

# ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO NO PROCESSO PRODUTIVO

Mauricio de Sá Costa

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar e demonstrar a importância da Manutenção e em especial discutir as relações que podem ser estabelecidas entre a Engenharia de Manutenção e a Produção. A integração da manutenção na produção é uma proposta que está despertando o interesse das organizações que almejam garantir a competitividade.

**Palavras-chave:** Engenharia. Manutenção. Integração. Produção.

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
1.1. JUSTIFICATIVA .....	4
1.2. OBJETIVOS .....	4
<b>2. HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO E PRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>3. TIPOS DE MANUTENÇÃO</b> .....	<b>7</b>
3.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	9
3.1.1. Manutenção Corretiva Não – Planejada .....	9
3.1.2. Manutenção Corretiva Planejada .....	9
3.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA .....	10
3.3. MANUTENÇÃO PREDITIVA .....	11
3.4. MANUTENÇÃO DETECTIVA .....	11
3.5. ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO .....	12
3.6. MANTENABILIDADE OU MANUTENABILIDADE .....	12
<b>4. ENGENHEIRO DE MANUTENÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>14</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>15</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com a crescente concorrência as empresas de maneira geral têm sido obrigadas a desenvolver sistemas de trabalho que busquem a cada dia a melhoria da eficiência e a competitividade no mercado nacional e internacional. Os recursos encontrados dentro do âmbito industrial são parâmetros que podem definir uma boa produtividade agregando valor e qualidade ao produto visando à sobrevivência da entidade, ou seja, obtenção de lucro. Na medida em que cresce a disputa por uma boa colocação, mediante a visão dos tão esperados consumidores, as organizações buscam, com propriedade, alcançar níveis de qualidade a ponto da perfeição. Tal perfeição muitas vezes trazem padrões quase impossíveis de serem alcançados. Faz-se necessária, portanto, a intervenção da Engenharia de Manutenção como ponto chave dentro do processo produtivo visando à obtenção de meios que possam gerar ideias e soluções para que se alcance a qualidade esperada. (Marcelo Guelbert 2004).

Segundo Tavares (1999), o consumidor ocidental começou a exigir melhor qualidade em produtos e serviços devido à chegada dos produtos da indústria oriental. Antes, na maioria dos países ocidentais até a década de 80 as empresas só objetivavam obtenção de máxima rentabilidade de seus investimentos. Tavares explica que as tarefas que os profissionais de manutenção desempenham resultam em impactos diretos e indiretos nos produtos ou serviços das empresas. Ou seja, a manutenção mal feita ou inexistente reduz lucros, gera aumento nos custos de mão-de-obra e estoques, clientes insatisfeitos e produtos de má qualidade.

O autor argumenta (TAVARES, 1999) que, na década de 70, no Japão, foi desenvolvida a TPM, “Total Productive Maintenance”, uma técnica para melhorar a qualidade de produtos e serviços. Está fundamentada na reformulação e melhoria da estrutura empresarial a partir da reestruturação e melhoria das pessoas e dos equipamentos, envolvendo todos os níveis hierárquicos e a mudança de postura organizacional. Aplicando à indústria, pode-se interpretar como sendo a conservação dos meios de produção por todos. No entanto, TPM é uma técnica que promove um trabalho onde estão sempre unidos, segundo os mesmos objetivos, o Homem, a Máquina e a Empresa. A TPM ou Manutenção Produtiva Total é o desenvolvimento sistemático das atividades de manutenção executadas pelo operador. É uma filosofia envolvendo os operadores, pessoal de manutenção e todos os envolvidos para elevação da capacidade instalada. Um dos pontos chaves da TPM é “quem melhor conhece as condições de funcionamento da máquina é quem sempre opera o equipamento, portanto quem tem melhores condições de fazer as inspeções e as manutenções simples”. “Procura-se dar ao pessoal de produção um novo sentido de propriedade e orgulho no fato de seu equipamento estar funcionando, estar limpo e o mais importante, o pessoal tendo plena consciência dessas atitudes”. Além disso, na medida em que se desenvolve a parceria entre o pessoal da manutenção e o operacional, pode-se inclusive prever e detectar as fontes de falha e tomar as devidas ações corretivas de forma pró-ativas. A TPM busca um melhor desempenho do equipamento, através disso, o aumento da produtividade.

## **1.1. JUSTIFICATIVA**

O presente trabalho vem através do estudo entre metodologias. Existem características de processos que implicam num olhar específico. Neles, o trabalho de operação é caracterizado pelo acompanhamento e controle dos processos de fabricação, com as várias intervenções para prevenir problemas, para ajuste de processos, correção de problemas já identificados pelo grupo de operadores diretos. Entretanto, essas intervenções não se limitam as ações dos operadores na produção e nem sempre são promovidas por estes. Nos procedimentos de operação há uma forte participação dos profissionais da manutenção e da engenharia, que determinam parâmetros de controle do processo, resolvendo problemas de grande complexidade tecnológica e logística modificando processos e equipamentos para obtenção de melhores resultados (AULICINO, 1998; BOUYER & SZNELWAR, 2005).

A necessidade da racionalização, combinada à complexidade tecnológica inerente aos produtos, processos e equipamentos, exige a modernização dos conceitos de manutenção, a partir do reconhecimento de suas participações no cumprimento dos objetivos empresariais. O custo de uma falha nos equipamentos, e suas consequências, é muito alto.

## **1.2. OBJETIVOS**

Demonstrar o papel do Engenheiro de Manutenção no ato de promover uma integração entre manutenção e produção agindo como mediador. Organizando, planejando e orientando todas as tomadas de decisão em prol de uma unidade operacional, estabelecendo parcerias entre técnicos e operadores. Visando o aumento da produtividade e conseqüentemente a obtenção de lucro, garantindo a sobrevivência da empresa e sua consolidação no âmbito competitivo.

## **2. HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO E PRODUÇÃO**

No início da produção de mercadorias o artesão desenvolvia todas as fases produtivas, desde a concepção e a criação do produto, até a sua execução final. O artesão é o profissional que domina todos os recursos existentes para a produção manual de objetos que lhe proporcionam a sobrevivência econômica. Normalmente ele não detém uma educação técnica, mas tem o dom de, com a ajuda de instrumentos e matéria-prima apropriados, criar o que se conhece como artesanato. (SANTOS, 2007)

Esta arte engloba toda tessitura manual, elaborada quase sempre por uma única pessoa, portanto dificilmente ela é considerada um trabalho coletivo. Neste trabalho mais de 80% do objeto é produzido através da conversão do material utilizado pelo artesão em objeto artesanal. Geralmente o fruto desta criação reproduz a interação deste profissional com o contexto no qual ele está inserido, consistindo igualmente em um reflexo de sua vida cultural. (LIMA, 2003)

Este indivíduo sempre conta com recursos não automatizados, ou seja, de caráter artesanal, produzindo assim um produto singular e autêntico, normalmente de natureza cultural. Os objetos concebidos não precisam necessariamente ter uma finalidade

comercial. À medida que a industrialização se desenvolve, com a conseqüente mecanização da produção, o artesanato cada vez mais ganha na conotação de instrumento da cultura popular, estendendo este status ao próprio artesão (Figura1). (FUNARTE, 1978)

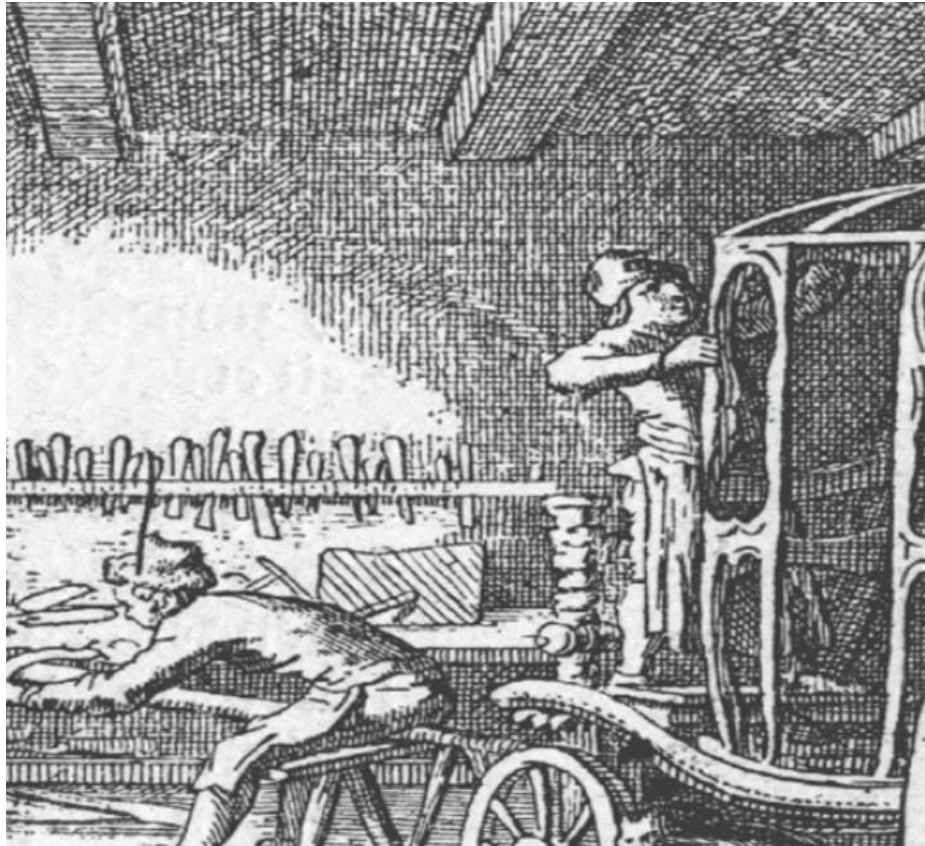


Figura 1 - Gravura de cobre da segunda metade do século XVIII, com desenho de Daniel Chodowiecki, representa artesãos alemães fabricando uma carruagem.

Quando o homem começou a manusear instrumentos e desenvolver as máquinas para a produção de bens de consumo a manutenção foi emergindo a partir do momento em que novas necessidades eram criadas. O homem não conseguia manter níveis de produção por muito tempo, pela queda de rendimento dos instrumentos de trabalho. Como por exemplo: machado, pá, vassoura, etc A evolução vem desde o desenvolvimento técnico-industrial, até a primeira Guerra Mundial em 1914, o próprio pessoal que operava os equipamentos realizava a manutenção dos mesmos tinha um caráter de importância secundário. Com o aumento da demanda de equipamentos bélicos e a implantação da produção em série, instituída por Ford (1920), as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção, conseqüentemente surgindo à necessidade de criar equipes que pudessem efetuar reparos em máquinas e instalações num menor tempo possível. Assim surgiu um órgão subordinado à operação, cujo objetivo básico era de execução da Manutenção Corretiva. Após a Segunda Guerra Mundial aumentou significativamente a necessidade por uma produção mais ágil e ao mesmo tempo confiável as intervenções corretivas, aquela que ocorre após a falha ou quebra do ativo, não eram mais suficientes. A manutenção preventiva surgia não só para corrigir as falhas, mas também para evitá-las, a Manutenção tornou-se tão importante quanto a Operação. Após a década de 50, surgiu uma grande evolução na aviação

comercial e na indústria eletrônica. Com a preventiva baseada na estatística (tempo ou horas trabalhadas), observou-se que o tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o de execução do reparo. A alta administração, então, resolveu selecionar equipes de especialistas para compor um órgão de assessoramento, que se denominou “Engenharia de Manutenção”, recebendo os encargos de planejar e controlar a manutenção preventiva e analisar causas e efeitos das avarias (Figura2). (AUGUSTO TAVARES, 2005)

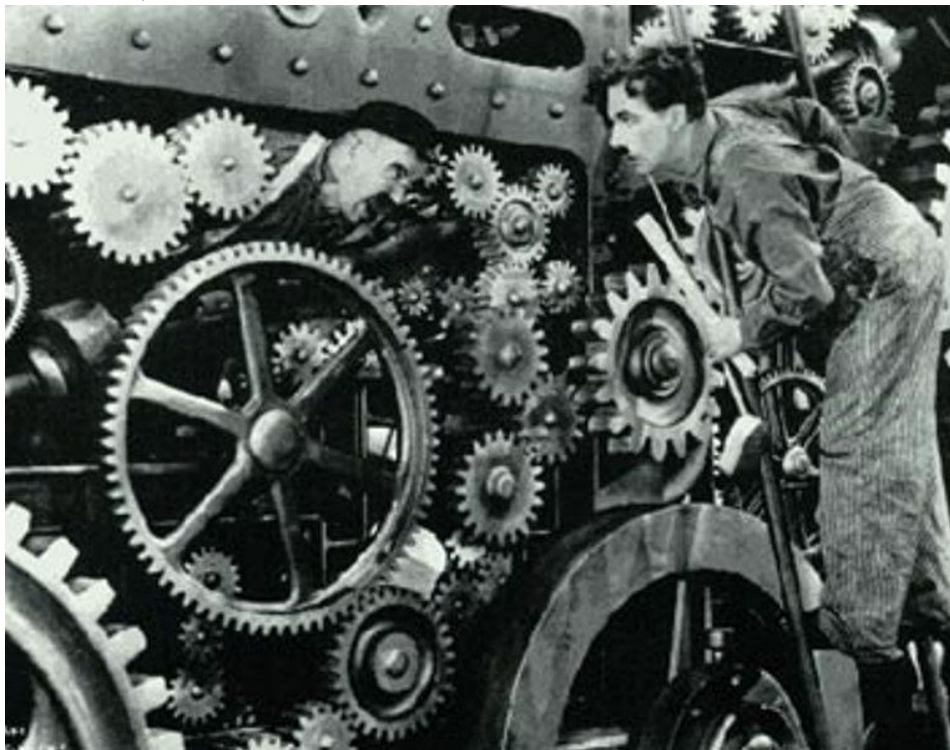


Figura 2 - Imagens do filme Tempos Modernos Fonte: rfácil.com.br

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, estes foram unidos a sistemas automatizados de planejamento e controle, reduzindo os serviços burocráticos dos executantes de Manutenção. Estas atividades acarretaram o desmembramento da Engenharia de Manutenção que passou a ter duas equipes: a de estudos de ocorrências crônicas e a de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), esta última com a finalidade de desenvolver, programar e analisar os resultados dos serviços de manutenção, utilizando-se um sistema informatizado como ferramenta de suporte. (PEREIRA DA SILVEIRA, 2008; RICARDO GARCIA VIANA, 2002) Onde são coletados e analisados alguns dados importantes conforme ilustrado na (Figura 3).



Figura 3 - Dados Coletados pela Engenharia de Manutenção.

Fonte: Extraído do Segundo Seminário Amazonense de Manutenção – Maio 2012.

### 3. TIPOS DE MANUTENÇÃO

Em estudos realizados pelo Centro Federal de Educação Tecnológico de Santa Catarina (2007), existem dois tipos básicos de manutenção: a planejada e a não planejada (Tabela 1).

- ✓ Manutenção não planejada: Como o próprio nome já indica ocorre sem que aja uma programação de data e hora, sendo algo repentino. Conhecida como manutenção corretiva visando correção e problemas. Apresentando-se de duas formas:
  - **Inesperada:** Com objetivo de identificar e reparar defeitos que tenham provocado parada repentina em equipamentos de trabalho contínuo.
  - **Ocasional:** Executar consertos de falhas sem interrupções nos equipamentos. Mediante uma parada por motivo que não seja defeito, por exemplo, falta de insumo.
- ✓ Manutenção planejada: Há um planejamento prévio, ou seja, uma programação. Caracterizando-se em quatro aspectos:
  - **Preventiva:** Procedimentos e ações que visam se antecipar a possíveis problemas preservando o funcionamento da máquina.
  - **Preditiva:** Procedimento preventivo realizado mediante a um conhecimento prévio das condições dos equipamentos, mediante a um acompanhamento e inspeções em peças e reparos em máquinas e equipamentos. Determinando o momento certo para os devidos reparos.
  - **Detectiva:** Consiste na manutenção preditiva dos sistemas de proteção dos equipamentos em busca de possíveis falhas ocultas

evitando um possível desligamento por defeito em algum controlador de temperatura por exemplo.

- **Engenharia de Manutenção:** É o grau mais elevado de investimento em manutenção. Buscando possíveis causas de falhas desde o projeto do equipamento, realizando modificações em busca da solução de problemas crônicos, desenvolvendo manutenibilidade.

É importante citar aqui a **Manutenção Produtiva Total (TPM)**, que não é um tipo de manutenção, mas um sistema de gerenciamento completo, envolvendo todos os tipos de manutenção. Foi desenvolvido no Japão e tem uma visão holística, isto é, o operador de uma máquina é responsável mais do que por sua simples operação.

<b>PERÍODOS</b>	<b>ATÉ DÉCADA DE 1950</b>	<b>DÉCADA DE 1950</b>	<b>DÉCADA DE 1960</b>	<b>DÉCADA DE 1980</b>
Estágio Conceitos	Manutenção corretiva	Manutenção preventiva	Manutenção do sistema de produção	Manutenção produtiva total (TPM)
Reparo corretivo	x	x	x	x
Gestão mecânica da manutenção		x	x	x
Manutenções preventivas		x	x	x
Visão sistemática			x	x
Manutenção corretiva com incorporação de melhorias			x	x
Prevenção de manutenção			x	x
Manutenção preditiva				x
Abordagem participativa				x
Manutenção autônoma				x

Tabela 1: Evolução dos tipos de manutenção

Fonte: CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA (2007).



### **3.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA**

Para Kardec e Nascif (2002), Manutenção Corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado.

Já Pereira (2009), refere-se como o termo “manutenção corretiva” é amplamente conhecido no ramo industrial e ainda é a forma mais comum para reparo de um equipamento com problema. Tem como principal característica o conserto com início logo após a falha ocorrer, independente da disponibilidade de mão de obra e material necessários para o conserto.

Segundo Filho (2005), todo o trabalho de manutenção realizado em máquinas que estejam em falha ou, toda manutenção efetuada em uma máquina, equipamento, sistema operacional, unidade ou item para correção de anomalias, classificadas como falhas, panes, quebras para corrigir falhas funcionais.

Desta forma, pode-se entender como manutenção corretiva, o sistema de conserto posterior a falha, conhecido também como sistema “quebra-conserta”, podendo ser dividida em manutenção corretiva planejada ou manutenção corretiva não-planejada.

#### **3.1.1. Manutenção Corretiva Não – Planejada**

Segundo Kardec e Nascif (2002), manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória.

Continuam Kardec e Nascif (2002), ela se caracteriza pela atuação da manutenção em um fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor do que esperado.

Já conforme Pinto e Xavier (1999 apud JUNIOR, 2006), esse tipo de manutenção acontece após a falha ou perda de desempenho em um equipamento sem que haja tempo para a preparação dos serviços, trazendo prejuízos enormes para as empresas, pois, implica em altos custos e dependendo do ramo de atividade da empresa, perda de qualidade.

Além disso, quebras aleatórias podem ter consequências bastante graves para o equipamento, isto é, a extensão dos danos pode ser bem maior, ou seja, quando uma empresa tem a maior parte de sua manutenção corretiva na classe não planejada, seu departamento de manutenção é comandado pelos equipamentos e seu desempenho, certamente, não será competitivo nos dias atuais. (KARDEC; NASSIF, 2002).

Segundo Pinto e Xavier (1999 apud JUNIOR, 2006), o grande desafio da manutenção é tentar evitar esse tipo de manutenção, que apesar de muitos transtornos, ainda é muito utilizada nos dias de hoje.

#### **3.1.2. Manutenção Corretiva Planejada**

Para Kardec e Nascif (2002), manutenção corretiva planejada é a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função do acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra.

Um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado e, será sempre, de melhor qualidade devido a previsão de problemas que serão encontrados. (KARDEC; NASSIF, 2002).

Para Pinto e Xavier (1999 apud JUNIOR, 2006), a decisão por esse tipo de manutenção pode advir de vários fatores: a falha não oferece qualquer possibilidade de risco às pessoas e instalações; possibilidade de conciliar a necessidade de intervenção com os objetivos de produção; garantia de disponibilidade de sobressalentes e ou, ferramentas necessárias à execução da manutenção; existência de recursos humanos necessários à execução da atividade.

### **3.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. (KARDEC; NASSIF, 2002).

A origem da manutenção preventiva foi por volta de 1930, na indústria aeronáutica ou de aviação. Surgiu da necessidade de conseguir maior disponibilidade e, principalmente, de confiabilidade dos ativos empresariais. Era necessário manter o negócio em pleno funcionamento para se manter competitivo. (PEREIRA, 2009).

Já Pereira (2009 apud ABNT-NBR-5462-1994), afirma que manutenção preventiva é aquela efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento do item.

Conforme Pinto e Xavier (1999 apud JUNIOR, 2006), a manutenção preventiva, ao contrário da manutenção corretiva, visa evitar a falha do equipamento. Este tipo de manutenção é realizada em equipamentos que não estejam em falha, ou seja, estejam operando em perfeitas condições.

Agregando ainda mais, Filho (2005) considera manutenção preventiva como todo o serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, ou antes da ocorrência da falha, estando com isto, em condições operacionais, ou no máximo em estado de defeito.

Continua Filho (2005), ainda existe dentro deste tipo de manutenção, desta atividade, a manutenção sistemática que é prestada a intervalos regulares (quilômetros, horas de funcionamento, ciclos de operação, etc.), a inspeção, a preditiva, as atividades de lubrificação, a manutenção por oportunidade.

Existe também, a manutenção preventiva executada por oportunidade, oportunidade em que, utiliza-se o seguinte pensamento: “já que a máquina está parada, vamos antecipar e fazer a manutenção sistemática”. As tarefas executadas como resultados de planos de inspeção e de monitoração de preditiva devem ser classificados como manutenção preventiva. (FILHO, 2005).

Complementa ainda mais Kardec e Nascif (2002), dizendo que a manutenção preventiva será tanto mais conveniente quanto maior for a simplicidade na reposição, quanto mais altos forem os custos de falha, quanto mais as falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança pessoal e operacional.

### 3.3. MANUTENÇÃO PREDITIVA

Manutenção Preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. (KARDEC; NASCIF, 2002).

Manutenção preditiva é aquela que permite garantir a qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se meios de supervisão ou de amostragem para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. (ABNT-NBR-5462-1994 apud PEREIRA, 2009).

No mesmo pensamento, Filho (2005) concorda ao dizer que, manutenção preditiva, é todo trabalho de acompanhamento e monitoração das condições da máquina, de seus parâmetros operacionais e sua degradação.

Filho (2005) dispõe ainda, que a intervenção da manutenção preditiva é condicionada a detecção precoce dos sintomas da falha. Bons instrumentos, bom programa de computador e treinamento de pessoal é que faz com que a manutenção preditiva seja uma das mais baratas e seguras para conduzir uma política de manutenção.

Segundo Pinto e Xavier (1999 apud JUNIOR, 2006), as condições básicas para que seja estabelecido esse tipo de manutenção, são as seguintes:

- ✓ O equipamento, sistema ou instalação deve permitir algum tipo de monitoramento;
- ✓ O equipamento, sistema ou instalação deve ter a escolha por este tipo de manutenção justificada pelos custos envolvidos;
- ✓ As falhas devem ser originadas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada;
- ✓ Adoção de um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizados.

Para Kardec e Nascif (2002), quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite previamente estabelecido, é tomada a decisão da intervenção. Normalmente o acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas com a produção. Assim, pode-se dizer que a manutenção preditiva prediz as condições dos equipamentos, e quando a intervenção é decidida o que se faz, na realidade, é uma manutenção corretiva planejada.

### 3.4. MANUTENÇÃO DETECTIVA

A manutenção detectiva começou a ser mencionada na literatura a partir da década de 90. Sua denominação Detectiva está ligada à palavra Detectar, traduzida do inglês traduz *Detective Maintenance*. (KARDEC; NASCIF, 2002).

Desta forma, Kardec e Nascif (2002), definem a manutenção detectiva como a atuação efetuada em sistemas de proteção, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

Continuam, Kardec e Nascif (2002), a identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal da operação.

Atualmente, é crescente a utilização de computadores digitais em instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais.

### 3.5. ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Segundo Kardec e Nascif (2002), é a segunda quebra de paradigma na manutenção. Praticar a engenharia de manutenção significa uma mudança cultural.

Desta forma, é deixar de ficar consertando continuamente, para procurar causas básicas, modificar situações de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, dar feedback ao projeto, interferir tecnicamente nas compras. (KARDEC; NASCIF, 2002). Para Fabro (2003 apud JUNIOR, 2006), quando a área de manutenção de uma empresa começar praticar engenharia de manutenção, ela começa a mudar sua cultura. Passa a investigar as causas das quebras e interrupções, modificar situações crônicas, melhorar sistemáticas, enfim, visa garantir maior disponibilidade à planta, utilizando técnicas consagradas a custos aceitáveis. Assim, a engenharia de manutenção encarrega-se da gestão do processo de manutenção, procurando melhorar continuamente a eficiência do mesmo.

Continua Fabro (2003 apud JUNIOR, 2006), que entre as atividades que geralmente são atribuídas à engenharia da manutenção, pode-se citar:

- ✓ Arquivo técnico: documentação técnica em geral, elaboração de procedimentos;
- ✓ Desenvolvimento de fornecedores;
- ✓ Estudos, automações e melhorias da manutenção;
- ✓ Apoio técnico à manutenção;
- ✓ Normalizações: componentes, sobressalentes, treinamentos.

### 3.6. MANTENABILIDADE OU MANUTENABILIDADE

A ABNT-NBR 5462 (1994) define-a como a facilidade de um item ser mantido ou recolocado no estado no qual ele pode executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante os procedimentos e meios prescritos.

Notou-se, após analisar MONCHY (1989), TEÓFILO (1989), FUZITA (1997) e LAFRAIA (2001), que todas as definições de manutenibilidade convergem para um padrão, qual seja:

Mantenabilidade de um item é a probabilidade desse ser mantido ou recolocado em condição operacional na qual possa realizar a função requerida, em limites de tempo desejados, quando a manutenção é feita sob dadas condições, com procedimentos e meios prescritos.

TEÓFILO (1989) relaciona a manutenibilidade com as ações tomadas pelos projetistas, na fase de concepção e na efetiva realização do projeto, com o intuito de incorporar ao sistema, subsistema ou equipamento, aspectos que contribuirão com uma manutenção mais fácil e segura.

O mesmo autor relaciona três objetivos que devem ser alcançados com a aplicação da engenharia de manutenibilidade:

1. Baixo tempo inoperável e em consequência, maior disponibilidade;
2. Capacidade de ser colocado em estado de operação quando retirado devido à falhas e A Manutenibilidade é a probabilidade que um equipamento em falha será reparado, para uma condição operacional pré-definida, dentro de um intervalo de tempo “t”.
3. Capacidade de ser mantido em operação mediante a inibição de falhas.

A manutenibilidade de um sistema é expressa em termos de uma variável aleatória contínua definida pelo tempo necessário para a sua manutenção FUZITA (1997).

#### 4. ENGENHEIRO DE MANUTENÇÃO

Ser Engenheiro de Manutenção exige nos dias de hoje mais do que o conhecimento específico sobre técnicas de manutenção. É necessária a consciência que esta atividade além de ser uma ciência é também uma verdadeira arte. As necessidades de cumprimento de um alto grau de produtividade aliadas à administração participativa colocam para esta nova era também um novo profissional de manutenção, que deve desta forma estar inserido neste novo contexto. (Zen, 1996).

“Devem-se apresentar condições mínimas de conhecimento e formação profissional o homem de manutenção para que possa enfrentar a globalização que ora se apresenta.

Este profissional deve ter larga experiência industrial, grande experiência administrativa e acentuada abrangência empresarial.

Naturalmente seu grau de escolaridade deve ser universitário em engenharia elétrica /eletrônica/ mecânica e de preferência pós-graduado em administração de empresas ou economia.

Além dos conhecimentos inerentes a escolaridade e prática das matérias ligadas à atividade funcional devem possuir profundos conhecimentos sobre a programação e controle da manutenção corretiva e da manutenção preventiva e preditiva além de conhecimentos básicos sobre organização e administração do trabalho e de pessoal, planejamento e controle financeiro, gerenciamento de projetos e de planejamento estratégico.

É necessário ter visão empresarial e mercadológica, grande espírito de colaboração e integração, iniciativa e criatividade, excelente relacionamento com eventuais subordinados e demais colaboradores, autocrítica e ser motivado.

Não podemos esquecer-nos da habilidade e desenvolvimento da microinformática, fator hoje que pesa bastante no apressar dos trabalhos de qualquer área de manutenção, visto ser responsabilidade do engenheiro de manutenção a elaboração de relatórios gerenciais e de necessidades para tomadas de decisão. Aliado ao descrito acima deve estar consciente de suas responsabilidades para com o meio ambiente. (11º Congresso Brasileiro de Manutenção da ABRAMAN, outubro de 1996, Belo Horizonte, MG).”

Precisa estar atento a assuntos que antes não recebiam a atenção devida e que hoje são importantes para sua atividade. Conhecer-se a si mesmo, sabendo quais são seus limites e como ultrapassá-los, possuir visão do cliente e uma nova postura quanto a qualidades humanas e profissionais, fazem parte do atual engenheiro de manutenção. (Zen, 1996).

## 5. CONCLUSÕES

A cada dia que passa a função Manutenção nas plantas industriais e nos sistemas complexos de produção e serviços se torna mais integrada à função Produção exigindo uma qualificação técnica cada vez mais aprofundada por um lado e uma abordagem cada vez mais integrada com a estratégia empresarial por outro.

O mercado globalizado e o ambiente tecnológico atual exigem que os objetivos da Manutenção e da Produção sejam compatibilizados e harmonizados para se alcançar níveis mais elevados de competitividade. Neste sentido a Manutenção deixa de ser um elemento de custo nas empresas para se tornar uma função geradora de vantagem competitiva.

A execução da manutenção influencia no ciclo de vida de sistemas e equipamentos cobrindo dois aspectos importantes desses: operação e desempenho.

A manutenção é uma atividade estratégica que contribui para a melhoria dos níveis de desempenho de qualquer sistema disponível para operação, garantindo qualidade, segurança e preservação do meio ambiente de acordo com padrões preestabelecidos. Buscam-se, com esta, melhores resultados da produtividade do sistema com qualidade da operação a custos competitivos.

MONCHY (1989) resume a importância da manutenção para um sistema produtivo destacando que ela começa muito antes do dia da primeira pane (parada de emergência) de uma máquina. De fato, ela começa desde sua concepção, predeterminando-se a sua manutenibilidade (aptidão de ser conservada), a sua confiabilidade e sua disponibilidade (aptidão de ser “operacional”) e sua durabilidade (duração de vida prevista).

A Manutenção Integrada é uma proposta que vem quebrar o paradigma de que somente um time de manutenção tem “know-how” para desenvolver o trabalho de manutenção dos equipamentos.

Este trabalho traz um apelo à reavaliação dos conceitos de manutenção, pois a manutenção “do futuro” com certeza já é a presente e sendo assim, considera-se que essa proposta, em médio prazo, será uma questão de sobrevivência.

A produção é uma criança que necessita de constantes cuidados e a manutenção bem gerida pela Engenharia é a ferramenta certa para o bom desenvolvimento desta criança.

## 6. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR – 5462 – versão revisada de 1994.
- AULICINO, M. C. Elementos para Projeto de Organização do Trabalho na Operação de Processos Contínuos: Considerações a Partir de um Estudo de Caso. São Paulo, 1998. 199 p. Dissertação - (Mestrado em Engenharia de Produção), Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo - USP.
- BOUYER, G. C.; SZNELWAR, L. I. Análise Cognitiva do Processo de Trabalho em Sistemas Complexos de Operações. *Ciências & Cognição (UFRJ)*, Rio de Janeiro, v. 4, n.2, p. 2-24, 2005.
- BARTZ, T.; SILUK, J. C. M.; GARCIA, M. Redução do tempo de *setup* como estratégia de aumento da capacidade produtiva: estudo de caso em sopradora de garrafas plásticas. *Exacta*, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 36-46, 2012.
- CAKMAKCI, M. Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 41, n. 1-2, p. 168-179, 2009.
- CAKMAKCI, M.; KARASU, M. K. Set-up time reduction process and integrated predetermined time system MTM-UAS: a study of application in a large size company of automobile industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 33, n. 3-4, p. 334-344, 2007.
- FABRO, Elton. Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processos. Florianópolis, 2003.
- FILHO, Gil Branco. Planejamento e Controle da Manutenção. ABRAMAN: Curso de Planejamento e Controle de Manutenção, março 2005.
- FUNARTE. Artesanato brasileiro. Rio de Janeiro: FUNARTE, 1978.
- GUELBERT, Marcelo. Estruturação de Um Sistema de Gestão da Manutenção em Uma Empresa do Segmento Automotivo. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. UFRGS. Porto Alegre, 2004.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção: Função Estratégica. 2.<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.
- KUMAR, S.; PHROMMATHED, P. Improving a manufacturing process by mapping and simulation of critical operations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 17, n. 1, p. 104-132, 2006.
- LAFRAIA, João Ricardo Barusso. Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade. 374 pgs, Editora Qualitymark, ISBN 85-7303-294-4, Rio de Janeiro, 2001.
- LIMA, R. G. Artesanato e arte popular: duas faces de uma mesma moeda? Disponível em URL: [http://www.cnfcp.gov.br/pdf/Artesanato/Artesanato\\_e\\_Arte\\_pop/CNFCP\\_Artesanato\\_Arte\\_Popular\\_Gomes\\_Lima.pdf](http://www.cnfcp.gov.br/pdf/Artesanato/Artesanato_e_Arte_pop/CNFCP_Artesanato_Arte_Popular_Gomes_Lima.pdf), 2003.
- MIRSHAWKA, V. Manutenção preditiva. McGraw-Hill, São Paulo, 1991.

- MORAIS, V.O. TPM – manutenção produtiva total - aplicação prática na refinaria da ALUMAR. In: Anais do 80. Congresso Brasileiro de Manutenção, São Paulo, outubro/1993.
- MONCHY, François. A Função Manutenção: Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. 422 pgs , Editora Durban / Ebras, São Paulo, 1989.
- MOREIRA, A. C.; PAIS, G. C. S. Single minute exchange of die: a case study implementation. *Journal of Technology Management & Innovation*, v. 6, n. 1, p. 129-146, 2011.
- NEUMANN, C. S. R.; RIBEIRO, J. L. D. Desenvolvimento de fornecedores: um estudo de caso utilizando a troca rápida de ferramentas. *Produção*, v. 14, n. 1, 2004.
- PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Nascif. Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.
- PEREIRA, Mário Jorge. Engenharia de Manutenção - Teoria e Prática. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2009.
- SANTOS, E. T. Exportações de artesanato no Ceará no período de 2004 a 2006: desafios e oportunidades. 96 f. 2007. Dissertação de Mestrado (Administração). Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2007.
- SINGH, B. J.; KHANDUJA, D. SMED: for quick changeovers in foundry SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 59, n. 1, p. 98-116, 2010.
- SUGAI, M.; McINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão & Produção*, v. 14, n. 2, p. 323-335, 2007.
- TAVARES, Lourival A. - Controle de Manutenção por Computador - Editora Técnica Ltda., Rio de Janeiro, 1987.
- TAVARES, Lourival. Administração moderna da manutenção. Rio de Janeiro: Novo Polo, 1999.
- TEÓFILO, Luiz Carlos. Um Modelo de Avaliação da Manutenção de um Veículo Ferroviário. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia – IME, 1989.
- THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 16. ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- ZEN, Milton Augusto Galvão - O Engenheiro de Manutenção, Trabalho apresentado ao 2º Seminário Paulista de Manutenção, Agosto de 1996.
- UNESA – Engenharia de Produção - Gerência de Manutenção / 2013 Prof. Marcelo Sucena.