

# MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: UMA ANÁLISE CRÍTICA A PARTIR DE SUA INSERÇÃO NO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

**José Antônio Valle Antunes Junior**

Professor do Programa do PPGE/UFGRS e Sócio-Gerente da PRODUTTARE  
Consultores Associados. Endereço: Rua 24 de outubro, 111/cj.1103, CEP: 90510-002  
Email: junico@produttare.com.br

## **Abstract:**

*This work presents the basics concepts of Total Productive Maintenance from an critical view point. It shows the most important relations between Total Productive Maintenance and the Toyota Production System.*

**Área:** Gerência da Produção/Gestão da Manutenção

**Keys Words:** Maintenance, Toyota Production System, Total Productive Maintenance

## **1) INTRODUÇÃO**

O presente artigo parte do importante tema de analisar criticamente a inserção da chamada Manutenção Produtiva Total – MPT (*Total Productive Maintenance - TPM*) no contexto do chamada Sistema Toyota de Produção – STP. Para isso propõe uma discussão sobre os conceitos básicos de manutenção que são essenciais para compreender o surgimento da MPT. Posteriormente apresenta os conceitos básicos da MPT procurando ressaltar criticamente todos os tópicos importantes para compreender em profundidade a temática envolvida. Finalmente, propõe um conjunto crítico de elementos que permite perceber em profundidade, e com a necessária postura crítica, a íntima relação existente entre a MPT e o Sistema Toyota de Produção

## **2) CONCEITOS BÁSICOS DE MANUTENÇÃO**

A Manutenção Produtiva Total - MPT surgiu no Japão nos anos 70, a partir de um avanço relativamente as Técnicas e procedimentos tradicionais da Manutenção Corretiva, Preventiva e Preditiva. Para compreender o desenvolvimento e a lógica da MPT é preciso analisar os conceitos básicos tradicionais de manutenção.

Quanto à centralização a manutenção pode ser: centralizada ou descentralizada. Na manutenção centralizada as operações são planejadas por um único departamento e as equipes de manutenção atendem todos os setores da Fábrica, sendo que as oficinas de manutenção também são centralizadas. Na manutenção descentralizada preconiza-se a divisão da Fábrica em áreas ou setores, sendo que cada uma das áreas fica a cargo de um grupo específico de manutenção. Ao adotar-se uma manutenção descentralizada há uma exigência de especialização por parte do pessoal de manutenção, principalmente para serviços de natureza diversificada. Estas duas definições representam situações limites. Na prática as Empresas adotam situações intermediárias entre a centralização e a descentralização. Porém, uma tendência moderna em termos de manutenção aponta para a descentralização de muitas atividades de manutenção, especialmente aquelas que podem ser realizadas por não especialistas. Segundo Harmon & Peterson (1991) pode-se dizer, de forma geral, que existem dois tipos de trabalho de manutenção: os da manutenção dos prédios e dos equipamentos a ela associados (ex. ar condicionado, usinas de força, etc...) e a manutenção dos equipamentos de produção. O primeiro tipo de manutenção deverá ser feita de forma centralizada. O segundo tipo de manutenção, relacionado aos equipamentos de Fábrica deverá, tanto quanto possível, ser realizado de forma descentralizada. Harmon & Peterson (1991) postulam que a manutenção das máquinas “deve ser descentralizada, de modo que cada Subfábrica (Minifábrica) tenha um ou mais técnicos de manutenção alocados a ela, cada um deles com sua própria bancada de trabalho numa área da Subfábrica (Minifábrica)” (Harmon & Peterson, 1991, p. 181). O que restaria de manutenção centralizada deve envolver: i) máquinas

para reparar os componentes dos equipamentos utilizadas para realizar a manutenção; ii) certos trabalhos de especialista que, em função do tempo de utilização e do grau de especialidade, não justificam economicamente a descentralização; iii) o Planejamento Agregado da Manutenção responsável pelo estabelecimento de uma Política Geral de Manutenção.

Quanto à classificação usual a manutenção pode ser dividida em: Corretiva ou de Emergência, Preventiva, Sistemática e Preditiva. A Corretiva é aquele tipo de manutenção associada a cada 'pane da máquina'. Portanto, na Manutenção Corretiva não existe planejamento das atividades, exceto o planejamento da disponibilidade das pessoas para atuar quando da existência de defeitos nas máquinas. A Manutenção Preventiva acontece de forma programada (planejada) para evitar interrupções de emergência, visando colocar as máquinas em condições satisfatórias de funcionamento. Na prática isto implica em ações tais como: inspeção periódica dos equipamentos, lubrificação programada, substituição periódica de peças críticas. Neste tipo de situação os tempos médios de manutenção são semelhantes o que garante uma periodicidade de ação sobre os equipamentos. Geralmente a periodicidade dos tempos é definida por: i) informações do catálogo dos fabricantes; ii) experiência do pessoal de manutenção envolvido com a máquina em questão; iii) uma combinação dos dois itens anteriores. A Manutenção Sistemática constitui-se em uma evolução natural da Manutenção Preventiva e implica na existência histórica de registros que vão permitir a elaboração de gráficos de controle estatístico das máquinas. Através da Manutenção Sistemática obtém-se, teoricamente, uma melhor utilização dos equipamentos em termos de tempos necessários entre as manutenções (periodicidade) uma vez que a análise estatística permite ampliar o conhecimento sobre as falhas nos equipamentos. No entanto, geram-se custos adicionais para a execução da tomada de dados utilizados para elaborar a Manutenção Sistemática. A Manutenção Preditiva constitui-se em uma extensão da Manutenção Preventiva. Basicamente é derivada do surgimento de instrumentos e Técnicas capazes de diagnosticar com máxima precisão quando um determinado tipo de componente irá falhar. Ao contrário da Manutenção Sistemática, que trata todos os componentes como possuindo a mesma vida útil obtidas estatisticamente a partir de registros históricos, a Manutenção Preditiva propõe que **cada componente seja explorado de modo o mais efetivo possível em relação a sua útil**. Obviamente, isto só tornar-se-á possível a partir de um efetivo monitoramento destes componentes. Para isso, algumas das Técnicas utilizadas são: i) ferrografia para a análise do desgaste de componentes via a presença do ferro nos óleos de lubrificação; ii) análise de vibrações; iii) termografia; iv) análise de tensões via a utilização de *strain gages*. Observe-se que, para a implantação da Manutenção Preditiva, torna-se necessário a introdução de instrumentos e Técnicas que poderiam ser denominadas de Engenharia de Manutenção.

Uma política ampla de manutenção deve levar em consideração a utilização conjunta destes quatro tipos de manutenção, tendo como critério de definição do tipo de manutenção específico a ser utilizado para cada máquina/componente os aspectos econômicos envolvidos na questão. Por exemplo, uma máquina que possua várias máquinas reservas e cuja facilidade e custo de manutenção seja muito baixo, deverá ser gerenciada via uma lógica de Manutenção Corretiva. No extremo oposto uma máquina crítica do ponto-de-vista do desempenho econômico da Empresa e que, além disso, contenha componentes de grande responsabilidade no que tange à segurança industrial, provavelmente deveria adotar a Manutenção Preditiva. A partir dos tipos clássicos de manutenção, que envolvem uma tecnologia intrínseca de manutenção, vai surgir a lógica da MPT.

### 3) O CONCEITO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (MPT)

A MPT, em 1971, foi definida pelo *Japan Institute for Plant Maintenance* a partir de 5 objetivos básicos:

- Maximização do rendimento global dos equipamentos;
- Desenvolver um sistema de manutenção produtiva que leve em consideração toda a vida útil do equipamento;
- Envolver todos os departamentos, planejamento, projeto, utilização e manutenção, na implantação da MPT;
- Envolver, ativamente, todos os empregados - desde a alta gerência até os trabalhadores de chão-de-fábrica;
- Tornar a MPT um movimento visando à motivação gerencial, através do desenvolvimento de atividades autônomas de melhorias por pequenos grupos.

#### 4) A MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – CONSIDERAÇÕES CRÍTICAS GERAIS

Algumas observações devem ser feitas no que tange à interpretação do significado da MPT. A seguir estão apresentadas visões progressivamente mais amplas do problema para chegar a uma visão, o mais abrangente possível, do que parece ser o real significado da TPM.

- A MPT pode ser visualizada como uma forma de reduzir os custos globais de manutenção. Na fábrica JIC, toda a manutenção é feita pelo Departamento de Manutenção. Sendo assim, o conjunto global de tarefas de manutenção, correspondente a um certo número de horas globais, devem ser assumidas completamente pelo setor de manutenção. Porém, muitas tarefas de manutenção podem ser realizadas pelos operadores das máquinas. Por exemplo: limpeza das máquinas, medidas contra as fontes de sujeira das máquinas, lubrificação das máquinas, procedimentos básicos de hidráulica, pneumática, elétrica e eletrônica. Algumas destas tarefas, por exemplo limpeza de máquinas e lubrificação, podem ser assumidas pelos operadores de máquina no curto-prazo. Outras tarefas exigem um treinamento amplo de médio e longo prazo, por exemplo, ações de manutenção hidráulica e pneumática. Na medida em que os operadores de máquina passam a assumir várias tarefas anteriormente realizadas pelo setor de manutenção, **mesmo que a carga de trabalho permaneça a mesma, reduzir-se-á a carga de trabalho global do departamento ou do setor de manutenção**. Consequentemente, o custo global de manutenção cairá, na medida em que a Força de Trabalho diretamente alocada na Manutenção será menor. De outra parte, o trabalho de manutenção poderá ser absorvido pelos trabalhadores ligados à produção, na medida em que o dimensionamento do padrão de trabalho seja feito levando em consideração as novas tarefas associadas à manutenção de seus equipamentos.
- Contestando e ampliando a visão exposta acima, Maggard & Rhyne (1992) postulam que a TPM tem um significado mais abrangente do que a simples transferência de uma certa quantidade de tarefas, anteriormente realizadas pela manutenção, para os operadores. Segundo Maggard & Rhyne (1992) o ponto crítico da TPM seria que o equipamento fosse cuidado permanentemente pelo seu próprio 'dono'. O pressuposto é que, na medida em que os operadores passam a preocupar-se com a manutenção dos equipamentos e a atuar na execução de pequenas manutenções, não só reduz-se o número de paradas de máquinas devido à problemas de manutenção como impede-se que estas paradas sejam abruptas, ou seja não programadas, na medida em que os operadores das máquinas têm capacidade de detectar os problemas nos estágios iniciais, portanto de forma preventiva, da aparição dos mesmos.
- Uma visão mais abrangente é exposta por Nakajima (1988) e relaciona-se com a questão de impedir a deterioração acelerada dos equipamentos. Esta visão relaciona-se com a Manutenção Preventiva, uma das bases da MPT. Nakajima (1988) utiliza-se de uma analogia entre a manutenção (da saúde) dos equipamentos e a manutenção da saúde das pessoas (medicina preventiva). O objetivo da medicina preventiva consiste em reduzir a incidência das doenças e aumentar, de forma considerável, o tempo de vida das pessoas. Na medicina preventiva, é dada ênfase na prevenção da doença para impedir que ela ocorra. Isto implica em uma dieta saudável e em manter as condições de higiene em padrões aceitáveis. Em um outro estágio são feitas revisões periódicas, diagnóstico feito por especialistas, visando promover, o mais cedo possível, a detecção das eventuais doenças e o tratamento das mesmas. A intervenção do médico, ou seja, o tratamento em si da doença corresponde ao estágio final do processo. De forma análoga, a manutenção diária dos equipamentos (lubrificação, limpeza, ajuste nos parafusos, etc...) serve para prevenir os equipamentos das falhas potenciais. Da mesma forma que as pessoas são responsáveis pela sua saúde, as pessoas ligadas aos equipamentos devem ser responsáveis pela 'saúde' dos equipamentos. Em última análise, segundo Nakajima (1988), os operadores devem ter responsabilidade direta pelos equipamentos que operam. O pessoal específico alocado na manutenção, por sua vez, é responsável por tarefas mais nobres que incluem: a inspeção periódica dos equipamentos (ou seja, fazer o *checkup* dos equipamentos) e os reparos preventivos, que correspondem à atuação dos médicos diretamente em doenças já detectadas no paciente. Desta forma, a Manutenção Preventiva corretamente executada **reduz o número de quebras**, ou seja o número de doenças, contribuindo definitivamente para o incremento da vida útil dos equipamentos. Segundo a visão mais ampla exposta por Nakajima a utilização da Manutenção Preventiva como base para a MPT permite com que, com baixos custos de prevenção e *checkups* dos equipamentos, sejam reduzidos os custos totais envolvidos na manutenção. Porém, Nakajima deixa claro que a MPT é mais do que simplesmente a Manutenção Preventiva. Para compreender o significado mais abrangente da MPT é preciso analisar o ciclo de vida dos equipamentos como um todo.

- De acordo com os Princípios da Engenharia de Confiabilidade, as causas de falhas nos equipamentos mudam no tempo (Nakajima, 1988). Pode-se considerar três grandes períodos distintos. No primeiro período o equipamento é novo, ou seja está sendo introduzido nas Fábricas. As taxas de falhas são altas, e vão sendo reduzidas até se estabilizarem no tempo. No segundo período, as taxas médias de falhas estabilizam no tempo, permanecendo constantes por um longo período de tempo. No período final, os equipamentos entram em uma fase de desgaste acelerado, ou seja, as taxas médias de falhas voltam a subir de forma acelerada. As falhas que ocorrem nestes três períodos de tempo têm causas diferenciadas. Na fase da introdução de novos equipamentos as causas das falhas relacionam-se com o projeto e os erros de fabricação. O importante nesta fase consiste em combater estas falhas no *start-up* da planta, o que deve ser feito com as pessoas relacionadas ao projeto e à fabricação dos equipamentos. Descobrir e melhorar os problemas de manutenção dos equipamentos nesta fase implica em melhorar o desempenho do mesmo ao longo de toda a vida útil. Na segunda fase as chances de falhas estão intimamente ligadas aos erros na operação dos equipamentos. As medidas para minimizar estes erros passam pela necessidade de assegurar uma operação apropriada dos equipamentos. Na terceira fase, a do desgaste dos equipamentos, as falhas ocorrem devido ao limite natural de vida útil dos equipamentos. A vida útil dos equipamentos pode ser aumentada via: i) uma correta Manutenção Preventiva; ii) melhorias contínuas nas condições de manutibilidade através de melhorias contínuas no projeto dos equipamentos. Portanto, segundo Nakajima (1988) uma **visão abrangente da MPT** deve levar em conta **toda a vida útil do equipamento** e, portanto, depende da **cooperação de todos os departamentos**, mais especificamente dos **departamentos de projeto/planejamento, manutenção e operação (fabricação)**. Do ponto-de-vista do autor deste trabalho, uma visualização ainda mais ampla da MPT, consiste em adicionar ao conceito exposto acima por Nakajima dois pontos importantes: i) uma relação de hierarquização no que tange aos Sistemas de Produção com Estoque-Zero; ii) uma visualização da MPT de um ponto-de-vista dos ciclos gerenciais de Rotina, Melhorias e Desenvolvimento de Produtos e Processos do TQC. Em seu primeiro sentido, a TPM é central para os Sistemas de Produção com Estoque-Zero/Sistema Toyota de Produção na medida em que, quanto menor for a quantidade de estoques existentes entre as máquinas, maior a necessidade de garantir a continuidade das máquinas para que o sistema alcance o desempenho econômico projetado. No segundo sentido uma interessante interpretação da MPT consiste em visualizá-la a partir de uma ótica análoga aos ciclos gerenciais do TQC/TQM, qual seja: i) os ciclos de rotina de manutenção devem ser dominados tecnologicamente pelos operadores de máquinas com o auxílio restrito de profissionais ligados diretamente à manutenção; ii) Com o ciclo de rotinas dominados na base do sistema, é poupado um tempo precioso pelos profissionais de manutenção que passam a ser responsáveis centrais pelas melhorias contínuas – ciclo de melhorias - nas máquinas e processos; iii) as chefias e os engenheiros de manutenção, dado que os ciclos de rotinas e melhorias estão dominados pelos níveis hierárquicos inferiores, ficam responsáveis pelo desenvolvimento de novos projetos de máquinas que facilitem a manutenção e pelo Planejamento Global da Manutenção.
- A MPT possui um medidor de performance intitulado de Índice de Rendimento Operacional Global (IROG) do Equipamento. Este indicador relaciona-se diretamente com o conceito de Quebra-Zero dos equipamentos. A Quebra-Zero dos equipamentos é obtida via a eliminação das chamadas 6 grandes Perdas da TPM que são: i) Perda por quebra de máquinas; ii) Perda por mudança de linha e regulagem; iii) Perda por parada temporária; iv) Perda por queda de velocidade; v) Perda por defeitos/retrabalhos; vi) Perdas para a entrada em operação. Um reagrupamento conveniente, para efeito de cálculo, destas Perdas consiste em estabelecer a seguinte divisão: i) **Perdas por parada**, ou seja a velocidade da máquina cai a zero durante um tempo considerável, constituída das Perdas por parada accidental e devido à mudança de linha e regulagem; ii) **Perdas por mudança de velocidade**, ou seja a velocidade cai abaixo da velocidade nominal ou cai muito rápido a zero e retorna à velocidade nominal, constituída pelas perdas por operação em vazio/pequenas paradas ou por queda de velocidade de trabalho; iii) **Perda por fabricação de produtos defeituosos**, relacionada com a qualidade dos produtos e com o tempo perdido em produzir produtos fora da especificação, constituída pelas Perdas devidos a defeitos no processo ou defeitos no início da produção. A partir das 6 Perdas da TPM, pode-se calcular três índices independentes da Perdas da TPM: o Índice de Tempo Operacional, o Índice de Performance Operacional e o Índice de Aprovação de Produtos. O Índice de Tempo Operacional (ITO) é obtido da seguinte forma: (Tempo Total–Tempo Parado)/Tempo Total. O ITO representa uma análise das chamadas Perdas por parada. Ele atende às expectativas, a partir de uma ótica empírica quando for superior a 90% (Nakajima, 1988). O Índice de Performance Operacional (IPO) é obtido como segue: (Ciclo teórico X Quantidades Produzidas)/Tempo de Funcionamento. O IPO representa a análise das Perdas por mudança de velocidade. Ele atende às expectativas quando for maior do que 95% (Nakajima, 1988). O Índice de Aprovação de Produtos (IAP) é calculado pela fórmula (Peças Produzidas – Peças Defeituosas)/Peças Produzidas. O IAP é considerado

bom se for maior do que 99% (Nakajima, 1988). O IROG dos equipamentos é medido pela seguinte fórmula:  $ITO \times IPO \times IAP$ . O IROG é considerado suficiente quando atingir, no mínimo, aproximadamente 85%, ou seja, 0,90 (90% do ITO) multiplicado por 0,95 (95% do IPO) e por 0,99 (99% do IAP).

- Uma discussão crítica, a partir de uma lógica de melhorias na Função Processo e dos Indicadores Globais e Locais propostos por Goldratt, sobre a adoção do indicador o Índice de Rendimento Operacional Global do Equipamento é relevante. Da discussão anterior fica claro que a criação do indicador Índice de Rendimento Global Operacional do(s) Equipamento(s), muito embora seja calculado a partir do rendimento **individual de cada máquina**, tem uma preocupação ampla com o fluxo global de produção, ou seja, o fluxo de materiais no tempo e no espaço. Portanto, torna-se necessário observá-lo cuidadosamente tendo como referência a Função-Processo e os Indicadores Globais e Operacionais propostos por Goldratt. De um ponto-de-vista da melhoria da Função-Processo torna-se necessário:
  - **Focar** as melhorias nas restrições do sistema. Sendo assim, o indicador da MPT não deverá ser utilizado em todas as máquinas e sim nas máquinas críticas, ou seja, o(s) gargalo(s) e/ou os Recursos com Capacidade Restrita – CCRs. Desta forma, ações que melhoram o indicador local Rendimento Global do Equipamento terão como consequência a manutenção e/ou melhoria do Ganho e a redução das Despesas Operacionais e dos Inventários.
  - **Analisar criticamente** o uso do indicador nas máquinas que restringem a produção. Por exemplo, reduzir os tempos de preparação contribui diretamente para aumentar o Rendimento Global do Equipamento. Porém, cabe uma questão: ao reduzir-se o tempo para uma dada preparação, deve-se continuar com o mesmo tamanho do lote, o que fará com que o Índice de Rendimento Operacional Global do Equipamento aumente, ou seguir a política global do STP de reduzir o tamanho dos lotes e aumentar a frequência de preparações realizadas, o que pode fazer com que o Índice de Rendimento Global do Equipamento possa, inclusive, permanecer o mesmo? A resposta a esta pergunta envolve a necessidade de uma minuciosa investigação sistêmica sobre o Sistema Produtivo em questão e de suas relações com o mercado (Capacidade de Produção que é função do gargalo(s) X Demanda Global do Mercado). Por exemplo, se a Demanda Global do mercado for superior à Capacidade de Produção, os produtos forem pouco diferenciados e os prazos de entrega permissíveis forem grandes, é óbvio que, nos gargalos de produção, os ganhos de tempos na preparação serão utilizados para ganhar capacidade. Neste caso as frequências das trocas serão pouco alteradas, na medida em que deseja-se ‘utilizar as trocas ao máximo’. Desta forma, um aumento no Índice de Rendimento Operacional Global do Equipamento irá coincidir com o incremento do Ganho do sistema. Já no caso da Demanda Global do mercado ser inferior à Capacidade de Produção, os eventuais ganhos nos tempos de preparação deverão ser utilizados de forma completamente diferenciada. Neste caso, torna-se aconselhável reduzir o tamanho dos lotes e aumentar a frequência das mudanças no intuito de: i) reduzir os tempos de passagem para responder de forma mais rápida à demanda do mercado; ii) melhorar a qualidade dos produtos e iii) reduzir os Inventários de material em processo, matérias-primas e produtos acabados. Neste caso, seria incoerente manter a(s) frequência(s) de troca(s) para aumentar o Índice de Rendimento Operacional Global do Equipamento, ou seja, propor uma otimização local, na medida em que uma visualização do sistema como um todo aponta para a necessidade de utilizar as melhorias dos tempos de preparação para aumentar o número de trocas e reduzir os lotes de fabricação, possibilitando assim obter Ganhos futuros no Sistemas de Produção e reduzir, no curto-prazo, os Inventários e as Despesas Operacionais. Portanto, de um ponto-de-vista do ótimo global dos Sistemas Produtivos, **o Rendimento Global do(s) Equipamento(s) deve ser sempre considerado um indicador local**, portanto, subordinado aos indicadores hierarquicamente superiores do Sistema Produtivo. Ou seja, um desdobramento dos Indicadores Globais e Operacionais propostos pela TOC devem levar em consideração uma utilização racional do indicador local Rendimento Global do(s) Equipamento(s).

## 5) MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: UMA ANÁLISE CRÍTICA A PARTIR DE SUA INSERÇÃO NO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

A seguir é feita uma análise crítica da MPT ressaltando os aspectos referentes às principais relações do Subsistema de Quebra-Zero (MPT) com os demais Subsistemas do STP:

- Conforme Nakajima pode-se dizer que “sem a MPT, o Sistema Toyota de Produção pode não funcionar” (Nakajima, 1988, p.16). De forma, geral isto pode ser observado pela relação entre as 6 Perdas (quebras) propostas na MPT e as características básicas do STP (Nakajima, 1988). Ao reduzir-se as Perdas por paradas melhora-se a sincronização da produção, caminha-se no sentido da produção com Estoque-Zero, os padrões operacionais estabelecidos (tempo de ciclo, seqüência de produção e tempos padrões de folgas) são mantidos de forma rigorosa. Ao reduzir-se as Perdas devido aos ajustes e ao *set-up*, caminha-se na direção da produção com Estoque-Zero, reduz-se os tamanhos de lotes adotados, segue-se os padrões operacionais estabelecidos e, via a adoção de sinais visuais (*Andon*) torna-se necessário a solução rápida dos problemas. Ao reduzir-se as Perdas por pequenas paradas e por redução de velocidade, os padrões operacionais são mantidos. Ao reduzir-se as Perdas por defeitos, eliminam-se os defeitos de fabricação e são mantidos os padrões operacionais. Ao reduzir-se as Perdas por retrabalho, os defeitos são eliminados.
- A MPT relaciona-se diretamente com o Subsistema de Defeito-Zero, mais especificamente com a idéia de Autonomia. No STP utilizam-se dispositivos que param as máquinas caso sejam observados anormalidades no funcionamento das mesmas. Estas paradas autônomas das máquinas, quando da ocorrência de anormalidades, são muito importantes na medida em que elas impedem a produção de produtos defeituosos. Sendo assim, torna-se necessária uma ação imediata nas máquinas visando a solução definitiva dos problemas. No médio e longo prazo isto implicará na melhoria da confiabilidade das máquinas, especialmente as críticas, com conseqüente redução dos estoques em processo e melhoria na confiabilidade global do Sistema de Produção;
- A MPT constitui-se em um pré-requisito básico para o funcionamento efetivo do Subsistema de sincronização da produção. As razões para isto são: i) No STP os estoques são continuamente reduzidos o que implica na necessidade de que as máquinas tenham um elevado grau de confiabilidade para não prejudicar a produção global do Sistema de Produção; ii) Caso a manutenção das máquinas não seja confiável, provavelmente, ter-se-á a fabricação de produtos defeituosos o que acarretará problemas na sincronização da produção; iii) Como no STP os estoques entre processos são baixos, os tempos para solucionar os problemas de manutenção das máquinas é muito menor do que nos Sistemas de Produção tradicionais;
- Para que a MPT seja levada adiante com eficácia torna-se necessário a ação de grupos de melhorias (atividades de pequenos grupos). Sendo assim, o Subsistema de Qualidade da Gestão é muito importante como base de sustentação para a implantação da MPT; A MPT relaciona-se, também, com o Subsistema de Pré-Requisitos Básicos, especialmente com a TRF. Para que o indicador do rendimento global dos equipamentos seja melhorado, um dos fatores fundamentais consiste em melhorar os tempos de preparação; Uma abordagem interessante consiste em propor que sob o ‘chapéu’ da TPM sejam gerenciados as partes do Subsistema de pré-requisitos básicos diretamente relacionados às operações – à Operação-Padrão e à Troca Rápida de Ferramentas. Além disso, sob os auspícios do indicador de Rendimento Global dos Equipamentos pode-se observar o comportamento da qualidade dos produtos e componentes.

## 6) CONCLUSÕES

As conclusões passíveis de serem obtidas do presente trabalho:

- A Manutenção Produtiva Total é fundamental como forma de melhorar a gestão da manutenção nas Empresas Industriais
- Para que a MPT possa ser implantada com sucesso torna-se necessário implantar uma base sólida constituída dos conceitos tradicionais de manutenção (manutenção preventiva, sistêmica e corretiva)
- A MPT visa a Quebra-Zero e pode ser visualizada como um dos pilares fundamentais para a implantação do chamado Sistema Toyota de Produção. É necessário correlacionar-se as 6 grandes Quebras do TPM com os outros Subsistemas do STP (Subsistema de Pré-Requisitos Básicos: Troca Rápida de Ferramentas/Operação-Padrão, Subsistema de Defeito Zero: Autonomia/Inspeção na Fonte e Subsistema de Estoque-Zero)

## 7) REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABDULNOUR, G.; DUDEK, R.A. & SMITH, M.L. *Effect of Maintenance Policies on the Just-In-Time Production System*. International Journal of Production Research, volume 33, número 2, pp. 565-583, 1995.

ALBINO, V.; CARELLA, G. & OKOGBAA, G. *Maintenance Policies in Just-In-Time Manufacturing Lines*. International Journal of Production Research, volume 30, número 2, pp. 369-382, 1992.

HARMON, R. & PETERSON, L.D. *Reinventando a Fábrica - Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados a Indústria*. Editora Campus, Rio de Janeiro, 1991.

MAGGARD, B.M. & RHYNE, D.V. *Total Productive Maintenance: A Timely Integration of Production and Maintenance*. Production and Inventory Management Journal, Fourth Quarter, pp. 6-10, 1992.

NAKAJIMA, S. *Introduction to TPM - Total Productive Maintenance*. Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.