

ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - UM ESTUDO DE CASO

RESUMO

Na busca por vantagens competitivas, inúmeras empresas têm procurado identificar e eliminar perdas em seus processos produtivos. Estudos recentes têm mostrado que as perdas geradas à produção, decorrentes do sistema de manutenção, têm sido um fator limitador na busca pela melhoria de produtividade dos processos e da qualidade de produtos, em diversos segmentos industriais e de serviços. Tais objetivos estão diretamente associados à capacidade das empresas em reduzirem seus custos de produção e oferecerem produtos e serviços que atendam as necessidades dos clientes. A empresa é vista hoje como uma cadeia de valores, onde a manufatura, a manutenção, a logística, entre outros setores, influenciam os resultados da organização. Neste contexto, foi desenvolvido este estudo que buscou analisar o desempenho do setor de manutenção de uma empresa automobilística e sua influência sobre os resultados da companhia. O trabalho visou analisar os resultados obtidos com a implantação da Manutenção Produtiva Total, metodologia para a otimização de desempenho dos processos de produção, no setor de Carroceria da Peugeot Citroën do Brasil. Para isto foi feito um acompanhamento e avaliação de indicadores, evidenciando o desempenho do sistema de manutenção da Empresa e os resultados junto à produção. Demonstrou-se os ganhos de competitividade obtidos, inclusive com o alcance das metas da Organização, para a linha de produção da carroceria do automóvel Peugeot 206.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total , Indústria Automobilística, Análise de Implantação do TPM

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento em escala global da concorrência no segmento automotivo, as empresas do setor passaram a buscar e implantar técnicas e tecnologias que pudessem representar um diferencial competitivo, visando a conquista e fidelização de clientes.

No Brasil este processo não foi diferente. A partir da abertura econômica brasileira, por volta do início da década de 90, novos investimentos e fábricas começaram a ser implantadas. Com a chegada progressiva de empresas do segmento automobilístico, o país passou a abrigar 17 montadoras de automóveis e diversas empresas fornecedoras.

A oferta de automóveis, em função da capacidade produtiva instalada, começou a ultrapassar a demanda interna existente. Algumas empresas partiram então para amplos programas de exportação. No que pese a capacidade de absorção da produção nacional de automóveis, a maioria das empresas do setor se deparou com condições bastante difíceis de concorrência pelo consumidor. Para obter vantagem competitiva, frente aos concorrentes, investimentos em modernização, principalmente no campo gerencial e tecnológico, foram deflagrados.

É neste contexto, que o presente trabalho se faz oportuno. Este tem o objetivo de analisar os resultados da implantação da Manutenção Produtiva Total na área de Carroceria na linha de produção do Peugeot 206 na fábrica da Peugeot Citroën do Brasil Automóveis Ltda, visando a identificação de oportunidades e consolidação de melhorias nos processos produtivos do setor.

1.1 Natureza do Problema

A unidade industrial da PSA (Peugeot Citroën Automóveis do Brasil), objeto do presente estudo, é a primeira do Grupo a ser instalada no País e a segunda na América do Sul. Seu parque industrial é moderno e em função disto há uma expectativa em relação ao alcance de altos níveis de qualidade e produtividade, visando ser competitiva em relação às montadoras concorrentes instaladas no Brasil e no exterior.

Assim, em função dos elevados níveis de concorrência no segmento automobilístico mundial, a Peugeot Citroën Automóveis do Brasil Ltda. necessita demonstrar competitividade. Neste contexto, algumas perdas de processo têm dificultado o alcance dos objetivos de produção atuais na linha de produção da carroceria do Peugeot 206. A dissertação trata da avaliação dos resultados da implementação da Manutenção Produtiva Total (MPT), visando reduzir ou eliminar estas perdas identificadas no processo, contribuindo assim para tornar a empresa mais sólida e competitiva.

1.2 Objetivo do Trabalho

Análise dos resultados da implementação da Manutenção Produtiva Total (MPT) na área de Carroceria do Peugeot 206 da fábrica da Peugeot Citroën do Brasil Automóveis Ltda, visando à identificação de oportunidades de melhorias nos processos produtivos do setor.

1.2.1 Objetivos Específicos

- ❑ Analisar a evolução e /ou comportamento de cada um dos indicadores componentes da MPT.
- ❑ Análise pontual do comportamento dos indicadores em função da aplicação das ferramentas.
- ❑ Evidenciar mudanças operacionais com a utilização da MPT.

1.3. Delimitação do Estudo

O presente trabalho avaliou resultados da implementação da metodologia MPT na área de carroceria, procedendo a sua verificação prática em uma linha de produção da BR T1 (Plataforma Base Rolante Peugeot 206). Quando comparado seus indicadores com foco nos indicadores de resultados antes e após a implantação da MPT no Centro de Produção de Porto Real no município de Porto Real – RJ. Por este motivo, os resultados observados devem ter sua análise restrita ao ambiente industrial estudado.

1.4. Organização da Dissertação

Este estudo encontra-se estruturado em sete capítulos, cujos conteúdos resumidos encontram-se a seguir.

Durante a introdução, poderá se observar a evolução da tratativa na Gestão da Manutenção com foco nos cenários mundiais que foram se formando no decorrer das décadas, a relevância do estudo caracteriza a motivação da realização deste trabalho, tendo em vista o contexto industrial que está inserido e o produto final deste estudo.

A revisão de literatura possibilitará um embasamento científico para a aplicação da metodologia (por meio de indicadores).

O contexto industrial possibilitará visualizar o cenário em que se está inserido e também as características e estruturas existentes no local da aplicação da metodologia.

Em seguida, apresenta-se a aplicação da MPT como referencial PSA.

Apresenta-se depois a proposição metodológica para acompanhamento e avaliação por meio de indicadores dos resultados alcançados pela implantação da MPT.

Resultados alcançados, e discussões dos mesmos, a partir da utilização da metodologia proposta serão constatados nesse capítulo.

Na conclusão do presente trabalho, serão confrontados os resultados alcançados em relação aos objetivos propostos inicialmente e serão feitas as considerações finais da dissertação .

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. História da Manutenção

A conservação de instrumentos e ferramentas é uma prática observada, historicamente, desde os primórdios da civilização, mas, efetivamente, foi somente quando da invenção das primeiras máquinas têxteis, a vapor, no século XVI, que a função manutenção emerge.

Naquela época, aquele que projetava as máquinas, treinava as pessoas para operarem e consertarem, intervindo apenas em casos mais complexos. Até então, o operador era o mantenedor - mecânico. Somente no século passado, quando as máquinas passam a serem movidas, também, por motores elétricos, é que surge a figura do mantenedor electricista.

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

Na era moderna, após a Revolução Industrial, são propostas seis funções básicas na empresa, das quais se destaca a função técnica, relacionada com a produção de bens ou serviços, da qual a manutenção é parte integrante.

Segundo Monchy (1989), 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".

Originalmente, a manutenção é uma atividade que deve ser executada, em sua totalidade, pela própria pessoa que opera, sendo este o seu perfil ideal. Antigamente havia muitos casos assim. Entretanto, com a evolução da tecnologia, o equipamento tornou-se de alta precisão e complexidade, e com o crescimento da estrutura empresarial foi sendo introduzido a PM – *Preventive Maintenance* Manutenção Preventiva - no estilo americano, e a função de manutenção foi sendo gradativamente dividida, e alocada a setores especializados .

Além disso, 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 produção, o departamento operacional passou a dedicar-se somente à produção, não restando outra alternativa ao departamento de manutenção senão se responsabilizar por quase todas as funções referentes à manutenção.

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.

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

Por isso, a manutenção autônoma, que tem como núcleo a atividade de "prevenção da deterioração", tem aumentado a sua necessidade como função básica da atividade de manutenção.

Segundo Nakajima (1989), apenas na década de 1950 o termo "manutenção" consolida-se na indústria, nos Estados Unidos, surgindo:

- em 1951 a Manutenção Preventiva (MP);
- em 1954 a Manutenção do Sistema Produtivo (MSP);
- em 1957, a Manutenção Corretiva com incorporação de Melhorias (MM).

Na década seguinte, 1960, surgem:

- a Introdução da Prevenção de Manutenção, em 1960;
- a Engenharia da Confiabilidade, a partir de 1962;
- e a Engenharia Econômica.

Nos anos 70 desenvolvem-se:

- a incorporação dos conceitos das Ciências Comportamentais;
- o desenvolvimento da Engenharia de Sistemas;
- a Logística e a Terotecnologia (uma concepção global e integrada do modo como deve ser estudada, escolhida e construída uma nova instalação tecnológica);
- a oficialização do MPT na empresa japonesa Nippon Denso, em 1971.

Na década de 1980, pode-se encontrar:

- a fundação do JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*);
- e a introdução do MPT no Brasil, em 1986.

Na década de 90, registrou-se:

- a introdução da Engenharia Mecatrônica;
- empresas brasileiras implantando o MPT;
- outras empresas preparando-se para implantar o MPT;
- e duas empresas candidatas ao prêmio MPT no Brasil.

A ABRAMAN (2005) relatou que a história da Manutenção acompanha o desenvolvimento técnico-industrial da humanidade. Em fins do século XIX, com a mecanização das indústrias, surgiu a necessidade dos primeiros consertos. Até 1914, a Manutenção tinha uma importância secundária e era executada pelo mesmo efetivo de operação.

Com a implantação da produção em série, instituída por Ford, as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e, conseqüentemente, sentiram necessidade de criar equipes que pudessem efetuar reparos nas máquinas operatrizes no menor tempo possível. Assim surgiu um órgão subordinado à operação, cujo objetivo básico era de execução da Manutenção, hoje conhecida como Corretiva.

Esta situação se manteve até a década de 30, quando, em função da Segunda Guerra Mundial e da necessidade de aumento de rapidez de produção, a alta administração industrial passou a se preocupar não apenas em corrigir falhas, mas evitar que elas ocorressem, e o pessoal técnico de Manutenção passou a desenvolver o processo de Prevenção de avarias que, juntamente com a correção, 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. A máquina era parada para uma "revisão geral" onde eram efetuados a limpeza, as substituições, os ajustes e os reparos. 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".

Por volta de 1950, com o desenvolvimento da indústria para atender aos esforços pós-guerra, a evolução da aviação comercial e da indústria eletrônica, os gerentes 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”)

2.2. Tipos de Manutenção

Manutenção Corretiva - Embora possa parecer ausência de uma política de manutenção, a manutenção corretiva é uma alternativa. O problema dessa política não está em fazer intervenções corretivas, mas em que sua aplicação requer enormes estoques de peças para suportar as sucessivas quebras, 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, 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 é a melhor opção quando os custos da indisponibilidade são menores do que os custos necessários para evitar a falha, condição tipicamente encontrada em equipamentos que não influem no processo produtivo.

Manutenção Preventiva - O termo manutenção preventiva é muito abrangente e deve significar um conjunto de ações que visam prevenir a quebra. A manutenção preventiva está baseada em intervenções periódicas geralmente programadas segundo a frequência definida pelos fabricantes dos equipamentos. 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. 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, mesmo nos itens que sofrem desgaste, 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, pode ocorrer falha antes do tempo previsto. Essa imprevisibilidade requer estoques de peças de reposição, elevando os custos relativos.

Dohi et al. (2001) abordaram a questão do custo do estoque e apresentaram um modelo matemático para otimizar a quantidade de mercadoria acumulada em aplicações de manutenção preventiva. Além do estoque elevado para cobrir a imprevisibilidade das falhas, a manutenção preventiva apresenta o inconveniente de intervenções muitas vezes desnecessárias, que reduzem a produtividade e elevam o custo operacional total. Entretanto, esse tipo de manutenção pode ser a melhor alternativa para equipamentos e/ou peças que apresentam desgaste em ritmo constante e que representam um custo baixo, em comparação com o custo da falha, sendo possível prever estoques adequados e seguros.

Manutenção Preditiva - A manutenção preditiva caracteriza-se pela medição e análise de variáveis da máquina que possam prognosticar uma eventual falha. 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, a preditiva exige uma mão-de-obra mais qualificada para o trabalho e alguns aparelhos ou instrumentos de medição. Seu aparente alto custo é plenamente recompensado por seus resultados, situando-se mais próximo do ponto ótimo da relação custo-benefício em equipamentos cuja parada traria grandes prejuízos ao processo e em que o custo do estoque de equipamento/ peça também é elevado. A manutenção preditiva situa-se, portanto, no ponto do

gráfico de investimentos em manutenção como melhor retorno de disponibilidade com custos ainda compensadores.

Aqui reside mais um dos mitos da manutenção citado por Cattini (1992), que afirma que, apesar do conceito envolvido na manutenção preditiva, ela pode ser utilizada com investimentos menores do que se imagina. Uma análise mais profunda mostra que o custo pode variar muito, em função das ferramentas e dos métodos aplicados nas manutenções corretivas e preditivas. Ferramentas de gestão simples e baratas podem propiciar o emprego desses tipos de manutenção.

Manutenção Autônoma - Pode-se entender por manutenção autônoma aquela que é realizada pelos próprios operadores. Ela constitui-se em uma ferramenta muito eficaz de manutenção preventiva e preditiva, a um custo menor que o observado em outros instrumentos. Takahashi & Osada (1993) apresentaram a manutenção autônoma como uma forma de reduzir os custos com pessoal de manutenção e aumentar a vida útil do equipamento, concentrando-se, basicamente, em limpeza, lubrificação, reapertos e inspeção diária.

Hartmann (1992) colocou a redução de custos e de falhas e a melhora do equipamento como os principais benefícios da manutenção autônoma, enfatizando que a redução de custos é reflexo da eliminação de pequenas paradas e da redução do tempo de reparo, devido ao envolvimento constante do operador

2.3. Tipos de Falhas

De acordo com Nakasato (2001), a JIPM (*Japanese Institute of Plant Maintenance*) classifica a ineficiência em usinas metal-mecânicas dentro de 16 grandes perdas:

- 8 perdas relacionadas a equipamentos, como perda por falhas em equipamentos, perda por troca de serviços, perda por troca de lâminas de corte e gabaritos, perda por acionamento, perdas por pequenas paradas e operação em vazio, perda por velocidade, perda devido a defeitos e retrabalhos e perda por desligamento (desacionamento);

- 5 perdas relacionadas à mão de obra, sendo perdas por controle, perdas por organização inadequada, perdas por movimento, perdas por deficiência logística e perdas por medições e ajustes;

- 2 perdas relacionadas a material: perdas de rendimento de material, perdas por moldes, ferramentas e gabaritos, perda relacionada a energia e perdas por desperdício de energia. Conforme a aplicação da metodologia da MPT, a eliminação das perdas com o objetivo da maximização do rendimento global pode obter resultados de produtividade, qualidade, custo, entrega, segurança, motivação.

2.3.1. Definição

Navarro (1999) definiu como falha a perda de aptidão para cumprir uma determinada função.

2.3.2. Causas de falha

Segundo Navarro (1999), a causa é a origem imediata do fato observado ou analisado. Devem ser omitidas opiniões, juízos etc. e deve-se responder à pergunta: por que ocorre? Pensar que apenas uma causa é origem do problema é geralmente um raciocínio simplista e pré-concebido. Trata-se de se esforçar para encontrar todas as causas possíveis e comprovar que realmente incidem sobre o problema. Devem-se contemplar tanto as causas internas como externas do equipamento analisado, o que se poderia classificar como causas físicas e causas latentes ou de organização, gestão etc. Enumerar as causas supõe, em consequência, confeccionar uma listagem exaustiva de todas as possíveis causas envolvidas na falha. A listagem assim obtida não dá nenhuma informação sobre o grau de importância e relação entre as mesmas. Por isso, o passo seguinte, antes de trabalhar na solução, é buscar relações entre causas que permitem agrupá-las e concatená-las. Isso permitirá dar conta de que, talvez, a solução de uma delas englobe a solução de algumas das outras.

A medição, com dados reais ou estimados da incidência de cada causa sobre o problema irá permitir, em uma fase posterior, que se estabeleçam prioridades. Trata-se, portanto, de ter quantificado cem por cento da incidência acumulada pelas diversas causas.

É preciso estabelecer prioridades para encontrar a causa ou causas para as quais buscar soluções para que desapareça a maior parte do problema. Para isso, o que realmente se faz é designar probabilidades para identificar as causas de maior probabilidade (20% das causas geram 80% do problema).

2.3.3. Modelo de ocorrência de falhas

De acordo com Navarro (1999), neste sentido podem se classificar as falhas atendendo a distintos critérios:

a) Segundo se manifesta a falha:

- Evidente:

- Progressivo - falha perceptível ao longo de um determinado tempo, que vai se agravando, piorando, até que a parada seja inevitável. Pode ser causada por falta de lubrificação, desgaste etc. Por exemplo, pode ir aparecendo um ruído estranho ou um cheiro de queimado, mas o equipamento continua funcionando

- Súbito - Falha que se percebe na hora em que aparece o problema, que ocorre sem ser previsto, repentino e inesperado. Pode ser consequência de uma quebra de peça, queima etc. Por exemplo, um equipamento pára de repente, mas a causa é conhecida.

- Oculto - aquela falha que, por exemplo, pára o equipamento mas não se conhece a causa ainda.

b) Segundo sua magnitude:

- Parcial - a grandeza da falha é parcial. Não há perda total do equipamento. O conserto pode levar um tempo menor.

- Total - Perda total do equipamento. Não há condições de continuar ou consertar em pouco tempo para se evitarem paradas de produção.

c) Segundo sua manifestação ou magnitude:

- Paralisante: súbito e total - Parou inesperadamente e não funciona mais

- Por degradação: progressiva e parcial - como no primeiro (evidente e progressiva). Vai havendo um desgaste e o defeito vai piorando gradativamente até parar o equipamento ou ser total.

d) Segundo o momento de aparecimento:

- Infantil ou precoce - quando, por exemplo, o equipamento ainda é novo e vai apresentando falhas que não poderiam acontecer. Provável problema de projeto, qualidade de peças, má instalação etc.

e) Segundo seus efeitos:

- Menor - Pequenas avarias, solução do problema pode ser mais rápida e pode ter menor custo.

- Significativo - mais grave, com maior perda de tempo e conseqüentemente de produção e de custos

- Crítico - Com gravidade. A falha é grave e perigosa, mas ainda pode ter conserto.

- Catastrófico - Total. Perda culminante. Desastroso. Por exemplo, um equipamento pega fogo ou quebra um eixo principal com conseqüente quebra de todas as engrenagens e demais peças. A máquina não tem mais condições de funcionar e não tem conserto.

f) Segundo suas causas:

- Primário: a causa direta está no próprio sistema.

- Secundário: a causa direta está em outro sistema.

- Múltiplo: falha de um sistema por trás da falha de seu dispositivo de proteção.

O modo de falha é o efeito observável através do qual se constata a falha do sistema. A cada falha se associam diversos modos de falha e cada modo de falha se gera como uma consequência de uma ou várias causas de falha, de maneira que um modo de falha representa o efeito pelo qual se manifesta a causa de falha. A avaria é o estado do sistema por trás do aparecimento da falha. A metodologia para análise e solução de problemas, em geral, é muito variada e costuma ser adotada por cada empresa em função de suas peculiaridades.

2.3.4. Análise das falhas

Quando há um histórico de falhas, com dados suficientes para determinar a confiabilidade, pode-se usar um dos dois caminhos: métodos para medir e prever falha ou métodos para acomodar falhas. Se não existirem dados estatísticos, recomenda-se utilizar os métodos para prevenir falhas. Os métodos para medir e prever falhas são adequados para estimativas de falhas no tempo através de representações analíticas. Esse enfoque, normalmente, se concentra em estudar cada componente constituinte do sistema, processando as informações através de distribuições de probabilidade, determinando parâmetros como taxa de falha, tempo médio entre falha e parâmetro de forma. Os métodos para acomodar falhas apresentam um enfoque intermediário entre os métodos para medir e prever falhas e os métodos para prevenir as falhas. São assim caracterizados porque, em princípio, admite-se a ocorrência das falhas de alguns itens, mas procura-se diminuir o efeito dos mesmos sobre a função. Para tanto, é possível utilizar sistemas redundantes na forma de: redundância ativa, redundância passiva e sensores para detectar os efeitos denunciadores da existência de modos de falhas que podem afetar a função. Esse processo é mais apropriado para projeto de sistemas ou subsistemas. Nesse caso é recomendável utilizar algumas ferramentas ou processos de análise como: modelos confiabilísticos, critérios de redundância, análise dos modos de falhas e efeitos (FMEA - *Failure Mode Effects Analysis*), análise dos modos de falhas, efeitos e criticidade (FMECA - *Failure Mode Effects and Criticality Analysis*), árvore de falha (FTA - *Fault Tree Analysis*).

2.4. Histórico da MPT

MPT – *Total Productive Maintenance*, ou Manutenção Produtiva Total, é mais do que uma ferramenta de manutenção, é uma filosofia de trabalho considerada como missão da empresa na manutenção da produtividade (Fleming & França, 1997).

O MPT está baseado em alguns pilares, entre os quais estão melhorias específicas, manutenção autônoma, manutenção planejada, manutenção da qualidade e treinamento. Pode-se perceber que outras ferramentas igualmente fazem parte da sustentação do MPT. Portanto, MPT não conflita com outras ferramentas, mas as reúne em torno de uma filosofia de manutenção da produtividade.

Segundo Mckone et al. (2001), o MPT surgiu no Japão e pode ser definido como a maximização da eficiência do equipamento, cobrindo toda a vida do mesmo, através do envolvimento de todos os funcionários. O MPT pode ser dividido em elementos de curto prazo e de longo prazo. Os elementos de longo prazo são focados no desenvolvimento de novos equipamentos e eliminação de fontes de desperdício de tempo de produção. Os elementos de curto prazo são focados em programas de manutenção autônoma para o departamento de produção, e manutenção planejada para o departamento de manutenção, e desenvolvimento de habilidades especiais para o pessoal de operação e manutenção de equipamentos.

2.4.1. Escola Latina

Segundo a ABRAMAN (2005) em meados dos anos 60, com a difusão do TQC (*Total Quality Control*), os franceses adequaram os conceitos de gestão corporativa.

Eles partiram da premissa de que o aumento da produtividade das empresas seria obtido através das recomendações de um comitê, formado por representantes de todas as áreas direta ou indiretamente envolvidas com o processo.

Esse comitê deveria ser coordenado pelo Gerente de Manutenção e que, com apoio de um Sistema Informatizado e Integrado, mobilizaria os recursos e trabalho em equipes de vários segmentos e diferentes níveis de hierarquia motivados e coordenados segundo uma mesma direção.

Isto significa que a Manutenção coordenaria os grupos de trabalho em diversos níveis de supervisão buscando maior eficiência e disponibilidade dos equipamentos.

Essa proposta, que ficou conhecida como a “Escola Latina” era revolucionária para a época, pois quebrava o paradigma de que a função Manutenção era de menor importância no processo produtivo e que deveria permanecer relegada a segundo plano na estrutura organizacional das empresas.

O fato é que a história mostrou que os franceses estavam certos.

Outro fato que deve ser assinalado na Escola Latina é o prognóstico de que haveria um Sistema Informatizado e “Integrado” que auxiliaria o Comitê Corporativo na análise da situação para apresentação de sugestões de propostas de melhorias. Convém lembrar que naquela época o que existia, em termos de processamento de dados, eram os computadores conhecidos como “*mainframes*” que, por serem únicos na empresa, eram altamente requisitados pelas áreas ditas mais nobres, como financeira, folha de pagamento, compras, contabilidade, engenharia, projeto e que raramente a Manutenção tinha a possibilidade de ter suas necessidades atendidas no tempo desejado.

A sugestão de que haveria um sistema informatizado e integrado deixava à mostra a possibilidade de que cada área da empresa (incluindo Manutenção) teria seu próprio sistema de gestão e que esses sistemas se comunicariam entre si. Mais uma vez, a história mostrou que o prognóstico se realizaria.

2.4.2. Investigações Russas

Segundo a ABRAMAN (2005), em fins dos anos 60, surgiu a proposta das Investigações Russas, em que é definido o conceito de “Ciclo de Manutenção”, como o intervalo compreendido entre duas “Revisões Gerais” que envolvem todos os trabalhos de ajustes e substituições executados durante a parada do equipamento.

O mérito das Investigações Russas era o questionamento da necessidade de existência do “Ciclo de Manutenção”, ou seja, o porquê de ter que parar os equipamentos em intervalos de tempos pré-definidos.

Na proposta deles, as inspeções sistemáticas deveriam ser estabelecidas periodicamente para determinar a evolução das condições de operação e os defeitos e, em função da evolução dessas condições, seria marcado o momento da “Revisão Geral”. Esta proposta ficou conhecida como Manutenção Seletiva e foi a precursora da Manutenção Preditiva por Análise de Sintomas. Este foi o início da chamada era da “Manutenção Baseada em Condições”.

A grande vantagem da proposta dos russos era que as inspeções periódicas seriam feitas, em sua maioria, com o equipamento em funcionamento, utilizando instrumentos simples de medição e os sentidos humanos.

Como consequência da difusão dessas propostas, os profissionais de Manutenção sentiram necessidade de se comunicar, surgindo na Europa, as primeiras “Associações de Manutenção”, onde os profissionais da área buscavam compartilhar suas experiências no sucesso ou fracasso de aplicação das propostas.

Com a difusão dos computadores, o fortalecimento das Associações Nacionais de Manutenção e a sofisticação dos instrumentos de proteção e medição, a Engenharia de Manutenção passou a desenvolver critérios mais sofisticados de Manutenção Baseada em Condições, que foram associados a métodos de planejamento e controle de Manutenção automatizados, reduzindo os encargos burocráticos dos executantes de Manutenção.

Estas atividades causaram o desmembramento da Engenharia de Manutenção, que passou a ter duas equipes: a de Estudos de ocorrências crônicas e a de PCM - Planejamento e Controle de Manutenção, esta última com a finalidade de desenvolver, implementar e analisar os resultados dos Sistemas Automatizados de Manutenção.

2.4.3. Terotecnologia

Araújo e Santos (2002) observaram que ainda hoje, na grande maioria dos empreendimentos tecnológicos, os responsáveis pela manutenção se encontram ausentes dos grupos que concebem, projetam e montam as usinas e as instalações industriais e serviços.

Projetar e montar uma instalação, sem que ninguém, até no momento da partida, trate da organização e da sistematização prévias das atividades de manutenção, constitui uma grande falha.

Nestes casos, nos primeiros meses de funcionamento, é normal acumularem-se problemas graves e multiplicarem-se e alongarem-se as paradas por defeitos devido às seguintes insuficiências:

- Ausência de pessoal de manutenção com conhecimento inicial profundo das instalações;
- Escassez de dados de consulta necessários para a correta pesquisa de anomalias e para referência dos procedimentos e peças de substituição a usar, isto é, má organização da biblioteca de manuais técnicos e de manuais de manutenção;
- Escassez de desenhos de projeto detalhado correspondendo corretamente aos equipamentos instalados e às conexões efetuadas;
- Ausência de estoques corretos de peças de reposição, no que se refere à qualidade ou à quantidade dos itens de almoxarifado;
- Inexistência de rotinas de manutenção preventiva e de diagnóstico previamente estruturadas e racionalizadas;
- Inexistência de procedimentos normalizados e racionalizados para a manutenção periódica, programada, de grandes equipamentos;
- Inexistência de fichários históricos para registro de tempos e ocorrências etc.;
- Escolha incorreta dos equipamentos e soluções;
- Negligência de aspectos de grande importância tais como: "conservabilidade" ou "manutenibilidade" dos equipamentos, tempo médio entre falhas, vida útil do equipamento, tempo médio de reparo dos equipamentos, e existência de meios locais humanos e materiais para a manutenção dos equipamentos.
- Falta de critérios de desmontabilidade de equipamentos e instalações.

A terotecnologia é uma concepção global e integrada do modo como deve ser estudada, escolhida e construída uma nova instalação tecnológica. Os conceitos básicos são os seguintes:

- Os pontos de vista sociais, econômico-financeiros, tecnológicos, de operação e produção e de manutenção de um novo empreendimento são igualmente importantes; especialistas destas várias disciplinas devem fazer parte da equipe de concepção e acompanhamento, desde as fases iniciais (plano diretor, projeto básico, anteprojeto, projeto detalhado) e durante a instalação de partida.
- Os pareceres da manutenção estarão sempre presentes em toda a fase de concepção, escolha de equipamentos e escolha de soluções de instalação.
- A manutenção deve ser previamente organizada e estruturada antes do dia da partida da instalação; nesse dia a manutenção deve ser uma "máquina" pronta a partir.
- O pessoal básico de manutenção, que ficará restrito ao sistema, deve acompanhar todas as fases do projeto e instalação de modo a conhecer em detalhe todas as minúcias dos equipamentos e das instalações logo de início.
- A chefia da manutenção deverá ocupar um nível hierárquico no organograma idêntico ao da chefia de operação.

Carrijo (2001) ponderou que além das definições tradicionais que classificam manutenção em preventiva e corretiva, mais recentemente, na Inglaterra surgiu a TEROTECNOLOGIA (do grego “TEREIN”=TOMAR CONTA, CUIDAR DE) e embora não significando sinônimo do termo manutenção, pode ser considerada como uma evolução de conceito, tendo como objetivo a eliminação ou diminuição dos trabalhos de manutenção, através de estudos nas áreas de engenharia, finanças, administração, entre outras, analisando o ciclo de vida do conjunto de componentes construtivos. Existe uma necessidade imperiosa de que haja em nosso país em geral uma consciência das vantagens da manutenção.

A ABRAMAN (2005) relatou que no início dos anos 70 os ingleses levantaram o questionamento quanto ao envolvimento dos aspectos de custos no processo de gestão da Manutenção, que ficou conhecido como Terotecnologia.

A Terotecnologia é a alternativa técnica capaz de combinar os meios financeiros, estudos de confiabilidade, avaliações técnico-econômicas e métodos de gestão de modo a obter ciclos de vida dos equipamentos cada vez menos dispendiosos (a Manutenção é o coração de qualquer Sistema de Terotecnologia).

O conceito de terotecnologia é a base da atual “Manutenção Centrada no Negócio” onde os aspectos de custos norteiam as decisões da área de Manutenção e sua influência nas decisões estratégicas das empresas.

2.5. Sistema Toyota de Produção

Segundo Suzuki (1994), a manutenção produtiva no Japão recebeu a denominação de Manutenção Produtiva Total (MPT) por envolver todos os empregados da organização, embora inicialmente restrito aos departamentos diretamente envolvidos com os equipamentos e a produção, e começando a ser aplicado após a introdução da manutenção preventiva, o autor afirma que hoje o MPT envolve toda organização, no sentido da busca da eficácia em suas atividades.

O MPT foi desenvolvido pelo *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), a associação japonesa de manutenção industrial, e implementado na indústria japonesa a partir de 1971, inicialmente no grupo Toyota, conforme Nakajima apud Cavalcante (1998).

Suzuki (1994) credita a difusão rápida do MPT em organizações em todo mundo a três razões básicas:

- a) Resultados tangíveis significantes;
- b) A transformação do ambiente de trabalho na unidade industrial;
- c) A motivação dos trabalhadores com os avanços conseguidos.

Takahashi & Osada (1993) consideram o pessoal, as máquinas e os materiais, os elementos básicos envolvidos no gerenciamento da produção, e estes se constituindo os elementos de entrada. A análise da relação entre os métodos de gerenciamento, os elementos de entrada e os elementos de saída, buscava associar opções por práticas que se revelem eficazes.

Para Suzuki (1994), as indústrias de processo possuem particularidades que tornam necessário sua consideração na aplicação do MPT em relação a indústria automotiva na qual se originou. Estas diferenças estão na diversidade dos sistemas de produção e dos equipamentos empregados, ou seja, o uso de equipamentos estáticos como vasos de pressão e colunas de fracionamento, um controle centralizado das operações de produção por um grupo reduzido de operadores, diversos mecanismos de falha, utilização de equipamentos em duplicidade ou *stand-by* e isolados por *bypass*. Completam estas especificidades o alto consumo de energia e o potencial risco de acidentes e danos ambientais.

A história do Sistema Toyota de Produção (STP) tem sua origem estabelecida muito antes da fundação da *Toyota Motors Company*. A Toyota fazia parte de mais um dos empreendimentos de um grupo empresarial têxtil formado pelas empresas *Toyoda Spinning & Weaving Works Ltd* (1918) e *Toyota Automatic Loom Works Ltd* (1926), ambas fundadas por Sakichi Toyoda (Ghinato,1996).

Sakichi Toyoda, considerado um gênio da Engenharia, patenteou inúmeras invenções, entre elas, o mecanismo de parada automática em teares (GHINATO, 1996). Em 1929, Sakichi Toyoda vendeu o direito de uma de suas patentes de teares automáticos para a empresa *Platt Brothers Corporation Ltd* do Reino Unido. O dinheiro obtido através desta negociação foi investido no desenvolvimento e testes do primeiro automóvel Toyota.

A Toyota Motor Company foi fundada em 1937 por Kiichiro Toyoda (Ghinato, 1996). Em suas linhas de produção, foram aplicadas as idéias e técnicas desenvolvidas nos teares da Toyota, cuja evolução levou ao STP na década de 60, tendo como seu principal mentor Taiichi Ohno, vice-presidente da Toyota (Alves, 2001).

Ohno (1997) descreve que, em 1937, a partir de informações de produtividade comparando trabalhadores americanos e alemães, onde a razão era de 1 para 3, razão semelhante aos alemães comparados com os japoneses, ficou surpreso ao constatar que eram necessários nove trabalhadores japoneses para realizar o trabalho de um americano. Segundo Ghinato (1996), analisando estes fatos, Ohno percebeu que a diferença de produtividade entre os trabalhadores americanos e japoneses não era causada por esforços físicos adicionais, mas resultado de trabalhos inúteis que estariam sendo realizados pelos trabalhadores japoneses. Apoiado nesta constatação e com a perda da Guerra em 1945, Kiichiro Toyoda, então presidente da *Toyota Motor Company*, colocou como meta alcançar os Estados Unidos em 3 anos. O Sistema Toyota de Produção teve início a partir desta necessidade, tendo como base a eliminação absoluta dos desperdícios, os quais estão divididos em desperdícios de esforço, materiais e tempo.

Ohno (1997) enfatiza que a estrutura básica do STP foi realizada porque sempre havia propostas e necessidades claras, o que era apoiado em sua convicção de que a necessidade é a mãe da invenção.

A crise do petróleo que quadruplicou o preço do petróleo cru entre 1970 e 1974 e provocou abalos econômicos mundiais levou à escassez generalizada dos derivados deste, especialmente nos setores industriais (Schonberger, 1993). Ohno (1997) destaca que, neste período, em razão de estar conseguindo manter seus ganhos apesar da crise, diferentemente das demais, a *Toyota Motor Company* atraiu as atenções de outras companhias, trazendo à tona a potencialidade do sistema de produção da Toyota (Ghinato, 1996).

Segundo Ohno (1997), a palavra eficiência, utilizada freqüentemente ao falar de produção, gerência e negócios significam, na indústria moderna e nas empresas em geral, a redução de custos, única maneira de se obter lucro. A partir desta idéia, Ohno aplica o princípio de custos, chamado de subtração do custo, formulando que o preço de venda = lucro + custo real, transferindo, deste modo, todos os custos ao consumidor. Onde parte desses custos está associada aos desperdícios existentes nas empresas. Este princípio que responsabiliza os clientes não se adapta às necessidades atuais da indústria automobilística, que busca a competitividade de seus produtos.

A busca pela redução dos custos deve ser perseguida pelas empresas, pois, deste modo, é possível praticar preços atraentes aos clientes, mantendo ou aumentando os lucros, garantindo a sua sobrevivência no mercado atual. Assim, ao atender a este princípio, tem-se então que o lucro = preço de venda – custo. O Sistema Toyota de Produção tem, em sua base de sustentação, dois pilares, o *Just-in-time* (JIT) e a autonomia ou automação com toque humano (Ohno, 1997).

A autonomia, segundo pilar do Sistema Toyota de Produção, consiste em atribuir aos operadores e máquinas a autonomia de interromper a operação quando ocorrerem anomalias na máquina ou produto, ou quando a quantidade planejada de produção for atingida. Com esta autonomia, não é mais necessário a presença de operadores acompanhando a máquina durante a operação, permitindo que um operador opere mais de uma máquina, a exemplo do que ocorria nos teares da Toyota *Spinning & Weaving*, onde um operador era responsável por mais de 40 teares automáticos (Ohno, 1997). O que representa, segundo Ghinato (1996), o rompimento da lógica Taylorista de um homem, um posto, uma tarefa,

princípio dos tempos alocados ou impostos, substituindo-os por tarefas múltiplas em padrões de tempo e trabalho flexíveis.

A operação de várias máquinas somente é possível através de operadores multifuncionais que significa que, enquanto o operador remove a peça pronta, fixa uma nova peça em uma máquina para ser processada e dá o início de ciclo, as outras máquinas de responsabilidade deste operador estarão em funcionamento, repetindo estas operações seqüencialmente, assim que as máquinas encerram os seus ciclos.

Segundo Ohno (1997), a análise e eliminação total dos desperdícios passam pelo aumento da eficiência, que só terá resultado quando estiver associada à redução de custos, e pela análise da eficiência de cada operador e linha de produção.

De modo a orientar o processo de análise dos desperdícios, entendido por Ohno (1997) como uma etapa preliminar para a aplicação do STP, Ohno (1997) definiu sete desperdícios que, se eliminados, conduziram à redução dos custos, obtendo-se assim a melhoria na eficiência.

A partir da análise das perdas por superprodução, Ohno (1997) faz algumas considerações a respeito da utilização de máquinas de alta velocidade, conhecidas como lebres e de máquinas tartarugas, que são lentas, porém consistentes. Segundo o autor, as máquinas de alta velocidade, erroneamente entendidas como máquinas de alta produtividade, são causadoras de desperdício quando programadas para produzir mais produtos do que é possível vender. Da mesma forma, quando a alta velocidade é obtida forçando as máquinas a trabalharem com velocidades acima de suas características. Essas ações que, em geral, visam evitar quedas de produção promovem a degradação das máquinas, causando, por fim, perdas e não-benefícios como esperado por gerentes e supervisores de produção.

Schonberger (1993) destaca que a utilização de máquinas pequenas, baratas e com finalidades específicas, propicia maior flexibilidade, o que não acontece com a utilização de máquinas universais, ou supermáquinas, oferecidas no mercado. Essas supermáquinas costumam adquirir importância de tal grandeza dentro das empresas, a ponto de determinar as estratégias de produção de modo a manter a máxima utilização possível destes recursos.

O Sistema Toyota de Produção, apoiado nos pilares do Just-in-Time e Autonomia, tem sua operacionalização conduzida a partir de técnicas e sistemas desenvolvidos ao longo da consolidação deste sistema. Pode-se citar como exemplo o sistema *Kanban*, *Poka-yokes*, Troca Rápida de Ferramentas (TRF), *Andon*, *Lay-out* em forma de U, flexibilização da mão-de-obra (*Shojinka*), a busca pela causa raiz dos problemas perguntando-se 5 porquês, entre outros, que, juntos, buscam a completa eliminação das perdas, que é a essência do STP.

2.6. Fases de implantação da MPT

Para Carrijo (2001), a MPT é um método de gestão que identifica e elimina as perdas existentes no processo produtivo, maximizando a utilização do ativo industrial e garante a geração de produtos de alta qualidade a preços competitivos. Além disso desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e melhoria contínua, garantindo o aumento da confiabilidade dos equipamentos e da qualidade dos processos, sem investimentos adicionais. De acordo com a metodologia do MPT, ela é estruturada por 8 pilares que possuem seus objetivos, sendo eles

- Manutenção Planejada – Quebra zero, aumentar eficiência e eficácia dos equipamentos/ instalações;
- Manutenção Autônoma – Capacitação da mão-de-obra;
- Melhoria Específica – Reduzir o número de quebras e aumentar a eficiência global do equipamento;
- Educação e Treinamento – Elevar o nível de capacitação da mão-de-obra;
- Controle Inicial – Reduzir o tempo de introdução de produto e processo;
- Manutenção da qualidade – Zero defeito;

- MPT nas Áreas Administrativas – Reduzir as perdas administrativas, Escritório de alta eficiência;

- Segurança, Higiene e Meio Ambiente – Zero Acidente;

Conforme Tavares (1999), a estimativa média de implementação do MPT é de 3 a 6 meses para a fase preparatória, e de 2 a 3 anos para início do estágio de consolidação, considerando que seja feita segundo as doze etapas sugeridas a pela metodologia do JIPM.

1ª etapa - Manifestação da Alta Administração Sobre a Decisão de Introduzir o MPT.

A decisão da alta direção de adotar o MPT deverá ser divulgada para todos os funcionários, pois todos deverão se preparar para colaborar na consecução das expectativas e metas a serem atingidas com o programa em questão.

Em reunião de diretoria ou com as gerências a alta direção deverá declarar sua decisão pela introdução do MPT.

A organização de eventos, como seminários e encontros sobre MPT, direcionados para todo os executivos e o pessoal de chefia da empresa deve ser levada a efeito, e nestas oportunidades, se deve afirmar novamente a decisão de introduzir o MPT. A publicação desta declaração deve ser feita nos boletins internos da empresa.

É recomendável que o MPT seja desenvolvido ao nível da empresa como um todo, contudo, quando se tratar de uma empresa de grande porte, e que possua muitas divisões em vários locais, deve-se selecionar algumas divisões ou localidades como modelos, e efetuar nestes a introdução piloto do MPT. A partir dos resultados obtidos nestas áreas-piloto pode-se passar a difundir o MPT por toda a empresa.

2ª etapa - Campanha de Divulgação e Treinamento para Introdução do MPT.

O MPT é um movimento para o aperfeiçoamento da empresa através do aprimoramento das pessoas e dos equipamentos. Assim, à medida que se faz treinamento para a introdução do MPT em todos os níveis hierárquicos, consegue-se maior compreensão sobre o assunto por todos, que além disso passarão a utilizar uma linguagem comum, aumentando sua vontade para enfrentar o desafio proposto pelo MPT.

Recomenda-se que a mídia a ser utilizada na campanha interna seja através de *posters* e *slogans*.

O simples fato de o executivo principal ter decidido colocar em prática o MPT não é suficiente que o programa se desenvolva por si só. Tal desenvolvimento será possível somente após a realização de treinamentos adequados.

Nesta etapa, não apenas o setor de produção, mas todos os demais setores, como pesquisa e desenvolvimento, projetos, área técnica de produção, vendas, compras, contabilidade, pessoal, administração e outros, deverão também receber treinamento introdutório, o qual nada mais é que um esclarecimento e conscientização sobre o MPT.

3ª etapa - Estrutura para Implantação do MPT.

O objetivo desta etapa é criar uma estrutura matricial para promover o MPT, que junte a estrutura horizontal formada por comissões e equipes de projetos com a estrutura formal, hierárquica e vertical. Além disso, deve-se gerenciar participativamente através de pequenos grupos multifuncionais.

Ao se desenvolver o programa de MPT ao nível da empresa como um todo, deve-se constituir uma comissão de MPT de toda a empresa, que se preocupará em promover a implantação do programa de forma global.

Igualmente, será necessário estabelecer uma comissão de promoção do MPT em cada divisão ou filial.

Sugere-se criar uma secretaria administrativa de promoção do MPT e designar uma pessoa dedicada, que será responsável pelo programa.

Dependendo da necessidade, pode-se estabelecer, ainda, grupos de estudo ou equipes de projetos visando melhorias individualizadas nas áreas de divulgação, treinamento, manutenção espontânea, manutenção programada e controle dos equipamentos na fase inicial, entre outras.

Deve-se, também, criar e desenvolver, dentro da estrutura formal, pequenos grupos voltados para o MPT, que terão como líderes os responsáveis de primeira linha da empresa.

O sucesso ou insucesso do programa de MPT dependerá enormemente de quem for escolhido para presidente da comissão de implantação de MPT.

Os executivos deverão comparecer assiduamente às reuniões da comissão e liderá-las de forma positiva e efetiva.

4ª etapa - Estabelecimento de Diretrizes Básicas e Metas para o MPT.

O MPT deve ser parte integrante das diretrizes básicas da administração da empresa, bem como dos seus planos de médio e longo prazos. Além disso, as metas do MPT devem fazer parte das metas anuais da empresa e sua promoção deve ser feita de acordo com as diretrizes e metas da empresa.

É importante definir claramente a postura que se deseja para cada nível hierárquico, decorridos 3 a 5 anos após a introdução do MPT. Deve-se também estabelecer metas para a incorporação dos conceitos e das principais sugestões para execução, obtendo o consenso de toda a empresa sobre estas questões.

Deve-se fazer uma previsão do tempo necessário para alcançar um nível que permita à empresa concorrer ao prêmio PM (Prevenção da Manutenção), assim como definir os objetivos a serem alcançados nessa época (tais como metas relativas à redução de quebras, aumento do rendimento geral dos equipamentos etc.)

Para isso, é necessário efetuar um levantamento criterioso de cada item da meta, dos índices atualmente verificados, e monitorá-los.

Recomenda-se fazer comparações entre a situação atual e o objetivo visado, ou seja, quando se atingir o nível de concorrer ao prêmio PM, fazendo uma previsão dos resultados e alocando recursos adequados para tal execução.

Ao se introduzir o MPT deve-se buscar, sem dúvida, a conquista do prêmio PM. Entretanto, o prêmio no mínimo deve ser um meio para melhorar os resultados, mas não um fim, pois o que realmente importa é a realização de melhorias.

Como meta para o MPT alcançar um nível que permita o recebimento do prêmio PM, devem-se propor metas ambiciosas, como a redução do índice de defeitos de 10 para 1, ou a elevação da produtividade em 50 %. Além disso, é importante a criação de um "slogan" que eleve o moral de todos os funcionários e seja facilmente compreendido. Inclusive por pessoas de fora da empresa.

5ª etapa - Elaboração do Plano Diretor para Implantação do MPT.

Elaborar um plano de metas (Plano Diretor) que englobe desde os preparativos para a introdução do MPT, até a etapa de avaliação para o prêmio PM. Durante o desenvolvimento do Plano Diretor deve-se medir sua promoção tendo em mente o propósito de alcançar o nível esperado de avaliação, em base anual.

Inicialmente deve-se elaborar um cronograma contendo as 12 etapas previstas no programa de desenvolvimento do MPT, especialmente o proposto nos pilares básicos do MPT, e indicando claramente o que deve ser feito e até quando. O cronograma, estabelecido em nível da empresa como um todo ou de suas divisões ou filiais, é denominado Plano Diretor.

Baseando-se nesse Plano Diretor, cada departamento, seção ou unidade deverá elaborar o seu próprio cronograma.

Anualmente efetua-se a comparação entre o previsto e o real, fazendo-se uma avaliação do progresso conseguido e introduzindo correções de acordo com a necessidade.

Como o MPT visa o aprimoramento das pessoas e dos equipamentos, se não houver tempo suficiente não se alcançará a melhora desejada. A elaboração do Plano Diretor deve considerar um espaço de tempo suficiente para que surjam resultados.

Para o desenvolvimento de cada um dos pilares básicos deve-se elaborar um manual que possibilite a qualquer pessoa a compreensão do desenvolvimento do programa de MPT.

A comissão deve reunir-se mensalmente para verificar o progresso e avaliar a evolução do programa.

6ª etapa - Início do Programa de MPT.

Encerrada a fase preparatória, terá início a implantação do programa. Trata-se, nesta etapa, de fazer frente ao desafio de "zerar" as seis grandes perdas dos equipamentos, procurando que cada funcionário da empresa compreenda as diretrizes da Diretoria, conseguindo assim elevar a motivação moral de todos para participar, desafiando as condições limites atuais, e atingindo as metas visadas.

É preciso programar uma cerimônia para lançar o desafio de eliminar as seis grandes perdas, com garra e disposição, e conseguir o apoio de todos os funcionários às diretrizes emanadas da Diretoria.

A cerimônia deve ser um encontro de todos os funcionários, no qual:

- é reafirmada a decisão da Diretoria de implantar o MPT;
- o procedimento de promoção do MPT é explicado, bem como as diretrizes básicas do programa, suas metas, o Plano Diretor e outros aspectos;
- é feita, por um representante dos funcionários, uma declaração solene de aceitação do desafio de conquistar o prêmio PM;
- são recebidas manifestações de incentivo por parte de visitantes presentes ao evento;

Para esse encontro deverão ser convidados os clientes, empresas fornecedoras e empresas coligadas.

Até a data de início do programa propriamente dito, o treinamento visando à introdução ao MPT, para todos os funcionários da empresa, já deverá estar concluído.

7ª etapa - Melhoria Individualizada nos Equipamentos para Maior Rendimento Operacional.

Selecionando-se um equipamento piloto e formando-se uma equipe de projeto, composta por pessoal da engenharia de processo e da manutenção, supervisores de linha de produção e operários, é possível efetuar as melhorias individualizadas destinadas a elevar o rendimento dos equipamentos e comprovar os efeitos positivos do MPT.

Como equipamento piloto, deve ser escolhido aquele que seja um gargalo de produção, ou onde estejam ocorrendo perdas crônicas nos últimos 3 meses, pois assim, após a introdução das melhorias pretendidas, será possível obter resultados altamente positivos.

Dentre os temas para melhoria, deve-se escolher qual das 6 grandes perdas (quebras, "setup" e ajustes, perdas devidas ao ferramental, operação em vazio e paradas momentâneas, redução da velocidade, defeitos no processo e início de produção, e queda no rendimento), é aquela que melhor atende à necessidade de redução de perdas.

Ao demonstrar melhorias individualizadas através de equipes de projeto com temas específicos, é possível demonstrar as reais habilidades do pessoal de engenharia de processo e de manutenção. Ao disseminar a melhoria individualizada lateralmente, cada líder de grupo poderá realizar as melhorias nos equipamentos do seu próprio local de trabalho, através de pequenos grupos.

Para as melhorias individuais é necessário utilizar todos os métodos relevantes, tais como a engenharia industrial, o controle de qualidade, engenharia de confiabilidade, ou outros. Para eliminar perdas crônicas em um equipamento pode-se utilizar uma das metodologias da engenharia de confiabilidade mais eficazes, que é o método de análise de PM - Prevenção da Manutenção.

Cada setor ou seção deve selecionar um único equipamento piloto, pois não se deve atuar sobre muitos ao mesmo tempo.

É sempre recomendável que se inclua, como membro da equipe, alguma pessoa que domine o método de análise de PM.

8ª etapa - Estruturação para a Manutenção Espontânea.

O objetivo desta etapa é fazer com que a atitude segundo a qual, cada pessoa se encarrega de cuidar efetivamente de seus próprios equipamentos, seja definida para todos os trabalhadores da empresa. Ou seja, a habilidade de executar uma manutenção espontânea deve ser adotada por cada operador.

Para o desenvolvimento da manutenção espontânea deve-se proporcionar treinamento a cada passo, executar as manutenções, e as chefias devem avaliar os resultados que, um vez aprovado, permitirá prosseguir para o passo subsequente.

Na primeira etapa (limpeza inicial) deve-se, juntamente com a limpeza, identificar pontos onde haja defeitos e efetuar o reparo dos mesmos, ou seja, aprender que fazer a limpeza é efetuar a inspeção.

Na segunda etapa (medidas contra fontes geradoras de problemas e locais de difícil acesso), deve-se inicialmente providenciar ações contra fontes geradoras de problemas e proceder à melhoria do acesso a pontos normalmente difíceis. Com isso será possível reduzir o tempo gasto para efetuar a limpeza e a lubrificação.

Na terceira etapa (elaboração de normas para limpeza e lubrificação) as normas que serão seguidas devem ser elaboradas pelo próprio usuário.

Na quarta etapa (inspeção geral), faz-se o treinamento nas técnicas específicas de inspeção (por exemplo, o ajustes de parafusos e porcas). Executando-se a inspeção geral pequenos defeitos nos equipamentos são detectados, procedendo-se em seguida ao efetivo reparo, até que os equipamentos atinjam o estado que deveriam ter.

Na quinta etapa (inspeção espontânea) efetua-se a inspeção espontânea com a finalidade de manter as condições de desempenho originalmente concebidas para o equipamento.

Na sexta etapa (arrumação e limpeza) definem-se as ações necessárias ao controle das estações de trabalho e sua manutenção.

Na sétima etapa (efetivação do autocontrole) as habilidades adquiridas nas etapas 1 a 6 serão utilizadas para dar continuidade à manutenção espontânea e às atividades de melhoria dos equipamentos.

As etapas 1 a 4 referem-se à parte fundamental do aprimoramento das pessoas e dos equipamentos. Ao realizá-las com paciência e perseverança certamente serão alcançados os resultados esperados.

Deve-se evitar pintar corredores e equipamentos sem que antes sejam eliminadas as sujeiras, ferrugens, lixo, vazamentos de óleo e outros.

9ª etapa - Estruturação da Manutenção Programada pelo Departamento de Manutenção.

Nesta etapa a produção e a manutenção buscam complementar-se, com a adoção da manutenção autônoma ou voluntária pela produção, enquanto a área de manutenção se encarrega da condução do planejamento da manutenção.

O departamento de manutenção se desloca para uma nova modalidade de trabalho que é o da incorporação de melhorias.

O planejamento da manutenção é a prática tradicional recomendada para a preservação de máquinas, equipamentos e instrumentos, através da preparação dos calendários de trabalho e a definição das normas e padrões para a sua condução, não se tratando, portanto, de algo inédito.

10ª etapa - Treinamento para Melhoria do Nível de Capacitação da Operação e da Manutenção.

Desenvolver novas habilidades e conhecimentos, tanto para o pessoal de produção quanto para o de manutenção, é o que preconiza esta etapa.

Não se trata do mesmo programa estabelecido na fase inicial, a segunda etapa, que se baseia na conscientização, mas sim, busca a obtenção dos conhecimentos suplementares e habilidades necessárias, através de aulas teóricas e práticas, desenvolvidas nos centros de treinamento das empresas, constituindo-se como parte integrante do programa de formação profissional, visando ao bom desempenho no trabalho.

Portanto, nesta etapa, a empresa deve encarar este programa de educação e treinamento como um investimento, no qual não se deve economizar, visto que apresenta um retorno garantido.

11ª etapa - Estruturação do Controle da Fase Inicial de Operação dos Equipamentos.

Esta é uma etapa designada aos órgãos de engenharia da empresa, tanto no que se refere aos processos, como no que se refere à determinação ou construção de máquinas, buscando o máximo rendimento operacional global.

É nesta fase, que os levantamentos das inconveniências, imperfeições e a incorporação de melhorias são efetivadas, mesmo nas máquinas novas, onde os conhecimentos adquiridos possibilitam o desenvolvimento de projetos onde estejam presentes os conceitos de PM - Prevenção da Manutenção, destinada a conquista de resultados de máquinas com Quebra Zero/Falha Zero.

A aquisição de uma nova máquina deve levar em conta também estes conceitos de PM, além dos fatores econômicos e financeiros, variáveis que, em função dos equipamentos atualmente disponíveis no mercado, nem sempre são atendidas satisfatoriamente.

12ª etapa - Execução Total do MPT e Elevação do Nível Geral.

Esta é a etapa da consolidação do MPT onde se dá o incremento do nível geral do seu desempenho. Com a conquista desse marco a empresa estaria habilitada a inscrever-se ao Prêmio PM de Excelência em Manutenção, concedido pelo JIPM.

2.7. O MPT e o gerenciamento da qualidade total

Quando se fala em produção de peças por meio de máquinas e equipamentos, com qualquer nível de automação, a qualidade do produto final é determinada, entre outros fatores, pelo desempenho do equipamento/máquina que o fabrica. Tradicionalmente, manutenção e qualidade têm sido analisadas separadamente, como identifica Ben-Daya (2002), que apresenta um modelo matemático que leva em consideração a deterioração do equipamento no processamento da produção de lotes econômicos.

Badía et al. (2002) discutem essa questão relacionando uma manutenção ineficaz com a necessidade de inspeções mais frequentes, o que eleva o custo do controle de qualidade. A deterioração das condições ótimas do equipamento leva a desvios no processo e a queda de qualidade.

Conforme Souris (1992), a busca pela qualidade do processo e do produto passa pela qualidade da manutenção, sem a qual o montante investido em sistemas de gestão da qualidade pode ser inteiramente perdido. A qualidade da função manutenção pode evitar a deterioração das funções operacionais dos equipamentos, especialmente aquelas que levam a falhas ocultas, que resultam na incapacidade do processo.

Apenas uma manutenção adequada pode garantir que o processo não perderá sua capacidade devido a desvios provocados por problemas no equipamento. A manutenção é encarada como essencial também nos sistemas de gestão da qualidade, como a ISO 9000 (KARDEC & NASCIF, 2001).

2.7.1 Indicadores de Manutenção

Na opinião de Zen (2003), deve-se utilizar; para começar em um primeiro momento a organizar uma estrutura de manutenção; os seguintes indicadores:

Hora Parada ou Hora Indisponível

Representa o tempo entre a comunicação de indisponibilidade da máquina ou equipamento até a sua liberação /aprovação para funcionamento normal ou produção. É necessário o acompanhamento desse indicador para ter um controle básico sobre o funcionamento dos ativos, visando conhecer a disponibilidade do equipamento para o processo produtivo.

Hora de espera

Representa o tempo entre a comunicação da indisponibilidade da máquina ou equipamento e o momento do início do atendimento por parte do funcionário de manutenção. É importante acompanhar esse intervalo de tempo, para que se tenha um controle mínimo sobre eventual desperdício ou ainda verificar a organização básica da equipe. Constata-se tradicionalmente que esse intervalo de tempo é um dos grandes responsáveis pelo aumento da indisponibilidade da máquina, pois caso a equipe não seja bem organizada quanto à formação do grupo, quanto à organização do almoxarifado de manutenção ou quanto à falta de comprometimento com os objetivos empresariais, tais perdas serão ainda maiores. Todo e qualquer desperdício no imediato atendimento à máquina ou equipamento aumentará a indisponibilidade. Acompanhar esse indicador poderá propiciar redução das horas paradas em cerca de 20% a 30% no primeiro ano e de cerca de 15 a 20% no segundo ano.

Hora de impedimento

Esse indicador representa todo e qualquer tempo despendido com ações que não dependem diretamente da ação do grupo da manutenção, ou seja, demandam ações de outras equipes, tais como a de compras, de projetos, de laboratório etc . É nesse momento que se poderá verificar o grau de comprometimento das equipes auxiliares no sentido de rapidamente disponibilizar a máquina ou equipamento ao ambiente produtivo. Caso os resultados não sejam satisfatórios, é possível atuar junto a essas equipes no sentido de ampliar seu comprometimento, demonstrando as perdas que as mesmas causam ao ambiente produtivo.

Disponibilidade

Esse indicador representa a probabilidade de em um dado momento um equipamento estar disponível. Ele é o resultado do bom acompanhamento do indicador de hora parada. Para os colegas do ambiente produtivo, esse indicador representa a possibilidade de garantir o atendimento das metas de produção. A partir do momento em que se possuem as condições mínimas de controle devidamente implantadas, deve-se passar a uma segunda etapa, que é a de implementar e acompanhar outros indicadores de manutenção, sempre recordando que devem estar conectados com os objetivos empresariais. Esse indicadores podem ser os seguintes:

Custo de manutenção

Esse é um dos principais indicadores da atividade de manutenção, representando a somatória básica das seguintes parcelas: custos de intervenção de manutenção (recursos materiais, sobressalentes e mão de obra), custos próprios (internos) da equipe de manutenção, tais como administração, treinamento etc e os custos de perdas de produção (se houver) e o custo da perda de oportunidade pela falta do produto, se houver demanda. Normalmente as empresas acompanham apenas os custos de intervenção, mas devem, no mínimo, acompanhar também os custos próprios.

MTBF (*Mean Time Between Failure*) / TMEF - Tempo médio entre falhas

Indicador que representa o tempo médio entre a ocorrência de uma falha e a próxima, representa também o tempo de funcionamento da máquina ou equipamento diante das necessidades de produção até a próxima falha.

MTTR (*Mean Time To Repair*) / TMPR - Tempo médio para reparo

Esse indicador aponta o tempo que a equipe de manutenção demanda para reparar e disponibilizar a máquina ou equipamento para o sistema produtivo. Nesse período estão todas

as ações envolvidas no reparo, sejam elas da equipe de compras, de laboratório ou qualquer outra equipe de trabalho.

Rendimento sintético

O rendimento sintético (RS) é a ferramenta técnica de medida que retrata o desempenho global da linha de produção onde foram implantadas a MPT. Esse rendimento sintético constitui-se uma medida representativa do estado de funcionamento. Este indicador só encontra seu significado na análise de seus elementos constituintes, em particular a medida das 6 famílias de não-desempenho.

Confiabilidade

Representa a probabilidade de que um item ou uma máquina funcione corretamente em condições esperadas durante um determinado período de tempo ou de ainda estar em condições de trabalho após um determinado período de funcionamento.

Mantenabilidade ou Manutenibilidade

É a probabilidade de que um item avariado possa ser colocado novamente em seu estado operacional, em um período de tempo predefinido, quando a Manutenção é realizada em condições determinadas, e é efetuada com os meios e procedimentos estabelecidos. É interessante que se trabalhe com os indicadores acima por um período de dois anos de maneira a sedimentá-los e passarem a fazer parte da rotina do grupo de manutenção. Assim eles refletirão o comprometimento de todos para com os resultados. Esses nove indicadores são suficientes para iniciar um bom trabalho de acompanhamento da rotina de uma equipe de manutenção. Acompanhá-los mensalmente, realizando uma análise constante dos mesmos, permitirá alcançar bons resultados. Estar atento à competitividade do grupo levará a outros indicadores, que, com o passar do tempo, serão também muito úteis.

3 PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA

Neste capítulo apresenta-se a metodologia utilizada para a análise da implementação da Manutenção Produtiva Total (MPT) no setor de carroceria da empresa Peugeot Citroën. Para isto, a etapa de coleta e formatação (consolidação) dos dados foi de suma importância para que se pudesse obter informações estruturadas possibilitando a identificação e análise dos impactos da MPT na linha de produção do automóvel Peugeot 206.

Neste sentido, foram analisados seis indicadores de desempenho para a referida linha de produção, com relação direta com os objetivos do setor de carroceria, quais sejam:

- 1- Rendimento Sintético
- 2- Rendimento Operacional
- 3- Disponibilidade Própria
- 4- Bom Direto
- 5- MTTR
- 6- MTBF

As denominações destes indicadores seguem os padrões habitualmente utilizados na indústria automobilística mundial, exceto o indicador rendimento sintético. Este na forma apresentada, constitui-se em ferramenta desenvolvida para aplicações exclusivas nas fábricas do grupo PSA Peugeot Citroen. Não obstante, o conteúdo de cada indicador, foco da análise desenvolvida nos possibilitará visualizar os efeitos da aplicação da MPT sobre os indicadores analisados no presente estudo. Estes indicadores e seus parâmetros serão detalhados neste capítulo, conforme metodologia descrita.

5.1 Justificativa Metodológica

A metodologia de acompanhamento dos resultados por meio de indicadores é de vital importância para a visualização do desempenho de um sistema de produção. Isto porque nos permite enxergar as variações do processo, sempre que existirem ao longo do tempo. Daft (1999), enfatizou que a tomada de decisão clássica baseia-se na prerrogativa de que “o tomador de decisões é racional e usa a lógica para consolidar, estratificar dados e avaliar alternativas; possibilitando identificar as áreas ou indicadores que necessitam de uma intervenção a fim de se maximizar o alcance das metas organizacionais”.

Em consonância as afirmativas anteriormente descritas pôde-se justificar a metodologia utilizada. Nesta, a aplicação de indicadores, como uma ferramenta para análise do ambiente do sistema de produção, permitiu a análise dos problemas subsidiando tomadas de decisão.

5.2 Indicadores para avaliação da MPT

Os indicadores foco das análises são de fácil compreensão e aplicação, possui relação direta com a constatação do desempenho da implantação da Manutenção Produtiva Total e possibilita a comparação entre diferentes unidades da organização quando se pretende medir a eficácia delas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito na metodologia, o acompanhamento dos indicadores foi realizado por um período de 12 meses permitindo analisar as implicações da aplicação das ferramentas da MPT nos resultados, da linha de produção do automóvel Peugeot 206 na área de carroceria.

A análise de cada um dos indicadores de desempenho da referida linha indicou de forma incontestável os expressivos ganhos obtidos com a adoção da metodologia MPT, conforme mostrado a seguir.

4.1 Análise dos indicadores: Comparativo 2003 x 2004

Para facilitar a análise da evolução dos resultados foi utilizada a Tabela 1. com valores consolidados de cada um dos indicadores utilizados; tendo como foco os resultados antes e depois da aplicação da MPT na linha de produção da BR T1. Assim, buscou-se evidenciar as melhorias obtidas nos resultados da produção.

Tabela1 – Resultados dos indicadores de desempenho da MPT 2003 x 2004.

Indicadores	Siglas	nov/03 (Antes)	nov/04 (Depois)	Ganho	Unidade	Comportamento
Rendimento sintético	RS	45,18	68,09	22,91	%	Melhorou 😊
Rendimento operacional	RO	74	89,6	15,6	%	Melhorou 😊
Disponibilidade própria	DP	66,8	86,3	19,5	%	Melhorou 😊
Bom direto	BD	98	100	2	%	Melhorou 😊
Tempo médio de reparo entre falhas	MTTR	14,71	9,87	4,84	Tempo (min)	Melhorou 😊
Tempo médio entre falhas	MTBF	185,36	440,56	225,2	Tempo (min)	Melhorou 😊

Observa-se, pela tabela 1, que todos os indicadores aplicados para a análise demonstram melhorias significativas em seus índices, principalmente o indicador de RS, que demonstra o desempenho global da linha de produção e, conseqüentemente, a diminuição das perdas. Como pode-se observar na Figura 27 houve uma melhoria de 22,91%, entre período de novembro de 2003 a novembro de 2004, ou seja, após doze meses de implantação da metodologia MPT. Este resultado alcançado representa uma evolução de mais de 100%, sobre os objetivos iniciais estabelecidos de 10,21%.

Já o rendimento operacional, que reflete o nível de desempenho da linha de produção, durante o tempo efetivamente utilizado pelos operadores, cresceu 15,6% no período de análise. Este resultado se deveu principalmente à diminuição das panes e micropanes e perdas de qualidade.

O indicador de Disponibilidade Própria, que demonstra o tempo percentual que o equipamento está disponível para exercer sua função satisfatoriamente, experimentou uma evolução de 19,5%, superando a meta estabelecida pela organização.

Para o indicador de Bom Direto, que representa a produção obtida sem nenhum tipo de retrabalho (livre de defeitos), a evolução percentual pode ser entendida a princípio como pequena, de apenas 2%. Contudo, este valor reflete um ganho em cima dos valores de novembro de 2003 que já eram considerados muito bons.

Para o tempo médio de reparo entre falha que, como já descrito, refere-se à visibilidade do tempo médio que a manutenção está efetuando os reparos na linha de produção, o ganho obtido foi de 4,84%, refletindo um melhor desempenho (habilidades e competências) das equipes de manutenção durante as intervenções corretivas na linha de produção.

Já o tempo médio entre falhas, que representa a capacidade (tempo) que os equipamentos de uma linha de produção operam de forma contínua (livres de panes), teve uma evolução bastante expressiva, com ganhos de 225,2%. Isso se deveu ao aperfeiçoamento e

disponibilidade de tempo da equipe de manutenção devido ao fato de os operadores de produção assumirem os aspectos mais simples da conservação dos equipamentos.

Nós ressaltamos que o acompanhamento dos indicadores do Canteiro MPT – Base rolante T1i-206 foi realizado durante um período de 12 meses, permitindo-nos observar os envolvimento da aplicação das ferramentas MPT sobre os resultados, o que pode ser confirmado por meio da análise de cada indicador de desempenho, conforme definido na metodologia.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em função dos resultados obtidos e descrito ao longo do artigo procede-se as conclusões da implantação da TPM (Manutenção Total Produtiva) na linha de produção da plataforma do T1 – Peugeot 2006 , basea-se na utilização de um grupo de indicadores com o objetivo de se avaliar a eficácia da implementação . Com este fim foram aplicados indicadores que pudessem refletir de maneira clara e objetiva os ganhos obtidos pela empresa com a adoção da TPM. Ao todo três indicadores foram analisados sendo obtido resultados amplamente favoráveis , isto é , constatou-se uma evolução positiva conforme demonstrada na figura 1, que comprovou ganho no comportamento dos indicadores RS (rendimento sintético – que é a relação entre as peças boas produzidas e a capacidade máxima possível realizável no período observado) na ordem de 23,72% , ÑRS (não rendimento sintético - é a identificação e consolidação de todas as famílias de perdas e seus impactos dentro do tempo de abertura) na ordem de 22,05 % de eliminação de perdas em minutos e DP (disponibilidade própria - é expressa pelo percentual de tempo em que o sistema estava pronto para operar, para componentes que operam continuamente) na ordem de 3,60 % de ganho de confiabilidade. Pode-se afirmar que a empresa obteve ganhos expressivos com a implantação da TPM na linha de produção da plataforma do T1 – Peugeot 2006 , que seguramente já estão sendo percebidos pelos nossos clientes , funcionários e acionistas.

Os resultados alcançados se devem a implantação da TPM , que estabeleceu módulos de funcionamento e uma cultura voltada para melhorias permanentes do desempenho dos equipamentos e diminuição e ou eliminação das famílias de perdas pelo envolvimento contínuo de todas as pessoas. Esta busca de melhoria passa pela apropriação e condução autônoma das instalações pelos agentes de produção (operadores).

Os resultados alcançados estão à disposição para serem compartilhados dentro da própria empresa com outras áreas por meio de um retorno de experiência e também com a comunidade acadêmica.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. **MRP II e Manufatura Enxuta: Vantagens, Limitações e Integração.** Encontro Nacional de Engenharia De Produção, XXI. Salvador: 2001.

ARAÚJO, I.M.; SANTOS, C.K.S. **O conceito atual de manutenção: terotecnologia.** Projeto Apostila Virtual. Departamento de Engenharia Elétrica e Manutenção Industrial, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2002.

AZEVEDO, C.A. EAM - **ENTERPRISE ASSET MANAGEMENT**: Que oportunidade para se ter mais sucesso com a TPM – n. 7 – Dezembro 2001.

BADÍA, F.G. et al. Optimal inspection and preventive maintenance of units with revealed and unrevealed failures. **Reliability Engineering System Safety**, London, 78, 157-163, 2002.

BEN-DAYA, M. The economic production lot-sizing problem with imperfect production process and imperfect maintenance. **International Journal of Production Economics**, New York, 76, 257-264, 2002.

CARRIJO, J. R. S. **Administração Avançada**. Apostila, ITE, 2001

CATTINI, O. **Derrubando os Mitos da Manutenção**. São Paulo: STS Publicações e Serviços Ltda., 1992.

DAFT, R. L. **Administração**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1999.

DESHPANDE, V.S. & MODAK, J.P. Application of RCM to a medium scale industry. **Reliability Engineering & System Safety**, London, 77, 31-43, 2002.

DOHI, T. et al. Optimal control of preventive maintenance schedule and safety stocks in an unreliable manufacturing environment. **International Journal of Production Economics**, New York, 74, 147-155, 2001.

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.

FLEMING, P.V. & FRANÇA, S.R.R.O. Considerações sobre a implementação conjunta de TPM e MCC na indústria de processos. In: **Anais do 12.º Congresso Brasileiro de Manutenção**. São Paulo, 1997.

GARBATOV, Y. & SOARES, C.G. Cost and reliability based strategies for fatigue maintenance planning of floating structures. **Reliability Engineering & System Safety**, London, 73, 293-301, 2001.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente Just-in-Time - Automação e Zero Defeitos**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

HARTMANN, E.H. **Successfully Installing TPM in a Non-Japanese Plant**. Pittsburgh, EUA: TPM Press, 1992.

KARDEC, A. & NASCIF, J.A. **Manutenção – função estratégica**. 2.ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 2001.

MANUTENÇÃO – **Revista oficial da ABRAMAN – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO**. Vinte anos da ABRAMAN n. 54, 2005

McKone, K.; Roger G. Schroeder, K.. The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. **Journal of Operations Management**, 19, 2001, 39-58.[3]

MONCHY, F.. **A Função Manutenção**: Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo: Durban/EBRAS, 1989.

MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade** (Reliability-Centered Maintenance – RCM). Trad. Kleber Siqueira. São Paulo: Aladon, 2000.

NAKAJIMA, S.. **Introdução ao TPM** - Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

NAKASATO, K. **15º Curso de Formação de Facilitadores TPM**. Material distribuído no Curso pela IM&C Internacional, São Paulo, 2001.

NAVARRO, J.D. **Análisis de averías. Diagnóstico Técnico y Mantenimiento Predictivo – Gestión de activos**, p. 63 – 71, noviembre/diciembre 1999.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala**, Bookman, Porto Alegre, RS, 1997

SCHONBERGER, R. J. **Técnicas Industriais Japonesas: Nove lições ocultas sobre a simplicidade**. 4 ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

SMITH, A.M. **Reliability-Centered Maintenance**. Boston: McGraw Hill, 1993.

SOURIS, J-P. **Manutenção Industrial – custo ou benefício**. Trad. Elizabete Batista. Lisboa: Lidel, 1992

SUZUKI, TOKUTARO. **TPM in process industries**. Portland: Productivity Press, 1994.

TAKAHASHI, Y & OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

TAVARES, Lourival Augusto. **Administração Moderna da Manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Pólo Publicações, 1999.

Total productive Maintenance, <http://www.gemba.com/portuguese/consulting.cfm?id=70>, 2000

ZEN, M.A.G. **Indicadores de manutenção**, 2003, disponível em <http://72.14.207.104/search?q=cache:dZw-hWoiE_oJ:internal.dstm.com.ar/sites/mmnew/bib/notas/indicadoresBR.pdf+indicadores+de+manuten%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR>