



O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E A GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Dr. Acires Dias

Professor do Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e-mail: acires@emc.ufsc.br.

MsC. Cícero Mariano Pires dos Santos

Doutorando do programa de pós graduação em Engenharia Elétrica da UFSC, e professor da Universidade Federal de Pernambuco.

***Resumo:** As despesas anuais com manutenção na maioria das empresas brasileiras estão em torno de 3,5% em relação ao seu patrimônio. Esta análise porém não pode se restringir aos gastos decorridos com a manutenção. Deve-se considerar, além disso, as conseqüências sobre a produção, o repasse dessas despesas para o preço do produto e as contingências de mercado. Essa correlação, no atual contexto econômico, evidencia a necessidade de adoção de metodologias que aproveitem as vantagens resultantes das modernas técnicas de gestão de manutenção, consubstanciando a manutenção como uma vantagem competitiva. O modelo de gestão comumente adotado, está baseado na coordenação de atividades sustentadas nas ações de manutenções corretivas, preventivas e preditivas. O que está colocado no presente momento é como se fará a adoção das novas práticas de gestão baseada na confiabilidade (RCM - Reliability Centered Maintenance = manutenção centrada na confiabilidade) e baseada na produção (TPM - Total Productive Maintenance = manutenção para a produtividade total). A partir desse contexto, é apresentado neste trabalho, dados, argumentos e orientações sobre a implementação dos métodos de gestão, fundamentado numa discussão teórica, com recomendações quanto à adoção dessas práticas por parte das empresas do setor produtivo de transformação de insumos, tomando como referência o cenário industrial brasileiro.*

Palavras-chave: Manutenibilidade, Manutenção, Disponibilidade, Confiabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A Empresa brasileira está, no momento, sendo sacudida pela exigência de qualidade e de produtividade, tendo de investir em tecnologia tanto para a compra como para a recapitação dos equipamentos existentes. Ao mesmo tempo, precisa investir em técnicas e treinamentos da mão de obra. Isso porque os custos de operação e de manutenção tendem a aumentar com a idade dos equipamentos que constituem o sistema produtivo. No entanto, o instante ótimo para se fazer investimentos nesses sistemas é sempre muito difícil de ser determinado.

No passado muitos segmentos do setor produtivo brasileiro, fizeram a implantação de seus sistemas de produção, numa época e sob uma ótica de engenharia e de mercado muito particular. Havia razoáveis condições de financiamento, o mercado era protegido da

concorrência externa e a inflação era alta. Com inflação alta, era pouco perceptível os ganhos relativos a implementação de controle de custos baseado na adoção de políticas baseadas na sustentabilidade e a confiabilidade. Há que considerar também, que enquanto trabalhava-se voltado para o mercado brasileiro, com razoável garantia de mercado, os distintos sistemas produtivos assim como os equipamentos envelheciam. Na conjuntura de então, isso foi admitido como uma consequência inexorável. Em função disso, a tecnologia existente ficou ultrapassada, os métodos de gestão ficaram desatualizados e a mão de obra não recebeu treinamento adequado. Como consequência tinha-se baixa a confiabilidade, havia mais manutenção e pouca disponibilidade. Como era de se esperar, os produtos gerados por esses sistemas se tornaram pouco competitivos tanto tecnicamente quanto em preço.

Enquanto isso, nos países do “primeiro mundo”, tecnologias e métodos de controle de processo estavam sendo implementados e testados. Algumas dessas experiências que tinham aplicações específicas, como por exemplo, no setor aeroespacial ou nuclear, como no caso da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), que fundamenta-se na redundância, entre outras diretrizes, expandiram-se, após adequadamente formuladas e, hoje, estão presentes em diversos segmentos do setor produtivo e de serviços. A Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) é um exemplo disso. Já a Manutenção para a Produtividade Total (TPM), nasceu dos programas de melhoria de qualidade, no “chão de fábrica”, portanto, adaptada ao setor industrial, fundamentando-se na capacitação e integração dos atores, entre outras diretrizes.

Esses e outros métodos gerenciais, têm o objetivo de tentar equilibrar a complexidade das organizações dotadas de modernas tecnologias com as ações requeridas para administrá-las com cada vez mais confiabilidade. Isso porque, mesmo com esses métodos, tem-se presenciado acidentes de grande consequência com repercussões mundiais: setor nuclear (Chernobyl); espacial (Challenge); petrolífero (vazamentos no Mar do Norte), cujas repercussões estarão presentes inclusive para as gerações futuras. Outros acidentes afetam o cidadão de todas as classes sociais, independente da idade ou do local onde se encontra. O blecaute do sistema de fornecimento de energia elétrica no Brasil, em Março de 1999, é bem característico.

Para esses sistemas são exigidas sistemáticas de manutenção mais bem elaboradas. Não é só um problema de técnica mas também de gestão. Nesse contexto a confiabilidade torna-se uma boa aliada. O aumento da confiabilidade requer o aumento do tempo médio até a falha (MTTF) ou do tempo médio entre falha (MTBF). Para tanto é preciso de tecnologia apropriada e da presença humana, dotada de qualificação técnica e gerencial. Técnica porque necessita-se de conhecimento apurado da tecnologia que está trabalhando, de gestão porque precisa-se de consciência sobre a importância de sua atividade profissional, no contexto da sociedade. Nessa conjuntura, a Manutenção para a Produtividade Total (TPM) pode contribuir de forma decisiva.

É preciso enfatizar que os sistemas falham. E que não existe um único modo, uma “mágica” que previna ou elimine todos os problemas relativos a falha, e ainda, que nenhuma política de manutenção é melhor que qualquer outra. Cada uma possui seu lugar, sendo que o verdadeiro desafio consiste em se encontrar qual é esta política e em que lugar deve ser aplicada. Esse desafio está presente e continuará no futuro, já que é preciso dar conta do padrão tecnológico de cada momento.

2. OBJETIVOS BÁSICOS DA MANUTENÇÃO

Os principais objetivos de qualquer empresa, nos dias atuais, é otimizar o desempenho da planta produtiva, controlar e reduzir os custos de produção, aumentar ou pelo menos manter a lucratividade. Nesse sentido a atividade de manutenção passa a ter como objetivo

fundamental, garantir patamares, cada vez mais altos, da disponibilidade do sistema produtivo. Sem essa visão, os resultados da atividade de manutenção ficam restritos ao desempenho de cada ação, perdendo a visão global.

Segundo a NBR-5462 (1994), disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

A falta dessa “qualidade temporal”, tem como consequência imediata a perda de tempo com a parada dos itens, não cumprimento de prazos, aumento dos custos de manutenção, degradação de outros itens vizinhos devido à operação deficiente e até, o comprometimento da segurança em decorrência de falhas prematuras.

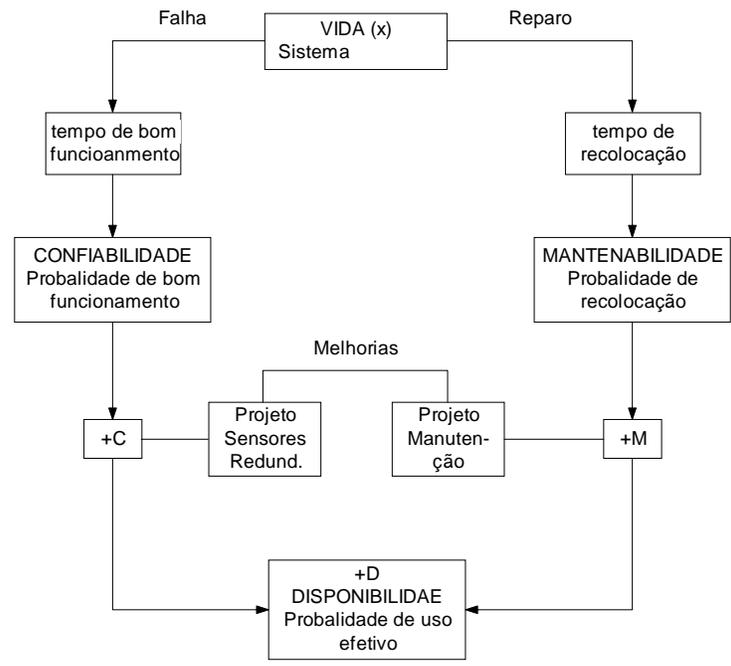


Figura 1 - Correlação entre Confiabilidade (C), Manutenibilidade (M) e Disponibilidade (D) (Dias, 1996)

O termo disponibilidade de um dado produto ou sistema, está na verdade, diretamente associado com a “qualidade temporal” ou vida desse sistema, se considerado reparável. A Figura 1, ilustra uma sistemática de melhoria da qualidade temporal de itens reparáveis. Observa-se que a ênfase de melhoria para se obter mais confiabilidade (+C), mais manutenibilidade (+M), e por sua vez, mais disponibilidade (+D), deve ser dada no projeto do produto.

Embora a disponibilidade seja o objetivo final do investimento de qualquer sistema, a abordagem feita neste trabalho vai no sentido de que a garantia da disponibilidade se dá pelo aumento da confiabilidade e da manutenibilidade. Isso é melhor conseguido quando esses requisitos estão considerados no processo de projeto. Essa discussão, no entanto, foge ao escopo deste trabalho. Considerações relativas às metodologias para projeto de produtos estão presentes nos trabalhos de Back(1983) e de Almeida e Dias (1997).

3. DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO E DE MANTENABILIDADE

A manutenibilidade é um parâmetro de projeto. A manutenção é uma consequência do projeto. Nesse contexto a manutenibilidade é uma característica inerente ao projeto de um sistema ou de um produto. Então, atributos como precisão, segurança e economia relativa às ações de manutenção, devem estar contidos em cada item (componente, subsistema ou sistema) e em todas as fases do projeto.

Assim já na fase do esclarecimento da tarefa de projeto, o produto deve começar a ser desenvolvido, levando em consideração as variáveis manutenibilísticas. Isso significa que o produto deve ser projetado na perspectiva de que cada item que o constitui, quando do processo de perda da funcionalidade ou mesmo após a falha da função, seja recuperado para a condição de “tão bom quanto novo”, qualquer que seja a ação de manutenção executada: corretiva, preventiva ou preditiva.

A NBR-5462(1994) define manutenção como “a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. Saliencia-se que a norma define item como “qualquer parte, conjunto, dispositivo, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente”.

Manutenção corretiva é efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida. Manutenção preventiva é efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou degradação do funcionamento de um item. E manutenção preditiva busca a qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de medições e análise, utilizando-se de meios de supervisão ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. Moubray(1992) cita também a manutenção detectiva como aquela associada a itens que só trabalham quando necessário e por isso não informam quando estão em estado de falha. Exemplo desses itens: sistemas de alarme, dispositivos de medição e controle.

Essas sistemáticas de manutenção têm algumas variantes, e tem evoluído no tempo. A adoção do projeto para a manutenibilidade do produto, melhora os procedimentos, o acesso aos itens, a detecção das falhas, a instrumentação associada, os materiais, as ferramentas, o treinamento da mão de obra e os procedimentos para executar a manutenção(Blanchard, 1995).

A exigência de disponibilidade proporcionou à manutenção, um destaque em relação ao grau de importância para o projeto do produto e para a gestão do processo produtivo. A política de manutenção imprimida ao produto ou ao processo, passou a era considerada como uma vantagem competitiva.

Essa política tem alcançado maior sucesso nas instituições que gerenciam o sistema produtivo sob o enfoque da qualidade, competitividade e lucratividade. Nesses casos o uso de um sistema de gestão fundamentado na Manutenção para a Produtividade Total (TPM) e/ou na Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), tem apresentado maior chance de sucesso.

3.1 Manutenção para a Produtividade Total (TPM)

A Manutenção para a Produtividade Total, (TPM - Total Productive Maintenance) é a síntese de experimentações iniciadas com o controle estatístico da produção, na década de 50, no “chão de fábrica”, da indústria japonesa. Santos (1996), citando Nakajima, enfatiza a importância do pessoal da produção e manutenção trabalharem juntos na perspectiva da “melhora contínua” e do ser “capaz de fazer”.

A realização da manutenção espontânea pelos próprios operadores é uma característica primordial da TPM. Os operadores estão perto dos equipamentos, portanto eles podem atuar como sensores, prevendo a grande maioria das falhas antes que elas ocorram. O objetivo é disseminar o conceito “da minha máquina, cuidado eu”, ou seja, do senso de responsabilidade para a execução da manutenção espontânea em todos os níveis. Para tanto, é preciso realizar programas de treinamento e de educação de forma gradativa e constante. Para implantar a manutenção espontânea devem ser vencidos etapas, como:

- incentivar a limpeza dos equipamentos para os operadores descobrirem os pontos de falhas potenciais;
- introduzir melhorias para facilitar a limpeza e lubrificação nos pontos de difícil acesso;
- elaborar procedimentos de limpeza e de lubrificação;
- promover treinamento e educação para a execução das inspeções;
- elaborar um programa de inspeções espontâneas e promover a sua execução;
- efetivar a padronização dos diversos parâmetros necessários à gestão, como, fluxo de material, registro dos dados, etc.;
- promover a análise e a melhoria dos equipamentos, baseados nos dados e análise como as do MTBF (Tempo Médio Entre Falhas).

Pode-se perguntar: qual é o foco da TPM? A resposta seria: é um sistema que busca a maximização do rendimento operacional global dos equipamentos. Fornece um enfoque sistêmico e integrado, onde se considera o ciclo de vida do próprio equipamento, através de um programa de prevenção de manutenção (incorporar no projeto a não necessidade ou a perspectiva de não ser necessário fazer manutenção). Se não for possível há que se introduzir melhorias e adotar a Manutenção Preditiva e Preventiva, visando proporcionar um incremento na produtividade operacional. O envolvimento e participação de todos, desde a alta administração até o pessoal da linha de produção, consolidando o sistema de manutenção espontânea, ou seja, não ser necessária uma ordem para a realização da manutenção, no sentido de tornar realidade o estado de espírito, “da minha máquina cuidado eu”. Além disso deverá crescer a colaboração nas atividades voluntárias de pequenos grupos, através de um sistema apropriado de sugestões.

O objetivo da TPM é, também, a melhoria da estrutura orgânica da empresa, através da melhoria das pessoas e dos equipamentos. Objetiva preparar e desenvolver as pessoas para terem iniciativas e para trabalhar nas fábricas do futuro, dotadas cada vez mais de automação.

A quebra do equipamento é o fator que mais prejudica o rendimento operacional. Segundo Nakajima, citado por Santos(1995), as máquinas foram concebidas para trabalhar com “defeito zero”. As quebras são resultantes do manuseio imposto pelo próprio homem. As máquinas quebram devido a nossa incapacidade em perceber as falhas ou causas que influem na sua degradação, perceptível somente após a sua ocorrência. Essa falhas são denominadas de falhas inconscientes. É importante externá-las, torná-las visíveis para possibilitar as medidas preventivas. As principais falhas inconscientes ou ocultas são: sujeira, atritos, desgastes, corrosão, riscos, temperatura, barulho, detritos, folgas, vazamentos, deformações, trincas, vibrações etc. Enfim, falhas as quais geralmente não se atribui importância e que consequentemente são negligenciadas.

As falhas inconscientes podem ainda ser classificadas em dois tipos: falhas inconscientes físicas e falhas inconscientes psicológicas.

As falhas inconscientes físicas são falhas não visíveis e que passam despercebidas, tais como: falhas internas detectadas somente abrindo-se o equipamento ou quando submetido a diagnóstico específico, falhas em locais de difícil acesso e portanto de difícil visualização, e falhas invisíveis devido a detritos e sujeiras.

As falhas inconscientes psicológicas são falhas resultantes da falta de capacitação ou conscientização, tanto dos operadores quanto dos elementos de manutenção.

Devido a tudo isso, é requerido capacitar os engenheiros para planejar, projetar e desenvolver equipamentos, para a confiabilidade e para a manutenibilidade, e com isso diminuir as intervenções de manutenção e o tempo de recolocação em operação.

3.2 Manutenção centrada na confiabilidade (MCC)

Contingenciado pelo desenvolvimento aeroespacial, iniciado na década de 60, muitas empresas aéreas, principalmente, nos Estados Unidos da América começaram sentir a necessidade de processos de manutenção menos onerosos e mais adequados ao novo patamar de tecnologia que se iniciava. Constituíram Grupos de Direcionamento da Manutenção (*Maintenance Steering Groups – MSG*) para reexaminar os processos de manutenção e proporem alternativas. Em 1968 a Associação de Transporte Aéreo (ATA) formulou as primeiras estratégias de manutenção chamada de MSG1. Em 1970, após um reestudo, foi apresentado a segunda versão chamada de MSG2. Na metade da década de 1970 o Departamento de Defesa dos Estados Unidos promoveu um estudo acerca do estado-da-arte do pensamento da manutenção em aviação. Este relatório foi escrito por Stanley Nowlan e Howard Heap e foi intitulado de *Reliability Centered Maintenance – RCM*, publicado em 1978 (Moubray 1992).

Essa sistemática de gerenciamento de manutenção é conhecido na Europa como Otimização de Manutenção para a Confiabilidade, OMC, e no Brasil como Manutenção Centrada na confiabilidade – MCC e Manutenção Baseada na Confiabilidade – MBC.

É uma metodologia estruturada e que tem por objetivo garantir ao equipamento as funções requeridas nos padrões para o qual foi projetado, no contexto operacional. De forma resumida, Smith(1989) atribui quatro características a MCC:

1. Preservar a função do sistema, ao contrário da abordagem tradicional que é preservar a operação do equipamento.
2. Uma vez que deseja-se preservar a função, deve-se identificar os modos de falha dominantes que podem causar falhas nestas funções. Os modos de falha dominantes são modos de falha com uma frequência de falhas alta ou modos de falha que não podem ocorrer porque põem em risco as pessoas e o patrimônio. Para determinar os modos de falha dominantes utiliza-se os dados históricos de manutenção dos equipamentos, análise por árvore de falhas e FMEA (Failure Modes and Effects Analysis). A análise por árvore de falhas define como um sistema pode falhar. A FMEA é utilizada para equipamentos críticos, sendo uma metodologia estruturada para levantar e examinar os modos de falha potenciais e determinar o seu efeito no sistema.
3. Priorizar as funções necessárias através dos modos de falha dominantes, de modo que os recursos, geralmente, limitados possam ser orientados para preservar as funções mais críticas. Isso é feito pela análise dos modos de falha dominantes, através de uma árvore de decisões, para verificar as conseqüências de cada modo de falha e como evitá-los.
4. Selecionar apenas atividades de manutenção preventiva (MP) que efetivamente reduzam a possibilidade de falha ou perda da função, e que seja o caminho mais barato para atingir esse objetivo. Um risco potencial de segurança é a única situação onde as considerações de custo são ignoradas.

A MCC indica a manutenção preventiva, compulsória, quando segurança pode ser afetada. Se não houver um tipo de manutenção preventiva que reduza o nível de falha para uma condição aceitável, o item deve ser reprojetado.

A metodologia MCC é melhor conduzida por uma equipe multi-disciplinar, liderada por um mediador independente. A equipe é responsável pela condução da análise e pelas recomendações.

4. O ESTADO DA ARTE DA MANUTENÇÃO NO BRASIL

Algumas empresas brasileiras do setor produtivo de transformação de insumos, principalmente, as ligadas ao setor automotivo, químico, petroquímico, setor de energia e tecnologia de “ponta”, estão atentas às discussões técnicas, no que tange a perspectiva de melhorar a qualidade, produtividade e lucratividade. Nessa ótica uma série de técnicas e métodos estão sendo vendidos como produtos. Todos apontam para a melhoria da qualidade, produtividade e lucratividade. São sínteses de programas gerenciais, implementados no setor industrial dos países do “primeiro mundo”.

Alguns desses consumidores implementaram programas como a TPM e a MCC, ou fizeram adequações dessas metodologias.

Cascone e Fagundes(1995) apresentaram resultados obtidos quanto ao aumento da disponibilidade dos componentes e sistemas, utilizando ações gerenciais implementadas a partir dos conceitos de confiabilidade e de manutenibilidade na empresa Dupont S/A, de Paulínea, SP. A disponibilidade saltou de 92,2% em 1987 para 99,1 em 1994. O custo anual com manutenção, em relação ao ativo patrimonial, que era de 1,3 % em 1991 diminuiu para 1,1% em 1994. Segundo Cascone (1992), a ação gerencial para a excelência em manutenção depende do investimento em pessoal, em sistemas e atitudes. Para tanto é preciso dispor de metodologia e conhecimento dos conceitos pertinentes.

Segundo Gambirasio(1998), a Mercedes Bens do Brasil, desde 1992, vem investindo em programas que visam a melhora das condições de trabalho, do aproveitamento do parque fabril na perspectiva de liderar o mercado na América do Sul. Objetivando cumprir essa meta implementou: kaizen, TPM, 5S, Just-in-time, KanBan, Células de Manufatura, Trabalho de Grupo, Engenharia Simultânea. Obteve um aumento da disponibilidade de 94,47% em 1994 para 98,17% em 1997. A partir de 1997 adicionou o programa de MCC, na perspectiva de antever as falhas dos equipamentos críticos, ou dos equipamentos novos, que possuem poucas falhas e, dessa forma, melhorar e garantir a confiabilidade. O problema com MCC, segundo Gambirasio, está no alto custo, gerado pelo tempo gasto com aproximadamente 15 reuniões de 3h cada para cada grupo de 10 pessoas.

Silva(1998) comenta que no sistema Alumar, a implementação da MCC levou a redução de 25% dos sobressalentes e serviços contratados, além do aumento da disponibilidade de 84,3% para 86%, em um ano.

Castro(1998) apresenta estudos realizados nos Estados Unidos da América, sintetizado na Tabela 1, indica por exemplo que as ações de manutenção, em relação as outras atividades do processo, pode influenciar em torno de 18% a confiabilidade dos equipamentos. Já as ações relativas a produção (operação) repercutem em torno de 39% sobre a confiabilidade dos equipamento. Como ilustra a Tabela 1, mesmo que a manutenção seja perfeita, ainda assim, 80% dos problemas que afetam a confiabilidade estariam relacionados com outras funções.

Tabela 1 - Impacto na confiabilidade dos equipamentos (Castro, 1998).

Origem	Percentual (%)
Produção (operação)	39
Manutenção	18
Planejamento e controle da produção	12
Engenharia de fábrica	15
Compras	11
Vendas e marketing	5

É importante observar que tais referências não avaliam o quanto a atividade de projeto participa no aumento da confiabilidade, tão pouco têm informações acerca dos critérios que nortearam a obtenção dos dados dessa pesquisa. De qualquer forma, fornece um indicativo importante para a priorização das ações no setor industrial.

A ABRAMAN(1997) apresenta um cenário da função manutenção nas empresas brasileiras. Entre as empresas pesquisadas, 15% tinham até 200 empregados, 35% de 201 a 500 empregados, 25% de 501 a 1000 empregados, 20% de 1001 a 3000 empregados e 5% com mais de 3000 empregados. Em torno de 19,9% dos trabalhadores dessas empresas estão envolvidos com a atividade de manutenção. Desses, 6,3% tem escolaridade de nível superior, 14,8% de nível médio, 40,4% são caracterizados como qualificados, 7,2% não têm qualificação e 31,3 não foram classificados na pesquisa. Eles são responsáveis por instalações e equipamentos cuja idade está assim distribuída: 5% tem até 5 anos; 22% tem de 5 a 10 anos, 58% de 11 a 20 anos, 13% de 21 a 40 anos e 2% com mais de 40 anos. Em termos gerais essas instalações e equipamentos são mantidos em operação pela ação de manutenção corretiva (20%), manutenção preventiva (28,75%), manutenção preditiva (18,84%) e outras formas de manutenção (27,18%). A pesquisa acusou que 18% adotam a Manutenção para a Produtividade Total (TPM) e 3% a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC).

Em média, 3,1% do patrimônio ou 4,39% do faturamento das empresas brasileiras são aplicados, na função manutenção, no Brasil. Há que considerar que esses percentuais poderão ser diferentes se uniformizar a base de cálculo para a determinação desse percentual. Em termos internacionais, este percentual deve ser no máximo de 2% em relação ao patrimônio (Cascone, 1992).

O conjunto dessas informações indica que existe um campo aberto para a pesquisa, experimentações, análises e implementações de metodologias que se integre de forma mais segura e mais adaptada ao cenário industrial brasileiro.

As técnicas de TPM e MCC são resultados de implementações que levaram vários anos até atingir a estrutura que hoje está sendo apresentada. A MCC nas empresas americanas e européias e a TPM nas empresas japonesas, para ficar vinculado aos países de origem, fazem parte da cultura dessas empresas e de seus trabalhadores. Tanto a estrutura de produção quanto os equipamentos existentes foram projetados para a confiabilidade e para a manutenibilidade, a partir das necessidades explicitadas segundo a cultura da MCC e da TPM. Então, a função manutenção se desenvolve, perfeitamente, integrada a esse contexto tecnológico.

No Brasil, essas formas de gestão são exógenas. Os produtos e os processos não foram projetados para as necessidades explicitadas pela MCC e TPM. Além disso, a gestão, a formação escolar, o conhecimento técnico, e a prática de trabalho em grupo têm particularidades intrínsecas ao Brasil. Por isso, entende-se que mais do que cursos esporádicos, ou aquisição do conhecimento via “pacotes” salvadores, ou de sistemas “caixa preta”, como explicitado por Geraghty (1996), não são indicados. Necessita-se é de forte investimento em pesquisa e desenvolvimento, num esforço conjunto de Institutos de Pesquisa, Instituições Educacionais e Empresas.

5. A TPM E MCC NA PERSPECTIVA DO PROJETO

Como está mostrado na Figura 1 a melhora da disponibilidade depende da melhora da confiabilidade e da manutenibilidade do produto. Por mais eficientes que sejam as técnicas de manutenção, estas tornam-se limitadas se não for priorizado o registro de todas as ações sobre os defeitos, falhas ou panes. Estes registros e os bancos de dados respectivos, haverão que estar integrados a todos os setores indicados na Tabela 1 e, principalmente, disponíveis ao

setor de projeto, de maneiras que, nos projetos novos ou no reprojeto, se proceda as modificações requeridas, para a não repetitividade da falha.

Este banco de dados poderá ser estruturado por sistema de atuação: mecânico, elétrico, eletrônico, pneumático, hidráulico. Poderá estar dividido em grupos de função: gerar energia, controlar energia, registrar, direcionar, etc. O importante é permitir individualizar a informação, de tal forma, que possa ser particularizado à empresa e aos respectivos projetistas.

Então, os tempos, a análise dos modos de falha, dos efeitos e das conseqüências devem ser feitas, não só para executar a recuperação do item para a condição de “tão bom quanto novo” como também atuar sobre o projeto, implementando modificações que levem o item para a perspectiva de “defeito zero”.

6. CONCLUSÕES

A realidade industrial brasileira é permeada de contrastes profundos, entre o velho e novo, entre o moderno e o tradicional. Por ter um parque industrial forte e inserido no contexto mundial, é pressionado por todas as mudanças estabelecidas nesse cenário. Diante disso pode-se concluir que:

É imperioso sistematizar uma metodologia para radiografar o contexto gerencial em manutenção, no tocante as técnicas, pessoal e custos. Os ganhos de disponibilidade obtidos a partir da implantação de novas metodologias em prazos exíguos de uso e, ainda, sem métricas balizadoras para o contexto nacional, são discutíveis. Expressam, sem dúvida, uma realidade percebida, mas em função de uma proposta gerencial, que pode trazer conseqüências imprevisíveis. É conclusivo, que a melhoria da disponibilidade, não depende só da implementação da TPM ou da MCC, mas sim da estrutura da organização e do investimento em estudo, técnica e procedimentos feitos para cumprir metas estabelecidas. Isso é fruto de um processo, de objetivos, prazos e de métricas claras.

As metodologias estão sendo expostas como métodos autônomos de melhoria contínua do produto. Isso tende a esgotar-se e depois é preciso consumir outros produtos, caracterizando, uma dependência incomensurável. Por isso, como conclusão final, aponta-se para a necessidade do envolvimento do setor industrial com as instituições de pesquisa e de ensino para pesquisar, desenvolver e testar metodologias que estejam apropriadas às contingências específicas da indústria brasileira.

7. REFERÊNCIAS

ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, 1997, Documento Nacional: A Situação da Manutenção no Brasil. Rio de Janeiro: [Http://www.abraman.org.br](http://www.abraman.org.br).

Almeida, J.C. de., Dias, Ac., 1997, Estudo da confiabilidade no processo de projeto. Anais em CD-ROM .XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica - COBEM. Bauru SP: UNESP. Código. COB952. 8p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1994, Rio de Janeiro. *NBR 5462*, Confiabilidade e manutenibilidade - terminologia. Rio de Janeiro, 37p.

Back, N., 1983, Metodologia de projeto de produtos industriais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois.

Blanchard, B., Verna, D., Peterson, E.L., 1995, Maintainability. New York: John Wiley & Sons Inc.

Cascone, N.R., 1992, Metodologia para análise e otimização da confiabilidade, da manutenibilidade e da disponibilidade de um processo contínuo de produção. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

Cascone, N.R., & Fagundes, H.da C., 1995, Processo de implantação de um programa de análise e otimização da confiabilidade de um processo contínuo de produção. IV Encontro técnico sobre Engenharia de Confiabilidade. Petrobrás, Rio de Janeiro, RJ., p.231-242.

Castro, D.A.de, 1998, Confiabilidade de equipamentos: de quem é a responsabilidade. II Seminário Brasileiro de Confiabilidade na Manutenção. Outubro/1998, Instituto de Engenharia, São Paulo. p.21-25.

Dias, Ac., 1996 Metodologia para análise da confiabilidade em freios pneumáticos automotivos. Tese de doutorado: Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

Gambirasio Jr, L., 1998, Confiabilidade – A experiência da Mercedes-Bens do Brasil, II Seminário Brasileiro de Confiabilidade na Manutenção. Outubro/1998, Instituto de Engenharia, São Paulo. p.10-19.

Geraghty, T., 1996, Obtendo efetividade do custo de manutenção através da integração das técnicas de monitoramento de condição RCM e TPM, 1996, Maintenance Magazine, Inglaterra – Vol11, n.1, P1-4.

Moubray, J., 1992, Reliability Centered Manntenance, Second Edition, Industrial Press Inc.

Santos, I.S.dos, 1996, Metodologia para a otimização de equipamentos e sistemas, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

Silva, M.C.F.da, 1998, Implementando a MCC: Benefícios e dificuldades – Sistema da Alumar. II Seminário Brasileiro de Confiabilidade na Manutenção. Outubro/1998, Instituto de Engenharia, São Paulo. p.26-29.

Smith, A.M., 1993, Reliability Centered Manintenance, McGraw Hill.

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AND MAINTENANCE MANAGEMENT

Abstract: In most of Brazilian industries, the yearly budget with maintenance is around 3.5% of its patrimony. However, this analysis cannot be restricted to effective expenses with maintenance. It should be considered its consequences on the production system, the impact of such expenses on product price and market contingencies. In the present economical context, this correlation emphasizes the need for methodologies which take advantages of modern techniques of maintenance management, supporting maintenance as a competitive edge. The most common management model adopted is based on the coordination of activities supported by corrective, preventive and predictive maintenance actions. At the present scenario, the key issue is how to adopt the new management practices based on reliability (RCM- Reliability Centered Maintenance) and on production (TPM- Total Productive Maintenance). Considering this context, this work presents data, arguments, and guidelines to implement these maintenance methods, a theoretical discussion is also presented, with recommendations regarding the implementation of those techniques in the industrial sector, having as reference point the Brazilian scenario.

Keywords: Maintainability, Maintenance, Availability, Reliability.