

# **Análise crítica dos processos de manutenção e os desafios para alcançar alta performance nos serviços de manutenção**

**Prof. Dr. Daniel E. Castro**

Professor do Curso de Engenharia Industrial e Mestrado – CEFET-MG

Coordenador de cursos de Pós-Graduação de Eng. de Manutenção –  
ABRAMAN – MG

Diretor da Plus Engenharia Treinamento e Consultoria Ltda.

## **Introdução**

A crescente demanda por produtos cada vez mais sofisticados tecnologicamente e de menor preço para a maioria dos mercados mundiais tem obrigado as empresas a adotarem estratégias de racionalização em seus processos, tentando minimizar as perdas existentes ao longo de toda a cadeia produtiva e investindo de forma pesada no marketing de seus produtos. Esta evolução tem marcado o surgimento de sistemas de gestão cada vez mais apurados. Cabe destacar o avanço da linha de pensamento japonês no que se refere ao controle de processos e agilização dos processos de montagens de produtos automobilísticos e eletro-eletrônicos. Observa-se também o avanço dos sistemas de informação no ocidente e a crescente utilização de automação nas linhas de produção. Todos estes avanços têm apresentado diversos desafios com relação a formas de trabalho, desenvolvimento de novos produtos, transferência de tecnologia, etc. Com base no exposto, é importante avaliar o impacto destas mudanças no comportamento dos processos de manutenção, especialmente do seu impacto na resposta do fator humano que, sem dúvida, é o motor da mudança, mas também a principal causa de falhas e tropeços na superação de paradigmas e busca de níveis de excelência nos sistemas de produção. Este trabalho tenta indicar as principais mudanças necessárias nas organizações de manutenção para superar estas barreiras ao desenvolvimento de sistemas mais eficientes de produção e

também destacar o papel fundamental do homem e de sua formação profissional na superação destas barreiras.

### A evolução dos sistemas de produção

Podemos considerar, que os atuais sistemas de produção tiveram sua origem há aproximadamente duzentos anos, quando a produção ainda era basicamente artesanal, mas já havia iniciado a mecanização dos processos de produção com a invenção dos primeiros acionamentos eficientes: motor a vapor, logo os motores a combustão e finalmente os motores elétricos. Isto deu origem à denominada revolução industrial, que teve início na Europa, mas que se propagou rapidamente pelo resto do mundo.

A figura 1 mostra, de forma sucinta, como foi a evolução dos sistemas de produção nos últimos duzentos anos.

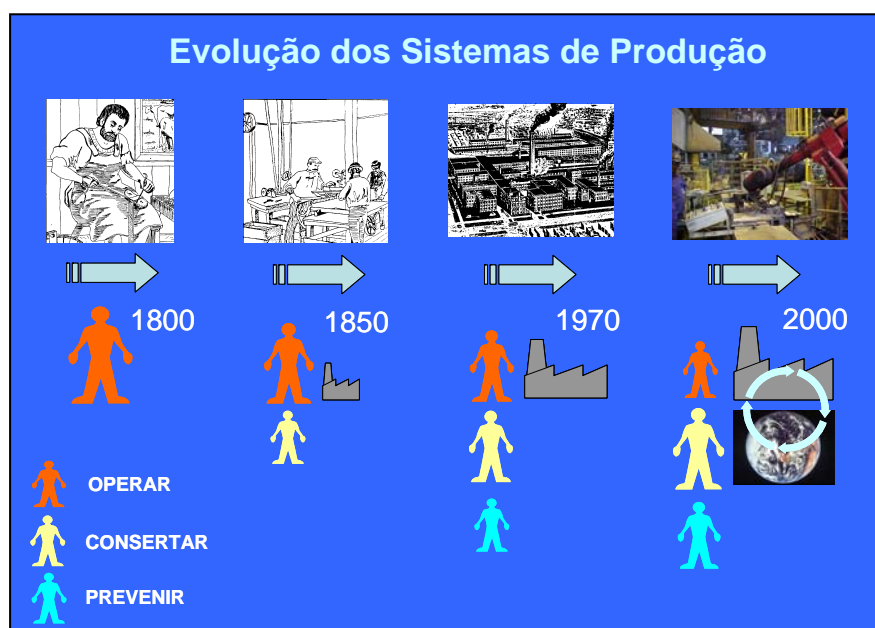


Figura 1 – Evolução dos Sistemas de Produção nos últimos duzentos anos

Como se observa na figura anterior, com a aparição dos sistemas mecanizados, teve início a necessidade de manter as máquinas. Esta atividade foi sempre secundária, já que servia de apoio à operação, que ocupava o lugar principal no sistema produtivo. Com o aumento da complexidade das instalações industriais, no período pós-guerra, foi necessário introduzir também uma atividade preventiva que minimizasse as conseqüências das falhas imprevistas, que dominavam a rotina de produção e

originavam perdas importantes, em especial por deixarem as máquinas indisponíveis quando estas eram mais necessárias. Entretanto, depois dos anos setenta, o Japão começou a ocupar um lugar de destaque no mundo produtivo moderno, inserindo técnicas surpreendentes no controle de processo, que elevaram o nível produtivo e a qualidade dos produtos fabricados. Começou a era moderna dos sistemas de produção.

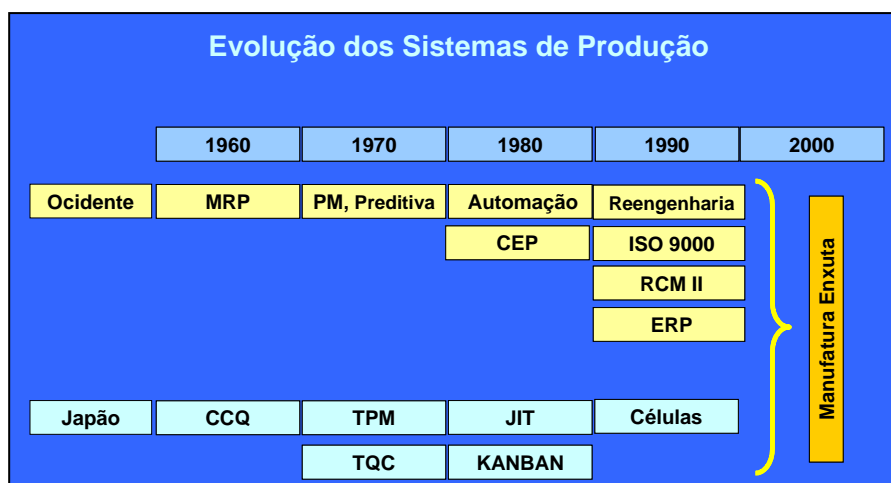


Figura 2 – Evolução das linhas de gestão ocidentais e japonesas nos Sistemas de Produção

A figura 2 mostra os principais passos evolutivos observados nos sistemas de gestão de produção no Japão e no Ocidente. Esta evolução teve sua fase final na década de 1990, quando surgiu o denominado sistema de produção enxuta ou em inglês “Lean Production” ou simplesmente sistema Lean.

O sistema Lean é a última palavra em conceito de sistema de produção e sintetiza o conceito Japonês baseado no controle de processo e integração da cadeia produtiva, conhecido como sistema Just in Time, incorporando as técnicas ocidentais de automação e sistemas de informação. Neste contexto, o papel fundamental do homem se concentra no autocontrole em todas as etapas do processo de produção. Isto se torna evidente, quando se observa como empresas que utilizam o conceito Lean nos seus sistemas de produção assimilam o papel fundamental do homem na gestão dos processos de produção. A figura 3 mostra o conceito utilizado pela Toyota, empresa líder mundial no setor automobilístico, que utiliza o denominado Sistema Toyota de Produção, que deu origem ao sistema Lean. Pode-se observar que a base do sistema Toyota é a estabilidade das linhas de produção junto com o conceito de Manutenção

Produtiva Total (TPM). O pilar central deste sistema é a Motivação das pessoas, que é a origem do conceito de Autocontrole, sem o qual não existiria o princípio de produção Lean.

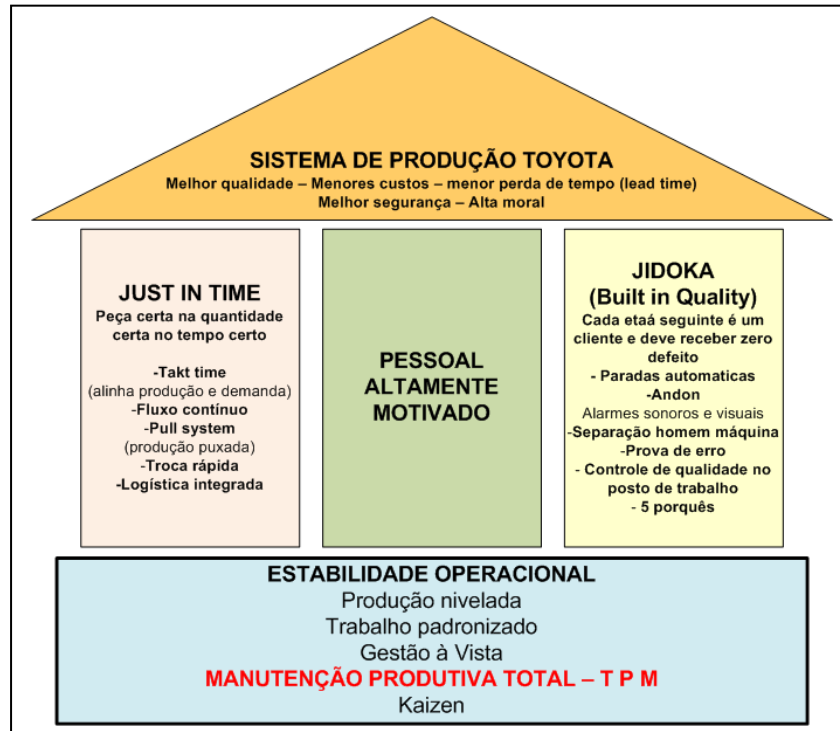


Figura 3 – Características do Sistema de Produção utilizado pela Toyota, base do conceito de produção Lean

### A Gestão de Manutenção integrada com a Gestão da Produção

Sabe-se que o número de pessoas de manutenção envolvidas nos processos de produção está cada vez maior em comparação com o número de pessoas que operam as máquinas. Esta tendência mundial se deve principalmente à crescente automação dos processos e a necessidade cada vez menor de ter pessoas operando diretamente as máquinas. Isto indica claramente que o papel da manutenção deve mudar drasticamente, já que se esta tendência continuar, os profissionais de manutenção serão os futuros operadores das máquinas.

Em princípio, a diferença entre operadores e mantenedores ficará cada vez mais difícil de ser visualizada, confundindo-se e exigindo que estas duas linhas de trabalho se

fundam em uma única função, que é a de garantir a máxima eficiência operacional dos sistemas de produção.

As perdas existentes nos sistemas de produção são quantificadas através do parâmetro OEE, Overall Equipment Efficiency, que foi desenvolvido na estrutura de implantação da Manutenção Produtiva Total. Este parâmetro prevê a existência de 6 tipos de perdas em uma máquina, denominadas as seis grandes perdas. A figura 4 mostra como estas perdas afetam o tempo disponível de uma máquina, reduzindo a sua eficiência global.

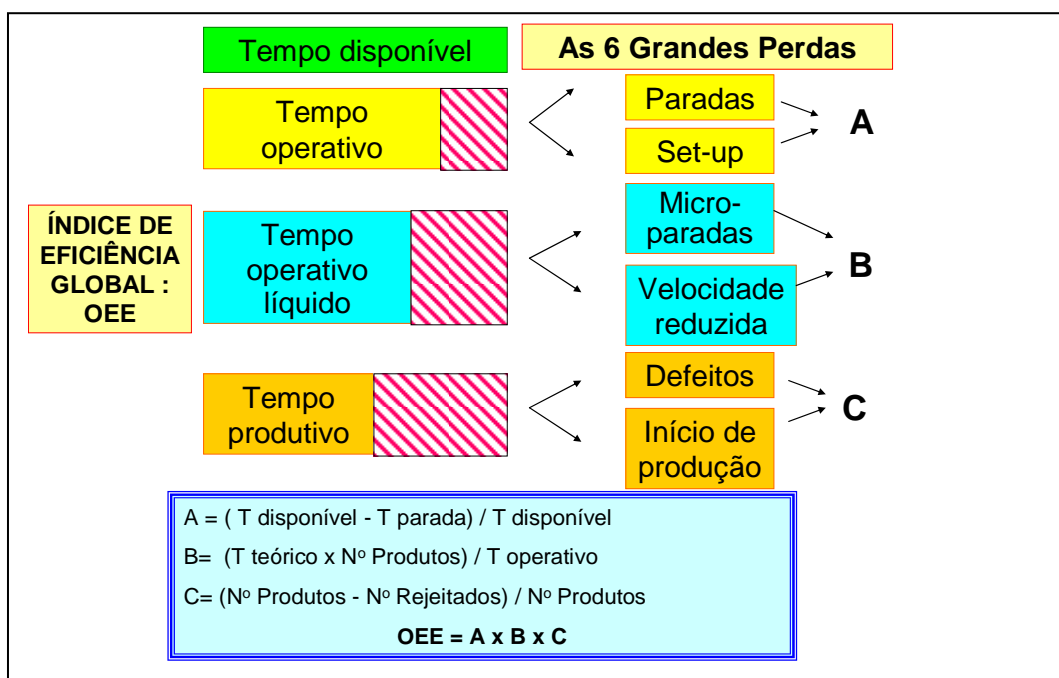


Figura 4 – Caracterização das Seis Grandes Perdas em um sistema de Produção, medidas através do parâmetro OEE (Overall Equipment Efficiency)

Em todo programa TPM se trabalha de forma direcionada para eliminar sistematicamente estas seis grandes perdas, que limitam a eficiência das máquinas e dificultam o fluxo contínuo das linhas de produção exigido em um processo Lean.

Para atingir este objetivo, o programa TPM oferece uma estrutura educacional completa tanto para as equipes de operação como para as de manutenção, visando eliminar suas diferenças e trabalhar de forma conjunta e coordenada na maximização do OEE. Para isto, o TPM prevê uma série de pilares, sendo que cada um deles possui um conteúdo pedagógico extremamente bem elaborado que, se implantado adequadamente, garante atingir as metas impostas pelo programa, que se traduz em

níveis de excelência mundial de produção, com eficiências operacionais acima de 80% a 90%.

<b>Manutenção Autônoma</b>	<b>Manutenção Especializada</b>
1. Limpeza inicial	1. Avaliação da situação atual
2. Eliminação de fontes de sujeiras e locais de difícil acesso	2. Eliminação dos pontos fracos
3. Elaboração de normas de conservação	3. Melhoramento de manutenibilidade
4. Inspeção geral	4. Instituição de um sistema de gestão da manutenção
5. Inspeção autônoma	5. Manutenção periódica (TBM)
6. Padronização	6. Manutenção preditiva (CBM)
7. Autogerenciamento	7. Avaliação da manutenção programada

Figura 5 – Passos previstos nas etapas de implantação dos pilares fundamentais do TPM : Manutenção Autônoma e Manutenção Especializada

O pilar da Manutenção Autônoma é orientado para os operadores das máquinas e o pilar da Manutenção Especializada para os técnicos de manutenção. É obvio que a implementação destes pilares exige uma estrutura gerencial e organizacional adequada dentro das organizações para que os resultados da aplicação destes pilares sejam atingidos. Em princípio, ambos os pilares devem ser considerados como um sistema educacional, ou seja, uma seqüência pedagógica onde os participantes serão orientados a aumentar o nível de conhecimento de forma gradativa e sistemática.

Os resultados operacionais devem ser medidos em função dos níveis de OEE atingidos pelas máquinas. Isto significa, que não é adequado implantar os pilares de forma independente, já que isoladamente não se consegue a interação necessária entre os participantes do programa (manutenção e produção). Na prática, um dos problemas mais críticos na implantação dos programas TPM é que as empresas costumam implantar somente o pilar da manutenção autônoma, deixando de lado o outro pilar. A maioria das empresas acredita que a manutenção está tecnicamente preparada para assumir as responsabilidades exigidas pelo programa, e na prática a

maior parte das implantações não atinge os resultados almejados devido aos processos de manutenção inadequados.

### **Alguns aspectos críticos nos processos de manutenção**

O primeiro passo do pilar de Manutenção Especializada consiste em avaliar a situação inicial dos equipamentos. Isto significa, entre outros pontos, ter um registro adequado dos equipamentos, sistemas e peças a serem mantidos. É muito raro que os setores de manutenção possuam registros confiáveis dos equipamentos. Em geral, existe registro até o nível de subsistema, sendo que nem 25% das peças trocadas nos equipamentos possuem um registro confiável nos setores de manutenção. Outro ponto importante no primeiro pilar é ter um critério de priorização dos equipamentos da empresa. Isto significa, que nem todos os equipamentos podem ser considerados iguais, alguns são mais críticos do que outros, dependendo das exigências operacionais, condições de mercado, etc. Isto significa, que deveria ser criada uma matriz de criticidade dinâmica dos equipamentos, de forma que as ações de manutenção possam ser priorizadas por esta matriz. Esta matriz deveria ser reavaliada periodicamente (no mínimo, anualmente) para garantir a atualização das metas reais a serem atingidas pela gestão de manutenção. Em geral, é muito raro que os setores de manutenção e produção tenham e mantenham matrizes de risco e criticidade dos seus equipamentos. Este deve ser o primeiro passo no sentido de implantar um sistema produtivo de manutenção.

O segundo passo do Pilar Manutenção Especializada é dedicado à eliminação sistêmica dos “pontos fracos” nos equipamentos. Isto significa, que nos equipamentos priorizados na matriz de criticidade, deveria ser realizado um trabalho de recuperação dos processos de degradação que garanta restaurar a condição inicial das máquinas. É neste passo que deveriam ser aplicadas técnicas de análise de falha para identificar as causas dos defeitos crônicos das máquinas.

Depois que os objetivos do segundo passo forem atingidos, a manutenibilidade das instalações deveria ser melhorada. Este é o terceiro passo do pilar da Manutenção Especializada. Na prática se observa que este item é o menos atacado pelos setores de manutenção. Existe muito pouco interesse na melhoria do ferramental, no treinamento dos técnicos e em um trabalho consciente, visando facilitar o acesso às instalações e minimizar os tempos de reparo. Na verdade, os setores de manutenção deveriam atacar prioritariamente a manutenibilidade tanto nas atividades preventivas

e muito mais firmemente nas atividades corretivas, de forma a minimizar os tempos de parada imprevistos.

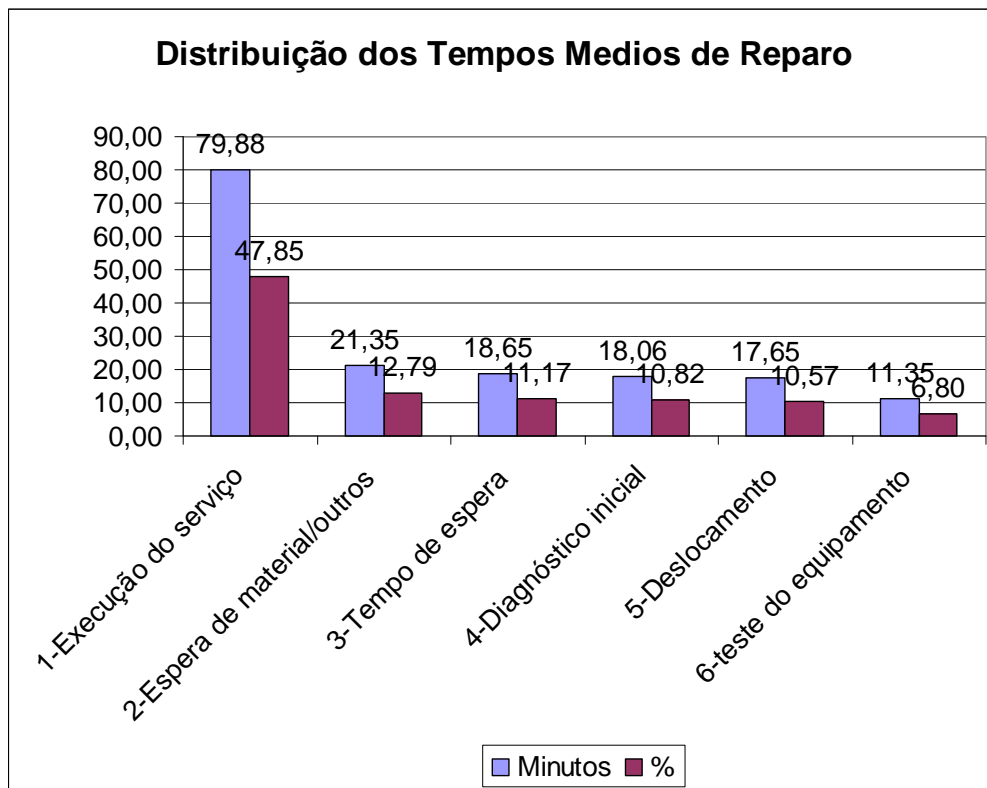


Figura 6 – Distribuição dos tempos médios em cada fase de um reparo (Fonte: V&M do Brasil)

Para confirmar a falta de controle na manutenibilidade das instalações, a figura 6 mostra o resultado obtido na medição de tempos de conserto em uma empresa do setor siderúrgico. Estas medições foram realizadas aleatoriamente e sem aviso, de forma que nenhum técnico foi avisado da realização de tais medições. Pode-se observar na figura 6 que a execução das atividades de conserto ocupa somente 47,85% do tempo total do conserto. As atividades de espera por material, tempos de espera e deslocamento das equipes de manutenção consomem praticamente 34% do tempo total do conserto.

Isto mostra claramente como as equipes de manutenção estão despreparadas para a execução das rotinas diárias de reparo (corretivas e preventivas).

Na seqüência prevista no pilar da Manutenção Especializada segue a instituição de um sistema de gestão da manutenção. Isto significa, que a manutenção deveria adotar uma estrutura adequada na gestão global de informações, que envolva o processamento de ordens de serviço, o planejamento e programação das atividades

de manutenção, a gestão de peças sobressalentes e materiais de consumo necessários para as próximas etapas do processo, que consistem na implantação de rotinas preventivas e preditivas de manutenção. Nesta fase, todas as atividades de recuperação em oficinas de manutenção deveriam ser racionalizadas e otimizadas. Ou seja, os setores de manutenção deveriam se estruturar internamente para garantir a eficácia das suas atividades.

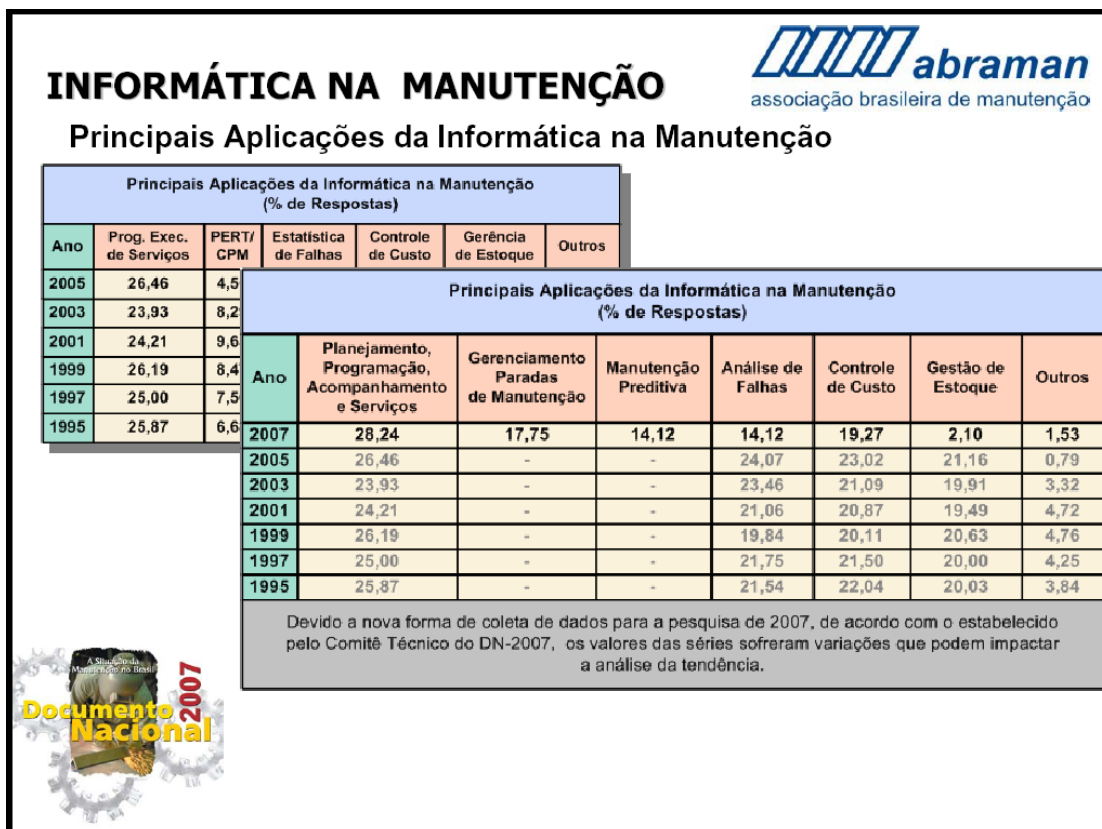


Figura 7 – Aplicação da informática na manutenção (Fonte: Abraman )

Pode-se observar na figura 7, onde são mostrados dados do Documento Nacional da Abraman – 2007, que existe pouca aplicação das ferramentas informatizadas em rotinas importantes como o controle de custo e a gestão de estoque. Observa-se que rotinas fundamentais como planejamento, programação e acompanhamento de serviço são muito pouco informatizados nos setores de manutenção, pois somente 28,24% das empresas utilizam softwares para facilitar a gestão destas atividades. Seguindo a proposta metodológica do pilar da Manutenção Especializada, os setores de manutenção deveriam agora instituir primeiramente um programa formal de

manutenção preventiva seguido de um programa de manutenção preditiva. Esta seqüência responde à necessidade de eliminar primeiramente todo tipo de falha acidental nas máquinas, que é a finalidade prioritária da prevenção. Depois que as causas acidentais das falhas forem controladas, é necessário bloquear o avanço dos processos de desgaste. Para esta finalidade, é importante introduzir um plano adequado de atividades preditivas, que tem a função primordial de monitorar o avanço de processos de desgaste em sistemas mecânicos e eletro-eletrônicos. Nesta fase da implantação do pilar da manutenção especializada, a incidência de atividades corretivas nas máquinas deveria ser praticamente nula.

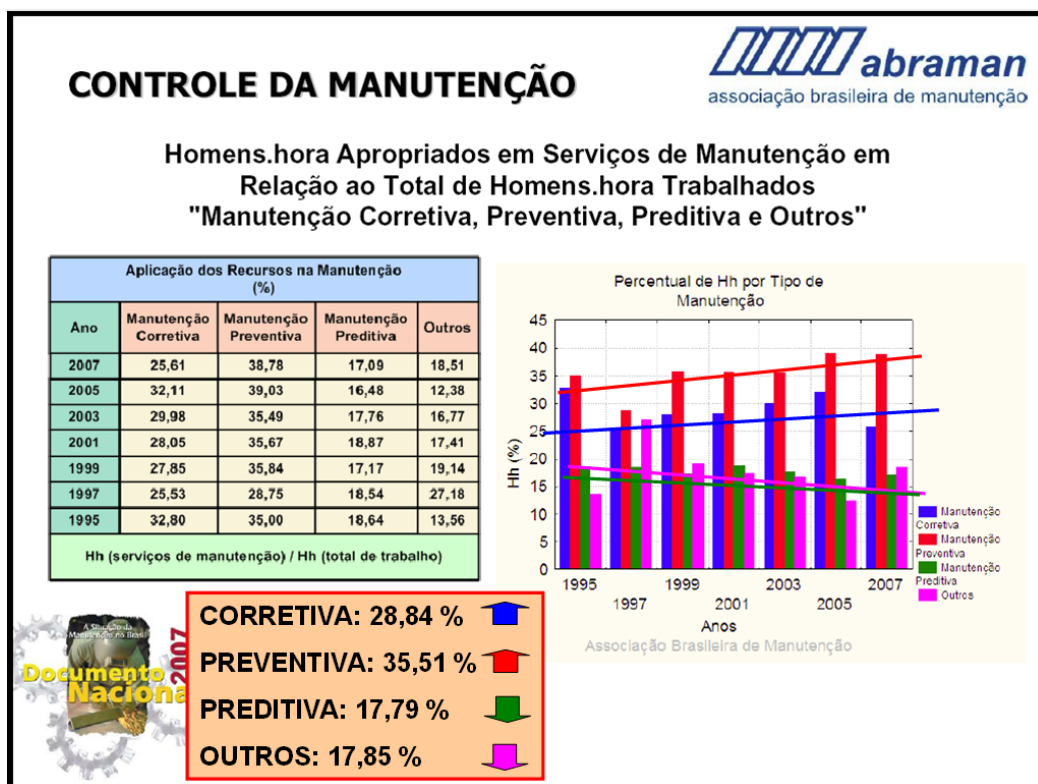


Figura 8 – Tendência na aplicação da Manutenção Corretiva, Preventiva e Preditiva  
(Fonte: Abraman )

Na figura 8 podem ser observadas as tendências na aplicação da manutenção corretiva, preventiva e preditiva nos últimos 10 anos no Brasil. Estes resultados mostram que os indicadores de manutenção corretiva e também de manutenção preventiva apresentam uma tendência de crescimento. Isto mostra claramente que as

atividades preventivas não são eficientes, já que não conseguem reduzir a manutenção corretiva nas máquinas. Outro ponto negativo nestes dados é que existe uma tendência negativa na aplicação da manutenção preditiva. Isto mostra claramente que os setores de manutenção não têm controle na aplicação destas ferramentas de manutenção. Existem diversas causas para estes efeitos negativos, mas a principal causa é a falta de preparação técnica e estratégica das equipes de manutenção, que não investem na qualificação do seu pessoal.

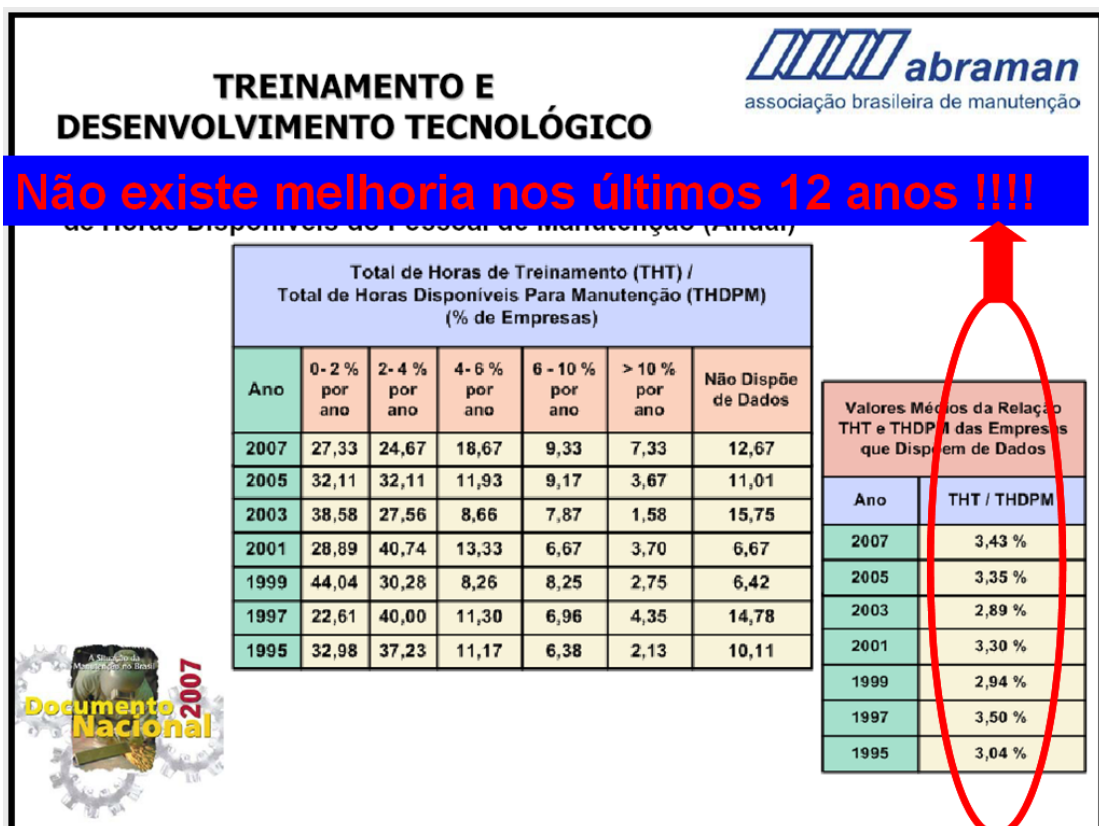


Figura 9 – Percentual de horas de treinamento do pessoal de manutenção  
(Fonte: Abraman )

A figura 9 mostra que, de acordo com os dados da Abraman, durante os últimos 12 anos, os indicadores de treinamento do pessoal técnico de manutenção não foram melhorados. Existe um esforço de treinamento somente no nível de engenheiros, mas não de pessoal técnico e de supervisão. Isto é, sem dúvida, a principal causa no fracasso observado na redução dos índices de manutenção corretiva mostrados na figura 8.

Para finalizar esta avaliação do processo de manutenção atual nas empresas é necessário verificar o último passo do Pilar da Manutenção Especializada, que é o sistema de avaliação da manutenção. Um sistema de avaliação deve possuir indicadores adequados, que permitam monitorar de forma efetiva o processo de manutenção. Na figura 10 são mostrados os principais indicadores utilizados pela manutenção no Brasil de acordo com os dados do último Documento Nacional da Abraman.



Figura 10 – Principais indicadores utilizados pela manutenção (Fonte: Abraman)

Pode-se observar que o indicador mais freqüente é o custo de manutenção, seguido da disponibilidade das máquinas. Em terceiro e quarto lugares estão o tempo médio entre falhas (MTBF) e o tempo médio de reparo (MTTR) e a Satisfação dos Clientes somente aparece em sétimo lugar. Este fato mostra claramente como os processos de manutenção devem ser re-orientados, já que em qualquer conceito moderno de produção a satisfação do cliente deve ocupar o **primeiro lugar e não o sétimo !**

### Conclusões

Os dados apresentados neste trabalho mostram claramente que todo o processo de manutenção deve ser revisado e re-orientado de acordo com os princípios do Sistema Lean de Produção utilizado pelas empresas classe mundial em manufatura. Muitos pontos exigem uma atitude prioritária na reformulação destes processos, sem dúvida o principal deles é a valorização da capacitação do pessoal técnico da manutenção, que é o principal fator na concretização de melhorias nos processos. Técnicas como a Manutenção Produtiva Total mostram o caminho a ser seguido para a obtenção de excelência nos processos de manutenção. Cabe às lideranças dos setores de manutenção e aos responsáveis pela alta administração das empresas descobrirem estes caminhos e promoverem a sua implementação nas empresas. Os resultados se traduzem em uma melhoria dos processos um aumento da eficiência do parque industrial, mas sobretudo em uma melhoria dos ambientes de trabalho e do clima produtivo dentro das empresas, que é o principal responsável pela competitividade das organizações modernas. Este pode ser definido como o grande desafio a ser assumido pelas lideranças empresarias nacionais.

## **Bibliografia**

- CASTRO, D. E., PINHEIRO, Marlon, A simple but effective approach to control the performance of maintenance processes, MARCON, 2006, Knoxville, EUA.
- CASTRO, D. E., Eine einfache aber wirksame Methode zur Kontrolle der Instandhaltungsperformance industrieller Anlagen, Aachener Kolloquium fuer Instandhaltung, Diagnose un Anlagenueberwachung, 2006, Aachen, Alemanha
- CASTRO, D. E., PINHEIRO, Marlon, SOUZA, Luiz Gustavo de, CARVALHO, Priscila Tanaka de, Implantação de um Plano de Saúde Veicular via Web - Um sistema de Gestão de Manutenção Veicular SAE 2006, 2006, São Paulo.
- CASTRO, D. E., PINHEIRO, Marlon, Uma nova ferramenta para gestão de manutenção de instalações industriais. 61 Congresso Anual da ABM, 2006, Rio de Janeiro.
- CASTRO D. E. ; M. A. Pinheiro, “Implantação de análise de confiabilidade e risco veicular em frotas de ônibus”. 7. COTEQ - SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE EQUIPAMENTOS, 2003, Florianópolis. Conferencia sobre Tecnologia de Equipamentos. 2003.

- CASTRO, D. E. “Using Degradation Process Analysis to Reduce Reactive Maintenance”, Maintenance Technology Magazine, Barrington IL – Estados Unidos - Abril 2002
- CASTRO, D. E, Confiabilidade e custo de Ciclo de Vida, 7° Seminário de Manutenção de Minas Gerais, Abraman, Maio 1999.