

Manutenção Industrial e TPM

DEFINIÇÕES:

MANUTENÇÃO: “Ato ou efeito de manter”
“ Medidas necessárias para conservação”

DEFEITO: Ocorrências no equipamento que não impedem o funcionamento, todavia pode, a curto ou a longo prazo acarretar a sua indisponibilidade.

FALHA: Ocorrências no equipamento que impedem o seu funcionamento.

COMPONENTE: Engenho essencial ao funcionamento de uma atividade mecânica, elétrica, etc., que conjugado a outro(s) cria(m) o potencial de realizar trabalho. Ex.: Um motor, uma bomba, um compressor, etc.

EQUIPAMENTO: Conjunto de componentes interligados com que se realiza as atividades de uma instalação. Ex.: um trator, uma máquina operatriz, etc.

SISTEMA: Conjunto de equipamentos necessários para realizar uma função de uma instalação. Ex.: uma frota de tratores, um conjunto de tornos mecânicos, etc.

PRIORIDADES:

A *prioridade* é definida como: “intervalo de tempo que deve decorrer entre a constatação da necessidade da manutenção e o início desta atividade”.

As prioridades são estabelecidas de acordo com a importância e a natureza do sistema com que se trabalha. A seguir é dado um exemplo.

Prioridade 1 ou Emergência: manutenção realizada tão logo seja constatada a sua necessidade. Ex.: falha em equipamento prioritário.

Prioridade 2 ou Urgência: manutenção a ser realizada o mais breve possível, não sendo passadas 24 horas após a constatação da necessidade. Ex.: defeito próximo a falha em equipamento prioritário ou falha em equipamento secundário.

Prioridade 3 ou Necessária: manutenção que pode aguardar alguns dias, não ultrapassando uma semana. Ex.: manutenção preventiva em equipamento prioritário devido a programação preestabelecida ou reparos de defeitos em equipamentos secundários.

Prioridade 4 ou Desejável: manutenção que pode aguardar algumas semanas, mas não omitida. Ex.: manutenção preventiva programada em equipamento secundário ou falha de equipamento que não interfira na produção.

Prioridade 5 ou Prorrogável: manutenção que pode deixar de ser realizada.
Ex.: defeito em equipamento que não interfira na produção ou melhorias estéticas.

O que é o TPM ?

O TPM significa “Total Productive Management” e busca a eficiência máxima do Sistema de Produção com a participação de todos os funcionários. Surgiu, há décadas, no Japão, e chegou aos Estados Unidos em 1987, tendo logo em seguida sido introduzido no Brasil, através de visitas do **Dr. Seiichi Nakajima**. Segundo o **Dr. Nakajima**, a melhor prevenção contra quebras deve partir de um agente bem particular, **o operador**, daí a frase “Da minha máquina cuido eu”.

O TPM^o – Total Productive Management (Gerência Produtiva Total), só é alcançada quando se tiver: $TPM^o = TPM^1 + TPM^2 + TPM^3 + TPM^4$, onde:

TPM¹ - Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total): onde a preocupação maior é com a relação entre a manutenção e a operação, buscando a melhoria da disponibilidade do equipamento, a sua confiabilidade, etc.

TPM² – Total Productive Manufacturing (Fabricação Produtiva Total): onde se cria uma grande parceria entre os empregados da produção.

TPM³ – Total Process Management (Gerência de Processo Total): é a administração das interfaces do processo total da linha do negócio.

TPM⁴ – Total Personnel Motivation (Motivação Total do Pessoal): quando os empregados terão: conhecimento, aptidões, ferramentas, o desejo e a vontade de influenciar a lucratividade global do processo. Todos os empregados são “gerentes” dos seus próprios serviços e recebem autorização para melhorar quaisquer conexões que façam parte do seu trabalho.

Propósitos do TPM

Construir no próprio local de trabalho mecanismos para prevenir as diversas perdas (genba-genbutsu), tendo como objetivo o ciclo de vida útil do sistema de produção.

Abrange-se todos os departamentos: manutenção, operação, transportes e outras facilidades, engenharia de projetos, engenharia de planejamento, estoques e armazenagem, compras, finanças e contabilidade.

Quais são os objetivos do TPM ?

1º. Melhoria do PESSOAL

Operador : Capaz de desempenhar múltiplas funções (Multifuncional).

Pessoal da manutenção: Versatilidade no trabalho, realizando tarefas nobres.

Engenheiro de processos: Capaz de projetar equipamentos que dispensem manutenção.

2º. Melhoria do EQUIPAMENTO

. Equipamentos confiáveis e eficientes.

. Melhoria da Qualidade do produto.

Para isso as metas a serem atingidas são:

1. Garantir a eficiência global das instalações:

Significa que se deve trabalhar dentro das especificações, ou seja, operar com a velocidade de projeto, produzir na taxa planejada, e obter resultados de qualidade em harmonia com esta velocidade e taxa. O grande problema é que em grande número das empresas brasileiras não se conhece a velocidade de trabalho e a taxa de produção.

Como exemplo podemos considerar o seu carro e perguntar:

- . Qual é a velocidade econômica do processo?
- . Posso viajar no limite de velocidade possível?
- . Qual é a confiabilidade se utilizo o carro além de 120 km/h?
- . Qual é o consumo de combustível a 140 km/h?
- . Vale a pena chegar antes andando a uma velocidade tão alta?

Quando não se conhece as respostas convenientes para a velocidade de projeto e a taxa de produção, estabelece-se cotas de produção arbitrárias.

Um outro problema é o fato de que com o passar do tempo, pequenos entraves fazem com que os operadores mudem a taxa, utilizada para o equipamento. A medida que as dificuldades persistem, a produção da máquina pode ser de apenas 50% da sua capacidade produtiva de projeto.

2. Otimizar a vida dos equipamentos através de um programa de manutenção:

A implementação deste plano de manutenção, na realidade, é a criação de um plano de manutenção preventiva/ preditiva (MP / MPRED).

Vale salientar que este programa de manutenção leva em conta o estado da máquina, e através de registros dos equipamentos são estabelecidas as intervenções necessárias que são pré-programadas.

Ao operador é exigido que cuide da limpeza e lubrificação básicas, primeira atitude para a melhora da conservação e eficiência da máquina.

3. Integração de todos os setores envolvidos no plano de elevação da eficiência:

A única maneira de se obter sucesso é havendo total cooperação dos diversos setores envolvidos no plano de elevação da capacidade instalada, o que garantirá total cooperação e compreensão entre as partes. Por exemplo, a inclusão da manutenção de equipamentos nas decisões de projeto / compras, assegura que a padronização de peças e componentes necessários a manutenção será obedecida. Estes itens podem contribuir significativamente em grandes economias para a empresa. A padronização reduz estoques, exigências de treinamento e os tempos de partida.

É muito importante o apoio dado à manutenção pela armazenagem. Bom atendimento logístico pode reduzir em muito o tempo de parada de produção, mais importante porém e a otimização do estoque de componentes, ou tentar evitar grandes estoques.

4. Colaboração dos funcionários no processo de fabricação:

A colaboração no processo de fabricação de funcionários de todos os níveis com suas aptidões e conhecimentos, além da integração traz a satisfação do cliente interno. Em algumas empresas este item está incluído no processo de sugestões, como obter melhor manutenção, maior limpeza e organização, etc.

Esta prática deveria ocorrer com maior frequência em empresas brasileiras, evitando-se um ambiente de frustração.

Uma boa medida é instaurar a “gerência de portas abertas”, pois os gerentes de frente ou de topo, precisam estar mais disponíveis para o pessoal da produção / manutenção, levando em consideração as sugestões dos funcionários.

A resposta que se deve dar a cada “discussão”, sobre a melhoria no funcionamento de uma máquina, não deve conter os constantes bloqueios do tipo:

- . “Isto não vai funcionar.”
- . “Não podemos levar isto em conta neste momento.”
- . “Isto só funciona no Japão.”

. “Não temos dinheiro para treinar pessoas para esta atividade.”

. “Isto o sindicato não vai aprovar.”

. “Dá para você parar de sonhar.”.....etc.

As razões da não implementação das sugestões devem ser colocadas e bem explicadas, para que se mantenha a boa comunicação. Sem esta atitude a maior fonte geradora de economia da empresa será perdida.

5. Criação de equipes de trabalho:

A criação e desenvolvimento de equipes consolidadas ou TMM (times de melhoria da manutenção), começa no item 4, quanto mais aberta for a gerência às sugestões da força de trabalho, melhor e mais fácil será o funcionamento das equipes.

Essas equipes podem ser formadas por áreas, por departamentos, por linhas de produção, por processos ou por equipamentos. Podem ser constituídas por operadores, pessoal da manutenção e pessoal da gerência. Poderão ter a participação de outras pessoas diretamente envolvidas no problema, por exemplo: pessoal de compras e armazenagem.

Os TMM realmente resolvem problemas que já tenham tentado resolver a algum tempo sem sucesso? Pode-se afirmar que o sucesso do TPM deve-se ao trabalho de equipe. Logicamente o maior convencimento é dado por números, tais como:

Produtividade: aumento de 50% a 200%, elevação das taxas de operação de 40% a 100% e diminuição das interrupções em até 80%.

Qualidade: pode-se chegar a zero defeitos ou diminuição de 100% deles, pode-se reduzir em 80% as reclamações de clientes.

Custos: redução de até 70% nos custos de trabalho, 50% nos de manutenção e de 80% nos de energia.

Estoques: redução de até 90% nos níveis de estoque, aumento de até 100% nos giros de estoque.

Segurança: eliminação quase total dos problemas com segurança do ambiente de trabalho.

Moral: aumento de até 500% nas sugestões (não reclamações). Participação dos funcionários nas reuniões de grupos, o que faz com que vistam a camisa da empresa, procurando assim o aumento dos lucros.

Pode-se dizer que o TPM ajuda até mesmo na preservação do sexo, como exemplo:

Seja Homem:

Usando cabelo de homem.

Usando roupas de homem.

Apresentando-se como homem.

Embora pareça que isto nada tem a ver com TPM, pode-se dizer que a conduta dos participantes do programa esta intimamente ligada a sua implementação.

Preparação para implantação do TPM

São 12 etapas a serem observadas como preparatórias para implementação do programa:

1. Declaração da Diretoria informando sobre a implantação do programa, que deverá ser feita a todos os funcionários, de maneira que todos possam compreender as intenções e expectativas da direção, resultando em uma condição de alerta por parte dos funcionários em relação a introdução do sistema. Seria ótimo se o TPM fosse aplicado em toda a empresa, porém em grandes empresas devem ser escolhidos departamentos para servirem como modelo de aplicação.

Papel da Alta Administração:

- . A alta administração dos departamentos deverá apresentar ao presidente uma proposta do sistema e os efeitos provocados por ele, convencendo-o de modo que se torne partidário e defensor do TPM.
- . O comunicado da implantação deve sempre ser feita pela direção superior. Funcionários subordinados jamais deverão ser encarregados desta tarefa.

Caso a decisão de implantação parta de uma área industrial específica, o presidente deve ser informado e concordar com ela, e tomar para si a incumbência de informar os funcionários do setor.

2. Educação introdutória e campanha do sistema TPM.

Fazer com que todos compreendam o sistema TPM através do estabelecimento de uma linguagem comum, voltada aos propósitos da cultura TPM.

3. Estabelecimento da estrutura de promoção do TPM e um modelo piloto.

Organização matricial que seja composta por organização horizontal (comitê de promoção TPM ou equipe de projeto) e organização vertical, que combinem com a organização regular da empresa.

4. Estabelecimento da política e metas básicas voltadas ao TPM.

Promoção do TPM como parte de uma política e de uma organização objetiva.

5. Criação de um plano piloto para implantação do TPM.

Estabelecimento de um plano que cubra todo o processo TPM, desde o estágio introdutório até a avaliação para concessão do conceito de excelência.

6. Início do sistema TPM.

Através de um aviso é informado a todos os funcionários a data de início do programa TPM que visa reduzir a zero os oito tipos principais de perda em equipamentos.

7. Estabelecimento de sistemas para aperfeiçoamento da eficiência produtiva.

7.1. Melhoria individual.

Criar equipe de projetos formada por engenheiros de produção, pessoal de manutenção, gerentes de linha e pequenos grupos integrantes de círculos de produção, para selecionar o equipamento piloto para início da aplicação do TPM.

7.2. Estabelecimento da Manutenção Autônoma.

7.3. Fazer com que todos operadores compreendam a Manutenção Autônoma, desde a direção até os operários de linha, desde o conceito até a execução.

7.4. Manutenção Planejada.

Educação e treinamento para elevação dos níveis de operação e manutenção.

8. Sistema de controle inicial para novos equipamentos.

9. Estabelecimento do sistema Hinshitsu-Hozen (Manutenção da qualidade).

10. Obtenção de eficiência operacional nos departamentos administrativos.

11. Estabelecimento de condições de segurança, higiene e ambiente de trabalho.

12. Aplicação plena do TPM e elevação dos respectivos níveis.

Definição das perdas

A filosofia TPM está calcada na identificação e eliminação de perdas, que são:

As 7 principais perdas em equipamentos são:

- . Falhas em equipamentos.
- . Set-up e ajustes.
- . Troca de ferramentas de corte.
- . Perdas por acionamento.
- . Perdas por pequenas paradas.
- . Perdas por velocidade.

. Defeitos e retrabalhos.

Perdas por mão de obra:

. **Perdas por controle:** são perdas decorrentes do tempo de espera (materiais, ferramentas, instruções, etc.) geralmente ocasionadas por problemas administrativos.

. **Perdas por movimento:** aquelas relacionadas a burocracia e ações que não agregam valor de trabalho.

. **Perdas por desorganização da linha:** resultantes da má organização da linha ou da situação de uma única pessoa manipulando mais de um equipamento ao mesmo tempo.

. **Perdas por falhas logísticas:** tempo gasto com trabalhos de transporte, deslocamento, etc. executados por aqueles que as atribuições não incluem estas funções.

. **Perdas por medições e ajustes:** tempo gasto com ajustes frequentes, executados como medida preventiva contra a ocorrência de produtos defeituosos.

Perdas com materiais, moldes, gabaritos, ferramentas e energia:

. **Perdas de energia:** perda com energia (elétrica, gás, combustíveis) aplicada que não é utilizada no processo (desperdício).

. **Perdas com moldes, ferramentas e gabaritos:** são constituídas por despesas adicionais para substituição ou reparo de moldes, ferramentas e gabaritos decorrentes de quebra ou desgaste de utilização.

. **Perdas por rendimento:** é resultante do mal uso da matéria prima (diferença entre o peso da matéria prima utilizada e o peso do produto acabado).

Perdas crônicas

São decorrentes da falta de confiabilidade dos equipamentos. A sua eliminação apresenta sérias dificuldades, mesmo com a aplicação de medidas defensivas. A resolução destas perdas exigem medidas inovadoras bastante diferentes das convencionais. Como são decorrentes de causas diversificadas e de difícil detecção, a relação entre a causa e efeito costuma ser obscura, dificultando as medidas defensivas adequadas. Mesmo que a causa real da perda seja única, ela pode ser atribuída a vários fatores. Para resolve-las é preciso tomar medidas defensivas para todas as possíveis causas (causa simples, causas múltiplas e causas múltiplas compostas).

A eliminação das perdas crônicas exige:

1. Análise dos fenômenos (análise PM).
2. Estudo dos possíveis fatores (análise PM).
3. Detectar todos os fatores causadores de defeitos:
 - Solucionar os problemas causadores de defeitos.
 - Estudar as condições em que os equipamentos devem estar.
 - Dar importância às falhas ínfimas.
 - Prevenir defeitos.

Falhas ínfimas

São inconveniências de difícil detecção, cuja contribuição na geração de defeitos ou falhas não é considerada de grande vulto. Por exemplo: poeira, manchas, pequenas folgas, etc. A tendência, nas operações diárias, é que se preste atenção somente em defeitos graves e nas medidas para combatê-los. Entretanto, são os pequenos defeitos os maiores causadores de defeitos crônicos e falhas em equipamentos.

A primeira razão para prioridade de solução de falhas ínfimas é que o acúmulo destas falhas causam perda de rendimento. A segunda razão é a necessidade de restringir as causas possíveis, facilitando assim as soluções de defeitos crônicos. A terceira razão é que com a correção nos estágios iniciais, evita-se que se transformem em problemas graves.

Para eliminar as falhas ínfimas:

1. Análise baseada em princípios e regras.
 - Revisar a análise do fenômeno, verificando princípios e regras básicas.
 - Observar a situação com atenção, prestando atenção aos defeitos passíveis de negligência.
2. Não se fixar na taxa de contribuição.
 - Não se fixar na proporção de contribuição para o defeito (a importância dos defeitos leves será reduzida).
 - Selecionar aspectos cujas contribuições sejam duvidosas sob o ponto de vista teórico, independentemente de idéias pré-concebidas.

Quebra Zero

A quebra ou falha é a interrupção das funções de um equipamento ou componentes, geralmente proveniente de erros humanos. Desta forma, as quebras só

podem diminuir quando ocorrem mudanças de mentalidade e atitudes de todos os operadores que trabalham com o equipamento.

O ponto de partida para se atingir quebra zero é o descarte do conceito de que as quebras são inevitáveis e adotar o conceito que os equipamentos podem ser protegidos. Se é possível detectar quebras antes que elas ocorram, é possível evitá-las através de medidas preventivas.

Na grande maioria dos casos, as razões das quebras são desconhecidas até que elas ocorram, por isso são chamadas de “defeitos latentes”. O princípio básico para obtenção da quebra zero é a completa identificação destes defeitos.

Os defeitos latentes são formados por fatores como poeira, manchas, desgastes, corrosão, rachaduras, afrouxamentos, vazamentos, deformação, deslocamentos, anomalias relacionadas a temperatura, vibração e ruídos.

Existem dois tipos de defeitos latentes:

a) Defeitos físicos:

Que podem passar despercebidos.

- . Detectáveis somente com análises.
- . Não visíveis devido ao mal posicionamento, instalação, poeira ou sujeira.

b) Defeitos Psicológicos:

São devidos a falta de capacitação técnica e conscientização dos responsáveis pela manutenção e operação.

- . Falta de interesse.
- . Não distingue a falha ou defeito por falta de conhecimento.
- . Negligência dos mantenedores e operadores com base em seus próprios critérios e opiniões.

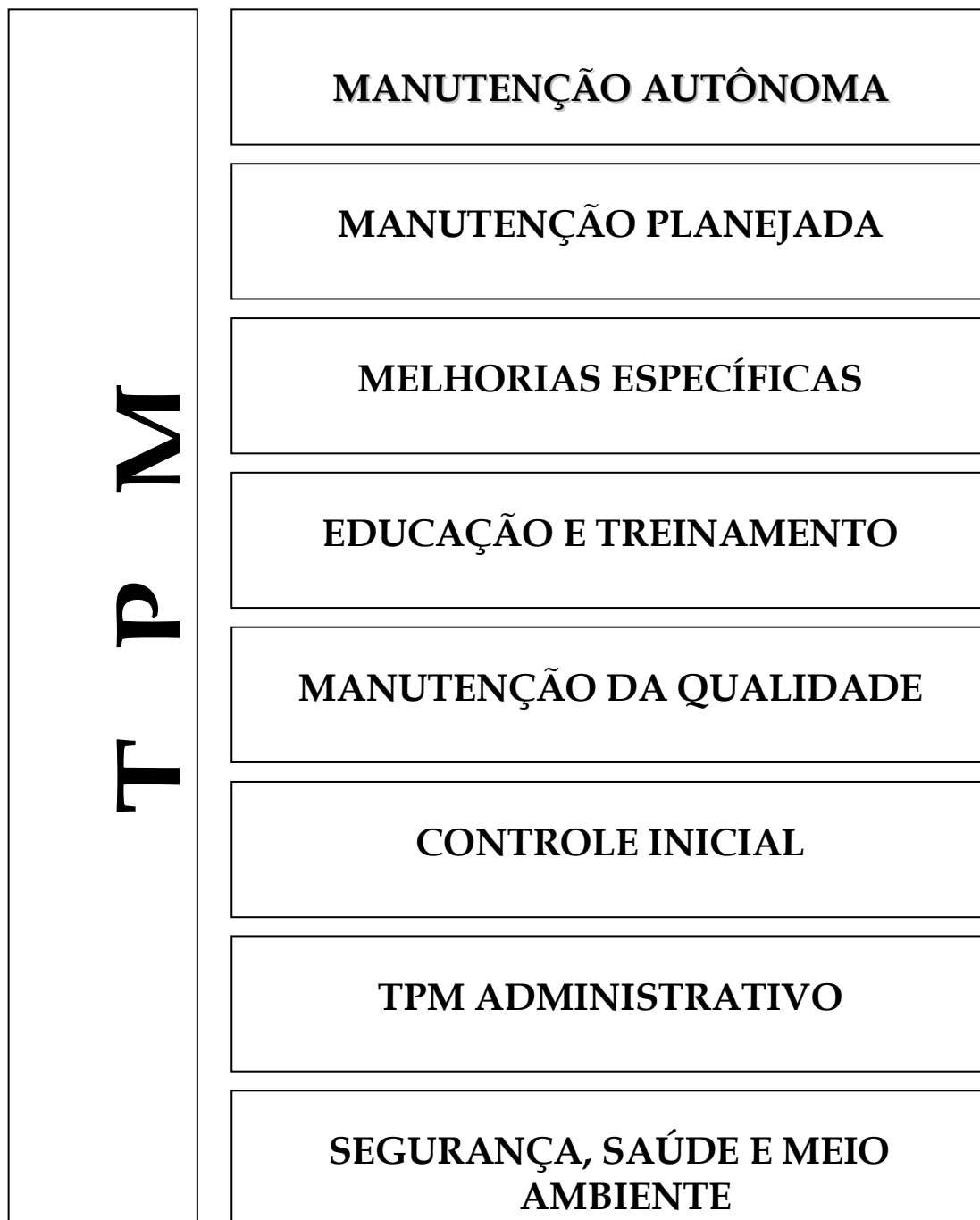
Cinco medidas básicas podem ser observadas visando a redução de falhas:

1. Estabelecimento das condições básicas: limpeza, lubrificação e reapertos são itens básicos para o funcionamento do equipamento.
2. Manutenção das condições de operação: pré-definidas por projeto e quando operadores nestas condições são menos suscetíveis a falhas.
3. Restauração das deteriorações: mesmo operando dentro das condições os equipamentos se deterioram. É essencial detectar e restaurar as deteriorações antes que ocorra um problema.
4. Aperfeiçoamento dos pontos fracos do projeto: através de análises minuciosas deve-se descobrir estes pontos e elimina-los.

5. Aperfeiçoamento do nível de capacitação: dar treinamento aos envolvidos.

O Programa TPM

O Programa TPM é composto de oito pilares de sustentação, como se vê a seguir:



1º pilar: MANUTENÇÃO AUTÔNOMA (Jishu Hozen)

O objetivo deste pilar é a melhoria da eficiência dos equipamentos, desenvolvendo a capacidade dos operadores para a execução de pequenos reparos e inspeções, mantendo o processo de acordo com padrões estabelecidos, antecipando-se aos problemas potenciais.

“Do meu equipamento cuido Eu”

Operadores com habilidade para manutenção autônoma:

1. Capacidade para descobrir anormalidades.
2. Capacidade de tratamento e recuperação.
3. Capacidade quantitativa para definir as condições do equipamento.
4. Capacidade de cumprir as normas para manutenção da situação (limpeza, lubrificação e inspeção).

As etapas de implementação da M A

Etapa 0: Preparação.

Etapa 1: Limpeza e inspeção.

Etapa 2: Medidas contra fontes de sujeira e locais difíceis.

Etapa 3: Elaboração dos padrões provisórios de limpeza/ inspeção/ lubrificação.

Etapa 4: Inspeção geral.

Etapa 5: Inspeção autônoma.

Etapa 6: Padronização.

Etapa 7: Efetivação do controle autônomo.

Nas etapas de 0 a 3, procura-se reduzir o tempo entre quebras através de: satisfação das condições básicas do equipamento, cumprimento das condições de uso, restauração das deteriorações, melhorias de pontos deficientes e elevação das habilidades dos operadores.

A etapa 0, consiste basicamente na preparação para o início das atividades da MA. Dependendo das condições em que se encontram as instalações, pode-se tomar medidas diferentes de preparação.

Uma boa providência é a implementação da técnica japonesa dos 5S.

O método contém 5 sentidos a serem seguidos:

- Senso de Utilização (**Seiri**).

- Senso de Limpeza (**Seiso**).
- Senso de Ordenação (**Seiton**).
- Senso de Saúde (**Seiketsu**).
- Senso de Autodisciplina (**Shitsuke**).

Para implementar esta técnica deve haver um treinamento onde serão passados conceitos básicos de limpeza, organização das áreas de trabalho, demarcações e sinalizações de equipamentos.

Iniciando-se pelo senso de **utilização**, deve-se retirar do local de trabalho todo objeto e equipamento, peças em duplicidade, ferramentas quebradas, ferramentas que não terão utilização imediata, guardando-as em local adequado.

A seguir vem o senso de **limpeza**. Para-se o equipamento e realiza-se uma grande limpeza, cuja finalidade é melhorar as condições de trabalho e melhoria do visual. Como regras básicas pode-se adotar: limpeza de armários, esvaziar recipientes de lixo, limpeza externa do equipamento, etc..

A implantação do senso de **ordenação** faz com que as equipes de trabalho visualizem os ganhos com a técnica dos 5S. Aqui deve-se demarcar o posicionamento de bancadas, quadro de ferramentas, carrinhos de transporte, recipientes para lixo, etc.

O senso de **saúde** visa a conservação da higiene pessoal e do local de trabalho.

O senso de **autodisciplina** começa a ser imposto através de um formulário, contendo os pontos necessários à implantação da técnica, abaixo pode-se ver o formulário criado pelo Escritório Técnico da TILIBRA:

- Se a equipe fazia auto avaliação mensal.
- Se haviam reuniões periódicas das equipes de trabalho para discutir a organização do setor.
- Se eram montados planos de ação para implantação de mudanças.
- Se piso, teto e paredes estavam limpos.
- Se haviam vazamentos de óleo, ar ou água.
- Se telefones, terminais de suprimento (energia, ar, etc.), tomadas, disjuntores, móveis, estavam limpos e identificados.
- Se havia escala de limpeza para os móveis do local de trabalho.
- Se haviam poucos objetos em cima das bancadas de trabalho.
- Se armários e gavetas estavam limpos e identificados.
- Se as ferramentas estavam limpas, identificadas e guardadas corretamente.

- Se recipientes de lixo eram separados por tipo e haviam responsáveis pela retirada.
- Se haviam extintores e estavam identificados.
- Se haviam quadros de avisos e se as informações eram atualizadas.
- Se havia organização, o que se usava a todo momento estava próximo, o de pouco uso guardado e o que não se usa retirado do local de trabalho.
- Se as bancas estavam identificadas e colocadas em locais demarcados.
- Se havia local para objetos pessoais e se os mesmos estavam organizados.
- Se o local possibilita boa movimentação.
- Se os carrinhos eram identificados e colocados no local adequado.
- Se todos estavam com uniformes limpos e usavam crachás de identificação.
- Se o sanitário do setor era limpo e utilizável a qualquer momento.

Tendo sido implantada a técnica dos 5S, passa-se então à implantação da MA.

Limpeza e Inspeção: sobre o equipamento, na etapa 1, deve-se prevenir a deterioração forçada pela poeira e por resíduos, vindos da parte externa da máquina ou proveniente do próprio processo de fabricação. Defeitos latentes devem também ser identificados e eliminados, pois são ocultos e de difícil identificação. A falta de lubrificação ou um parafuso solto em pontos de difícil acesso, são exemplos deste tipo de defeitos.

Nesta primeira etapa, as pessoas devem “sentir” os equipamentos, desenvolver um certo envolvimento com eles. Estimular a capacidade de detectar pequenos problemas com o olhar, aprender sobre as funções e componentes e conhecer seus pontos fracos. Antes de avançar para a etapa 2, deve ocorrer uma avaliação, que pode seguir o exemplo: avaliação feita pelo grupo de trabalho ▶ avaliação do chefe de área ▶ avaliação da gerência. Quando as 3 avaliações forem satisfatórias, o grupo de trabalho estará apto a enfrentar a 3ª etapa.

Medidas contra fontes de sujeira e locais difíceis: sobre o equipamento, nesta etapa 2, deverá ser eliminada a deterioração forçada e a utilização do controle visual na detecção de defeitos. As pessoas envolvidas deverão promover melhorias a partir dos pontos mais próximos, raciocinar e desenvolver melhorias nos equipamentos, desenvolver habilidades para realizar e implantar melhorias, sentir satisfação de ter

realizado melhorias a partir de suas idéias, conhecer o funcionamento do equipamento e manter o trabalho desenvolvido na etapa anterior.

O avanço nesta etapa será facilitado se: forem verificados os fundamentos básicos de limpeza, cronometragem do tempo de execução da limpeza na etapa 1, determinados os pontos causadores de sujeira, melhorar acesso as áreas de difícil acesso, estabelecer padrão provisório para os formulários de verificação de limpeza e definir os itens a serem inspecionados. Algumas atitudes devem ser tomadas, tais como: estabelecimento de padrões temporários, diagnóstico da causa da sujeira encontrada, encontrar mais de uma solução para combate dos problemas, conseguir a participação de todos, determinar intervalo entre limpezas e realizar limpeza e lubrificação segundo os padrões estabelecidos para a máquina.

Elaboração dos padrões provisórios de limpeza/lubrificação e inspeção: aqui na etapa 3, sobre o equipamento, deverão ser observados três requisitos básicos: limpeza, lubrificação e inspeção (ajustes); a eliminação da deterioração forçada para que os equipamentos trabalhem na condição de desgaste normal; executar manutenção de qualidade no equipamento. As pessoas da **equipe** deverão: decidir em cima de suas próprias observações, entender o seu papel, estabelecer seus padrões e entender a importância da lubrificação. O avanço nesta etapa ocorrerá se a equipe: entender as condições necessárias e as condições satisfatórias de trabalho; aplicar métodos corretos de lubrificação, tais como: locais de lubrificação, tipos de lubrificantes, método de aplicação, quantidade correta a ser aplicada, etc.; criar etiqueta de lubrificação, aprovar (a manutenção), os padrões determinados pela operação e indicar com clareza a rotina de limpeza/ lubrificação/inspeção. As atitudes a serem tomadas nesta etapa serão: estudo da teoria da lubrificação, estruturar a equipe de lubrificação, incorporação da lubrificação ao padrão de limpeza provisório, criar controle visual de lubrificação/inspeção de fácil realização, estabelecimento de padrão de limpeza/lubrificação/inspeção, criar folha de rotina que possibilite procedimentos segundo o padrão e procurar reduzir o tempo de trabalho (medindo o tempo de observação das condições básicas de trabalho).

Inspeção geral: aqui o equipamento será restaurado através de inspeções gerais do exterior e do aperfeiçoamento da confiabilidade; KAIZEN* das áreas difíceis para

inspeções e providenciar correções; fazer com que as inspeções sejam rotineiras e eficientes.

**KAIZEN: prática de melhorias contínuas, obtidas por pequenas mudanças nos processos existentes, através da criatividade das pessoas que trabalham com o equipamento. Normalmente tornam o ambiente de trabalho melhor e não requerem investimentos ou apenas pequenos dispêndios.*

As pessoas devem: familiarizar-se com os métodos de inspeção; compreender funções e mecanismos dos equipamentos; utilizar-se dos dados coletados e ser participativas nas reuniões; utilizar-se das atividades Kaizen e entender a importância da educação para a comunicação. Para avançar nesta etapa 4, devem: adquirir conhecimentos e capacitação através dos manuais de verificações; diagnosticar e reparar pequenos defeitos através da inspeção geral e preparar padrão experimental para inspeção autônoma. Para tanto as atitudes a serem tomadas são: compreensão das estruturas e das funções dos produtos; compreender regras de garantia de qualidade; definir ferramentas (gabaritos, medidores, etc.) para garantir a qualidade imposta ao produto; preparação de material didático para qualificação em inspeção geral; implementação de qualificação de líderes; acompanhamento de cursos de qualificação; preparação dos manuais de verificação.

Inspeção autônoma: na inspeção autônoma o operador é capacitado para detectar os problemas antes que ocorram. O alvo desta etapa é a implementação da inspeção através do manual de padrões de inspeção. Devem ser bem definidas as atribuições de inspeções da manutenção e da operação. As inspeções devem ser realizadas diariamente e dez pontos importantes devem ser observados:

1. Deve ser realizada dentro de períodos pré-determinados (por exemplo em etapas de 5 minutos) e os itens a serem verificados devem ser controlados em relação a carga e a necessidade, com a divisão de um processo, se necessário.
2. Deve-se adotar medidas que permitam inspeções visuais e fáceis.
3. As ferramentas e métodos de inspeção devem ser usados de forma criativa.
4. A localização e os itens inspecionados devem ser claramente indicados.
5. A inspeção deve ser feita de forma confiável, sem a ajuda de formulário de verificação.
6. As pessoas devem ser treinadas especificamente para inspeções.

7. Os operários da produção devem receber treinamento para que possam executar a **inspeção autônoma**.
8. Os operários devem aprender o porque da necessidade da inspeção, o que acontece se ela não for feita e o que acontece quando surgem condições anormais.
9. A prevenção da deterioração deve receber ênfase maior do que a inspeção. Durante a inspeção, retire a sujeira e a poeira e aperte imediatamente o que estiver solto.
10. A importância da detecção precoce de problemas deve sempre ser ressaltada.

Padronização: essa etapa visa a organização, a ordem e a efetivação do controle de manutenção através de padronização. As principais atividades desta etapa são: a revisão dos itens a serem controlados no local de trabalho e a revisão do controle feito visualmente. O ponto importante nesta etapa é a realização e a ordem em termos gerais, tanto no aspecto físico como no administrativo.

Controle autônomo: Até aqui nesta última etapa, foram atribuídas as qualificações necessárias ao operador. Desta maneira o operador deverá ter a capacidade de trabalhar com espírito de autonomia. O principal item desta etapa é a utilização das habilidades adquiridas nas etapas anteriores, para analisar-se os dados sobre quebra/falha, técnicas de melhorias e aumento de eficiência do equipamento e capacitação técnica para pequenos ajustes.

Funções da Manutenção na Manutenção Autônoma:

Basicamente a área de manutenção terá como função dar suporte à operação para a implementação da MA. Os pontos básicos a serem considerados são:

- Reparo das deteriorações.
- Eliminação das causas de deterioração forçada.

Reparo das deteriorações:

Quando inicia-se as atividades de TPM em um equipamento, os operadores encontrarão diversos defeitos que deverão ser identificados por etiquetas, uma forma de

identificar o defeito no próprio local. Estas etiquetas são geralmente divididas em duas classes e identificadas por cores diferentes:

. **Etiquetas vermelhas:** defeitos encontrados pelo operador e que ele não tem condições para solucionar.

. **Etiquetas azuis:** defeitos encontrados pelo operador e por ele solucionados.

Na primeira etiquetagem realizada no equipamento, o número de etiquetas vermelhas é muito superior ao número de azuis. Percebe-se então que muitas intervenções poderiam ser realizadas pelo operador, porém este não tem condições técnicas para realiza-las, portanto necessita ser treinado para reversão do quadro.

Três são as providências básicas a serem tomadas pela manutenção, visando apoiar o reparo das deteriorações:

1. Ação rápida na resolução das etiquetas vermelhas.
2. Elaboração de lições ponto a ponto.
3. Treinar operadores em pontos básicos de manutenção/lubrificação.

1. Ação rápida na resolução das etiquetas vermelhas:

A meta a ser atingida é de pelo menos 90% das etiquetas vermelhas resolvidas pelo departamento de manutenção. Em muitos casos os defeitos são de difícil solução ou requerem um grande tempo para solução. Estes defeitos podem ser solucionados através do planejamento de soluções das etiquetas pendentes. Neste plano deve estar claro: Qual é o problema, quem será responsável pela solução, como será resolvido e quando será resolvido. O envolvimento da produção aqui é fundamental pois o reparo exigirá a parada da máquina.

2. Lições ponto a ponto:

É uma forma de transmitir conhecimento através de pequenas informações. Deve ser transmitida de tal forma que qualquer pessoa possa entendê-la e aplicá-la lendo-a.

Basicamente para se executar uma lição ponto a ponto, deve-se observar:

- Não ter medo, pois você é capaz de executá-la.
- Na medida do possível utilizar-se de desenhos, figuras ou fotos (facilita).
- Deve ser manuscrita, não se preocupar com digitação.
- Deve ser resumida porém compreensível.

- Devem ser de pequenas partes da máquina (correia, engrenagens, etc.), lições grandes trarão problemas na execução.
- Fazer lições de defeitos encontrados, descrevendo o procedimento correto, um novo procedimento...., e as idéias implantadas.

3. Treinar operadores em pontos básicos de manutenção:

A maioria dos defeitos encontrados nas máquinas são conseqüência do acúmulo de pequenas causas. Entre elas a falta de conhecimento dos operadores do funcionamento e da manutenção da máquina é grande. Sendo assim, a manutenção deverá proporcionar treinamento prático/teórico de elementos básicos aos operadores. Para executar este trabalho, deve-se seguir os seguintes itens:

- O que é o elemento? (nome).
- Para que serve?
- Como funciona?
- Onde é usado?
- O que pode provocar problemas neste elemento?
- Como evitar os problemas?

Esta estrutura deverá conter os elementos mecânicos/elétricos/eletrônicos e as respectivas lições ponto a ponto. Exemplos de alguns deste elementos básicos: rolamentos, engrenagens, correias, parafusos, sensores, válvulas, etc.

Este treinamento deve evoluir com a MA e tratar dos assuntos de acordo com a necessidade apresentada. O objetivo é treinar operadores para pequenas atividades, para que os técnicos de manutenção façam as atividades mais nobres.

Eliminação das causas de deterioração forçada:

Na etapa 2 da MA cuida-se das fontes de sujeira e locais de difícil acesso para limpeza lubrificação e inspeção. A manutenção é quem implantará estas melhorias, que se dividem em duas fases:

- Aplicação de melhorias individuais nas fontes importantes.
- Orientar as medidas contra as fontes através da MA.

Aplicação de melhorias individuais nas fontes importantes:

A manutenção dará respaldo a MA para execução de melhorias individuais no equipamento. Chamam-se de melhorias individuais, todas mudanças idealizadas pelos

operários implantadas no equipamento, que resultem na eliminação ou redução de alguma(s) das 6 grandes perdas.

As 6 grandes perdas são:

1. Falhas e quebras.
2. Tempo necessário para troca de serviços e ajustes.
3. Operação em vazio e pequenas paradas.
4. Baixa velocidade nominal do equipamento.
5. Defeitos no processo (retrabalhos).
6. Perda de produtos e de material.

Orientar as medidas contra as fontes através da MA.:

As medidas para a realização de melhorias pelos operadores devem ser orientadas pelo pessoal da manutenção. Isto pode ser feito através de:

- Auxílio do levantamento das reais causas das fontes de sujeira.
- Analisando e indicando os elementos e materiais corretos à serem utilizados.
- Auxiliando a operação no estudo de custos/benefícios das melhorias.
- Auxiliando na implantação de dispositivos que facilitem limpeza/lubrificação/ inspeção.
- Sempre que for necessário, a manutenção deverá orientar os operadores.

Uma forma eficiente de se aplicar melhorias é a utilização do “TPM STORY”, este formulário deverá estar afixado no quadro de atividades e sua função é incentivar e motivar o programa.

Exemplo de TPM STORY:

1. TEMA: Melhoria das condições da transmissão aberta.
2. MOTIVO DO TEMA: Alto índice de intervenções para limpeza e lubrificação, o que provoca alto custo de mão de obra e lubrificantes.
3. SITUAÇÃO ATUAL E ANÁLISE DAS CAUSAS:
 - (1) O sistema utilizado é aberto devido a baixa velocidade de trabalho, tendo o sistema sido desta maneira projetado. Como o lubrificante utilizado é altamente aderente, a contaminação por poeira abrasiva, advinda do processo é alta o que causa grande desgaste nos dentes das engrenagens mesmo após a colocação de exaustor.
 - (2) A limpeza/lubrificação adotada pela MA vêm sendo efetuada a cada 2 horas de trabalho ou 4 vezes ao dia, com duração média de 10 minutos.
 - (3) A cada intervenção é utilizado 1 litro de lubrificante.
4. CONTEÚDO DA MELHORIA: em uma máquina similar foi instalada um protetor (carenagem), isolando as engrenagens do contaminante abrasivo.

- (1) O protetor é provido de visor de acrílico transparente para permitir a visualização da camada de lubrificante nos dentes das engrenagens.
- 5. RESULTADOS: (da máquina similar)
 - (1) Desde 1998 quando foi efetuada a melhoria as intervenções passaram a ser semanais, sem prejuízo às engrenagens.
 - (2) O consumo de lubrificante passou de 20 litros por semana para 1 litro por semana.
 - (3) O tempo de mão de obra baixou de 3h20min para 10 min. por semana.

Pontos chaves para o sucesso da M A:

Para se obter sucesso com a MA, os 8 itens abaixo deverão ser rigorosamente seguidos:

- 1- Treinamento introdutório:** é necessário que se faça treinamento de todos os envolvidos antes de iniciadas as etapas de implantação da MA, para que compreendam o por que da implantação.
- 2- O trabalho propriamente dito:** as atividades desenvolvidas não devem ser vistas como esporádicas. Estas atividades são do próprio trabalho.
- 3- Atividades de círculos:** são estruturadas em torno de encarregados de primeira linha. Quando o número de participantes é elevado, o grupo é subdividido em sub-círculos de 5 a 6 pessoas. O encarregado participará de um círculo liderado pelo supervisor, o supervisor participará do círculo liderado pelo chefe de seção, o chefe participará do círculo de gerentes e os gerentes da comissão de desenvolvimento do TPM da empresa.
- 4- Princípio da prática:** não deve se ater a formas e argumentos, e deve ter como principal objetivo o fato de fazer com as próprias mãos.
- 5- Efeitos reais:** em cada etapa devem ser definidos temas e metas concretas que correspondam ao seu objetivo desenvolvendo atividades de melhorias que provoquem efeitos reais.
- 6- A própria pessoa define o que deve ser cumprido:** fazer com que as pessoas envolvidas desenvolvam seus próprios padrões de normas para as diversas atividades de limpeza, inspeção, lubrificação, etc., e desta maneira desenvolvam o controle autônomo das atividades.
- 7- Execução rigorosa:** é extremamente importante a execução rigorosa de cada etapa. Cortar caminho, realizando as atividades de maneira incompleta, fará com que o programa seja prejudicado e não trará os resultados esperados.

8- Segurança em primeiro lugar: a falta de segurança não justifica a pressa de se alcançar mais rapidamente uma etapa. Mudanças no equipamento devem obedecer as normas de segurança, em primeiro lugar.

2º pilar: MANUTENÇÃO PLANEJADA

Mentalidade típica da produção: **“Eu opero, você conserta”**

Manutenção X Produção

A dificuldade da divisão de manutenção em acompanhar as inovações dos equipamentos, abaixam o moral do pessoal.

A chefia tem a idéia de que os equipamentos podem ser descartados nos períodos de grande desenvolvimento econômico e não tem consciência das perdas decorrentes da manutenção insuficiente dos equipamentos.

O resultado são equipamentos cheios de falhas crônicas e a incrementação de pontos fracos.

Filosofia da Manutenção Planejada:

Conscientização das perdas decorrentes das falhas de equipamentos e as mudanças de mentalidade das divisões de produção e manutenção, minimizando as falhas e defeitos com o mínimo custo.

Funções da Produção e Manutenção:

Produção:

- Observação das condições básicas do equipamento (limpeza e lubrificação).
- Manutenção das condições operacionais.
- Restauração das deteriorações através da inspeção e descobertas precoces.
- Aprimoramento dos conhecimentos de operação dos equipamentos.

Manutenção:

- Fornecimento de apoio técnico as atividades de Manutenção Autônoma desenvolvidas pela produção.
- Não omitir e garantir a restauração de deteriorações através de procedimentos de inspeção, verificação e desmontagem.
- Descobrimto de falhas de projeto e esclarecimento das condições operacionais.
- Aprimoramento dos conhecimentos de manutenção.

Para se manter o máximo possível sobre controle a ocorrência de falhas, deve-se seguir as etapas:

1. Aumentar o MTBF (Tempo Médio Entre Falhas):

- Introdução da Manutenção Autônoma.
- Restauração de deteriorações negligenciadas.
- Remoção das deteriorações forçadas provocadas por fadiga.
- Estabelecer condições básicas (limpeza, lubrificação e reapertos).
- Manter as condições de operação (vibração, ruídos, carga adequada).

2. Prolongar a vida útil:

- Kaizen nos pontos fracos do projeto (falta de resistência, defeitos de construção e processo, etc.).
- Kaizen nos pontos relacionados a sobrecarga.
- Seleção de peças adequadas as condições de uso.
- Eliminação de falhas esporádicas através de Kaizen nos métodos operacionais e de reparo.

3. Restauração cronológica das deteriorações às condições originais:

- Estimativa da vida útil e restauração periódica das deteriorações.
- Padronização e execução da manutenção periódica.
- Compreensão da natureza das deteriorações internas, através dos 5 sentidos.

4. Previsão das falhas:

- Técnicas de diagnósticos de equipamentos: vazamentos, rachaduras, corrosão, vibração excessiva, deterioração do lubrificante, afrouxamento, medição da vibração, medição ultra-sônica, avaliação das vedações, etc..
- Estimativa e prolongamento da vida útil através da análise técnica das falhas catastróficas: análise das superfícies quebradas, concentração de tensão, análise de fadiga do material, repetição da carga, alternância da carga.

Etapas da Manutenção Planejada

Etapa 1: Avaliação do equipamento e levantamento da situação atual.

Etapa 2: Restauração das deteriorações e melhorias dos pontos deficientes.

Etapa 3: Estruturação do controle de informações e de dados.

Etapa 4: Estruturação da Manutenção Preventiva.

Etapa 5: Estruturação da Manutenção Preditiva.

Etapa 6: Avaliação da Manutenção Planejada.

Etapa 1: Avaliação do equipamento e levantamento da situação atual:

Nesta etapa deve-se avaliar o equipamento através de um inventário e registrar os resultados desta avaliação em um cadastro.

Inventário: “identificação dos elementos que compõem um sistema, suas localizações e funções.”

Quando da realização do inventário a *seqüência* é estabelecida segundo a importância do equipamento no sistema.

O *valor efetivo* do equipamento é caracterizado pelo estado de conservação da máquina e pela sua eficiência.

O *cadastro* é um registro que contém o maior número possível de dados dos equipamentos, onde são anotados dados sobre: construção, compra, origem, transporte e armazenagem, operação e manutenção.

A partir do cadastro do equipamento chega-se ao índice de quebras e pequenas paradas, número de casos, índice de intensidade, MTBF (média do tempo de bom funcionamento), MTTR (média dos tempos técnicos de reparo), custos de manutenção, etc.

Como última providência nesta etapa, deve-se estabelecer as metas pretendidas pela manutenção e verificar o seu cumprimento através de indicadores e métodos de medição de resultados.

Etapa 2: Reparo das deteriorações e melhorias dos pontos deficientes:

São atividades de apoio à Manutenção Autônoma.

Reparo das deteriorações:

1. Atendimento das etiquetas vermelhas – ações rápidas de reparo e reforma.
2. Elaboração de lições ponto a ponto.
3. Criação de área de treinamento visando a manutenção e orientar melhorias.

Cumprimento das condições básicas:

1. Confecção e orientação de controle visual.
2. Padronizar treinamento de lubrificação e tipos de lubrificantes.
3. Treinar sobre mecanismos e funções dos equipamentos.
4. Melhorias em relação a limpeza, inspeção, lubrificação e locais de difícil acesso.
5. Orientar elaboração de normas de inspeção e lubrificação.

Eliminar ambientes que provocam deterioração forçada:

1. Executar melhorias individuais em pontos de relevância.
2. Orientar medidas contra fontes através da MA.

Etapa 3: Estruturação do controle de informações e de dados:

O cadastro de equipamentos é talvez o item mais importante quando se trabalha com manutenção planejada. Este cadastro é iniciado com as informações obtidas através das impressões de avaliação, a partir do inventário. A partir daí, toda e qualquer atividade de inspeção, lubrificação, manutenção, etc., executada na máquina deve ser registrada. De posse destas informações serão estabelecidas as paradas para manutenção planejada. O número de fichas de controle deve ser racionalizado, ou seja, deve-se ter o cuidado com escassez ou com excessos destes documentos. O cadastro propriamente dito deve ser informatizado.

Ordens de serviços:

Documentos através dos quais são requisitados os trabalhos de manutenção e constam informações necessárias à realização eficaz do serviço. Constam da ordem de serviço:

Informações:

- Prioridade da tarefa;
- setor responsável pela execução do serviço;
- relato apropriado da tarefa;
- onde executar o serviço;
- planejamento e tempo necessário ao serviço;
- medidas de segurança necessárias;
- avaliação do prestador de serviço.

- Registro de equipamentos:

- trabalhos já realizados no equipamento;
- modificações já realizadas no equipamento.

- Formulário de procedimentos:

- verificações que devem se realizadas;
- programação das intervenções;
- planejamento das intervenções.

Etapa 4: Estruturação da Manutenção Preventiva:

Generalidades da Manutenção Preventiva:

Tal tipo de manutenção é conhecido como "parada para manutenção" ou "overhaul". Sabemos que as peças que se movimentam, num dispositivo qualquer, não apresentam o mesmo desgaste em função do tempo de funcionamento. Com isso as máquinas exigem que sejam substituídos alguns componentes, enquanto outros permanecem intactos. É sabido, que um componente defeituoso, dá origem ao fenômeno de "avalanche", ou seja, no momento que um deles apresenta uma irregularidade ou defeito, as conseqüências são levadas a outros componentes que também passam a apresentar defeitos, que por sua vez passam a outros e, desta maneira, o equipamento sofre um processo rápido de degradação. Por este motivo faz-se um tipo de manutenção, que calcado em dados estatísticos, procura se antecipar as avarias dos componentes, recebendo o nome de **manutenção preventiva**.

Os passos para implantação da manutenção preventiva podem ser apreendidos analisando-se os fracassos de outras fábricas neste campo do atividade.

Os programas falham por:

- Falta de apoio e interesse do gerente de produção.
- Por não convencer os departamentos de manutenção e de produção dos benefícios proporcionados pelo sistema.
- No treinamento do pessoal responsável pela manutenção preventiva em seus deveres e responsabilidades.
- Na supervisão desses funcionários.
- No treinamento dos superiores.

Deve-se criar uma comissão para realizar a implantação do sistema, e deste grupo devem fazer parte: planejadores de produção, engenheiros industriais e engenheiros de fábrica.

De um ponto de vista restrito, a manutenção preventiva é vista como uma inspeção sistemática e programada, que compreende: limpeza, lubrificação e serviços necessários para manter equipamentos e prédios em condição de funcionamento.

Um programa completo comporta a programação e planejamento da substituição de equipamentos problemáticos que oneram a produção. Inclui também inspeções que resultarão em vistorias e recondicionamento do equipamento de produção e auxiliares.

O Programa de Manutenção Preventiva:

O programa tem duas partes distintas que devem receber atenção:

1 - Os formulários de procedimento.

2 - Os manuais de trabalho.

Os formulários de procedimento são : listas de verificação, folhas de rotina, formulários de programação e planejamento, registros de equipamentos e relatórios de controle. Estes são utilizados nas operações diárias e servem para estabelecer e organizar o trabalho. Aliados e integrados aos formulários estão os manuais de trabalho que compreendem: limpeza, ajustes, pequenos consertos, lubrificação e inspeção.

Listas de verificação:

São listas ou fichas que determinam os dias de inspeção, o trabalho a ser executado e as rotinas de lubrificação.

Existem 5 classes:

1 - Mecânica

2 - Lubrificação

3 - Instrumentação

4 - Elétrica

5 - Tubulações.

Para melhor identificação costuma-se fazê-las em cores diferentes.

Juntamente com essas listas de verificação estão as de rotina onde o inspetor anota suas verificações.

Lubrificação:

As operações de lubrificação ocorrem regularmente, são pré-programadas e possuem tempo padrão para execução. Raramente são feitas com a inspeção e consistem na colocação de óleo e graxa nos pontos críticos dos equipamentos mecânicos.

O local de lubrificação sendo colorido, indica o tipo e qualidade do lubrificante a ser utilizado, devendo os locais de estoque ter código semelhante.

Fazendo-se um estudo dos óleos e graxas disponíveis no mercado e padronizando-os, pode-se obter uma economia da ordem de 15 % neste setor.

Ordens de serviços:

As listas de verificação são um tipo de ordem de serviço. Existem outros tipos que são necessários para o sucesso das operações. Devem ser escritas e conter todas as informações necessárias de modo que possam ser analisadas, avaliadas, medidas e

controladas. São utilizadas em todas as operações com duração superior a 15 minutos. Reparos com menor tempo de duração devem ser executados imediatamente pelo inspetor.

O item mais importante são os registros de equipamentos, sendo que o estudo desses registros permitem localizar o ponto de maior incidência de falhas e situações de emergência.

Registro de equipamentos :

É necessário para detectar e prevenir emergências, sendo parte essencial do programa de manutenção preventiva, para que informações importantes não sejam perdidas.

Esses registros não devem conter todo equipamento da fábrica e sim os mais importantes para não onerar o sistema.

O objetivo é receber informações rápidas e precisas que servem de base para tomada de decisões. Pode ser utilizado para ajustes no plano de manutenção preventiva, recomendar substituição de equipamento problemático, estabelecer trabalhos e reparos modificações e inspeções.

Implantação do programa:

O trabalhador fará melhor o seu trabalho se:

- Souber o que fazer.
- Onde fazer.
- Quando fazer e
- O tempo disponível para ser feito.

A melhor maneira é implanta-lo por seções, devendo-se de início ter o auxílio de um inspetor bem treinado, executando-se assim a primeira implantação. A passagem da manutenção preventiva para o resto da fábrica deve ocorrer de maneira gradual, após o primeiro setor estar funcionando satisfatoriamente.

É importante que todas as ordens sejam dadas por escrito, devendo haver a verificação do cumprimento dessas ordens.

O Comitê de Conservação do Equipamento Industrial, elaborou um roteiro para a realização eficiente da conservação do equipamento, quando da passagem de manutenção corretiva para preventiva. Os passos visam integrar e facilitar a conservação do equipamento.

1º Passo - Intensificação da limpeza

Deverá haver treinamento e supervisão do pessoal, tendo em vista as medidas mais simples de conservação (limpeza e lubrificação diária).

2º Passo - Supervisão contínua sem plano de fábrica -

Supervisão da manutenção, do manuseio e da segurança.

3º Passo - Introdução dos serviços de lubrificação -

Introdução de identificação dos pontos a serem lubrificados bem como dos dispositivos de lubrificação. Esse trabalho deve ser executado por pessoal especializado.

4º Passo - Conservação planejada das ferramentas -

Organização da ferramentaria, conservando as ferramentas prontas para o trabalho.

5º Passo - Organização de uma seção do consertos -

Iniciar com alguns mecânicos e ampliar até que nenhum conserto seja executado na área de fabricação.

6º Passo - Inclusão dos trabalhos de manutenção nos trabalhos de conserto -

Registrar os trabalhos executados e supervisionar as partes mais vulneráveis da máquina.

7º Passo - Manutenção preventiva das máquinas -

Elaboração de um plano (através do arquivo de dados), com estabelecimento de prazos para as revisões.

8º Passo - Refinamento da supervisão e análise crítica dos reparos -

Analisar ocorrências e reparos e se necessário orientar a aquisição de máquinas novas.

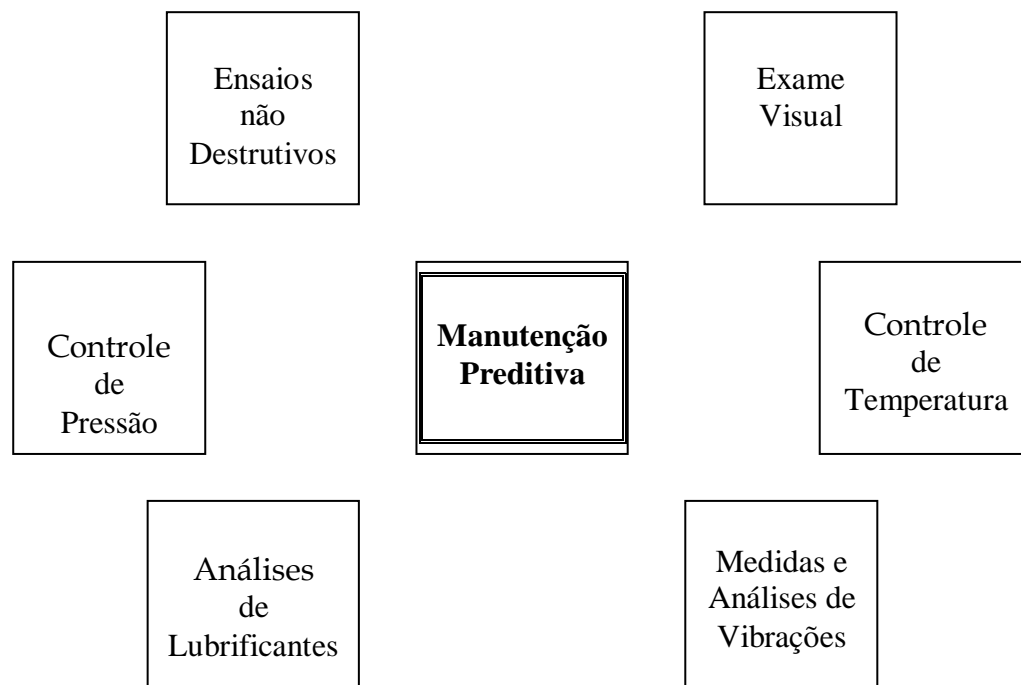
Etapa 5: Estruturação da Manutenção Preditiva:

Generalidades da Manutenção Preditiva:

A manutenção pode ser subdividida em três níveis distintos. O nível I é o mais simples e consiste em manter o equipamento funcionando. O nível II é a clássica manutenção preventiva que consiste na substituição de peças em períodos regulares, bem como de reparos e consertos devido a falhas e quebras inesperadas. O nível III consiste numa técnica diferente, pela qual a manutenção é executada no momento adequado e antes que se processe o rompimento ou falha qualquer. Tal técnica consiste na "Manutenção Preditiva", conhecida internacionalmente como "Condition Monitoring".

A manutenção Preditiva tem por finalidade, estabelecer quais são os parâmetros que devem ser escolhidos num determinado tipo de máquina ou equipamento em função das informações que as alterações do tais parâmetros trará, sobre o estado mecânico de um determinado componente. Estas informações permitirão que providências sejam tomadas visando evitar estragos de monta ou situações catastróficas irreversíveis. É importante considerar a necessidade de uma organização rígida, que coordene e analise uma série apreciável de inspeções que são realizadas periodicamente em praticamente todo o equipamento. O quadro a seguir apresenta alguns parâmetros que podem ser utilizados na manutenção Preditiva.

Parâmetros utilizados na manutenção Preditiva.



Exame visual:

É o método mais antigo e mais utilizado nas inspeções de manutenção, de fácil aplicação e rápida execução, não exige a utilização de equipamentos especiais, além de uma simples lupa.

O primeiro passo de qualquer verificação é o exame visual, podendo-se verificar a existência de: lascas, dobras, costuras, distorções físicas e geométricas, dimensionamento incorreto, aparência inadequada, soldagem, etc..

Dependendo do que se verifica, é um item importantíssimo da Manutenção Preditiva, devendo ser periódico e registrado de maneira clara e precisa.

É um exame complementar aos demais métodos, sendo que um defeito detectado por outro método tem seu diagnóstico confirmado ou negado pelo exame visual.

Em caso de defeito detectado pelo exame visual em que o equipamento continua funcionando de maneira estável, o programa de manutenção Preditiva deve ser informado que o parâmetro referente a tal defeito não está correto, devendo ser revisto para sanar a falha do programa.

Ensaaios não destrutivos:

Podem ser classificados como:

Ensaaios Visuais:

Exame visual complementar

Controle dimensional.

Processos Eletromagnéticos:

Ensaaios com correntes parasíticas.

Ensaaios com partículas magnéticas.

Ensaaios pela perturbação do campo magnético.

Ensaio pela perturbação do campo elétrico.

Ensaio por ressonância magnética.

Ensaaios por Radiação Penetrante:

Ensaaios com raios X.

Ensaaios com raios Gama.

Ensaaios com neutrons.

Ensaaios com Energia Sônica.

Ensaaios ultra-sônicos.

Ensaaios por emissão acústica.

Ensaaios por análise tonal.

Ensaaios de Vazamentos.

Ensaaios com Líquidos Penetrantes.

Ensaaios Termográficos.

Medidas de temperatura e de pressão:

O acompanhamento contínuo da temperatura de um sistema ou equipamento qualquer é um dado importantíssimo na manutenção preditiva de qualquer dispositivo.

A alteração da temperatura de funcionamento de qualquer equipamento é indicativo de modificação no comportamento da máquina ou equipamento. Por tais motivos a temperatura deve ser levada em consideração em todo programa de manutenção, em qualquer que seja o nível. A operação ou funcionamento das máquinas são estabelecidas por uma temperatura determinada, devendo a operação ser iniciada em marcha lenta, para que seja atingido o equilíbrio térmico, sem o que, as dilatações de alguns componentes poderão trazer prejuízos aos demais componentes ou a si mesmo. Os manuais de instruções de qualquer dispositivo costumam indicar os limites de temperatura em que o mesmo deve operar.

Analogamente, a pressão ou rarefação em diversos locais de um equipamento constituem indicadores importantes. As pulsações de pressão podem dar origem a vibrações mecânicas elevadas e, com isso, a manutenção de uma pressão estática constante, geralmente mostra um equipamento operando em boas condições.

Análises de óleos lubrificantes:

As análises de óleos lubrificantes possibilitam importantes informações à manutenção. O óleo lubrificante pode ter as suas características originais alteradas por contaminantes internos e externos à máquina. Por sua vez estes contaminantes podem ser de natureza química (oxidação) ou oriundos do próprio funcionamento da máquina (combustíveis, elementos metálicos, etc.). A análise criteriosa dos resultados dos testes trarão revelações e conclusões importantes para a manutenção do equipamento e do próprio óleo lubrificante. A troca prematura de uma carga de óleo contaminada, evitará danos mecânicos ao equipamento, por outro lado, a constatação do bom estado do óleo operando com tempo acima do previsto para a troca, proporcionará considerável economia de lubrificantes.

Vibração e nível de ruído:

Como técnica de manutenção preditiva ou método de verificação do estado de um componente ou de uma peça qualquer, o assunto é relativamente recente, sendo os primeiros trabalhos referentes ao assunto publicados no final da década de cinquenta. Entretanto as vibrações assim como o ruído, existiam bem antes desta época. O ruído sempre foi usado como indicador de irregularidade ou mal funcionamento. Todos conhecem o barulho de um motor fundido ou a vibração provocada por um eixo torto. Por este motivo o diagnóstico através do barulho e/ou vibração havia no passado,

embora de maneira latente. Quando o barulho por si só indica o defeito, geralmente já é muito tarde para qualquer providência.

Etapa 6: Avaliação da Manutenção Planejada:

Deve-se avaliar todas as etapas anteriores.

Avaliação do aumento da confiabilidade: casos de quebras e pequenas paradas, MTBF, índice de frequência, etc..

Avaliação da manutenibilidade: índice de manutenção preventiva, índice de manutenção preditiva, índice de manutenção corretiva, etc.

Avaliação da redução de custos de manutenção.

Os pilares da implantação da Manutenção Planejada:

- Apoio e orientação às atividades “Jishu-Hozen” (manutenção autônoma).
- Atividades para alcance de “quebra zero”.
- Criação de estrutura para manutenção planejada (sistema, padrão, planejamento, controle e informações de manutenção).
- Controle de lubrificação.
- Controle de peças sobressalentes.
- Controle de custos da manutenção.
- Pesquisas sobre a manutenção preventiva.
- Aprimoramento das técnicas de manutenção.
- Manutenção preditiva e técnicas de diagnóstico.

Custos da Manutenção:

Para manter o controle sobre as despesas com manutenção e obtenção de informações eficazes, pode-se classificar os custos referentes a manutenção diária (limpeza e ajustes, etc..), inspeção de equipamentos (irregularidades ou adequações do equipamento), reparos e correções, manutenção preventiva e manutenção corretiva.

Para se obter redução dos custos da manutenção, pode-se observar os seguintes pontos:

1. Estabelecer novo ciclo de inspeções/verificações, reduzindo as atividades da manutenção.
 - Ampliação do ciclo devido a maior duração das peças.
 - Método de manutenção cronológica, baseado nas condições do equipamento.

2. Gastos com lubrificantes: se os equipamentos estão em condições normais, as deteriorações e consumo de lubrificantes são pequenos.
3. Eliminação de tempo ocioso e perdas por transporte causadas por controles inadequados de reparos e de peças.
4. Aprimoramento da restauração de irregularidades: uniformização de peças.
5. Revisão dos sobressalentes, redução e adequação das peças em estoque.
6. Algumas peças podem ser desnecessárias ou substituídas por mais baratas.
7. Reciclagem de equipamentos e peças não utilizados, intercâmbio interno de informações.
8. Reduzir desperdício de energia: prevenção de vazamentos e transbordamentos de materiais. Prevenir ociosidade.
9. Eliminação de perdas em equipamentos: reparos esporádicos, recuperar perdas de rendimento.

Deve-se levar em conta o custo inicial para escolha do melhor sistema de manutenção (custo do equipamento de reserva).

3º pilar: MELHORIAS ESPECÍFICAS

Melhoria individual (**Kobetsu-Kaizen**), atividade que serve para erradicar de forma concreta as oito grandes perdas que reduzem o OEE do equipamento. Através da eliminação destas perdas, melhora-se a eficiência global do equipamento.

OEE (Overall Equipment Effectiveness) = Eficiência Operacional Máxima

“É a utilização plena das funções e capacidades de um equipamento”. Para aumentarmos a eficiência, devemos trabalhar identificando e eliminando os oito fatores principais que constituem o obstáculo a eficiência. As oito grandes perdas são:

1. Perdas por falhas em equipamentos:

Este tipo de perda constitui o maior obstáculo ao OEE. São classificadas em falhas por paralisações no funcionamento (que ocorrem inesperadamente, como um curto circuito) e falhas por deterioração das funções (ocorrem lentamente e a função do equipamento fica reduzida, como o desgaste de um pistão).

2. Perdas por set-up e ajustes:

É a perda pelo tempo de paralisação necessária para uma operação de set-up, onde os equipamentos são preparados para operações subsequentes.

3. Perdas por troca de ferramentas de corte:

Ocorrem quando da paralisação da linha para troca de brocas, fresas, facas, por quebra ou perda de corte, decorrentes do trabalho ou utilização inadequada.

4. Perdas por acionamento:

É o tempo gasto para que o equipamento atinja condições ideais de funcionamento (velocidade, temperatura, etc.).

5. Perdas por pequenas paradas e pequenos períodos de ociosidade:

É a inatividade do equipamento durante pouco tempo decorrente de problemas temporários (parada da linha por falta de material, parada da linha por problemas de qualidade, etc.). Deve ser eliminado pela correção do problema, voltando a operação normal.

6. Perdas por velocidade:

Ocorre quando existe diferença entre a velocidade nominal e a velocidade real de trabalho. Ex.: Um trem que deveria pelo projeto trafegar a 80 km/h e trafega a 50 km/h devido a problemas de segurança (dormentes podres).

7. Perdas por defeitos e retrabalhos:

Ocorre quando são constatados defeitos que requerem correção. Embora produtos defeituosos sejam normalmente descartados, existem os que podem ser retrabalhados, consumindo tempo adicional de mão de obra e da máquina.

8. Perdas por desligamento:

Paralisação da linha causada por inatividade do equipamento durante a produção para execução de manutenção/inspeção periódicas ou programadas.

Para que serve o OE?

A partir dos dados quantitativos, é possível verificar se a utilização do equipamento está sendo plena e onde poderiam ser realizadas melhorias.

Como calcular o OEE?

O OEE é representado por 3 termos que relacionam as 8 perdas descritas anteriormente:

% Disponibilidade = Tempo de operação ÷ Tempo programado p/ operar.

% Desempenho = Produção real ÷ produção ideal.

% Qualidade = (produtos bons – produtos defeituosos) ÷ produtos bons.

$$\text{OEE} = \% \text{ Disponibilidade} \times \% \text{ Desempenho} \times \% \text{ Qualidade}$$

Além das perdas que afetam diretamente o OEE, temos ainda:

Perdas que constituem obstáculos à eficiência de mão de obra:

- Perdas por controle.
- Perdas por falta de flexibilidade operacional.
- Perdas por desorganização das linhas de produção.
- Perdas por deficiência logística.
- Perdas por medições e ajustes.

Perdas que afetam o rendimento dos materiais e energia:

- Perdas por desperdício de energia.
- Perdas por rendimento de material.
- Perdas por moldes, ferramentas e gabaritos.

O Kaizen se desenvolve em 10 etapas:

Etapa 01: Selecionar equipamento / linha / processo, como modelo:

1.1. As linhas, processos e equipamentos onde ocorrem mais perdas e haja possibilidade de replicação horizontal.

1.2. Possam ser ciclizadas com linhas, processos e equipamentos utilizados na manutenção autônoma, quando estiverem nas etapas 1 e 2.

Etapa 02: Organizar as equipes de projeto:

2.1. Formadas por gerentes de departamentos (líderes) tendo a participação de equipes de engenharia, produção e projetos, as quais serão atribuídas responsabilidades correspondentes a cada perda.

Etapa 03: Detectar as perdas atuais:

3.1. Detectar e confirmar perdas analisando os dados.

Etapa 04: Definir as metas e o tema Kaizen:

4.1. Definição do tema Kaizen com base na situação atual.

4.2. Definição de metas desafiantes introduzindo o conceito de perda zero.

4.3. Definição da equipe para cada tipo de perda.

Etapa 05: Desdobrar o plano Kaizen:

5.1. Análise do plano, medidas defensivas e preparação de procedimentos para implementação.

5.2. Diagnóstico efetuado pelos executivos da divisão.

Etapa 06: Desdobrar, avaliar e analisar as medidas defensivas:

6.1. Mapeamento dos planos Kaizen com utilização de técnicas de análise, investigação e experimentos Kaizen, avaliando o plano de trabalho.

6.2. Perseverar até que as metas sejam alcançadas.

6.3. Aprimorar o Kaizen através dos diagnósticos realizados.

Etapa 07: Implementar o Kaizen:

7.1. Alocar o orçamento necessário e implementar o Kaizen.

Etapa 08: Confirmar os efeitos:

8.1. Verificar os efeitos obtidos em relação as perdas após a implementação do Kaizen.

Etapa 09: Evitar recorrências:

9.1. Confeccionar padrões para procedimentos de produção, trabalho, compras e manutenção.

9.2. Preparar o manual destinado a replicação horizontal.

Etapa 10: Replicar na horizontal:

10.1. Replicar horizontalmente em outras linhas, processos ou equipamentos similares.

10.2. Dar partida nas atividades junto aos outros modelos.

*Replicar = Discutir com argumentação.

Para a implantação das melhorias individuais (Kaizen), utiliza-se 3 importantes ferramentas: o método dos sete passos, a análise PM e a análise de porquês.

1. Método dos sete passos:

Consiste em:

1. Definição da missão / objetivos.
2. Análise da situação atual.
3. Análise das causas dos problemas.
4. Análise das soluções dos problemas.
5. Resultados obtidos com a melhor solução.
6. Padronização.
7. Planos futuros.

2. Análise PM:

É um dos mais eficientes meios de condução de medidas contra quebra/falhas.

Para que as perdas crônicas atinjam nível zero, é necessário que se analise fisicamente o mecanismo do fenômeno, extraindo todas as informações relacionadas com o equipamento, o pessoal, o material e os métodos empregados. Este raciocínio de análise dos fatores é a análise PM. A expressão PM significa análise física (Physical) do fenômeno (Phenomenon), extraindo-se a inicial P das palavras em inglês e a inicial M das palavras mecanismo (Mechanism), máquina (Machine), pessoal (Men), material (Material) e método (Method).

O método da análise PM é desenvolvido em oito etapas:

Etapa 1: Esclarecer o fenômeno:

Deve-se avaliar o fenômeno da maneira como surge, suas condições, suas partes afetadas, suas diferenças entre os tipos de máquinas, etc., estabelecendo um padrão para cada camada ou grupo de máquinas.

Etapa 2: Analisar fisicamente o fenômeno:

É necessário a análise sob o ponto de vista físico, realizando diversos exames para identificar o tipo de ocorrência.

Etapa 3: Identificar as condições em que ocorre o fenômeno:

Examina-se em que casos ocorrem as condições, é necessário listar sem falhas todos os casos que possam provocar a ocorrência do fenômeno.

Etapa 4: Listar cada fator de causa:

Listar tudo a respeito de cada condição existente, raciocinando sobre os fatores que possam ter relação causa/efeito com o equipamento, material e pessoal, sem considerar o grau de influência.

Etapa 5: Avaliar o perfil ideal:

Estabelecer a avaliação do perfil ideal para cada fator de causas, tornando possível a realização de uma avaliação eficiente e a detecção de falhas nos estudos até então realizados.

Etapa 6: Analisar o método de pesquisa:

Analisa-se de forma concreta o método de pesquisa, de medição, os limites, para identificar as inconveniências de cada fator.

Etapa 7: Identificar os pontos de inconveniências:

De acordo com o método de pesquisa, levanta-se os pontos de inconveniências referentes a cada fator ou causa, verificando como está o perfil ideal e as falhas ínfimas.

Etapa 8: Levantar sugestões de melhoria:

Este levantamento é baseado nas inconveniências detectadas.

* A análise PM é eficaz quando se pretende reduzir o índice de defeitos de 0,5% para 0%. Em casos de índice bastante elevado, entre 5% e 10%, é mais produtivo aplicar o método de melhoria tradicional, a análise dos porquês?.

Ex.: Análise PM: medidas contra pequenas paradas de uma máquina automática.

Fenômeno	Ponto de vista Físico	Condições de ocorrência	Relação com o equipamento e o material
1. Parada decorrente da atuação do dispositivo de detecção Falha na sucção do bocal de vácuo	Redução da força de sucção	1. Deformação da própria peça 2. Falhas no funcionamento do sistema de vácuo 3. Infiltração de ar pela superfície de contato 4. Desalinhamento do eixo	1.1. Deformação da peça 1.2. Diferença na peça 2.1. Baixa intensidade de vácuo 2.2. Variação na intensidade de vácuo 2.3. Falha na sincronização 3.1. Desgaste do bocal de sucção 3.2. Desgaste no dispositivo de alimentação da peça 3.3. Falha no ordenamento da peça na alimentação 3.4. Falhas no contato 4.1. Desalinhamento do bocal de sucção e do dispositivo de alimentação 4.2. Folga no bocal de sucção 4.3. Desvio no posicionamento devido a vibração

3. Análise dos porquês:

Esta análise tem como objetivo encontrar as causas primárias de defeitos e falhas através da resposta a cada pergunta (5 porquês) como pergunta para a próxima etapa, até se atingir 5 etapas de porquês. No final da 5ª etapa (em média) encontraremos a causa mais provável do defeito ou falha.

4º pilar: EDUCAÇÃO E TREINAMENTO

Este pilar do TPM tem como objetivo desenvolver novas habilidades e conhecimentos para o pessoal da manutenção e da produção.

De acordo com a filosofia TPM, “**habilidade é o poder de agir de forma correta e automaticamente (sem pensar), com base em conhecimentos adquiridos sobre todos os fenômenos e utiliza-los durante um grande período**”.

É de fundamental importância a capacitação do operador, através de cursos e palestras, para que ele possa conduzir uma manutenção voluntária, sem o receio de cometer erros.

Como o sistema TPM é assentado no homem e dele depende para a obtenção de resultados efetivos, um programa de treinamento é um investimento onde não se deve economizar, pois o retorno é garantido.

As habilidades são classificadas em 5 fases:

1. **Não sabe:** falta de conhecimento, não há compreensão total dos princípios e regras do trabalho e do equipamento.
2. **Conhece a teoria:** falta de treinamento, conhece os princípios e regras do trabalho e equipamento, mas não consegue praticá-las.
3. **Consegue até certo ponto:** falta de treinamento, age na prática mas o desempenho é dispersivo e não possui reprodutibilidade. A causa é a falta de treinamento.
4. **Consegue com segurança:** aprendeu fazendo, o grupo já aprendeu perfeitamente.
5. **Consegue ensinar os outros:** domínio perfeito, a habilidade está totalmente dominada, consegue explicar os porquês.

Habilidades mais solicitadas dos operadores:

Os operadores devem apresentar grande habilidade no ajuste correto dos equipamentos e no desempenho das seguintes funções:

- **Identificar e aprimorar fontes de “fuguai”.** (pequenos defeitos).

Entender que limpeza é inspeção.

- **Entender as funções e mecanismos do equipamento e encontrar causas do problema.**

Conseguir diagnosticar falhas até certo ponto.

- **Entender a relação entre equipamento e qualidade do produto.**

Conhecer a relação entre as características de qualidade e o equipamento.

- **Conseguir consertá-lo.**

Conseguir avaliar as causas das falhas e tomar atitudes de emergência.

- **Desenvolver Kaizen individual de temas do trabalho.**

Conseguir prolongar a vida do equipamento e das peças através de melhorias constantes.

Habilidades procuradas no pessoal de Manutenção:

- Instruir a correta operação e manutenção diária do Equipamento.
- Saber se o funcionamento do equipamento está normal ou não.
- Analisar causas de anormalidade e implantar métodos de restauração corretos.
- Conseguir aumentar confiabilidade do equipamento e das peças.
- Conseguir atingir objetivos econômicos dessas atividades.

Educação e treinamento:

A medida que o equipamento se torna cada vez mais sofisticado e adquire maior grau de automação, atividades como segurança, poluição e racionalização na utilização de energia são cada vez mais necessárias. A abordagem sistemática e planejada destes temas que se utilize da **educação** e **treinamento** disponíveis, é necessária e oportuna.

As atividades de educação e treinamento são parte de seis etapas:

1. Definir políticas básicas de educação e treinamento.
2. Treinamento para adquirir habilidades de operação e manutenção.
3. Aprimoramento das habilidades de operação e manutenção.
4. Estabelecimento e início do desenvolvimento e treinamento de habilidades.
5. Consolidação do ambiente de desenvolvimento voluntário.
6. Avaliação das atividades e estudo de abordagem futura.

Não deve-se esquecer que a **motivação** é importante no treinamento e na promoção dos indivíduos.

5º pilar: Manutenção da Qualidade (Hinshitsu Hozen)

Definição: “O Hinshitsu Hozen (manutenção da qualidade) compreendem atividades que se destinam a definir condições do equipamento que excluam defeitos de qualidade, com base no conceito de manutenção do equipamento em perfeitas condições

para que possa ser mantida a perfeita qualidade dos produtos processados. As condições são verificadas e medidas regularmente, para que se constate se os valores medidos se encontram dentro dos valores padrão para prevenir defeitos. A alteração de valores medidos é observada para prever as possibilidades de ocorrência de defeitos e para que se possam tomar medidas de combate antecipadamente.

A necessidade da manutenção da qualidade

A manutenção da qualidade do produto e a garantia da sua homogeneidade, tem se tornado importante tarefa das atividades de produção. A introdução da automação e economia de energia nas linhas de produção, passando a ser o trabalho no equipamento um dos pontos centrais da produção, pois as condições das máquinas afetam significativamente a garantia da qualidade.

Desta forma, deve-se estabelecer um sistema de garantia da qualidade através das atividades de Manutenção da Qualidade, que visam abordar os problemas de qualidade de manutenção da fábrica. A idéia básica é a segurança da continuidade e o aprimoramento de um alto nível de qualidade através da manutenção efetiva dos equipamentos.

Definição dos 4Ms que decidem a qualidade

Mão de obra, máquinas, material e métodos. Estes quatro fatores incidem diretamente sobre a qualidade, sendo que o objetivo básico é a transformação dos 4 Ms em condições ideais.

Com os 4 Ms em condições ideais, pode-se aprimorar a capacidade de garantia da qualidade até que estabilize em um nível alto. A partir daí o gerenciamento da Manutenção da Qualidade consiste no acompanhamento do trabalho e inspecionar os padrões que mantém as condições ideais definidas.

4 Ms	Requisitos	Inconveniências
Máquinas, Gabaritos, Ferramentas, Dispositivos de Medição	<ul style="list-style-type: none"> - A limpeza é completa? - A lubrificação é precisa? - Porcas e parafusos estão apertados? - Os componentes dos equipamentos estão firmes? 	<ul style="list-style-type: none"> - O que ocorre se as condições não forem observadas? - Se não for limpo, a poeira cairá durante o processo causando aderência ou misturando corpos estranhos e causando defeitos. - Se não forem lubrificadas adequadamente as máquinas não funcionarão bem e causarão defeitos no processo. - Vibração provoca defeito no processo. - Partes das máquinas soltas vibrarão.
	<ul style="list-style-type: none"> - Não há arranhões ou marcas de compressão nas peças do gabarito? - Não há arranhões ou marcas de compressão nas peças novas? - Não há desgaste ou lascas nas peças do gabarito? 	<ul style="list-style-type: none"> - Arranhões causam defeitos no processo. - Marcas de compressão causam defeitos no processo. - Desgaste causa defeitos no processo.
	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza-se as ferramentas adequadas? - As ferramentas de corte estão reguladas corretamente? - As ferramentas de corte não estão desgastadas? 	<ul style="list-style-type: none"> - Se ferramentas corretas não forem utilizadas os parafusos não poderão ser apertados corretamente causando defeitos no processo. - Posicionamento incorreto da ferramenta de corte causa defeito no processo. - Ferramentas de corte desgastadas causam defeitos no processo.
	<ul style="list-style-type: none"> - As sondas dos medidores não contem sujeira? - Os medidores funcionam bem? - Os medidores estão calibrados? 	<ul style="list-style-type: none"> - A poeira nas sondas causará erros na medição. - Se não funcionam bem ocorrerão erros. - Se não estão calibrados ocorrerão erros.
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> (1) É a qualidade dos materiais que afeta a qualidade do processo? - Os materiais estão isentos de arranhões ou poeira acumulada? - A composição e textura do material é estável? - A dureza do material é estável? (2) A qualidade do processo anterior afeta a qualidade do processo? - Produtos usinados anteriormente estão isentos de arranhão e poeira? 	
Métodos de Trabalho e de Medição	<ul style="list-style-type: none"> (1) São as condições do processo que produzem boa qualidade? - Os ajustes de rotação e velocidade de alimentação estão corretos? - As condições estabelecidas são seguidas? - Os ajustes de temperatura estão bons? São seguidos? - Os ajustes de pressão e taxa de vazão estão bons? (2) Os métodos de trabalho são corretos? - As medidas de pressão são feitas adequadamente? - Há especificações de medição para os dispositivos? São seguidas? (2) Os métodos de medição estão corretos? - As medidas são feitas sem erros de paralaxe? - São utilizados os medidores de pressão corretos? - Foram preparadas especificações de medição para os instrumentos? São Seguidas? 	
Mão de obra Homens (moral)	<p>A moral aqui mencionada refere-se a vontade de executar e de aprimorar a qualidade através de forte conscientização do problema. Uma preocupação com os pequenos defeitos que prejudiquem a qualidade e a determinação de resolve-los a qualquer custo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - O propósito de sempre seguir os padrões produzirá qualidade. - Forte conscientização para excluir pontos de fuga. 	

Condições preliminares para a Manutenção da Qualidade.

a) Eliminação da deterioração forçada:

A deterioração forçada altera a precisão do equipamento.

b) Conhecimento do equipamento por todos os funcionários:

Todos os chefes, operadores e supervisores devem conhecer o equipamento, visando atingir zero defeitos e para decisões rápidas e certas para defeitos que possam aparecer.

c) Zero falhas no equipamento:

d) Projeto de Manutenção de novos produtos e equipamentos:

É importante construir produtos e equipamentos que não gerem defeitos desde os primeiros estágios.

Dez etapas para a Manutenção da Qualidade

Etapa 1: Confirmação do estado atual.

O estado atual é verificado para que se tenham pontos de referência e metas para a manutenção da qualidade. Quatro pontos principais devem ser confirmados nesta etapa:

a) Padrões de qualidade e valores característicos.

b) Fluxograma do processo da unidade para a construção da qualidade.

c) Pesquisa e estratificação das condições de defeitos de qualidade e fenômenos

d) Estabelecimento de metas e preparação do programa de implementação das atividades.

Etapa 2: Pesquisa dos processos que geram defeitos.

Determinar quais processos geram defeitos que obstruem a qualidade.

Etapa 3: Pesquisa e análise das condições da fábrica.

Quais materiais, energia, equipamentos, métodos ou verificações eliminam defeitos, examinando-se desenhos, padrões, linhas e produtos, usando-se as condições de 4 Ms para temas chave. Essas condições são julgadas e os pontos defeituosos são extraídos, caso as condições não atendam os padrões.

Etapa 4: Estudar medidas de combate de “Fuguais”.

Os pontos de fuga das condições da etapa 3 são relacionados para cada processo da unidade para um estudo das medidas de combate. Se as medidas anti-fugai puderem ser tomadas imediatamente, as pessoas encarregadas delas são selecionadas para implantar o Kaizen.

Etapa 5: Analisar as condições para produtos não defeituosos que não estão confirmadas.

Se as medidas imediatas de combate ao fuguai adotadas na etapa 4 não podem ocorrer, analisa-se a lista de defeitos através de outras técnicas tais como: análise PM, FMEA (failure mode and effect analysis) – modo de falha e análise de efeitos, etc.

Etapa 6: Melhorar Kaizen de defeitos.

Implanta-se o Kaizen através das medidas de combate ao fuguai na etapa 5. Os resultados devem ser avaliados à um determinado tempo, verificando se as características de qualidade definidas foram satisfeitas.

Etapa 7: Definir as condições da fábrica.

As condições e padrões que impedem os defeitos da fábrica obtidos na etapa 3 são novamente examinados.

Etapa 8: Aprimorar método de verificação.

As condições da fábrica definidas na etapa 7 devem ser tomadas e inspecionadas. Alguns itens de verificação devem ser reforçados:

- a) Reforço de itens de verificação de precisão estática.
- b) Reforço dos itens de verificação de precisão dinâmica.

Etapa 9: Decidir o valor do padrão de verificação.

Etapa 10: Revisar o padrão.

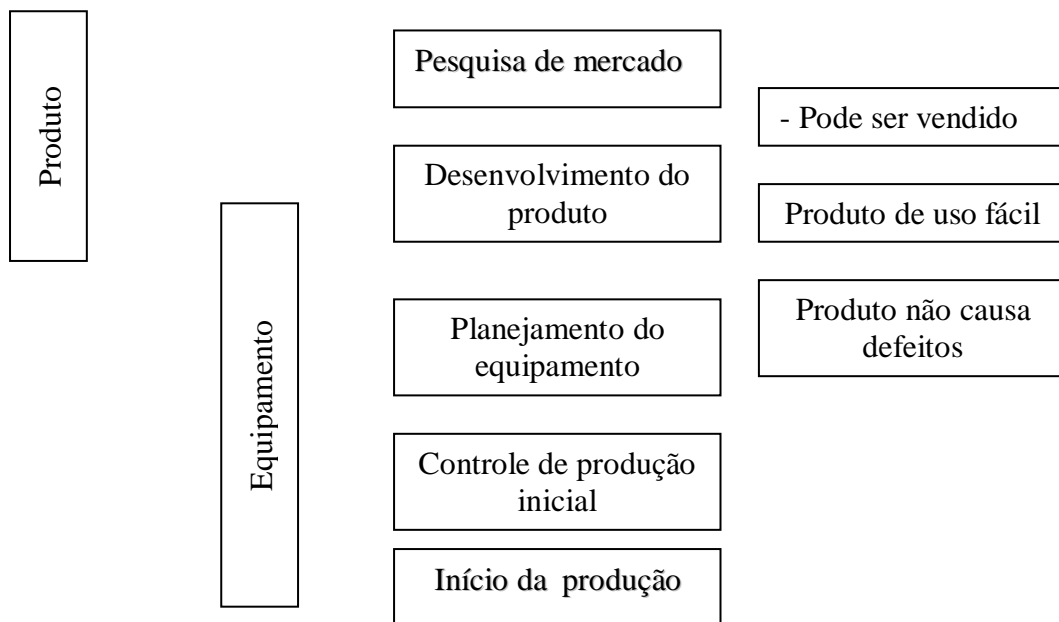
Determinar se as condições de cada um dos padrões que evitam defeitos estão sendo mantidas.

6º pilar: CONTROLE INICIAL

Definição: Conjunto de atividades que visam a redução das perdas do período entre o desenvolvimento do produto e o início da produção plena e a consecução do efetivo desenvolvimento do produto e investimentos em equipamentos para atingir o início vertical da produção plena.

Trata-se de consolidar toda a sistemática para levantamento das inconveniências, imperfeições e incorporação de melhorias, mesmo em máquinas novas e através dos conhecimentos adquiridos, tornar-se apto a elaborar novos projetos onde vigorem os conceitos PM (Prevenção da Manutenção), o que resultará em máquinas com quebra / falhas Zero.

Controle inicial do Produto e Equipamento



Custo do Ciclo de Vida (CCV – Life Cycle Cost)

O TPM objetiva alcançar o máximo rendimento operacional global das máquinas, o que significa minimizar o CCV.

O CCV é o custo total gerado no processo de projeto, desenvolvimento, produção, operação, manutenção e apoio.

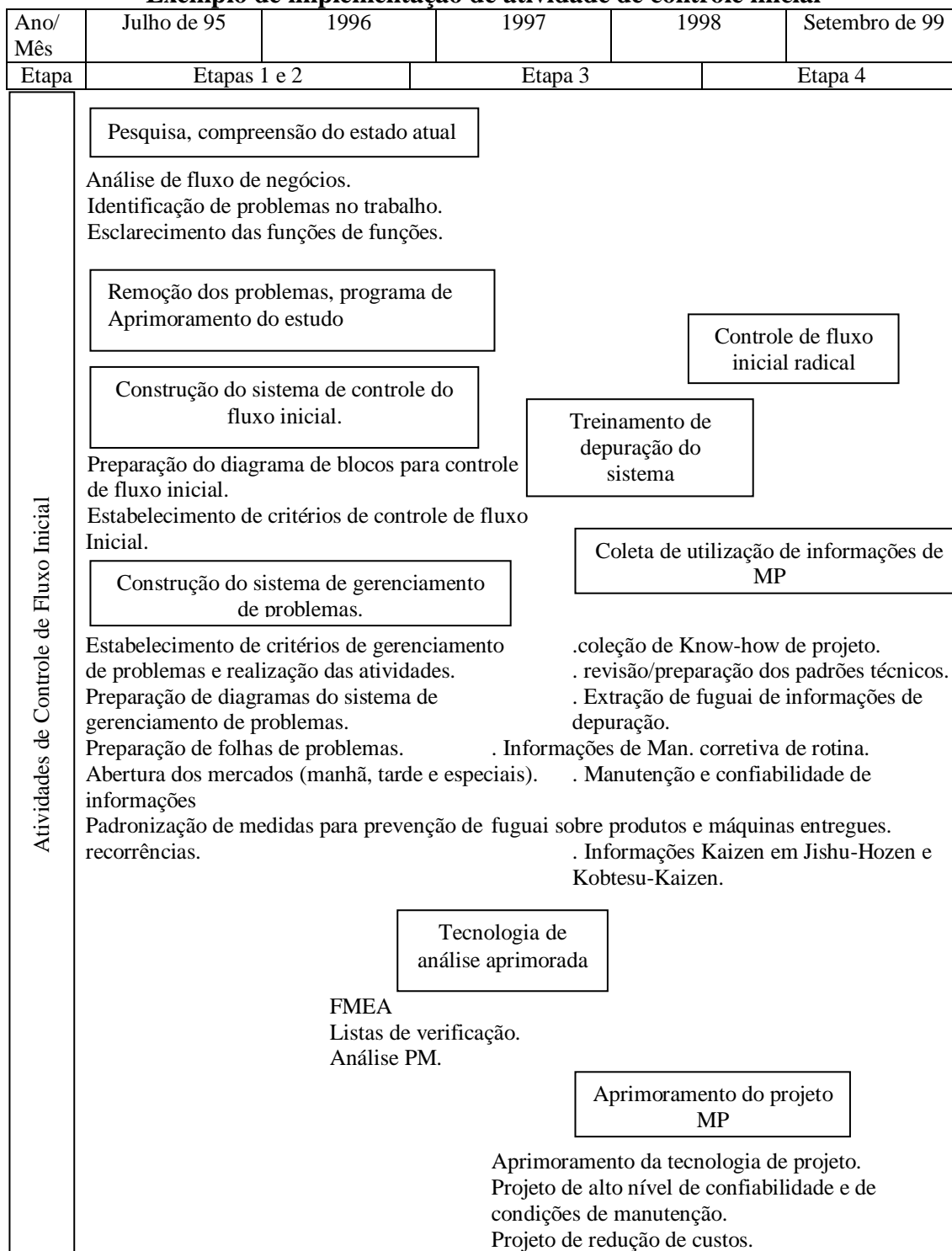
O CCV é praticamente imutável após a conclusão do projeto, pois cerca de 95% dos elementos ou fatores das máquinas são de natureza permanente. Isto significa que o homem pode contribuir com apenas 5% na promoção de inovações.

Os custos que compõem o CCV são:

- Custo com compras (pesquisa e desenvolvimento / produção).
- Custo do treinamento.
- Custo de testes, apoio e equipamento.
- Custo de serviços (pessoal).
- Custo de apoio logístico (suprimentos e transporte).
- Custo de transporte e manuseio.
- Custo das dependências físicas e equipamentos.
- Custo de substituição e refugo.
- Custo de informações técnicas.

A administração inicial das máquinas é fundamental para possibilitar um projeto PM (Prevenção da Manutenção). A aquisição de uma máquina deverá ser baseada não só em fatores econômicos e financeiros, mas também segundo a performance operacional e as informações sobre a Prevenção da Manutenção e Controle Inicial. Infelizmente nem sempre os equipamentos trazem estas informações.

Exemplo de implementação de atividade de controle inicial



Atividades do controle inicial:

Os seguintes procedimentos são recomendados para início das atividades de controle inicial de produtos e equipamentos:

1. Pesquisa e análise da situação atual:

Definir o fluxo atual de trabalho do controle inicial e isolar os seus problemas.

2. Estabelecer o sistema de controle inicial:

Construir um novo sistema estabelecendo o que o controle inicial deve cumprir baseado nos problemas identificados na primeira etapa.

3. Depuração e treinamento do novo sistema:

Estabelecer modelos para homogeneizar e aprimorar o sistema e implantar atividades.

4. Utilização completa e fixação do sistema:

- Utilização completa do novo sistema.
- Aprimoramento da otimização do CCV (custo do ciclo de vida) e utilização das informações em projeto PM (Prevenção da Manutenção) como controle inicial.

7º pilar: TPM ADMINISTRATIVO

O TPM no escritório:

O que o setor administrativo tem a ver com o programa TPM, se não utiliza-se de equipamentos de produção?

Além do aprimoramento do trabalho administrativo, eliminando-se desperdício e perdas geradas pelo trabalho de escritório, é necessário que todas as atividades organizacionais sejam eficientes. Os resultados concretos devem ser alcançados como contribuição para o gerenciamento da empresa.

Dois itens devem ser considerados como missão do escritório nas atividades TPM:

1. O que deve ser feito como apoio das atividades TPM da produção e de outros departamentos?
2. Quais tarefas devem ser desenvolvidas e como devem ser resolvidas para se obter eficiência no departamento?

Vendas e marketing: Serviço aos clientes e departamento de produção; captar o padrão especificações; receber pedidos que possam ser manufaturados facilmente; desenvolvimento e manutenção da clientela.

Desenvolvimento e projeto: Serviço aos clientes e departamento de produção; projeto de produto que possa ser vendido; erro zero de projeto; minimizar o tempo para entrada em produção.

Desenvolvimento e projeto: Serviço aos clientes e departamento de produção; projeto de produto que possa ser vendido; erro zero de projeto; minimizar o tempo para entrada em produção.

As atividades TPM no escritório.

a) Atingir resultados concretos:

Evitar que no escritório sejam apenas criados sistemas de informações e manuais de trabalho. No TPM busca-se resultados.

b) Lidar com o escritório como uma fábrica:

O escritório é a fábrica que recebe informações que entram como matéria prima, e saem processadas em forma de decisões a serem cumpridas (ordens de serviços), relatórios de inspeção ou relatórios gerenciais. O produto deve ser de alta qualidade, ou seja, informações precisas e corretas. A qualidade das informações é assegurada quando o processo de produção de informações é visível e de fácil diagnóstico.

c) Aplicar técnicas TPM para equipamentos no escritório:

Considerando-se os procedimentos burocráticos como equipamentos, aplica-se o Jishu Hozen (Manutenção Autônoma), implantação etapa por etapa, Kobetsu Kaizen e o projeto do sistema.

d) Definir o setor e estabelecer metas:

A “visão” enfoca as funções básicas do trabalho que deve ser alcançada por um setor, com base na abordagem do gerenciamento da empresa.

A “missão” define o que deve ser feito para se alcançar os objetivos de trabalho, segundo a “visão”.

As atividades TPM devem ser implantadas segundo a orientação da “visão” e da “missão” do setor.

e) Implantar com base em 3 pilares:

1. Kobetsu Kaizen no setor e entre os setores:

Deve-se selecionar o trabalho que produza mais efeitos Kaizen e implementar o Kobetsu Kaizen para eliminar perdas, entre os setores envolvidos. Para isso forma-se

equipe de trabalho com o pessoal administrativo e os gerentes dos departamentos envolvidos.

2. Atividades Jishu Hozen para escritório:

Esta etapa deve ser desenvolvida sob dois aspectos:

- Melhoria da qualidade do trabalho de escritório, através do aumento da eficácia e estabelecimento de cultura de economia no desempenho do trabalho.

- Gerar, no escritório, um ambiente de trabalho que procure aprimorar e manter a eficiência e eliminar as pressões.

3. Educação e Treinamento:

A promoção da excelência pessoal na habilidade de processar informações é um fator importantíssimo para as empresas. O estabelecimento de um sistema de treinamento por posto e posição, padrões para aquisição do conhecimento e habilidades necessárias e a criação de manual de treinamento, devem ser observados.

Etapas da Manutenção Autônoma no Escritório:

Etapa 1 – Limpeza inicial.

Impressos e documentos individuais são organizados na mesa de cada pessoa. Os arquivos individuais passam a ser compartilhados, melhorando o ambiente de trabalho.

Etapa 2 – Identificação de problemas.

Os problemas são aqueles que corrigidos trazem melhoria do fluxo de trabalho, eliminação de documentos, relatórios supérfluos e retrabalho. As análises utilizadas são:

a) Análise de função:

Explicitar os objetivos, papéis e funções, captando os seguintes pontos:

Trabalho;

Objetivo;

Documentos;

Frequência;

Tempo de processamento;

Facilidade e

Percepção de Kaizen.

b) Análise horas-homem:

Medir quantitativamente o trabalho atual e identificar problemas para alcançar Kaizen.

c) **Análise de fluxo:**

Cada integrante coopera com a preparação de um fluxograma de trabalho e do seu trabalho, procurando produzir fluxos visíveis. O exame destes documentos possibilita a identificação de problemas, como trabalho que requeira muito tempo ou tarefas que causem fluxo complexo, para aplicação do Kaizen.

Etapa 3 – Medidas de Kaizen:

O Kaizen é delineado com o objetivo de reduzir ou eliminar a estagnação do fluxo de trabalho. Devem ser estabelecidas metas e cronogramas para os efeitos Kaizen.

Etapa 4 – Padronização:

Aqui deve ocorrer a padronização das melhorias obtidas e o treinamento dos funcionários.

Etapa 5 – Atividades de trabalho e gerenciamento autônomo:

A partir do treinamento, o aprimoramento das habilidades individuais deve ser contínuo, levando a capacidade individual de realização do trabalho e seu auto gerenciamento.

Atividades de melhoria individual:

São dois métodos para aplicação do Kobetsu Kaizen. O primeiro consiste em abordar as várias perdas através do exame do estado atual e eliminá-las. O outro método consiste em estabelecer um esboço do escritório ideal e tentar alcançá-lo através de um projeto. Problemas departamentais e empresariais são solucionados através de atividades Kaizen.

MA (Jishu Hozen) no setor administrativo

Etapa	Atividade	Descrição da Atividade	Objetivos
Etapa 1	Limpeza inicial	Limpeza geral dos documentos (mesas, prateleiras, armários, arquivos, etc.). Limpar a sujeira, poeira e manchas. Restaurar os “fuguai” e defeitos. Organização de artigos, documentos e papeis. Criar e manter lista de verificação dos arquivos, regras e padrões, etc.	Remover todos os artigos desnecessários. Criar ambientes de trabalho claros e limpos. Criar documentos definidos e claros. Eliminar arquivos pessoais e em duplicata. Reduzir volume de armazenagem. Conhecer a importância da limpeza. Treinar olhos e conscientização de ordem e organização. Conscientização da observância de regulamentos.
Etapa 2	Trabalho de identificação de problemas	Preparar tabela para identificação de problemas. Analisar as funções do trabalho. Preparar tabela de desenvolvimento da função / trabalho de identificação de problemas. Analisar as informações e o fluxo de trabalho. Criar um fluxograma.	Definir o trabalho dos setores e dos indivíduos e identificar problemas. Treinar pessoas que podem Ter visão funcional. Identificação dos problemas do trabalho. Captar o fluxo de informações e o negocio dos setores e indivíduos e identificação de problemas.
Etapa 3	Medidas de Kaizen dos problemas.	Estudar a dispersão e centralização do trabalho. Rever e melhorar a disposição do escritório.	Rever e estudar a divisão do trabalho, as responsabilidades e autoridade. Melhorar a eficiência na prática do trabalho de escritório. Aprimorar a força do Kaizen.
Etapa 4	Padronização	Rever e repassar as especificações de trabalho. Rever os arquivos. Traduzir o trabalho em regulamentos e manuais.	Levar as pessoas a conhecerem o trabalho, através da padronização e automação do escritório. Implantação do controle visual.
Etapa 5	Promover as atividades de gerenciamento autônomo.	Promover atividades de Kaizen através de gerenciamento autônomo.	Fixar as atividades de Kaizen.

8º pilar: SEGURANÇA, SAÚDE E MEIO AMBIENTE

O principal objetivo desse pilar é **acidente zero**, além de proporcionar um sistema que garanta a preservação da saúde e bem estar dos funcionários e do meio ambiente.

O cuidado da saúde individual de cada pessoa deve ser exigido e possibilitado pela empresa. Este cuidado fará com que as faltas por motivo de doença diminuam consideravelmente. O treinamento e esclarecimento do cuidado com a saúde e composto de dez regras básicas:

1. Fazer um check-up (exame médico) geral a cada ano.
2. Não fumar.

3. Tomar bebida alcoólica com moderação.
4. Controlar as calorias consumidas.
5. Controlar o nível de colesterol.
6. Entender os valores nutricionais dos alimentos.
7. Gozar férias e Ter atividades de lazer.
8. Saber controlar as pressões diárias.
9. Praticar esporte.
10. Ter noção da sua limitação física.

A segurança pode ser melhorada consideravelmente quando além da atuação da CIPA a manutenção e a produção também se preocupem com este fator. A seguir é dado um exemplo de verificação do estado de segurança feito pela manutenção/ operação.

1. Tampas, corrimãos, etc.

- . As tampas para evitar espalhamento de resíduos, refrigerantes, etc. estão afixadas?
- . As unidades giratórias e deslizantes estão protegidas com tampas de segurança em bom estado?
- . O equipamento de levantamento ou andaimes estão disponíveis no momento da inspeção, ajuste ou lubrificação?
- . As instalações de segurança (cercas, corrimãos, batentes, etc.) estão sem danos?
- . As passagens elevadas com mais de dois metros estão equipadas com tiras traseiras?
- . Há corrimãos em vota de assoalhos e aberturas?

2. Pontos Perigosos

- . A iluminação de inspeção está instalada dentro do poço, etc.?
- . Há lugares escorregadios ou diferença de nível no assoalho de trabalho?
- . Ocorre entupimento ou emperramento em instalações de transporte, como calhas e transportadores?
- . Há perigo de objetos caindo?
- . Há perigo de contato com peças superaquecidas e sofrer queimaduras?

3. Trabalhabilidade

- . O local de botão de partida, alavanca de operação e painéis de operação são apropriados?

- . Há alavancas ou manivelas pesadas?
- . O peso do equipamento é claramente indicado?

4. Equipamento de segurança

- . As instalações de prevenção de incêndio funcionam satisfatoriamente?
- . As funções de parada de emergência do equipamento estão normais?
- . Há algum botão ou circuito de operação que possa causar operação errada?
- . As campainhas de alarme, lâmpadas de aviso e chaves de limite operam normalmente?

5. Sinais de perigo e segurança

- . Os sinais de gás de alta pressão, objetos perigosos e substâncias químicas estão corretamente indicados?
- . Os sinais de cuidado com substâncias tóxicas e perigosas estão completamente instalados?
- . Limites de velocidade e placas de indicação para veículos estão instalados?
- . Sinais indicando alta voltagem estão mostrados?

6. Segurança de passagens

- . As passagens de segurança e áreas de trabalho são adequadamente distintas uma da outra?
- . Há cercas apropriadas que separem o local de armazenagem de óleo, graxa e cilindros de gases de solda de outras áreas?

Referências bibliográficas:

- MIRSHAWKA, V. **Manutenção Preditiva: Caminho para Zero Defeitos.** São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda. , 1991, 318 p.
- MIRSHAWKA, V. e OLMEDO. N. L. **Manutenção: Combate aos Custos da não Eficácia. A vez do Brasil.** São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993, 373 p.
- MIRSHAWKA, V. e OLMEDO. N. L. **TPM a Moda Brasileira.** São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1994, 329 p.
- NAKAZATO, K. Manutenção Planejada em TPM. In: XXIV Evento Internacional de TPM, 1997, São Paulo, p. 105.
- NEPOMUCENO, L. X. **Manutenção Preditiva em Instalações Industriais.** São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1985, 521 p.
- SHINOTSUKA, S. In: VI Curso Internacional Formação de Instrutores TPM – Japan Institute of Plant Maintenance. São Paulo, 1998, p. 536.
- SILVA, F. R. **Implantação da Manutenção Autônoma, Dentro do Conceito de TPM, em uma Linha de Fabricação de Cadernos.** Bauru: FE – UNESP, 1999, 59 p. Monografia de Especialização em Engenharia de Produção.
- TAKAHASHI, Y. e OSADA, T. **TPM / MPT – Manutenção Produtiva Total.** 1ª ed. São Paulo: Instituto IMAN, 1993, 322 p.

Cenpro

Curso de Especialização em Engenharia de Produção

Manutenção Produtiva Total (TPM)

Prof. Dr. Marcos Roberto Bormio

Junho de 2000