

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
THALIS PASCHOAL FERREIRA

N. CLASS.	M 680.0046
CUTTER	F 383.
ANO/EDIÇÃO	2013

A IMPORTÂNCIA DO PCM NO CONTROLE E PLANEJAMENTO DE
MANUTENÇÃO

Varginha
2013

FEPESMIG

THALIS PASCHOAL FERREIRA

**A IMPORTÂNCIA DO PCM NO CONTROLE E PLANEJAMENTO DE
MANUTENÇÃO**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como requisito para obtenção grau de bacharelado sob orientação do professor Me. João Mario Mendes de Freitas.

**Varginha
2013**

THALIS PASCHOAL FERREIRA

**A IMPORTÂNCIA DO PCM NO CONTROLE E PLANEJAMENTO DE
MANUTENÇÃO**

Monografia apresentada ao curso Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

APROVADO EM / /

Prof. Me. João Mario Mendes de Freitas

Prof. Me. Luiz Carlos Vieira Guedes

OBS:

Dedico este trabalho a todos aqueles que
contribuíram para este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, familiares, colegas e professores na construção deste trabalho.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”. (Marthin Luther King)

Grupo Educacional UNIS

RESUMO

O trabalho tem por objetivo apresentar filosofias e tendências, relacionadas ao planejamento de manutenção utilizando TPM, 5'S, custos, indicadores de manutenção, sistemas ERP, demonstrar as várias vantagens que uma Manutenção Planejada pode trazer para a empresa que pretende utilizá-la, bem como, para as que já utilizam enfatizar que esta filosofia de trabalho em manutenção traz resultados. O principal objetivo em delinear um modelo de planejamento de manutenção é mostrar aos profissionais desta área que para se obter um planejamento eficiente é necessário a existência de uma estrutura da manutenção adequada. Um motivo que impulsionou o trabalho foi que vários profissionais mostraram-se interessados no assunto métodos de execução de um Planejamento de Manutenção. A seqüência utilizada aqui é através de uma revisão bibliográfica; mostrar que as teorias já existem há muito tempo, porém, não são utilizadas nas empresas para gerenciar a manutenção, e controlar com eficiência este tão importante setor dentro das indústrias.

Palavras-chave: Planejamento de Manutenção, Gerenciar, Resultados.

ABSTRACT

The job search through a literature review of the various philosophies and trends, as TPM, 5' S, cost, indicators maintenance can bring to the company you want to use it as well, for those Who already use to emphasize that this work philosophy in maintaining brings results. The main objective in outlining a model of maintenance planning is to show professionals in this área to achive efficient planning is necessary to have a framework of proper maintenance and that the work is implemented. One reason that drove the work was that many professionals were interested in the subject methods of running a maintenance planning. The sequence used here is through a literature review, show that theories have existed for a long time, however, are not used by businesses to manage maintenance, and effectively control this important sector winthin industries.

Keywords: *Maintenance Planning; Manage, Results.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO.....	11
2.1 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO	13
3 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO.....	15
4 TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	16
4.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA	16
4.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	16
4.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	17
5 FERRAMENTAS PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....	19
5.1 5'S	19
5.2 KAIZEN	20
5.3 FMEA	21
5.4 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO.....	22
5.5 5W2H.....	24
5.6 TPM - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	25
5.7 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO.....	27
6 QUEBRA DE PARADIGMA.....	28
7 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO.....	29
7.1 CUSTOS DE MANUTENÇÃO.....	30
7.2 INDICADORES DE MANUTENÇÃO	31
7.3 SISTEMAS ERP - ENTERPRISE RESOURCE PLANNING	32
8 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Com a globalização e os mercados ficando cada vez mais competitivo se trouxe um novo parâmetro de comportamento para o cenário das organizações indústrias. Para este trabalho cujo tema é “A importância do PCM (Planejamento e Controle de Manutenção) no controle e planejamento de manutenção” deve-se observar em uma indústria, alta produtividade, excelente qualidade e baixo custo como parte importante e decisiva para melhoria e controle de manutenção.

Portanto refere-se que hoje, realmente não há espaços para improvisos. Assim introduzir técnicas de gestão e mesmo a própria tecnologia em uma empresa do ramo industrial exige uma política de manutenção de modo a assegurar boa continuidade das atividades industriais, pois dela dependem a funcionalidade, a disponibilidade e conservação de sua estrutura produtiva.

Com o planejamento de manutenção, se tem um maior controle do, em termos de custos, quebra de máquinas, disponibilidade, entre outros.

2 HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO

A manutenção em equipamentos e utensílios é uma prática histórica desde o início da civilização, mas se desenvolveu somente com invenção das primeiras máquinas têxteis a vapor do século XVI.

Pois, com a necessidade de se manter em bom estado e funcionamento todo e qualquer equipamento, dispositivo ou ferramenta para uso no trabalho, em épocas de paz, ou em combates militares nos tempos de guerra, houve a evolução das formas de manutenção.

Na era moderna, depois da revolução industrial, são propostas seis funções básicas nas organizações, das quais se destaca a função técnica, relacionada com a produção de bens ou serviços, da qual a manutenção é parte.

Com a evolução da tecnologia no pós-guerra, foram sendo instalados novos equipamentos e grandes inovações foram sendo executadas. Por outro lado, para atender à solicitação de aumento de produtividade, o departamento operacional passou a dedicar-se somente à produção, com isto a manutenção se responsabilizou por quase todas as funções referentes à manutenção.

O termo "manutenção" tem sua origem na palavra militar, cujo sentido era "manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante". É claro que as unidades que interessam aqui são as unidades de produção, e o combate é principalmente econômico. O surgimento do termo "manutenção" na indústria aconteceu por volta do ano 1950 nos Estados Unidos da América. Na França, esse termo se sobrepõe cada vez mais à palavra "conservação". (MONCHY, 1989)

Em outras palavras, esta separação da produção e manutenção perdurou por um longo período. Assim, não se pode afirmar que nessa época o equipamento estivesse sendo utilizado de maneira eficiente. Mas, levando-se em consideração a passagem para uma era de evolução da alta tecnologia, foi um fato inevitável para fazer face às inovações tecnológicas, ao investimento em equipamentos e ao incremento da produção.

À medida que se passava para uma etapa de desaceleração de crescimento econômico, começava-se a exigir das empresas cada vez mais a que fossem competitivas e que reduzissem os custos, aprofundando o reconhecimento de que um dos pontos decisivos seria a busca da utilização eficiente dos equipamentos já existentes, até seu limite.

Com o início da produção em série, instituída por Ford, as empresas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e, conseqüentemente, foi necessário criar equipes que pudessem efetuar reparos nas máquinas operatrizes no menor tempo possível.

Assim surgiram órgãos subordinados à operação, cujo objetivo básico era de execução da manutenção, hoje conhecida como manutenção corretiva.

Esta situação se manteve até a o início dos anos 30, quando, em função da segunda guerra mundial e da necessidade de agilidade de produção, a gerencia industrial passou a se preocupar não apenas em corrigir falhas, mas prevenir que elas acontecessem, e o pessoal técnico de manutenção passou a desenvolver o processo para a prevenção das falhas que, juntamente com a corretiva, completavam o quadro geral de manutenção, formando uma estrutura tão importante quanto a de operação.

Entretanto, essa Manutenção era basicamente baseada no tempo, isto é, em períodos pré-definidos em dias, ou em horas de funcionamento, ou em semanas, ou em quilômetros rodados, ou em número de operações. O equipamento era parado para uma “revisão geral” onde eram efetuados a limpeza, as substituições, os reparos e ajustes. Esse tipo de atividade seguia um conjunto de tarefas (instrução de Manutenção) normalmente elaboradas a partir da experiência dos mantenedores e/ou recomendações dos fabricantes. Este tipo de Manutenção ficou conhecido como “preventivo periódico” ou “preventivo sistemático”.

Na década de 50, com o desenvolvimento da indústria para atender aos esforços depois da guerra, a evolução da aviação comercial e da indústria eletrônica, os gestores de manutenção observaram que, em muitos casos, o tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o de execução do reparo e, em consequência, selecionaram equipes de especialistas para compor um órgão de assessoramento que se chamou “Engenharia de Manutenção” e recebeu os encargos de planejar e controlar a manutenção preventiva e analisar causas e efeitos das avarias e os organogramas se subdividiram. Esse tipo de manutenção ficou conhecido como “Manutenção produtiva” e ainda era executado com base no tempo, ou seja, em períodos pré-definidos por programa (chamado “programa mestre de Manutenção”).

Nos anos de 1970 o mundo começa a tomar conhecimento das técnicas japonesas de Gestão. Basicamente focalizam dois aspectos que foram maciçamente divulgadas, copiadas e aplicadas em milhares de organizações, o Sistema Toyota e o TQC (Controle Total de Qualidade).

O Sistema Toyota foi desenvolvido para combater o Fordismo, seus conceitos e técnicas estão sendo aplicados amplamente.

TOYOTA SAKIICHI (1867-1930) fundador da Toyota Motor Company disse:

- “Alcançaremos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário a indústria automobilística japonesa não sobreviverá”.

Os dois pilares que sustentam este sistema são: Just in Time e Automação. Seus objetivos são otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdício, promovendo a melhoria contínua do processo produtivo. O TQC – Total Quality Control foi desenvolvido a partir das idéias de W. Edward Deming e J. M. Juran, tendo como um dos principais discípulos o professor Kaoru Ishikawa. Essa filosofia de Qualidade Total preparou as organizações para trabalhar com as mudanças e a busca da melhoria contínua.

Podemos destacar nessa filosofia aspectos tais como:

- a) Gerenciamento da Rotina e Melhorias;
- b) Círculos de Controle de Qualidade;
- c) Padronização;
- d) Metodologia para Análise e Solução de Problemas;
- e) Ferramentas da Qualidade;
- f) Controle Estatístico do Processo.

Em 1990 as descobertas na área da informática ocasionaram uma revolução no que diz respeito às informações e suas aplicações. Equipamentos e sistemas cada vez mais inteligentes estão derrubando vários paradigmas. Vivemos na Sociedade da Informação e precisamos nos manter atentos pelo menos aos principais acontecimentos.

2.1 Evolução da Manutenção

A manutenção passou por três gerações diferentes: 1ª Geração: anterior à 2ª. Guerra Mundial. As indústrias eram pouco mecanizadas e as paradas de produção pouco importavam.

As técnicas de manutenção utilizadas eram precárias e simples, limitando-se a limpezas, às rotinas de lubrificação e à inspeção visual e tudo muito manual. As competências técnicas e gerenciais dos profissionais eram mínimas.

2ª Geração: mudanças radicais ocorreram durante a 2ª. Guerra Mundial. As pressões da guerra fizeram as indústrias a se modernizarem como nunca, e a exigirem competências técnicas e gerenciais de alto nível. Essas organizações começaram a ficar dependentes da manutenção, pois a produção grande e se esperava grande qualidade. Com estes conceitos de falhas, manutenção preventiva e manutenção preditiva surgiram na década de 60 paralelamente com os primeiros sinais de planejamento da manutenção e de sistemas de controle, que fortaleceriam as práticas de manutenção e análises de custos.

3ª Geração: a partir dos anos 70, os processos industriais ganharam novos desafios de produtividade e de qualidade. Essas mudanças, nos departamentos de manutenção, foram classificadas em: novas expectativas, novas pesquisas e novas técnicas.

Novas expectativas: termos como disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos ganham espaço na indústria, tendo como objetivos a maximização dos ganhos e minimização dos custos das operações. Nessa fase, a área de manutenção ganha novas funções ligadas ao meio-ambiente, à segurança patrimonial e pessoal e à integridade dos ativos físicos.

Novas pesquisas: constatou-se que cada equipamento ou máquina apresentava um comportamento distinto e que as políticas de manutenção não eram as mesmas (diferentemente do paradigma da época).

Novas técnicas: surgem novos conceitos e técnicas avançadas de manutenção e monitoramento como as análises químico-físicas de partículas dos óleos e graxas, termografia, ultra-sonografia, testes de vibrações, etc. Hoje, as áreas de manutenção estão participando ativamente dos sistemas de Gestão da Qualidade Total - GQT (em inglês, "Total Quality Management" - TQM) e dando suporte às demais áreas das organizações. Além de ter focado a satisfação dos clientes, o "Total Quality Management" – TQM, também impôs requerimentos para identificar e entender a competição.

3 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO

Atualmente, diante da globalização, a manutenção passa a ser enfocada sob a visão da Gestão de Qualidade e Produtividade. O departamento de manutenção tem importância vital no funcionamento de uma indústria. Pouco adianta o administrador de produção procurar ganho de produtividade se os equipamentos não terão o rendimento esperado.

À manutenção cabe zelar pela conservação da indústria, especialmente de máquinas e equipamentos, devendo antecipar-se aos problemas através de um contínuo serviço de observação dos bens a serem mantidos. O planejamento bem realizado da manutenção e a execução rigorosa do plano permitem a fabricação contínua dos produtos graças ao trabalho contínuo das máquinas, reduzindo ao mínimo as paradas temporárias da fábrica. (ROCHA,1995).

A concorrência internacional face às exigências cada vez mais acentuadas por diversificações dos produtos obriga as empresas a tomarem os sistemas de produção o mais flexível possível. As máquinas e equipamentos não podem parar a não ser nas horas programadas para isto. Assim, a manutenção tem que ser eficiente.

A ABRAMAN, Associação Brasileira de Manutenção, destaca, em pesquisa sobre os custos em manutenção, que 86 % das empresas consultadas, praticam a previsão orçamentária anual para manutenção; 5 % afirmaram não ter qualquer acompanhamento de custo de manutenção; e que, em 92 % das respostas, o acompanhamento da manutenção é efetuado de forma contínua (semanal ou mensal).

Pelos dados acima se percebe a importância da manutenção no orçamento das empresas. Uma boa manutenção reduz perdas de produção porque visa assegurar a continuidade da produção, sem paradas, atrasos, perdas e assim entregar o produto em tempo hábil e com a qualidade desejada.

4 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Muitos são os tipos de manutenção, e são diversas as derivações, porém serão falados os principais tipos de manutenção e suas aplicações dentro da indústria, como as manutenções corretivas que é o tipo de manutenção mais antiga, manutenção preventiva e manutenção preditiva.

4.1 Manutenção Corretiva

É o método de manutenção mais antigo que se conhece, trata-se de atuar em um equipamento que apresente um defeito ou desempenho fora do esperado, nem sempre é a manutenção de emergência, em muitos casos a manutenção corretiva é uma alternativa.

O problema dessa política não está em fazer intervenções corretivas, mas em que sua aplicação requer estoques elevados de peças para suportar as quebras em muitos casos constantes, tornando o trabalho imprevisível e, portanto, sem um plano capaz de equacionar os custos. Entretanto, levando-se em consideração a importância do equipamento no processo produtivo, o seu custo e as consequências da falha, pode-se chegar à conclusão de que qualquer outra opção que não seja a corretiva pode significar custos excessivos. Em outras palavras, a manutenção corretiva pode ser a melhor escolha quando os custos da indisponibilidade são menores do que os custos necessários para evitar a falha, condição tipicamente encontrada em equipamentos que não interferem diretamente no processo produtivo.

4.2 Manutenção Preventiva

O termo manutenção preventiva é muito abrangente e deve significar um conjunto de ações que visam prevenir a quebra de equipamentos. A manutenção preventiva está baseada em intervenções periódicas geralmente programadas segundo a frequência definida pelos fabricantes dos equipamentos, ou estudos de cada equipamento de acordo com as quebras anteriores.

Essa política, em muitos casos, leva a desperdícios, pois não considera a condição real do equipamento. O simples fato de a manutenção preventiva reduzir o risco de paradas não programadas devido a falhas no equipamento já a coloca como uma opção melhor do que a manutenção corretiva em máquinas ligadas diretamente ao processo produtivo. É importante

ressaltar que ela possui alguns pontos a serem considerados. O primeiro é o fato de que a troca de um item por tempo de uso apenas pode ser considerada naqueles que sofrem desgaste. Outro ponto, é a imprevisibilidade, ou seja, o ritmo de desgaste pode não ser uniforme e está sujeito a muitas variáveis. Da mesma forma que é possível trocar uma peça ainda com muito tempo de vida útil, pode ocorrer falha antes do tempo previsto. Essa imprevisibilidade requer estoques de peças de reposição, elevando os custos relativos da manutenção preventiva.

A questão do custo do estoque apresentou um modelo matemático para otimizar a quantidade de mercadoria acumulada em aplicações de manutenção preventiva. Além do estoque elevado para cobrir a imprevisibilidade dos defeitos, a manutenção preventiva apresenta o inconveniente de intervenções muitas vezes desnecessárias, que diminuem a produção e elevam o custo operacional total. Entretanto, esta espécie de manutenção pode ser uma excelente alternativa para equipamentos e/ou peças que apresentam desgaste em ritmo constante e que representam um custo baixo, em comparação com o custo do defeito, sendo possível visualizar muitas vezes estoques adequados e seguros. (DIAS, 1997)

4.3 Manutenção Preditiva

Manutenção Preditiva é aquela em que se consegue detectar uma falha antes que ela acontece através de análises científicas, estas análises são efetuadas através de equipamentos específicos onde através de análise de vibração, termográfica, análise do óleo entre outras são detectadas falhas.

Com isso, a equipe de manutenção pode se programar para a intervenção e aquisição de peças (custo da manutenção), reduzindo gastos com estoque e evitando paradas desnecessárias da linha de produção (custo da indisponibilidade). Por ser uma manutenção de acompanhamento, em alguns casos a preditiva exige uma mão de obra mais qualificada para o trabalho e alguns aparelhos ou instrumentos de medição específicos. O que muitos não sabem é que em muitos casos a manutenção preditiva pode ser efetuada por qualquer mecânico e que no dia-a-dia das indústrias ela acontece todo tempo, porém não registradas. O principal método de preditiva “comum” é a utilização dos 5 sentidos humanos, isso mesmo o corpo humano é um ótimo detector de falhas de equipamentos. Por exemplo, quando se coloca a mão em uma máquina e devido a experiência sabe-se que sua temperatura esta acima do normal, ou a existência de odor anormal para um determinado equipamento, isto são formas de se detectar possíveis falhas. Outra forma mais barata e simples é a utilização de

equipamentos mais comuns mais capazes de antecipar falhas, como termômetros a laser, multímetros, megômetros, etc.

Aparentemente apresenta um alto custo, mas é plenamente recompensado por seus resultados obtidos, situando-se mais próximo do ponto ótimo da relação custo-benefício em equipamentos cuja parada traria grandes prejuízos ao processo produtivo e em que o custo do estoque de equipamento/ peça também seria elevado. A manutenção preditiva fica, portanto, em um ponto importante de investimentos em manutenção como melhor retorno de disponibilidade com custos ainda compensadores.

5 FERRAMENTAS PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Com a grande importância da manutenção em uma organização, se faz necessário a verificar as ferramentas mais indicadas para cada processo, onde será eficaz.

5.1 5'S

O 5S ou House keeping é um grupo de técnicas desenvolvidas no Japão e utilizadas no início por várias donas de casa do Japão para envolver todos os membros da família na administração e organização do lar.

No final dos anos 60, quando os industriais japoneses começaram a implantar o sistema de qualidade total (QT) nas suas empresas, perceberam que o 5S seria um programa básico para o sucesso da QT. As 5 técnicas do 5' S figura 1.

Figura 01: 5' S



Fonte: O autor

Os 5 "S" são as iniciais de 5 palavras japonesas Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu e Shitsuke, mostradas abaixo:

1º SEIRI, senso de utilização: Desenvolver a noção da utilidade dos recursos disponíveis e separar o que é útil do que não é eliminando o desnecessário. Dentro do que é necessário, separar o que é usado sempre, do que quase não é usado e do que é usado raramente. Dentro do que é desnecessário, separar o que pode ser reformado, o que pode ser vendido e o que pode ter outros destinos. Coisas desnecessárias multiplicam-se rapidamente, demonstra desordem, insegurança, preguiça e dificultam a limpeza. Como resultados, o

ambiente fica mais claro, fácil de limpar e confortável, desocupa espaços, evita compras desnecessárias e aumenta a produtividade.

2° SEITON, senso de ordenação: Colocar as coisas no lugar certo; realizar as atividades na ordem certa. Identificar e arrumar tudo, para que qualquer pessoa possa localizar facilmente. Formas de organização: padronizar nomenclaturas, determinar o local de cada coisa, usar rótulos e cores vivas para identificar seguindo um padrão, recolocar tudo em seus lugares após o uso. Como resultado facilita o acesso ao que é necessário evita estoques em duplicidade, melhora o ambiente de trabalho reduzindo o esforço físico e mental. Significa providenciar a arrumação e deixar tudo em ordem.

3° SEISOU, senso de limpeza: Manter um ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira e aprendendo a não sujar. Como praticar: limpando pisos, paredes, móveis e equipamentos, fazer a manutenção de máquinas e equipamentos, desenvolver hábitos de limpeza (lixo na lixeira, móveis limpos, limpar objetos antes de guardá-los). Como resultados: ambiente de trabalho saudável e agradável, melhora a imagem do setor, da instituição e funcionários, conscientiza sobre a necessidade de manter o local de trabalho limpo e arrumado, incrementa a qualidade de vida na empresa.

4° SEIKETSU, senso de saúde: Desenvolver a preocupação constante com a higiene em sentido amplo, tornando o local de trabalho saudável e adequada às tarefas desenvolvidas. Como praticar: adotar como rotina a prática dos três S anteriores, hábitos de cuidar sempre de sua saúde e higiene pessoal, criar um ambiente de trabalho harmonioso e melhor as condições ambientais de trabalho. Como resultados: reduz acidentes, melhorar a saúde em geral e facilita as relações humanas.

5° SHITSUKE, senso de autodisciplina: Melhorar constantemente. Desenvolver a força de vontade, a criatividade e o senso crítico. Respeitar e cumprir o estabelecido. Pratica-se compartilhando objetivos, difundindo os conceitos e informações, agindo com paciência no cumprimento das rotinas. Como resultados: facilita a execução das tarefas, propicia resultados de acordo com o planejado e o crescimento pessoal e profissional, melhora os serviços e as relações pessoais.

5.2 Kaizen

Kaizen é a expressão utilizada para definir o modelo (ou filosofia) japonês de gestão da qualidade e que significa melhoria contínua dos processos produtivos através da introdução permanente de pequenas melhorias, que apesar de baratas e de fácil implementação,

conduzem em grande redução de custos, melhoria da qualidade e/ou aumento da produtividade, eficiência e eficácia. Representa, portanto, o principal princípio da Gestão da Qualidade Total (GQT ou TQM). De acordo com a TQM, apesar de dever ser conduzida pelo topo da hierarquia da organização, a melhoria contínua dos processos apenas poderá ter sucesso se existir o envolvimento e colaboração de todos os membros.

O princípio base de Kaizen é, por este motivo, incentivar os colaboradores para, permanentemente, colocarem em questão os processos da organização a fim de identificar áreas de potencial melhoria. O Kaizen pode ser aplicado a todos os processos no interior da empresa entre os quais o layout da linha de produção, as compras, os aprovisionamentos, os processos de controlo da qualidade, os processos de fabrica, o serviço ao cliente, a manutenção entre muitos outros.

O Kaizen pode ser aplicado a todos os processos no interior da organização entre os quais o layout da linha de produção, as compras, os aprovisionamentos, os processos de controlo da qualidade, os processos de fabrico, o serviço ao cliente, entre muitos outros. (NUNES, 2007)

5.3 FMEA

A Análise do Modo e Efeito da Falha (FMEA) é uma ferramenta vital para prevenir a ocorrência de problemas “falhas”, que tendem a gerar perdas das mais variadas características.

A análise dos modos de efeitos das falhas é um método de análise de projetos (de produtos ou processos, industriais e/ou administrativos) usado para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada uma sobre o desempenho do sistema (produto ou processo), mediante um raciocínio basicamente dedutivo. (HELMAN e ANDERY, 1995)

Desde o início da Revolução Industrial produtos e processos de fabricação apresentavam defeitos e por consequência, um considerável índice de perdas devido e falhas de concepção.

O homem reconhecendo esta condição passou a investir em dispositivos de melhoria, que pudessem evitar estas perdas. Durante muito tempo os projetos de produtos e os processos foram alvo de análise crítica, entretanto sem que houvesse uma ferramenta adequada com enfoque preventivo, para a realização desta análise.

Desenvolvido pela Indústria Aeroespacial Americana em meados dos anos 60, o FMEA é uma abordagem sistemática que aplica um método de tabulação para ajudar no processo de identificação de problemas potenciais, suas causas e efeitos, através do trabalho em equipe.

Podemos então afirmar que o objetivo do FMEA é:

- a) Reconhecer e avaliar falhas potenciais de um equipamento, produto ou processo de fabricação e seus efeitos;
- b) Identificar ações que possam eliminar ou reduzir a chance de uma falha em potencial ocorrer;
- c) Documentar o processo;
- d) Identificar modos de falhas potenciais e o respectivo grau de seriedade;
- e) Identificar as características especiais (Significativas e Críticas);
- f) Listar deficiências potenciais de projetos, sistemas e processos;
- g) Ajudar engenheiros a focalizarem na eliminação de problemas do produto/processo, e a evitar sua ocorrência. Quando aplicado desde o início do processo de desenvolvimento podemos listar os seguintes benefícios;
- h) Melhora a qualidade, confiabilidade e segurança dos produtos;
- i) Melhora a imagem e a competitividade da Organização;
- j) Ajuda a aumentar a satisfação do cliente;
- k) Reduz tempo e custo no desenvolvimento do produto e perdas no processo;
- l) Documenta ações tomadas para reduzir o risco de perdas.

5.4 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa, em homenagem ao seu criador, Kaoru Ishikawa, ou diagrama espinha de peixe, pela forma do diagrama lembrar um esqueleto de um peixe.

Utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado. (WERKEMA, 1995)

O diagrama de espinha de peixe é um instrumento rico para a análise de problemas e compartilhamento de soluções entre trabalhadores de uma equipe.

Os passos para elaboração de um diagrama de causa e efeito são demonstrados abaixo:

- a) Definir equipe de trabalho;

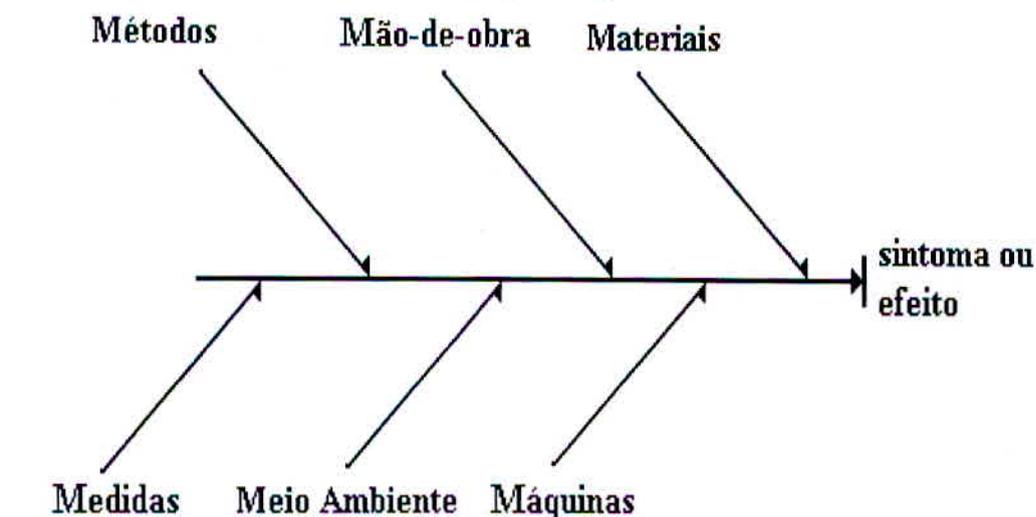
- b) Definir o problema a ser analisado;
- c) Brainstoring;
- d) Coleta de dados;
- e) Análise de dados;
- f) Elaboração do diagrama de causa e efeito;
- g) Revisão do diagrama;
- h) Elaboração do plano de ação.

O primeiro passo é a formação da equipe de trabalho. As pessoas integrantes do estudo devem ter conhecimento do processo e a equipe deve ser multidisciplinar. A seguir, deve-se determinar o problema (efeito) que será o objeto de estudo. A equipe realiza um brainstorming, com o objetivo de levantar as primeiras causas que afetam a característica da qualidade ou problema.

O passo seguinte é o de coleta e análise de dados, a fim de se coletar o máximo de informações possíveis que ajudem a entender melhor o processo, a função requerida do equipamento ou sistema e efetivamente quais fatores do processo que afetam o problema.

Em seguida, inicia-se a construção do diagrama. Coloca-se o problema a ser analisado em um retângulo do lado direito de uma folha e traça-se uma espinha dorsal para a esquerda. A partir dessa espinha saem às espinhas menores que irão representar as causas. Usualmente são utilizados como causas primárias os seguintes fatores: equipamentos, pessoas, insumos, métodos, medidas e condições ambientais, com o objetivo de categorizar as diversas causas que serão levantadas. Destes fatores são relacionados as causas secundárias e terciárias. Devem ser identificadas pela equipe as causas que parecem exercer efeitos mais significativos sobre o problema. A figura 02 mostra a estrutura esquemática do diagrama de causa e efeito.

Figura 02: Estrutura esquemática do diagrama espinha de peixe



Fonte: O autor

Como o diagrama pronto, todas as informações que constam nele devem ser revisadas para verificar a coerência das relações de causa e efeito. Em alguns casos, quando uma causa possui muitas causas secundárias e terciárias, é interessante fazer um diagrama específico para esta causa a fim de realizar uma análise mais aprofundada dessa causa específica.

O passo final é elaborar um plano de ações para bloquear as causas fundamentais e prevenir a recorrência do problema.

5.5 5W2H

Depois de desenvolvida a análise da falha, através dos métodos de análise descritos nos tópicos anteriores, e identificadas as causas raízes do problema, deve-se elaborar um plano de ação. O principal objetivo do plano de ação é o de planejar as ações de bloqueio das causas fundamentais do problema para evitar a sua recorrência.

A ferramenta mais utilizada para elaborar um plano de ação é a 5W1H (MARCSHALL, 2006), que representa as iniciais, em inglês, das perguntas:

- a) O quê? (*What*);
- b) Quem? (*Who*);
- c) Quando? (*When*);
- d) Onde? (*Where*);
- e) Por quê? (*Why*);
- f) Como? (*How*);
- g) Quanto custa (How Much).

Existem algumas variações da ferramenta, acrescentando até mais 2H (*How much* – Quanto custa; *How many* – Quantos), criando 5W2H e 5W3H.

Essa ferramenta é muito importante na análise de falha para formalizar as ações que foram geradas das análises, os responsáveis e os prazos de conclusão, para se ter um controle do andamento de todas as ações a serem tomadas.

5.6 TPM - Manutenção Produtiva Total

Durante muito tempo as indústrias funcionaram com o sistema de manutenção corretiva. Com isso, ocorriam desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e de esforços humanos, além de prejuízos financeiros. A partir de uma análise desse problema, passou-se a dar ênfase na manutenção preventiva. Com enfoque nesse tipo de manutenção, foi desenvolvido o conceito de manutenção produtiva total, conhecido pela sigla TPM (total productive maintenance), que inclui programas de manutenção preventiva e preditiva.

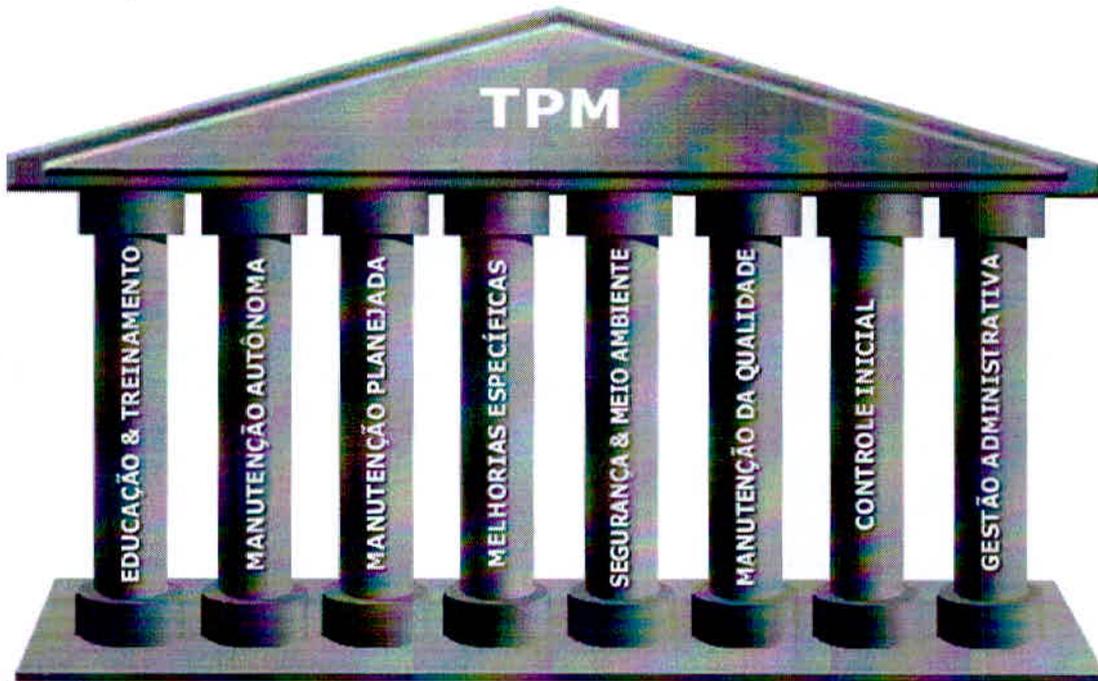
Na busca de maior eficiência da manutenção produtiva, por meio de um sistema Compreensivo baseado no respeito individual e na total participação dos colaboradores surgiu o TPM, em 1970, no Japão.

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

A TPM segue algumas características básicas figura 03:

- a) Um sistema que englobado todo o ciclo de vida da máquina e do equipamento;
- b) Um sistema onde participa a engenharia a produção e a manutenção;
- c) A participação de todos os níveis hierárquicos da empresa;
- d) Motivação em forma de equipe.

Figura 03: Os 8 pilares da TPM



Fonte: O autor

A TPM modifica uma tradição ao tratamento dado à máquina ou equipamento, através de uma mudança de paradigma dos três órgãos relacionados:

- a) Produção: Os operadores passam a ser responsáveis pelas atividades de manutenção mais simples, inspeção utilizando os sentidos, reapertos, ajustes, limpeza e determinadas lubrificação;
- b) Manutenção: É responsável pelo treinamento dos operadores nas atividades mais simples a serem executadas, e continua pelas atividades mais complexas, mantendo a confiabilidade do equipamento;
- c) Passa a ser alimentada mais eficazmente pela manutenção e produção, sobre problemas provocados por deficiência dos projetos, ou modificando o próprio equipamento ou projeto.

É consenso geral que todo equipamento sofre desgaste natural a medida que vai sendo utilizado, perdendo seu rendimento como um todo. A proposta inicial da TPM é justamente trazer de volta a condição inicial de rendimento todos os equipamentos do sistema, buscando a produtividade para qual o mesmo foi projetado. Logo em seguida, a proposta da TPM passa a ser até mesmo, a de superar essa produtividade nominal, isso através de melhorias contínuas. Um aspecto final e importante a ser considerado é que todos esses conceitos de TPM não são estáveis e sofrem alterações constantemente à medida que o método evolui.

5.7 Engenharia de Manutenção

A evolução da manutenção pode ser definida em três gerações, que tiveram seu marco inicial em 1930, onde a primeira; antes da II Guerra Mundial; resumisse em conserto após a quebra. Na segunda geração; após a II Guerra Mundial; é que efetivamente surge o conceito de Engenharia de Manutenção (EDM), pois neste período existiam fortes pressões devido à falta de mão de obra e aí é que se percebeu que as máquinas quebradas levavam a baixas demandas e conseqüentemente lucros cessantes. (MOUBRAY, p. 60, 1997)

Com isto ocorreu um aumento da mecanização da produção e da dependência destas máquinas para se produzir e a paralisação das máquinas para manutenção ficou evidente surgindo à idéia de que estas paralisações poderiam ser evitadas.

Com a evolução das técnicas de manutenção houve também um aumento dos resultados conseguidos em disponibilidade e confiabilidade.

As indústrias em geral, têm problemas crônicos em equipamentos e instalações que afetam a disponibilidade a qualidade e a imagem da área de manutenção.

Estes problemas são causados por uma série de fatores, que vão desde um erro na montagem dos equipamentos até na concepção de projetos das instalações e que não são fáceis de solucionar, já que dependem de uma análise detalhada dos problemas, estudos destes problemas na busca pela causa raiz do problema e na elaboração de um plano para solucionar o problema.

Muitas empresas não possuem pessoal apto ou capacitado tecnicamente para realizar estas tarefas e quando tem estão envolvidos em outras atividades e não dispõem de tempo para se dedicar a estes estudos e soluções de problemas. O ideal é manter uma equipe dedicada somente para a realização destas tarefas na empresa, pois, assim haverá uma análise crítica sobre cada problema encontrado.

6 QUEBRA DE PARADIGMA

Paradigma do passado - O homem de manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo.

Paradigma moderno - O homem de manutenção sente-se bem quando, também, evita a necessidade do trabalho, evita a quebra.

Paradigma do futuro - O homem de manutenção sente-se bem quando ele não tem que fazer nenhum reparo, ou seja, quando conseguir evitar todas as quebras não planejadas.

Precisa utilizar a cabeça, não no sentido de ser teimoso, mas no sentido de usar muito a cabeça para evitar que os problemas aconteçam. Em contrapartida, intervirá o menos possível na planta.

7 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO

Planejamento é um dos aspectos mais importantes da administração da manutenção e contribuirão de forma significativa para se ter uma melhor produtividade e qualidade da manutenção.

O planejamento de manutenção tem uma função primordial dentro da gerencia de manutenção e confiabilidade. Ele adiciona ao valor ao negócio minimizando o impacto e os custos necessários ao trabalho, fornecendo aos necessários para que aja uma otimização da força de trabalho produtiva e por fim consolidando dados para que sejam avaliados pela engenharia de confiabilidade. (OLIVEIRA, 2008).

O processo de planejamento é de fundamental valor para atingir metas propostas de forma estruturada e segura, garantindo o melhor aproveitamento dos recursos nas melhores condições possíveis.

A qualidade do planejamento pode variar bastante e isto depende do que se busca em termos de resultado e da competência das pessoas que estão desenvolvendo essa ferramenta.

Em toda boa estratégia de manutenção, o custo e a qualidade são objetivos primordiais a serem alcançados nos melhores padrões. Quando se fala em manutenção de classe mundial, esses objetivos se somam a: baixo número de horas extras, zero acidentes e ausência de impactos ambientais nas instalações.

Para a otimização dos custos e a elevação do padrão de performance da manutenção, temos de pensar em um sistema de manutenção específico para cada instalação. Qualquer planta industrial possui uma necessidade própria com características muito particulares e, portanto, exige uma estratégia inteiramente específica para cada caso tendo que haver um estudo de caso.

Para cumprir seus objetivos, é necessário montar uma estratégia com base em suas necessidades de confiabilidade, porém, para cada estratégia, existe uma conjunção onde se encontra o melhor (ou menor) custo da manutenção. Esse ponto é denominado de ponto ideal de manutenção.

Deve-se, com o planejamento, garantir a eficiência e eficácia da gestão da mão de obra, da gestão dos serviços terceirizados, do foco dos equipamentos que representam os maiores custos de manutenção, objetivando o nível ótimo de custos agregado a uma visão de confiabilidade, segurança, meio ambiente e atendimento ao cliente.

Os objetivos gerais do planejamento da manutenção passam necessariamente pelos seguintes pontos, que são fundamentais para o sucesso da implantação: redução/otimização de

custos; eficiência do uso da mão de obra e otimização dos tempos de execução; revisão contínua do sistema de manutenção (reduzir/eliminar ou aumentar a necessidade de fazer manutenção); garantia da confiabilidade; redução de estoques de manutenção e peças reservas; excelência das práticas de qualidade, saúde, segurança e meio ambiente; busca constante de padrões de classe mundial.

Para um bom planejamento da manutenção é necessário que a equipe, ou as pessoas responsáveis pela implementação e operacionalização do sistema/programa de manutenção, efetue várias atividades iniciais e de acompanhamento contínuo que envolve: planejamento das atividades; planejamento de tempos e movimentos; planejamento de custos/orçamentos; planejamento de pessoal; planejamento de recursos de apoio; planejamento de serviços externos; criação e desenvolvimento de procedimentos operacionais de alta qualidade; engenharia de manutenção.

Esses planejamentos, quando bem efetuados, subsidiam os administradores de forma efetiva para analisar a viabilidade e a importância de se manter sistemas de manutenção em vigor dentro das empresas.

Temos que atentar ao planejamento de custos/orçamentos e fazer algumas considerações. Os custos de manutenção podem ser divididos em três grandes famílias: custos diretos, custos de perda de produção e custos indiretos.

Custos Diretos – Reflete diretamente sobre a funcionalidade dos equipamentos. Inclui gastos com peças de reposição, manutenção, mão de obra, etc.

Custos de Perda de Produção – Causados pela parada da máquina. Máquina parada não produz e, geralmente, o custo é de hora máquina.

Custos Indiretos – Geralmente incluídos pela área de apoio como a administrativa e a tecnológica. Exemplo: gastos com análise de defeito ou melhorias no sistema.

7.1 Custos de Manutenção

A área de PCM tem influência em tudo que refere a custos na manutenção, pois, é por este departamento que deve passar todo o fluxo de informações das várias áreas da indústria. Afirmar que o Planejamento de Manutenção não é necessário é como dizer que não é necessário fazer manutenção. Esta relutância de algumas empresas se deve ao custo elevado desta área já que os profissionais devem ser experientes, conhecer as políticas de custos da empresa, ter formação superior preferivelmente e ter domínio sobre as áreas de atuação seja ela mecânica, elétrica, instrumentação, civil ou outra qualquer.

Nos atuais níveis de tecnologia que as empresas estão, não é aceitável que não se tenha um orçamento e um controle rígido dos seus custos, a fim de mantê-los dentro dos limites de suas metas e objetivos a serem cumpridos por todas as áreas da empresa inclusive da manutenção, para que os resultados gerais sejam atingidos, ou seja, cada departamento deve fazer parte e ter influência sobre os resultados finais. Dizer que não é possível ter um controle sobre os custos de manutenção é argumento não mais aceito. A empresa que utiliza o argumento de que não há meios de saber se o equipamento vai quebrar ou não para prover orçamento e assim ter um controle sobre este orçamento é coisa de amador, pois existem infinitas possibilidades de dizer quando, como e porque determinado equipamento quebrará.

A competitividade agressiva que as empresas experimentam atualmente serve como um fator principal para obtenção da melhor relação custo benefício, para equipamentos e instalações. Sendo em muitos casos, mais barato adquirir certo equipamento do que mantê-lo funcionando durante seu ciclo de vida. (RODRIGUES, 2002)

Já (DHILLON, 1999), diz que os custos escondidos associados com operações e apoio do equipamento, podem responder por 75% do ciclo de vida total do mesmo, chegando em alguns casos de 10 a 100 vezes o valor original.

7.2 Indicadores de Manutenção

O que deve ficar como evidente no caso de indicadores de manutenção é que estes devem ajudar a gerenciar e caracterizar para os administradores como anda sua manutenção, ou seja, os índices são; ou deveriam ser, dependendo da fidelidade dos dados da manutenção da empresa, se tem fontes que realmente retratam os números da manutenção; o retrato fiel da situação encontrada na empresa. Nas tomadas de decisão por parte dos gerentes; seja em investimentos de novos projetos ou na substituição de equipamentos que apresentem números que comprovem que não é mais lucrativo realizar a manutenção; os índices possam ser a fonte de dados para delinear as ações.

Existem seis indicadores chamados de “Índices de Classe Mundial”, pois são os mais usados, sendo:

- a) MTBF – Mean Time Between Failure ou TMEF - Tempo Médio Entre Falha;
- b) MTTR – Mean Time To Repair ou TMR – Tempo Médio de Reparo;
- c) TMPF – Tempo Médio para Falha;
- d) Disponibilidade Física de Maquinaria;
- e) Custo de Manutenção por Faturamento;

f) Custo de Manutenção por Valor de Reposição.

7.3 Sistemas ERP - Enterprise Resource Planning

A sigla ERP, traduzida literalmente, significa algo como “Planejamento de Recursos da Empresa”, o que pode não refletir o que realmente um sistema ERP se propõe a fazer. Esses sistemas, também chamados no Brasil de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial, não atuam somente no planejamento.

Eles controlam e fornecem suporte a todos os processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais da empresa. Todas as transações realizadas pela empresa devem ser registradas, para que as consultas extraídas do sistema possam refletir ao máximo possível sua realidade operacional, (GREGNANIN, 2002).

É um sistema que atua num banco de dado único que interage com um conjunto integrado de aplicações múltiplas, consolidando todas as operações do negócio da organização, (MOURA, 1999).

ERP é uma ferramenta de trabalho, em que são inseridos dados sobre fatos novos que ocorrem na empresa e o sistema é capaz de fornecer informações decorrentes. Podem ser considerados fatos novos: movimentos de estoque, pagamentos, produção, recebimentos, decisões de crédito, vendas, compras, controle de manutenção, contratos entre outros. Podem ser consideradas informações decorrentes: notas fiscais de saída, notas fiscais de entrada, contas a receber, contas a pagar, fluxo de caixa recomendações de compras, estatísticas de venda, pedidos faturáveis, comissões devidas, contabilidade e informações gerenciais.

O sistema permite a integração operacional e gerencial, da maioria das funções desempenhadas na empresa sob um único sistema de computação, permitindo que a informação flua através de todos os seus departamentos. O processo de seleção de um sistema ERP deve ter como principal objetivo encontrar uma solução que melhor se adapte aos requisitos de negócio, necessidades funcionais e capacidade de investimento das empresas, observando sempre que o mercado oferece uma variedade de soluções com as mais diversas características, serviços e preços, (OLIVEIRA, 2000).

Os programas de ERP (Enterprise Resource Planning) possibilitam também a melhoria do planejamento e o controle de recursos e viabilizam condições para a implementação de respostas efetivas às mudanças no comportamento do consumidor.

Sistemas integrados de gestão empresarial provocam a modernização dos processos produtivos nas empresas, determinando a necessidade de controles mais precisos no funcionamento, (OLIVEIRA, 2000).

O sistema por ser completamente integrado, proporciona consistência e visibilidade para todas as atividades inerentes aos processos da organização, possuindo uma flexibilidade, devido a sua adaptabilidade às mudanças organizacionais, incluindo novos módulos, (MOURA, 1999).

Assim, as atividades básicas do administrador – planejar, organizar, dirigir e controlar são subsidiadas por informações de alta confiabilidade, consistentes (ou seja, sem divergência entre dados fornecidos por departamentos diferentes sobre um mesmo assunto) e em tempo real (as informações são registradas no sistema no momento em que ocorrem, sendo automaticamente refletidas pelas consultas e relatórios). A manutenção do sistema, incluindo sua adaptação às novas práticas comerciais e incorporação de inovações tecnológica, fica sob responsabilidade do fornecedor da solução ERP. (GREGNANIN, 2002).

As empresas que ainda não implementaram sistema de gestão empresarial certamente estão avaliando a possibilidade de implementá-lo como ferramenta principal de apoio à gestão de seus negócios.

É necessário que haja metodologia e procedimentos adequados para implantação do ERP, para redesenhar processos de negócios, parametrizar o sistema, manter interfaces com o ambiente, entre outros.

Os sistemas são formados por módulos contábeis e financeiros, módulos de manufatura, módulos de distribuição e principalmente, módulos integrados, que se propõem a cobrir todas as funções de uma empresa através de um único sistema. Este é um mercado de bilhões de dólares que tem crescido anualmente, propiciando o surgimento de oportunidades de negócio, em todo o mundo, para consultores, fornecedores de tecnologia e para as próprias empresas. (OLIVEIRA, 2000).

O módulo de PM auxilia no planejamento, no processo e realização de tarefas de manutenção de fábrica, (GREGNANIN, 2002):

- a) Auxilia no controle dos custos e recursos de manutenção;
- b) Fornece informações para facilitar o processo de decisões em relação à manutenção.

Os sistemas ERP abrangem atualmente uma grande gama de funcionalidades e processos empresariais. A variação na amplitude (número de atividades contempladas) e na profundidade (grau de especificidade e flexibilidade) da abrangência de um sistema está

associada ao fornecedor selecionado. Em geral os sistemas ERP tendem a suportar as atividades administrativas, comerciais e produtivas de uma empresa, Oliveira (2000:14).

Os componentes fundamentais de PM (ERP modulo de manutenção) são, (GREGNANIN, 2002):

- a) Processamento de tarefas não planejadas;
- b) Gestão de serviços;
- c) Avisos de manutenção conforme datas ou contadores;
- d) Planejamento da manutenção;
- e) Lista de materiais para a manutenção.

Muitos sistemas ERP são direcionados unicamente para a área de manutenção, estes não integram uma planta por completo, controla com mais facilidade os custos de manutenção, planejamento entre manutenção e PCP, para uma melhor programação, entre outros.

8 CONCLUSÃO

A gestão da manutenção teve várias mudanças de conceito ao longo dos últimos anos e modificou os objetivos da atividade, passando do conceito de consertar a falha para prevenir sua ocorrência. Vários sistemas foram criados para atingir este objetivo de melhorar a confiabilidade dos equipamentos de uma empresa. Ter uma gestão da confiabilidade dos ativos de uma empresa é um fator de grande importância no cenário mundial que vivemos.

Aumentar a disponibilidade dos equipamentos de uma indústria pode trazer grandes benefícios para a empresa e principalmente garante ganhos em qualidade e produção. A análise de falhas é uma ferramenta muito importante nesse processo de melhorias, pois possibilita realização de investigação de problemas que impactam diretamente na saúde, segurança e meio ambiente bem como na qualidade, produção e custos de uma empresa.

A utilização das ferramentas corretas auxilia a encontrar as causas fundamentais e atuar nelas. O controle dos custos, a demonstração dos resultados utilizando indicadores de desempenho, com o auxílio de sistemas ERP pode-se colocar o setor de manutenção em evidência dentro de uma empresa.

REFERÊNCIAS

- BELMONTE, D. L. **Gestão do conhecimento: aplicabilidade prática na gestão da manutenção**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2006. Disponível em: <http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/Ebook/ARTIGOS2005/Ebook%202006_artigo%2054.pdf>. Acesso em: 22 maio 2013.
- DHILLON, B.S. **Engineering Maintainability**. Houston: Gulf Publishing Compnay.1999
- FILHO, G. B. **Dicionário de Termos de Manutenção e Confiabilidade**. Ciência Moderna, 2000.
- DIAS, S. L. V. **Avaliação do Programa TPM em uma indústria Metal-Mecânica do Rio Grande do Sul** (Dissertação de Mestrado, UFRGS). Porto Alegre, 1997.
- FURTADO, Eduardo J. de A. A. **Gestão de Manutenção em Empresas Têxteis de Grande Porte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Santa Catarina, 2001.
- GREGNANIN, A. **O Sistema de Manutenção Padronizado**, São José dos Campos, 2002, Monografia – Conexão Recursos Humanos FGV.
- HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas (Aplicação dos métodos de FMEA e FTA)**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.
- KARDEC, A.; Lafraia, J. R. B. **Gestão Estratégica e Confiabilidade**, Rio de Janeiro, Qualitymak, 2002, 90 pag.
- MOUBRAY, J. RCM II: **Reliability-centred Maintenance**, Grã-Bretanha, Butterworth-Heinemann, 2ª edição, 1997
- MUASSAB, J. R. **Gerenciamento da Manutenção na Indústria Automobilística**, Taubaté, 2002. Monografia – Universidade de Taubaté.
- MONCHY, F. **A Função Manutenção: Formação para a Gerência da Manutenção Industrial**. São Paulo: Durban/EBRAS, 1989.
- MOURA, M. L. **Planejamento Estratégico Estruturado em Tecnologia de Informação: Projeto ERP - Tigre**, Taubaté, 1999. Monografia – Universidade de Taubaté.
- NEPOMUCENO, Lauro X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**, São Paulo, Editora Edgar Blucher, 1989.
- NUNES, Paulo. **Conceitos de Kaisen**. Disponível em: <<http://www.knoow.net/cienceconempr/gestao/kaisen.htm>>. Acesso em 5.mai.2013. ROCHA, Duílio. **Fundamentos Técnicos da Produção**. São Paulo: Makron Books, 1995, p. 12. PINTO, Alan K. XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2001.

OLIVEIRA, Marcos Antonio, SHIBUYA, Marcelo K. **ISO 9000 Guia de implantação**, São Paulo, Editora Atlas, 1995.

OLIVEIRA, Silas S.; DANTAS, Marco A. **Planejamento da Manutenção – Estratégia para um Salto na Produtividade**, 2008. Disponível em: <<http://www.manutencao.net/v3/Artigos/Gestao/planejamento-damanutencaoestrategia-para-um-salto-na-produtividade>> Acesso em: 20 setembro 2013.

OLIVEIRA, V. C. **A Seleção de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial para Corporações**, Monografia – PUC, Campinas, 2000.

ROCHA, Duílio. **Fundamentos Técnicos da Produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.

RODRIGUES, Marcelo. **Manutenção Industrial em Curitiba e cidades circunvizinhas: Um Diagnóstico Atual**, 2003.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna de Manutenção**, Novo Pólo, New York, 1998.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**, Belo Horizonte: editora de desenvolvimento gerencia 1998.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.