

## **Administração da manutenção**

## Administração da manutenção

© SENAI-SP, 2006

Trabalho elaborado pelas CFPs 5.03, 5.68 e 6.02 e editorado por Meios Educacionais da Gerência de Educação da Diretoria Técnica do SENAI-SP para o Curso Técnico de Manutenção Eletromecânica.

Coordenação técnica	Airton Almeida de Moraes (GED)
Elaboração	Fernando Rigolon (5.68) Milton Antônio Scarpelin (5.03) Vitório Moreira Yugulis (6.02)
Coordenação editorial	Gilvan Lima da Silva (GED)

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
Departamento Regional de São Paulo  
Av. Paulista, 1.313 - Cerqueira César  
São Paulo - SP  
CEP 01311-923

Telefone (0XX11) 3146-7000  
Telefax (0XX11) 3146-7230  
SENAI on-line 0800-55-1000

E-mail [senai@sp.senai.br](mailto:senai@sp.senai.br)  
Home page <http://www.sp.senai.br>

SENAI-SP – INTRANET

AA217-06

# Sumário

Controle da manutenção	01
• Introdução	01
• Controle manual	02
• Controle semi-automatizado	02
• Controle automatizado	03
• Controle por microcomputador	04
• Principais focos de controle	04
• Recomendações para planejamento	06
• Introdução	08
• Subdivisões da manutenção	09
• Escalas de prioridades	10
• Planejamento	11
• Programação	12
• Custos	12
• Conceito de homens-hora	14
• Backlog	15
• Possibilidade de controle	16
• Curvas de custo	19
• Codificação	20
• Código de prioridades	20
• Código da natureza do serviço	21
• Código das causas de intervenções	22
Logística da manutenção	23
• Arranjo físico	23
• Quando se estuda Leiaute	24
• Tipos Leiaute	26
• Imóvel: o fixo posicional	27
• Móvel: Linear, funcional e célula de manufatura	28
• Leiaute em célula de manufatura	28

• Administração de materiais	30
• Classificação ABC	30
• Sobressalentes	33
• Processo de compra	35
Gestão da manutenção	39
• Introdução aos métodos de manutenção	39
• Tipos de manutenção	40
• Conceito de manutenção preditiva	42
• Conceito moderno de manutenção	46
• Manutenção estratégica	48
• TPM ( <i>Total Productive Maintenance</i> )	49
• Polivalência e multiespecialização	52
• Modelos administrativos	53
• Administração centralizada	53
• Administração descentralizada	54
• Administração mista	55
• Indicadores de manutenção	56
• Terceirização	58
• Planejamento	60
• Planejamento da manutenção	66
• Controle e revisão do orçamento da manutenção	69
• Como conduzir o treinamento dos operadores	70
Avaliação de desempenho	73
• Avaliação de desempenho de times autogerenciados	73
• Definição dos indicadores	75
• Avaliar resultados da manutenção	78
• Rendimento dos equipamentos	78
• Aplicativos gerenciadores da manutenção	80
Gestão de qualidade	83
• Princípios da qualidade total	83
• Comportamento x mudança	85
• Qualidade	87
• Visão sistêmica	92
• Relação empresa sindicato	94
• Fatores de implantação de qualidade	95
• Programa 5S	96
• Sistema ISO 9000 na manutenção	97
Ferramentas para solução de problemas	99

• F.M.E.A.	99
• A divisão básica do F.M.E.A.	100
• Passos do F.M.E.A.	101
• MASP	110
• Análise de falhas	111
Gestão ambiental	117
• Sistemas de gestão ambiental nas indústrias	117
• Princípios para a gestão ambiental na indústria e negócios em geral	117
• Cronologia parcial do desenvolvimento da norma ISO	119
• Norma ISO 14000	120
• Implementação ISO 14000	120
• Programa(s) de gestão ambiental	121
• Gerenciamento de resíduos	122
• Reciclagem	125
• Controle de efluentes	131
• Fontes e controle de poluentes	133
• Prevenção da poluição ao meio ambiente	136
• Abordagens de sistemas para as interações entre indústria e meio ambiente	138
• Legislação ambiental na manutenção	138
• Conteúdo da ISO 14001	143
• Além da ISO 14001	145
Referências	147



# Controle da manutenção

## Introdução

O controle da manutenção tem como objetivo obter informações para orientar tomadas de decisões quanto a equipamentos e a grupos de manutenção. Faz isso por meio da coleta e tabulação de dados, aperfeiçoando a interpretação dos resultados e criando padrões de trabalho.

A tomada de decisão, a partir das informações do controle, deve ser da competência de todos os níveis decisórios da manutenção. Esse procedimento permite que cada nível tome decisões adequadas a suas particularidades e, ao mesmo tempo, coerentes com as políticas gerais da empresa.

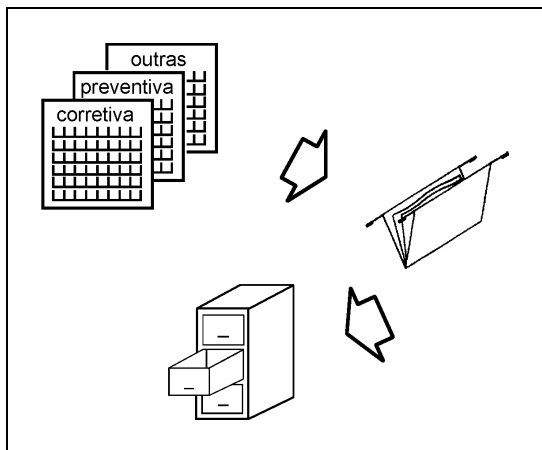
Isto é, a função primordial do controle é alimentar o planejamento, a programação, a supervisão, etc., com dados claros e confiáveis.

O controle exige a criação de padrão significa procedimentos dinâmicos normalizados com critérios de qualidade e quantidade.

Quanto à forma de operação do controle, existem quatro sistemas: manual, semi-automatizado, automatizado e por microcomputador.

### Controle manual

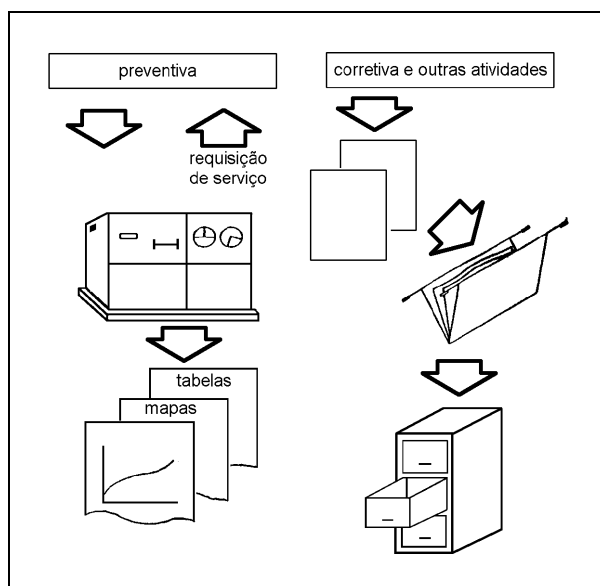
É o sistema no qual a manutenção preventiva e corretiva são controladas e analisadas por meio de formulários e mapas, que são preenchidos manualmente e guardados em pastas de arquivo figura abaixo.



Nesse sistema há necessidade de um processo organizado na ordenação de documentos (por semana, por setor, por equipamentos, etc.), com o fim de permitir a recuperação rápida de dados e evitar a perda de informações.

### Controle semi-automatizado

É o sistema no qual a intervenção preventiva é controlada com o auxílio do computador e a intervenção corretiva obedece ao controle manual.





A fonte de dados desse sistema deve fornecer todas as informações necessárias para serem feitas as requisições de serviço, incluindo as rotinas de inspeção e execução.

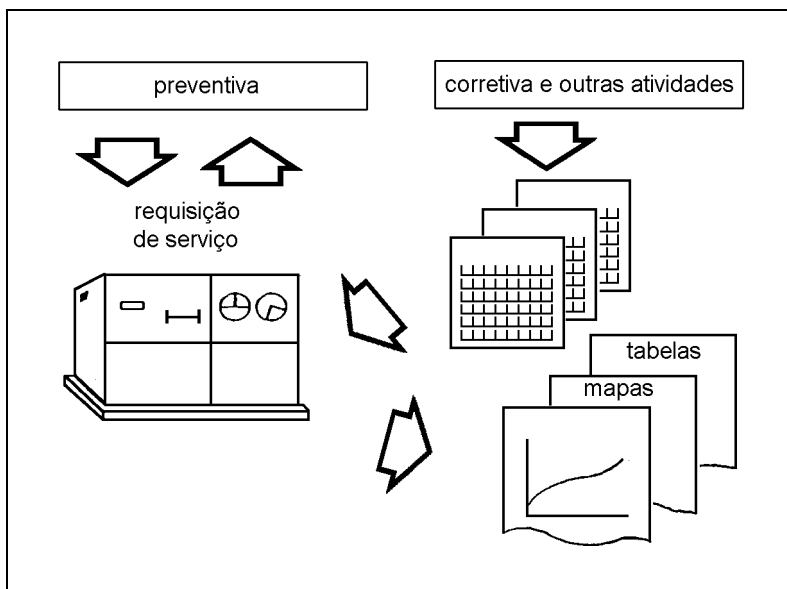
O principal relatório emitido pelo computador deve conter no mínimo:

- O tempo gasto e previsto
- Serviços realizados
- Serviços reprogramados (adiados)
- Serviços cancelados

Esses são dados fundamentais para a tomada de providências por parte da supervisão.

### Controle automatizado

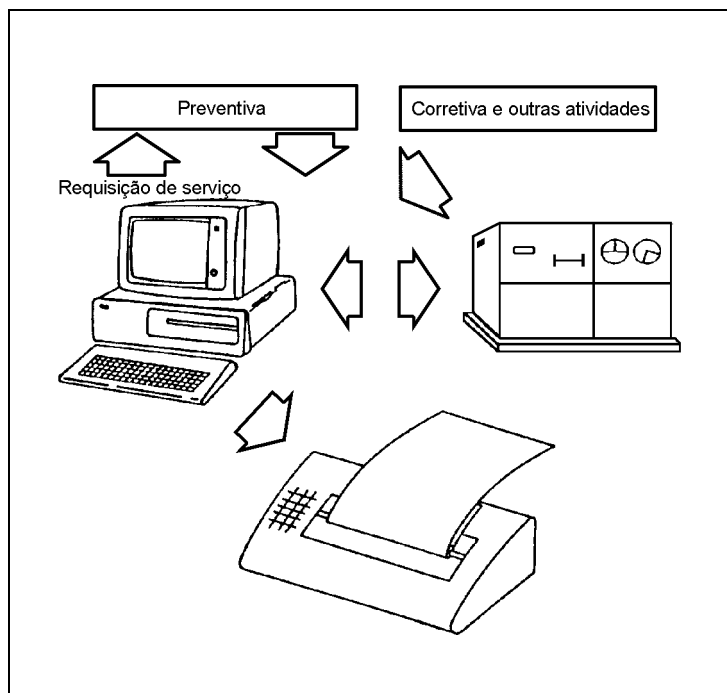
É o sistema em que todas as intervenções da manutenção têm seus dados armazenados pelo computador, para que se tenha listagens, gráficos e tabelas periódicas para análise e tomada de decisão, conforme a necessidade e conveniência dos vários setores da manutenção.



Neste sistema, a alimentação de dados é feita por meio de formulários padronizados, com dados codificados dentro de padrões compatíveis com os equipamentos de entrada de dados da empresa (disco, cartão perfurado, fita, etc.).

## Controle por microcomputador

É o sistema no qual todos os dados sobre as intervenções da manutenção são armazenados no microcomputador e facilmente se tem acesso a eles por vídeo ou impressora.



Esse sistema permite uma excelente disponibilidade na utilização do microcomputador pelo usuário tanto na coleta de dados como na obtenção de resultados, vistos que sua alimentação é feita na origem, pelo próprio executante, dispensando os formulários padronizados. E o executante pode desenvolver programas de acordo com suas necessidades.

Neste caso, é fundamental que o microcomputador esteja acoplado ao computador central da empresa, para que se obtenha dados de outras áreas (materiais, pessoal, etc.).

## Principais focos de controle

Os pontos principais a serem controlados são: custo, disponibilidade das máquinas e tempo.

Os dois primeiros itens já foram tratados nesta unidade. O tempo merece especial atenção, na tentativa de melhorar seu aproveitamento.

O tempo na manutenção pode ser dividido em duas categorias: tempo de ocorrência e tempo qualificado.

### **Tempo de ocorrência**

É o tempo gasto com movimentação em geral feita pelo mantenedor: tarefas administrativas, necessidades fisiológicas, transporte de ferramentas, etc., isto é, compõe-se de todas as horas-atividade do mantenedor menos o período de execução do trabalho.

O tempo de ocorrência representa, em países desenvolvidos, 30 a 35% do tempo da manutenção e, nos países do Terceiro Mundo, 65 a 75%.

### **Tempo qualificado**

É o tempo gasto com a execução do serviço propriamente dita, isto é, o tempo da tarefa específica do mantenedor.

O tempo qualificado representa, em países desenvolvidos, 65 a 70% do tempo da manutenção e, nos países do Terceiro Mundo, 30 a 35%.

Com base nas porcentagens expostas acima, o tempo que deve ser analisado e questionado é o tempo de ocorrência. O seu controle pode ser feito por cartões e por amostragem. É de fundamental importância que esses cartões não tenham caráter de policiamento sobre o mantenedor.

Com os resultados da tabulação de dados dos cartões poder-se-á verificar quais os pontos de lentidão e, a partir daí, buscar dinamizá-los.

Em geral, detalhes como localização de postos de trabalhos, localização de almoxarifados e estrutura burocrática da empresa são as maiores barreiras.

CARTÃO DE APROPRIAÇÃO DE MÃO DE OBRA			
Nome _____			
Função _____		Setor _____	
Data __/__/__		Supervisor _____	
Ocorrência	Local ou Equipamento	Tempo	
		início	fim
		hora	
		minuto	
		total	
		hora	
		minuto	
		total	
		hora	
		minuto	
		total	
		hora	
		minuto	
		total	
		hora	
		minuto	
		total	
		hora	
		minuto	
		total	
		hora	
		minuto	
		total	
		hora	
		minuto	
		total	

Frente

CÓDIGOS DE OCORRÊNCIA
1 - Movimentação
2 - Falta de permissão
3 - Falta de material
4 - Falta de transporte
5 - Falta de ferramentas
6 - Falta de energia
7 - Falta de instruções
8 - Falta de serviço
9 - Interrupção pela segurança
10 - Mau tempo
11 - Transporte
12 - Acidente do mantenedor
13 - Atraso da condução
14 - À disposição do departamento pessoal
15 - Horas improdutivas diversas
16 - Ausência por assunto administrativo
17 - Treinamento

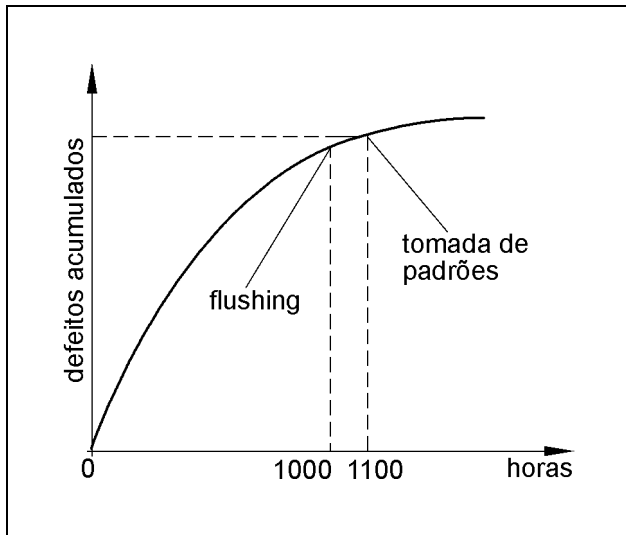
Verso

### Recomendações para planejamento

A prática do planejamento da manutenção fornece algumas metas a serem buscadas, a saber:

- Ao chegar um equipamento novo, as primeiras atividades a serem planejadas são a inspeção de ajustes e tolerâncias e a limpeza e relubrificação ("flushing") após 1.000 horas de uso.

- Após a limpeza e relubrificação das primeiras 1.000 horas, planejar a tomada de padrões (temperatura, vibração, pressão, etc.) entre 1.050 e 1.200 horas de uso a partir do ponto zero.



- O ideal da manutenção racionalizada é ter 93% dos seus serviços planejados e 7% não planejados.
- O planejador pode contar com um índice de horas extras dos mantenedores entre 3 e 6%. Esses limites não devem ser ultrapassados para não haver freqüentes quedas no rendimento.
- O planejamento dos serviços, sempre que possível, deve ocorrer com 3 a 4 semanas de antecedência.
- As informações devem ser geradas através de históricos, homens (manutenção e produção), instrumentos e relatórios.
- Todo o planejamento deve estar preparado para mudanças.
- No planejamento as ordens têm de ser claras e objetivas.
- É atribuição do planejador orientar a guarda de documentação de serviços e equipamentos e também orientar o preenchimento de formulários e preparação de relatórios.
- Um bom planejador deve ter formação técnica e experiência de campo na manutenção.

## Introdução

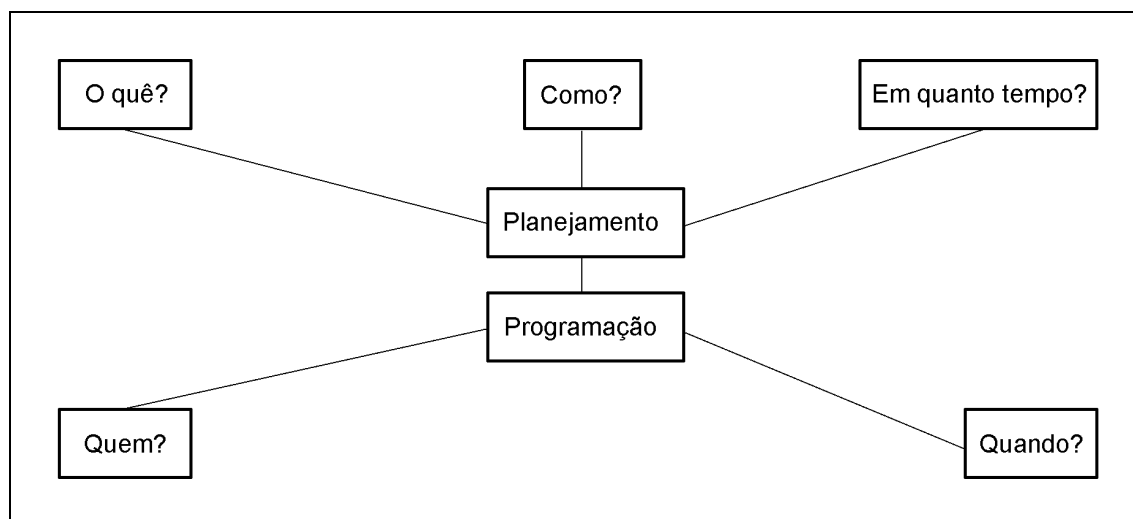
Nas instalações industriais, as paradas para manutenção constituem uma preocupação constante para a programação de produção; se estas paradas ocorrerem aleatoriamente (emergência) os problemas serão inúmeros.

Portanto, se as paradas para manutenção puderem ser previstas e executadas os custos serão menores e a eficácia maior.

Buscando atingir essa meta, foi introduzido no Brasil, durante os anos 60, o planejamento e a programação de manutenção.

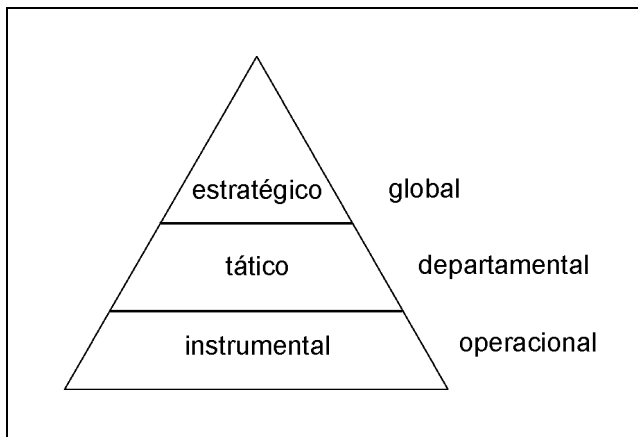
A função **planejar** significa conhecer os trabalhos, os recursos para executá-los e tomar a decisão.

A função **programar** significa determinar pessoal, dia e hora para executar os trabalhos.



Essas funções são como completadas pela função **controlar** cujo objetivo é desenvolver padrões, registrar desempenho e fazer análises comparativas

Planejar os trabalhos de manutenção está localizado no nível intermediário da pirâmide do planejamento industrial.



Planejar está localizado, abaixo do nível estratégico cujo objetivo é definir as políticas e os rumos a seguir nas grandes áreas da empresa, e está localizado acima do nível instrumental que é gerado pelo conhecimento profissional do executante - é um planejamento tático.

### **Observação**

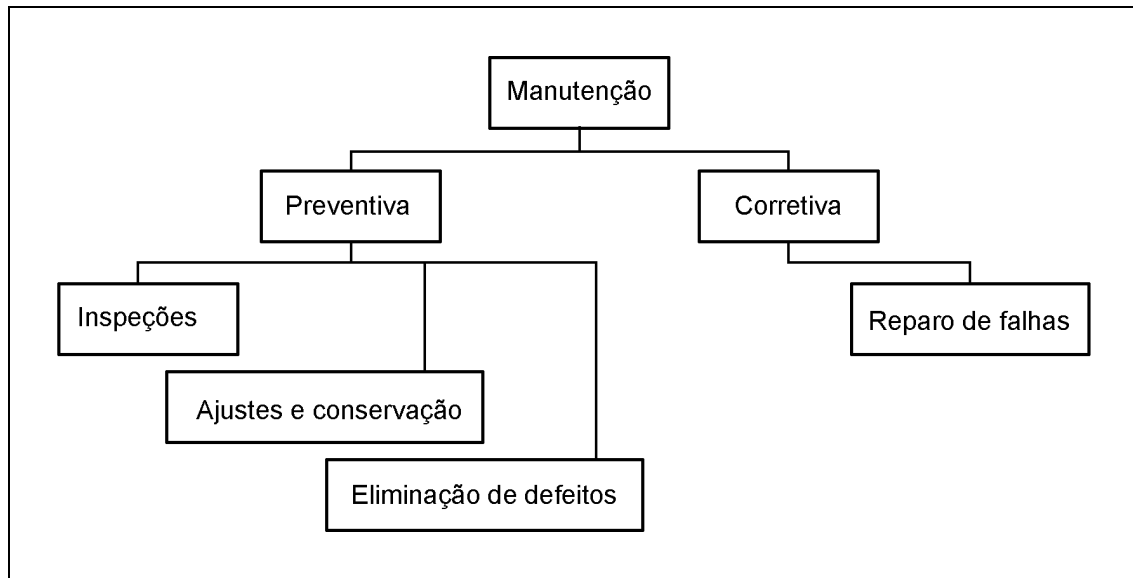
O planejamento não atua apenas na manutenção corretiva.

### **Subdivisões da manutenção**

Para chegar às subdivisões da manutenção, é necessário ter em mente três conceitos fundamentais:

- **Manutenção:** Todas as ações necessárias para que um item de um equipamento seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada.
- **Defeito:** Ocorrências nos equipamentos que não impedem seu funcionamento, todavia pode, a curto ou longo prazo, acarretar sua indisponibilidade.
- **Falha:** Ocorrências nos equipamentos que impedem seu funcionamento.

Segundo a ABNT, a manutenção divide-se em preventiva e corretiva.



Essa subdivisão é normalizada porém, no dia-a-dia, existem outras, ou seja, preditiva, TPM, terotecnologia, etc.

Todas essas subdivisões da manutenção tendem, no futuro, a se agregar à manutenção preventiva; atualmente, são estudos independentes.

### Escalas de prioridades

Em geral, prioridades é a qualidade do que está em primeiro lugar ou do que aparece primeiro.

Para a prática diária da manutenção, estabelece-se a prioridade não a partir de ordem de chegada do serviço para manutenção mais sim conforme a necessidade de atendimento.

Associando esses conceitos à necessidade de o homem trabalhar com segurança, tem-se a seguir uma escala de prioridades na manutenção.

#### Emergencial (1)

O atendimento deve ser imediato, pois a produção parou ou há condição insegura de trabalho.



### Urgente (2)

O atendimento deve ser feito o mais breve possível, antes de se tornar uma emergência. É o caso de a produção ser reduzida ou estar ameaçada de parar em pouco tempo ou, ainda, o perigo de ocorrer condição insegura de trabalho.

### Necessária (3)

O atendimento pode ser adiado por alguns dias, porém não deve ser adiado mais que uma semana.

### Rotineira (4)

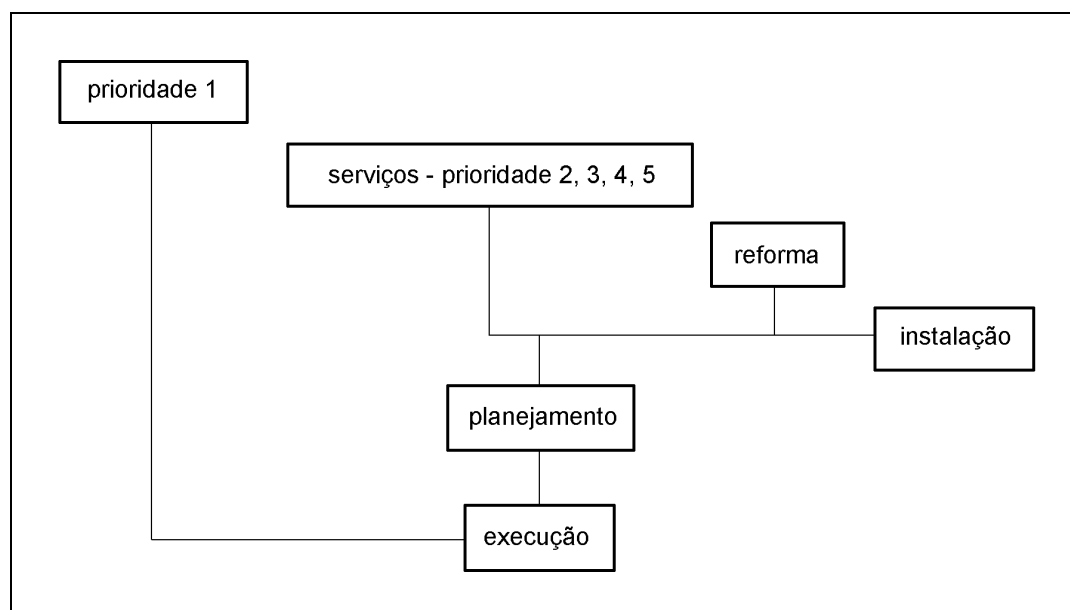
O atendimento pode ser adiado por algumas semanas, mas não deve ser omitido.

### Prorrogável (5)

O atendimento pode ser adiado para o momento em que existam recursos disponíveis e não interfira na produção e nem no atendimento das prioridades anteriores. É o caso de melhoria estética da instalação ou defeito em equipamento alheio à produção.

## Planejamento

Somente é possível planejar as reformas, instalações, assim como os serviços com prioridades 2 a 5.



Com o planejamento, obtém-se a diminuição das interrupções imprevistas da produção e melhora da distribuição de ocupação da mão-de-obra, reduzindo as filas de espera dos equipamentos que aguardam manutenção.

O planejamento adequado racionaliza os métodos da manutenção e leva à criação de padrões de trabalho baseados na experiência do pessoal interno, nas recomendações do fabricante do equipamento e em bibliografia específica.

### **Programação**

A partir das informações preparadas pelo planejamento, a programação estabelece a seqüência cronológica das várias operações elementares dos serviços, visando a máxima utilização dos recursos produtivos da manutenção.

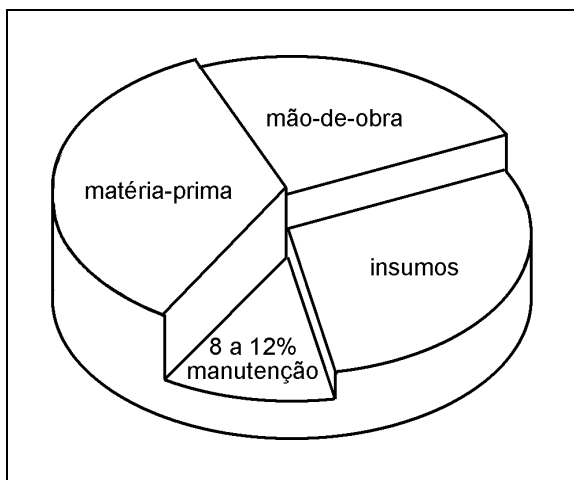
A programação coordena a movimentação de peças e materiais, providenciando as requisições com antecedência. E atualiza os cronogramas em função dos desvios dos tempos padrões e serviços de emergência.

### **Custos**

O custo de um produto acabado para a empresa chama-se custo de produção e é determinado pela soma dos custos de:

- Mão-de-obra operacional
- Matéria-prima
- Manutenção
- Insumos operacionais

Dentro do custo de produção (CP) é desejável que a manutenção contribua com a menor parcela possível. Considera-se ótima uma participação entre 8 e 12%.



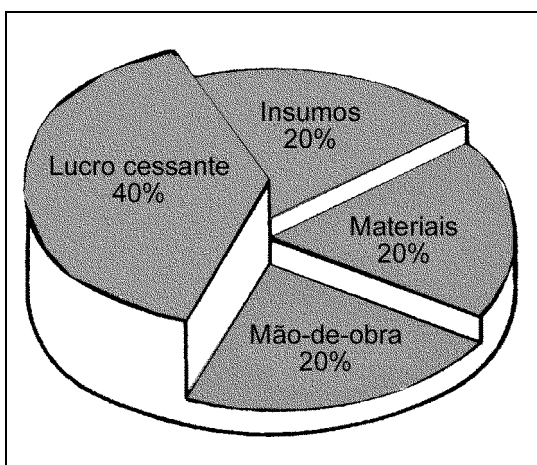
*Custo de produção (CP)*

Lamentavelmente nas empresas brasileiras, o custo da manutenção em geral fica acima dos 12%, chegando algumas ao índice de 24%.

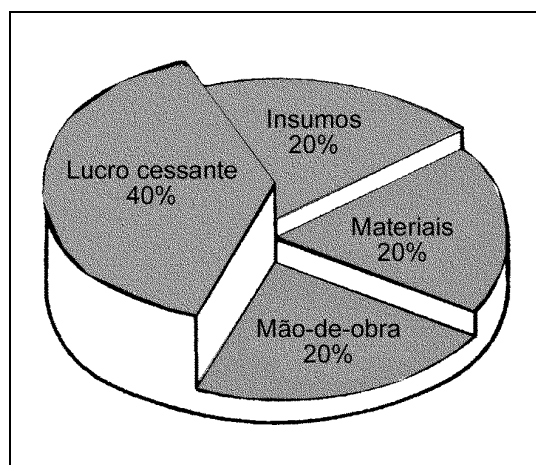
O planejamento e as técnicas de manutenção preventiva podem e devem reduzir esses índices, fazendo com que se ganhe no preço do produto acabado.

O custo da manutenção é formado pela soma dos custos de:

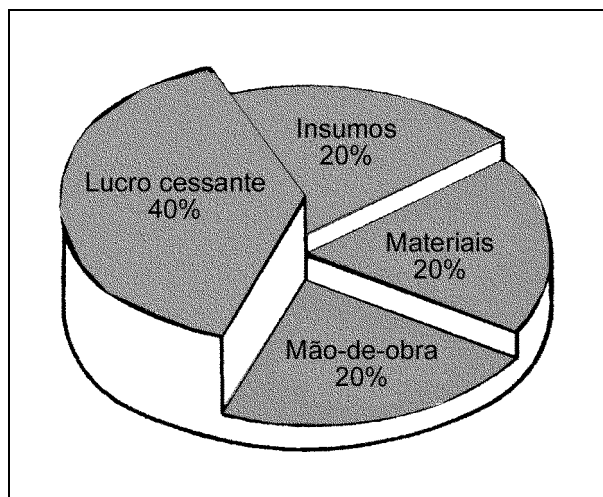
- Mão-de-obra 20%
- Materiais 20%
- Insumos 20%
- Lucro cessante 40%



*Custo de manutenção*



*6% CP*



4%CP

Entre estes custos é extremamente difícil contabilizar o lucro cessante, portanto deve-se considerar a soma dos outros três custos igual a 60% do custo de manutenção.

O ideal é conseguir que neste caso o custo da manutenção seja de 4,8 a 7,2% do custo da produção porque:

$$0,6 \cdot 8\% = 4,8\% \text{ e } 0,6 \cdot 12\% = 7,2\%$$

É comum, a empresa não contabilizar em separado os insumos usados em manutenção (energia elétrica, ar comprimido, combustível, material de limpeza, etc.). Desse modo, o custo da manutenção será a soma do custo de mão-de-obra mais o custo dos materiais e representará de 3,2 a 4,8% do custo de produção porque:

$$0,4 \cdot 8\% = 3,2 \text{ e } 0,4 \cdot 12\% = 4,8\%$$

Assim, um custo numericamente baixo não significa manutenção com custos mínimos ou racionalizados.

É necessário sempre considerar os critérios empregados no levantamento dos custos para avaliar os reais gastos com manutenção.

### Conceito de homens-hora

É o produto da qualidade de homens necessária para um trabalho pelo número de horas necessário para esse trabalho.

### **Exemplo**

5 homens trabalhando durante 3 horas = 15Hh

3 homens trabalhando durante 0,5 horas = 1,5Hh

1 homem trabalhando durante 4 horas = 4Hh

### **Backlog**

É um valor que representa o tempo que a equipe de manutenção deverá trabalhar para executar os serviços pendentes, desde que não cheguem novos pedidos durante a execução dessas pendências.

### **Causas da existência de backlog**

Falta de mão-de-obra, de material, de ferramentas, de equipamentos de apoio, de condições, etc...

Equipamento não liberado;

Deficiência na capacitação;

Interferência de outras áreas.

Unidades utilizadas

Dia

Semana

Mês.

O backlog é um estudo para análise gerencial comumente feito em forma de tabelas ou gráficos.

Para orientar uma tomada de ação, o backlog deve evidenciar uma tendência.

### **Exemplo**

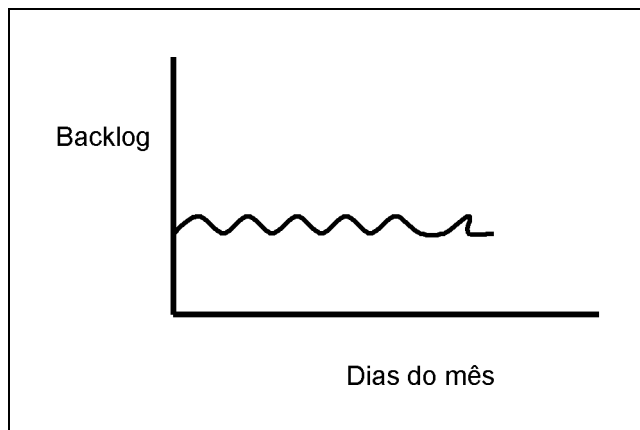
Equipe de 10 mecânicos com 72 horas disponíveis por dia.

(10 x 8 = 80 Desconta-se 10% de perdas, tem-se 72 horas)

## Possibilidade de controle

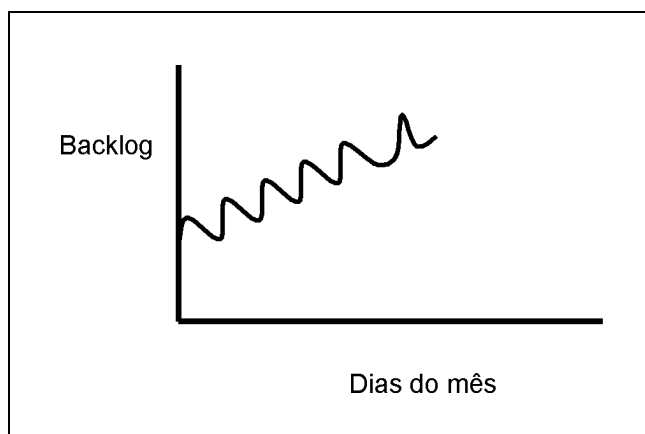
### Estável

- É a melhor situação, indica que os recursos são adequados.
- Se for estável, mas alto, a contratação temporária resolve.
- Pode esconder baixa produtividade.



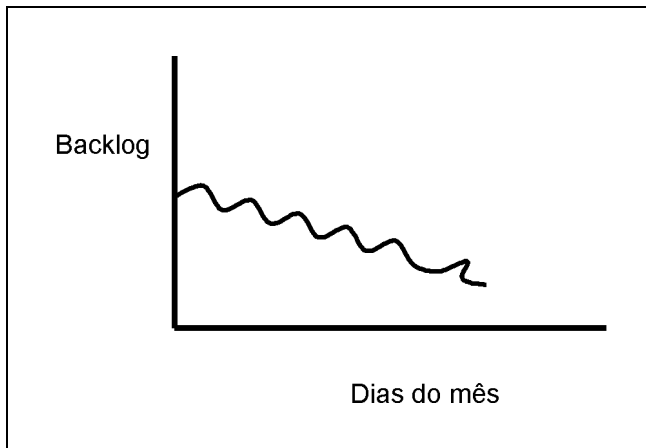
### Crescente

- Pode ser má qualidade da mão-de-obra, da supervisão ou dos recursos.
- Pode ser mão-de-obra insuficiente.
- Resolve-se eliminando a manutenção preventiva dos equipamentos C ou terceirizando alguns serviços.



### Decrescente

- Significa superdimensionamento;
- Deve ser revisto o volume de subcontratações;
- Deve-se buscar as causas com clareza.



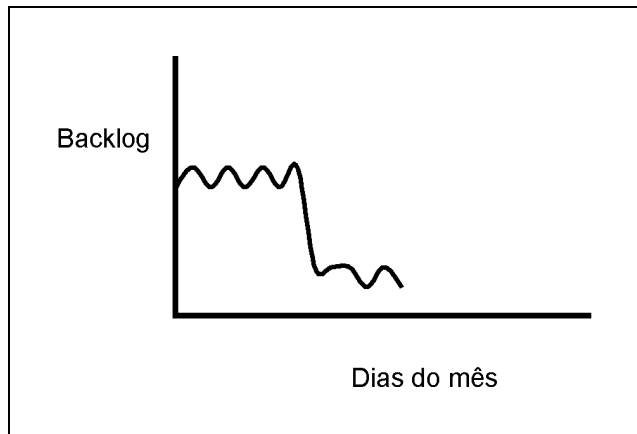
### Aumento brusco

- Entrada de pedidos extras (modificações);
- Mudança no padrão de qualidade;
- serviço virou “moda”(ex. repintura, painéis, etc.);
- Redução de pessoal.



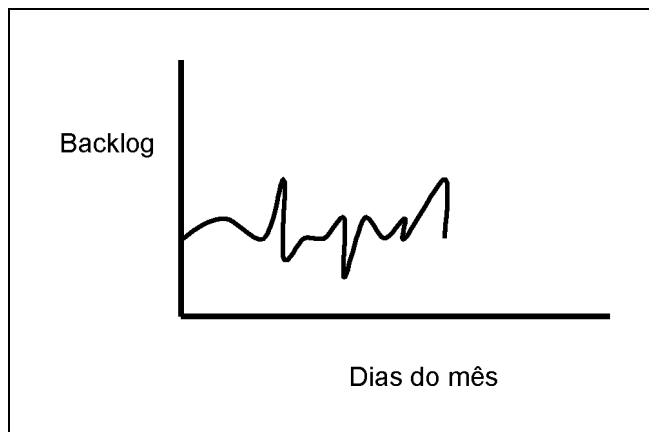
### Queda brusca

- Terceirização;
- Mudança de critério backlog;
- Aumento da força de trabalho.



### Oscilação cíclica

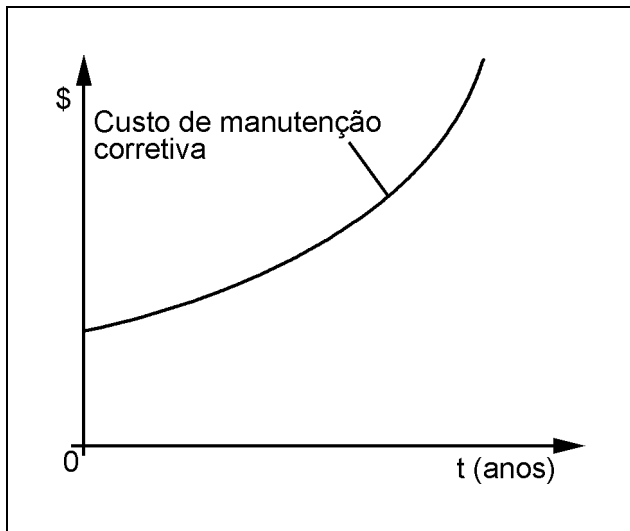
- Erros de registros de OS.;
- Eventos sazonais;
- Verificar causas.



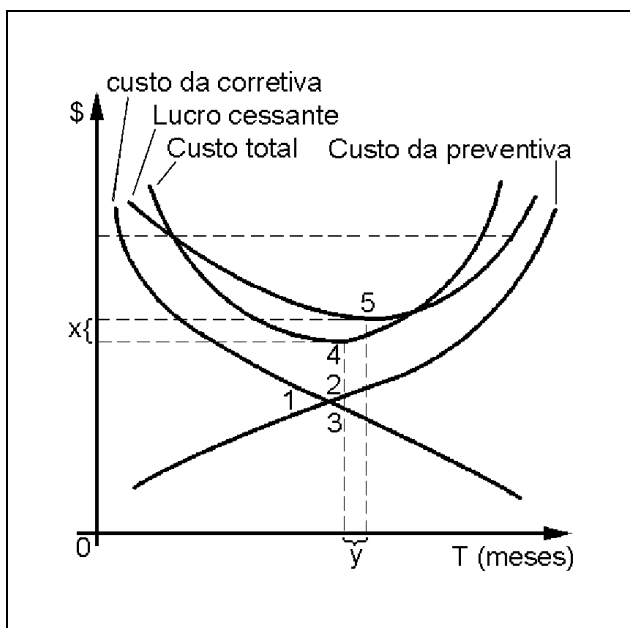


### Curvas de custo

Sob o aspecto de custos, a manutenção corretiva, ao longo do tempo, apresenta uma curva ascendente, devido à redução da vida útil dos equipamentos, perda da produção e da qualidade, aumento da aquisição de peças de reposição, ociosidade da mão-de-obra operativa, perda de mercado e aumento de riscos de acidente. (Gráfico abaixo)



Após a implantação da manutenção preventiva, e esta vem associada ao planejamento, programação e controle, as curvas de custos se apresentam como no gráfico abaixo.



Onde se vê um crescimento dos custos de preventiva acompanhado do decréscimo dos custos de corretiva até o ponto de equilíbrio (1).

Após o ponto 1 (gráfico anterior) tem-se:

- Entre os pontos 2 e 3 a faixa ótima de custos para corretiva e preventiva porque estes pontos estão sobre a reta do fundo de banheira (ponto 4) da curva de custo total. Isto é, menor custo somando-se corretiva e preventiva.
- Tempo ótimo para atingir o menor lucro cessante (y).
- Faixa otimizada aceitável para os custos de manutenção (x).

Para a interpretação correta do gráfico deve-se ter em conta que a curva custo total não inclui o custo do lucro cessante e a curva lucro cessante acresce sobre o custo total apenas o custo das horas paradas do pessoal de operação.

O lucro cessante gerado pela manutenção é a soma do custo da mão de obra operacional inativa mais o valor da produção que deixou de ser feita mais o custo dos insumos de aplicação necessária mesmo com a máquina parada. Destes, o único valor que se consegue obter com segurança junto ao parque industrial brasileiro é o custo da mão-de-obra operacional.

## **Codificação**

A atuação da manutenção começa por meio da requisição de serviço (RS) que deve possibilitar a identificação rápida do que fazer.

Com esse objetivo, a codificação das variáveis envolvidas é uma grande aliada. São codificadas as prioridades, a natureza do serviço e a causa da intervenção. A seguir é apresentada uma codificação usual.

## **Código de prioridades**

O estabelecimento de prioridades para cada trabalho é feito com o objetivo de organizar o tempo de atendimento e de medir as cargas de trabalho de cada tipo de atendimento para cada equipe, para cada centro de custo ou para cada equipamento.

Usa-se a escala de prioridades já definida no início desta unidade, a saber:

- Emergencial (1): atendimento imediato.
- Urgente (2): atendimento o mais breve possível.
- Necessária (3): atendimento em alguns dias.
- Rotineira (4): atendimento em algumas semanas.
- Prorrogável (5): atendimento a longo prazo.

### **Caracterização das prioridades emergencial (1) e urgente (2)**

A experiência tem mostrado que a responsabilidade pela produção pode levar os usuários dos trabalhos de manutenção a utilizar indiscriminadamente as prioridades 1 e 2. Para evitar isso, coloca-se na requisição de serviço um adendo com dois itens para caracterizar adequadamente a prioridade:

1. Condições da produção
  - a. Parou totalmente.
  - b. Há total condição insegura para operar.
  - c. Parou parcialmente.
  - d. Haverá condição insegura para operar em determinado número de dias.
2. Condições para operar
  - a. Existe possibilidade de operar mediante manobra ou dispositivo provisório.
  - b. Existe possibilidade de manter segurança provisória.
  - c. Não existe possibilidade de operar provisoriamente.
  - d. Não há possibilidade de segurança provisória.

O emitente da requisição deve assinalar apenas uma operação em cada item. Se a resposta para o item 1 for a ou b e para o item 2 for c ou d, caracteriza-se a situação como prioridade (1); com outras respostas caracteriza-se a situação como prioridade (2).

### **Código da natureza do serviço**

É importante codificar a natureza do serviço para, em levantamentos periódicos (mensais), acompanhar a qualidade da manutenção a fim de efetuar as correções necessárias.

### **Códigos**

- A- Serviço solicitado pela operação de produção devido a falhas imprevisíveis e não passível de programação.
- B- Serviço solicitado pela operação ou pela inspeção de manutenção devido a falhas imprevisíveis e passível de programação.
- C- Serviços solicitados para instalações, montagens, modificações, reformas não preventivas, adaptações e fabricação de sobressalentes.
- D- Intervenção de manutenção preventiva gerada por inspeção.
- E- Intervenção sistemática de manutenção preventiva.
- F- Serviços de inspeção com máquina operando.
- G- Serviços de inspeção com máquina parada.

### **Código das causas de intervenções**

As causas de intervenções de manutenção se forem pormenorizadas somarão milhões de itens. Por isso o método adequado é o agrupamento de motivos que fornece os dados necessários para um sistema de controle econômico. Esse código é colocado na requisição de serviço após término do trabalho.

### **Códigos**

- Z- Desgaste anormal
- Y- Amaciamento (45 dias ou 1.000 horas)
- X- Acidentes
- W- Desgaste normal
- V- Erros de operação
- U- Problemas com matéria-prima
- T- Erros de manutenção, instalação ou montagem
- S- Falhas ou defeitos causados por condições naturais (chuva, sol, orvalho, vento, etc.)
- R- Erros de projeto
- P- Problemas de lubrificação

# Logística da manutenção

## Arranjo físico

### Definição

O arranjo físico (leiaute) estuda a posição relativa dos departamentos e seções dentro da fábrica, das máquinas, dos postos de armazenamento e do trabalho dentro de cada departamento ou seção, dos meios de suprimento e acesso às áreas de armazenamento de serviços, tudo relacionado dentro do fluxo de trabalho.

### Objetivos

O objetivo deste estudo é o desenvolvimento de um arranjo que permita um fluxo de trabalho mais eficiente, do ponto de vista de distância e custo.

O leiaute deve minimizar as distâncias a serem percorridas pelos materiais, por isso, deve se considerar também, os diversos métodos de manuseio.

Um leiaute bem formulado pode permitir enormes economias (insumos) através da drástica redução dos estoques de material em processo.

### Estrutura das oficinas

- Uma correta distribuição do espaço proporciona:
- Economia de tempo e esforço nas operações.
- Facilita o fluxo de materiais e pessoas, evitando congestionamento e reduzindo ao mínimo as distâncias entre os postos de trabalho.
- Permite utilizar da melhor maneira possível o espaço disponível.
- Reduz ao mínimo os produtos em processos e facilita a inspeção intermediária na linha e nas operações.
- Facilita a supervisão e melhora a segurança e o conforto dos operários.
- Admite flexibilidade em caso de modificações.

## **Quando se estuda leiaute**

Qualquer posto de trabalho, inclusive o nosso, está ligado aos demais postos de trabalho, num local qualquer de uma empresa. Esse local pode ser uma área grande ou pequena.

Em geral, essa área é coberta e abriga certos tipos de trabalho que estão ligados entre si por apresentarem serviços semelhantes ou completarem o produto fabricado. São denominados setor, departamento ou planta.

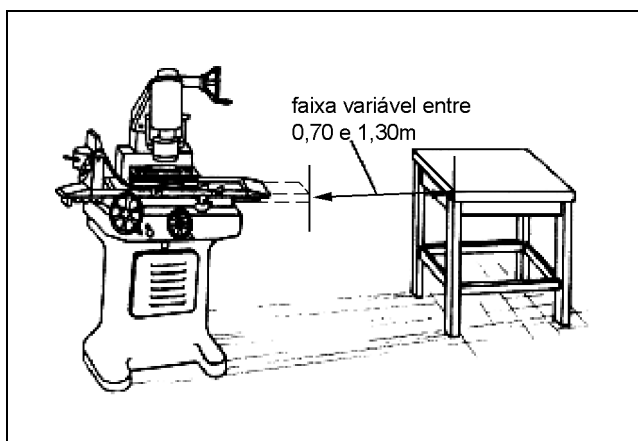
Nos locais destinados à fabricação, existem homens, máquinas, equipamentos, matérias-primas etc. localizados em determinados pontos que permitem que várias atividades sejam realizadas.

Pensando novamente em produtividade, verifica-se, muitas vezes, um excesso de locomoção de pessoas e movimentação de matérias-primas; produtos semi-acabados e produtos acabados, causando transtornos diversos e aumentando os riscos de quebra e acidentes, além de custos e de tempo de produção.

A idéia básica da simplificação do trabalho é a de eliminar tudo aquilo que não agrega valor ao produto, ou seja, tudo aquilo que não melhora ou não transforma o produto que aumenta custos. O transporte pode ser o tipo de atividade que não tem valor para nada e, nesse caso, é necessária a sua eliminação ou redução.

A melhor forma de reduzir o transporte entre dois postos de trabalho é a de aproximar os dois postos, o máximo possível. Essa distância mínima entre os dois postos segue uma norma de segurança do Ministério do Trabalho chamada N.R. – normas regulamentadoras.

A N.R. 12 dessa norma diz, resumidamente: Quando uma máquina possuir partes móveis, isto é, algumas partes que se movimentam horizontalmente, como, por exemplo, uma fresadora, a distância entre essa máquina e qualquer outro posto de trabalho deve estar contida numa faixa variável entre 0,70m e 1,30m.



Se, no entanto, a máquina não possuir partes móveis, essa distância mínima entre ela e outro posto de trabalho deve ser entre 0,60m e 0,80m.

Lembramos, ainda, que a mesma norma indica que as vias principais de circulação para pessoas e materiais devem possuir largura mínima de 1,20m.

Faixa cor branca	↕ 10,0cm
	↑
	1,20m
	↓
Faixa cor branca	↕ 10,0cm

Dentro desses princípios, para melhor organizar a produção, podemos elaborar um estudo de remanejamento, ou seja, mudança de máquinas, equipamentos etc. sendo que esse estudo é denominado leiaute ou arranjo físico.

Na melhoria de um arranjo físico, a primeira coisa a fazer é observar o local em estudo e fazer um desenho em planta, a mão livre, relativamente simples, mas com detalhes importantes. Anotar, também, o caminho que o produto percorre, ou seja, o caminho que ele segue nos diversos postos de trabalho.

## Tipos de Leiaute

O tipo de leiaute a ser adotado pela Empresa dependerá das características do processo produtivo.

Antes de cuidarmos dos tipos de leiaute, descreveremos sucintamente as principais características do processo de produção por lote.

A produção por lote caracteriza-se pelo fato dos produtos serem fabricados de maneira não contínua. É o caso de produtos não padronizados, produzidos sob encomenda.

Pode acontecer também que se trate de um produto padronizado, porém, de pouca demanda, justificando sua produção apenas durante alguns dias.

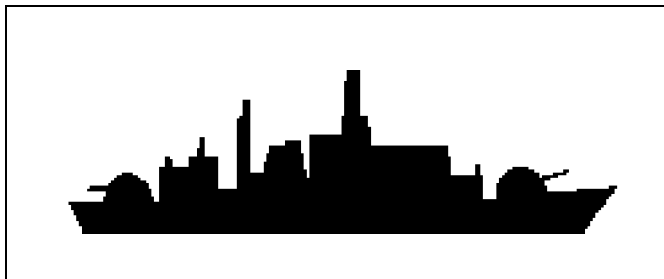
No outro extremo, temos empresas que produzem artigos padronizados cuja demanda permite uma produção contínua.

A empresa que fabrica por lote (intermitentemente) poderá produzir maior variedade de produtos se comparada com a que adota a fabricação contínua e isso porque, na fabricação por lote, a quantidade de cada produto será menor.

A fabricação contínua exige a produção de grandes quantidades de cada produto. As Empresas que utilizam esse método, adotaram um leiaute por produto, enquanto que a empresa, com processo de fabricação por lote, adotará um leiaute por processo.

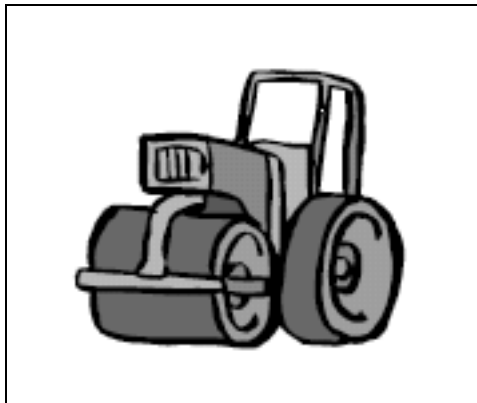
Existem vários tipos de leiaute, e eles são classificados em dois tipos:

- Imóvel: O fixo o posicional.





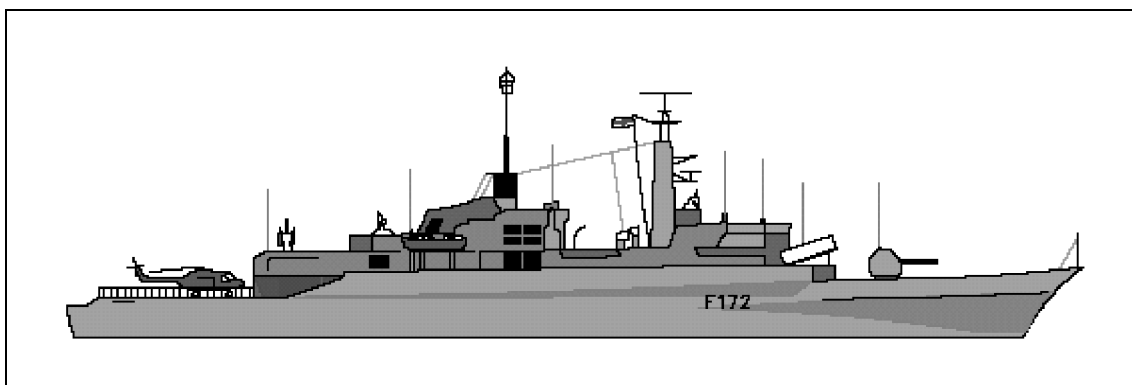
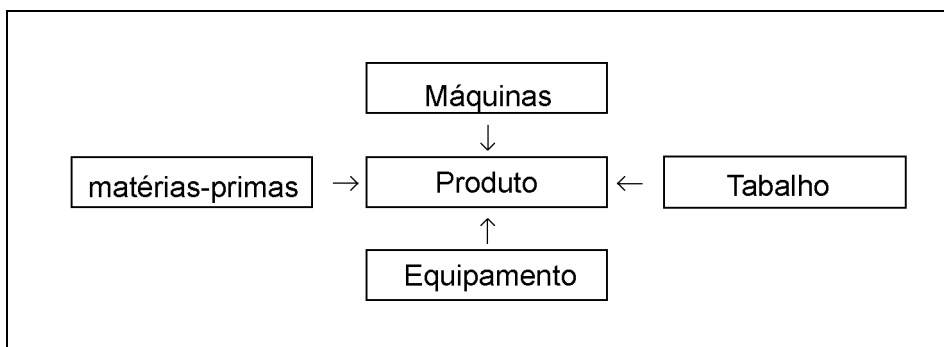
- Móvel: Linear, funcional e célula de manufatura.



### Imóvel: o fixo posicional

É usado quando o produto fica fixo (por exemplo, na construção de navios) enquanto os trabalhadores, as máquinas, os equipamentos e as matérias-primas se movimentam.

Nesse caso, a movimentação deve ser a mínima possível. Tudo deve estar próximo ao produto.



## **Móvel: linear, funcional e célula de manufatura**

Neste tipo de leiaute o produto torna-se móvel.

### **Arranjo físico por produto (linear)**

É o tipo de arranjo físico em que o produto se move e as máquinas estão fixas. Neste tipo de arranjo, todas as máquinas empregadas na fabricação de um produto (o componente), são agrupadas e cada um desses agrupamentos constituem um departamento.

### **Arranjo físico por processo**

É o arranjo adequado para um setor que fabrica diferentes produtos com as mesmas máquinas. Cada um desses agrupamentos constitui um departamento.

Com a padronização e os grandes volumes de produção, há uma tendência à especialização dos equipamentos.

## **Leiaute em célula de manufatura**

Com a recente divulgação dos sistemas de produção com estoques mínimos (*Just in time/ Kanban*); as empresas que o adotaram, estão eliminando os estoques intermediários (estoques em processo), o que permite organizar o leiaute por famílias de produtos, no qual as máquinas estão dispostas em função da seqüência de fabricação de um determinado produto.

Em outros termos, agrupa-se, numa mesma área, todas as fases da manufatura deste produto, se a proporção for seriada.

Chama-se célula porque permite processar uma unidade de produto por vez (ou uma quantidade mínima), desde que forem eliminados os estoques em processo. Como ilustra a figura seguinte, estão muito próximas a entrada e a saída da linha, para facilitar o transporte das peças.

Este tipo de leiaute permite economizar em torno de 30% do espaço físico se comparado com os leiautes tradicionais. Isso é compreensível na medida em que se elimina-os, permitindo aproximar as máquinas.

## **Administração de materiais**

### **Sistemas de estocagem**

Os estoques são recursos ociosos que possuem valor econômico, os que representam um investimento destinado a incrementar as atividades de problemas e servir aos clientes. Entretanto, a formação de estoques consome capital de giro, que pode não estar tendo nenhum retorno do investimento efetuado e, por o lado, pode ser necessitado com urgência em outro segmento da empresa, motivo pelo qual o gerenciamento deve projetar níveis adequados, objetivando manter o equilíbrio entre estoque e consumo.

O gerenciamento moderno avalia e dimensiona convenientemente os estoques em bases científicas, substituindo o empirismo por soluções. Assim, os níveis devem ser revistos e atualizados periódica e constantemente para evitar problemas provocados pelo crescimento de consumo ou vendas e alterações dos tempos de reposição.

Nesse sentido, convém aliar os conceitos logísticos aos princípios que regem o dimensionamento dos níveis de estoque. A intensidade da logística difere do que muitos ainda acreditam. Não é apenas a armazenagem, nem é sinônimo de distribuição, transporte ou movimentação de cargas. Logística é o processo estratégico que gerencia o fluxo de materiais e informações entre o fornecedor e seu cliente, desde a aquisição da matéria-prima até a entrega do produto acabado no ponto-de-venda, uso ou consumo. Conseqüentemente, o sucesso do gerenciamento de materiais nas empresas depende da aplicabilidade dos conceitos logísticos, motivo pelo qual realçamos sua importância.

A exposição e esclarecimentos anteriores tomam-se necessários, em virtude da demonstração detalhada das modernas técnicas de gestão, objeto do item 7 adiante, as quais levam em consideração a logística integrada à estratégia empresarial.

Dois aspectos importantes, o conhecimento da demanda e a obtenção dos materiais influenciam sobremaneira o estoque. Assim, deve-se analisar sua formação, consoante os quatro fatores demonstrados no quadro abaixo, em cada uma de suas particularidades.

*Classificação de problemas para formação de estoque.*

<b>Conhecimento da demanda</b>	<b>Obtenção do Material</b>	<b>Processo de decisão</b>	<b>Tempo de obtenção do material</b>
Certeza	Auto fornecimento	Estático	Fixo e conhecido
Aleatória	Fornecimento externo	Dinâmica	Variável
Incerteza			

**Classificação ABC**

Com o objetivo de reduzir os investimentos em estoques, controlá-los seletivamente e diminuir os riscos de falta de material foi desenvolvida a classificação ABC, também chamada curva ABC de materiais.

O método consiste na separação em três grupos de todos os produtos em estoque, segundo seu valor de uso, dando a cada grupo um tratamento diferenciado.

O valor de uso é o produto do custo unitário do material pela sua média de consumo.

Inventariando um estoque de materiais para manutenção encontra-se a distribuição da tabela abaixo.

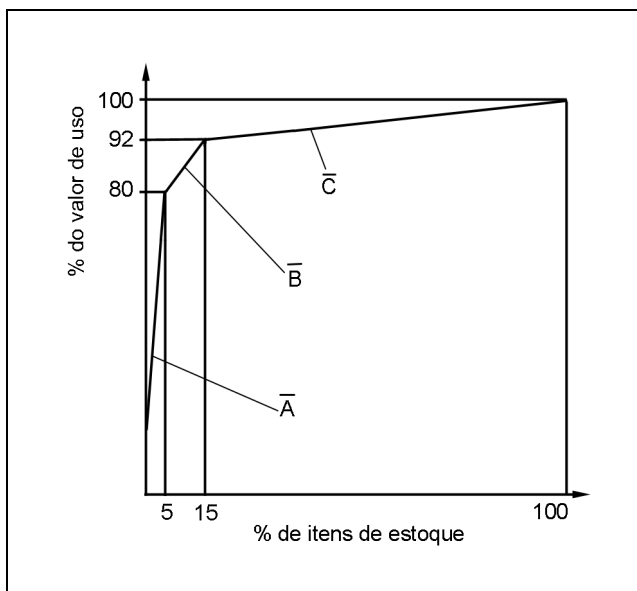
<b>Classe</b>	<b>Itens de estoque</b>	<b>Valor de uso</b>
A	5%	80%
B	10%	12%
C	85%	8%

É possível notar pela tabela que há pequena quantidade de materiais na classe A, o que torna econômico manter um controle cuidadoso sobre esses materiais e possibilita, ainda, operar com reduzidos estoques de segurança, devido ao alto custo de proteção.

Os materiais de baixo valor de uso, classe C, podem operar com altos estoques de segurança e controles simples.

Há, ainda, a classe B que deve operar com médio estoque de segurança e médio controle.

Os dados da tabela a seguir se colocados num gráfico cartesiano apresentarão o aspecto do gráfico abaixo.



A distribuição mostrada é ideal, ficando na prática dentro de faixas como na tabela abaixo.

Eixo	Classes		
	A	B	C
Valor de uso (ordenadas)	70 a 80%	10 a 20%	5 a 10%
Número de itens de estoque (abscissas)	5 a 10%	10 a 20%	70 a 85%

### Demanda

O propósito básico de qualquer previsão é reduzir a incerteza. A decisão correta a ser tomada hoje depende de se conhecer, tanto quanto possível, as condições que prevalecerão no futuro. Infelizmente, não se pode eliminar a incerteza. Não obstante, as previsões necessitam ser elaboradas.

Pode-se distinguir três tipos de demanda relacionados a seguir:

- a. demanda perfeitamente conhecida: é o caso normal em montagens, obras e similares. Ainda nesta categoria, podemos ter demandas constantes no tempo,

portanto com comportamento regular de consumo; por exemplo, em linhas de montagem;

- b. demanda aleatória: é o caso em que o material foi estocado durante um tempo suficiente para acumular registros de consumo. Assim, a demanda é aleatória, porém a distribuição de probabilidades pode ser conhecida, por meio do comportamento irregular, em que os consumos, ainda que perfeitamente identificados, são irregulares com relação ao tempo;
- c. demanda sob incerteza: existe ignorância completa com relação às probabilidades dos vários níveis de demanda futura. Pode-se também denominar esta situação como demanda sob risco.

### **Processo de obtenção do material**

Em algumas empresas, o material é obtido de um fornecedor externo, enquanto em outras é produzido internamente. A diferença é importante, pois no último caso as decisões de estoque afetam também o processo de programação da produção.

**Processo de decisão** - pode-se decidir pela compra uma única vez ou de forma contínua. Alguns produtos de moda são comprados no início da temporada e não é possível nenhuma compra adicional posterior. Por outra parte, certos materiais para manutenção de equipamentos devem ser adquiridos freqüentemente.

**Tempo de obtenção do material** - O processo de obtenção do material, período que vai desde a emissão do pedido de compra até o momento do efetivo recebimento, gera duas variáveis. Para alguns itens esse tempo é praticamente constante; entretanto, para outros existe uma variação, às vezes regular, às vezes totalmente aleatória.

Obviamente, a análise de cada decisão com respeito a estoque será baseada nos conceitos anteriormente apresentados. Contudo, deve-se mencionar um critério comum e abrangente, que é a existência de custos opostos, caracterizados por um custo por estocar "muito" e, também, por um custo por estocar "pouco". A maior parte dos esquemas racionais de gerenciamento de materiais baseia-se na identificação e determinação desses custos.

Em conseqüência, deparamo-nos com duas questões primordiais:

- a. a.. quando ou com que freqüência deve pedir o material?
- b. quantas unidades devem ser encomendadas em cada pedido?

Na tentativa de responde-las, deve-se entender o sentido dos "custos opostos" que mencionamos antes.

Em relação à primeira indagação, inevitavelmente concluímos que existe um custo por pedir muito freqüentemente e um custo por não pedir com a freqüência necessária. Se nenhum desses dois custos existisse, não existiria razão para se preocupar com essa questão.

Em relação à segunda indagação, a quantidade a ser pedida também leva-nos ao reconhecimento dos custos opostos, um originado por pedir muito e o outro por não pedir o suficiente.

Como consequência dos conceitos até então expostos, toma-se oportuno conceituar os parâmetros por meio dos quais o estoque é gerenciado.

### **Manter ou não manter estoque**

Independentemente da empresa, a decisão para manter estoque passa por uma série de variáveis, algumas ainda a serem expostas no decorrer deste trabalho.

O ideal almejado é o "estoque zero", ou seja, transportar para o fornecedor todos os encargos advindos de sua manutenção, como capital imobilizado, edifícios para armazenagem, máquinas, equipamentos, acessórios, funcionários etc.

As técnicas de administração japonesas possibilitam a implantação dessa política, à medida que se estabelecem parcerias entre clientes e fornecedores, com vantagens para ambas as partes.

Mesmo não sendo nosso objetivo, para elucidar a questão, apresentaremos adiante os conceitos de *just in time* e *Kanban*, comparando-os com nosso modelo convencional, bem como relato da experiência da Ford a respeito do sistema de funcionamento de estoque zero.

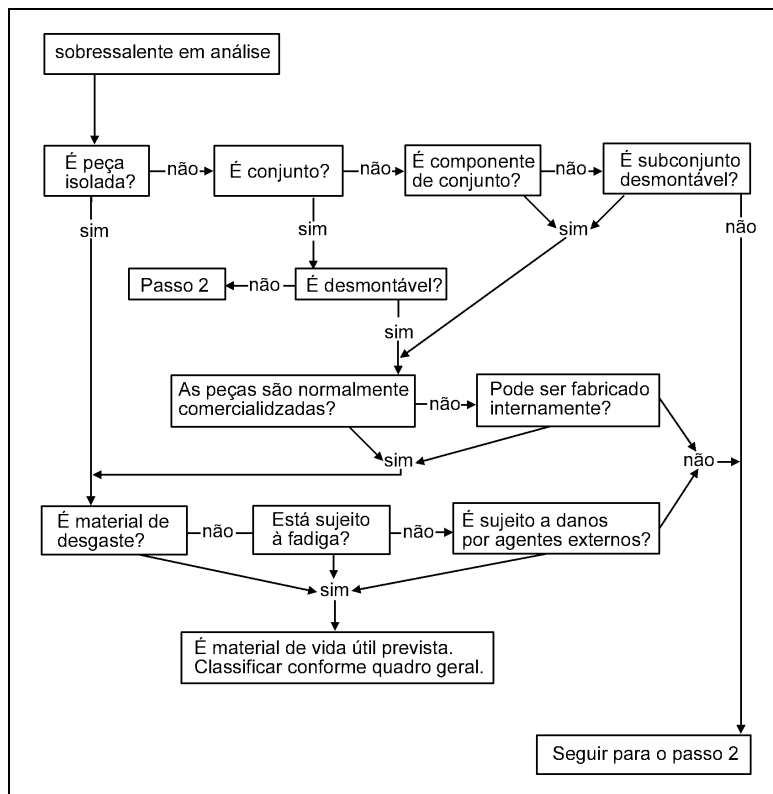
### **Sobressalentes**

Consiste numa análise feita através do sistema de árvore de possibilidades, com o objetivo de estabelecer-se:

- O sobressalente deve ser estocado conforme o quadro geral?

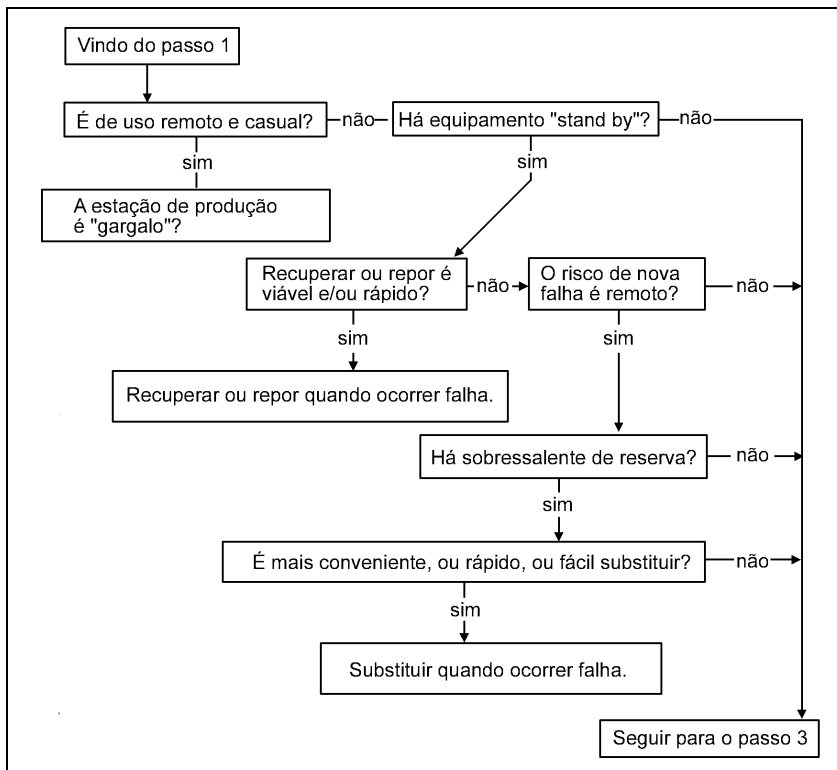
- Existe necessidade de estocar?
- Deve ser recuperado, repostado, ou substituído quando ocorrer a falha?
- É sobressalente crítico?

A seguir são apresentados os três passos da análise que levam às respostas e auxiliam na organização do almoxarifado da manutenção.



Passo 1





Passo 2

## Processo de compra

### Compra de sobressalentes

A compra de sobressalentes precisa ter em conta a qualidade e o custo do material. Comprar sobressalentes de baixo custo sem considerar a qualidade, aumenta os estoques, aumenta o volume de compras, diminui a confiabilidade do equipamento e reduz a qualidade do produto final.

O menor custo de um sobressalente é obtido através do índice do custo de utilização (I).

Esse índice é dado pela fórmula:

$$\frac{C+A+E+S}{V}$$

Onde:

C = custo da compra

A = custo administrativo da compra, formado por papéis, hora-comprador, etc.

E = custo administrativo do estoque que, formado por hora-almozarife, requisições, etc.

S = custo da substituição

$V$  = tempo de vida útil

Quanto menor o índice do custo de utilização ( $I$ ), melhor a compra.

### Observação

Para calcular o custo de substituição de um sobressalente, considera-se o maior período de vida útil oferecido pelos fornecedores, ou seja, entre várias alternativas de vida útil oferecidas pelo mercado, custeia-se a substituição pela maior, custo dos outros sobressalentes de vida útil menor, será calculado proporcionalmente.

Assim, se um componente com 120 dias de vida útil tem um custo de substituição de \$ 8,00, outro componente com 60 dias de vida útil custará \$ 16,00.

### Exemplo

Custo de utilização: Considerando um sobressalente com cinco fornecedores (F1, F2, ...) e as condições expostas no quadro abaixo, qual seu custo de utilização?

Fornecedores	V (dia)	C	A	E
		\$		
F1	180	800,00	10,00	14,00
F2	120	600,00	10,00	15,00
F3	240	1 000,00	10,00	10,00
F4	150	700,00	10,00	13,00
F5	200	950,00	10,00	12,00

O primeiro passo é calcular o custo de substituição ( $S$ ). Para isso busca-se esse custo junto à gerencia de manutenção e multiplica-se pelo tempo necessário ao serviço.

No exemplo, o tempo é de 30 minutos e o custo hora da manutenção é de \$40,00. Portanto  $S = \$20,00$ .

Esse é o valor de  $S$  a ser considerado para F3, que é o maior tempo de vida útil oferecido.

Para os demais fornecedores, o valor é proporcionalmente mais caro, pois são trocadas com maior frequência.

Assim:

$$S \text{ para F1} = S1 = \frac{240}{180} \cdot \$20,00 \quad S = \$26,66$$

$$S \text{ para F2} = S2 = \frac{240}{120} \cdot \$20,00 \quad S = \$40,00$$

$$S \text{ para F4} = S4 = \frac{240}{150} \cdot \$20,00 \quad S = \$32,00$$

$$S \text{ para F5} = S5 = \frac{240}{200} \cdot \$20,00 \quad S = \$24,00$$

Com os valores de S pode-se calcular, usando a fórmula:

$$I \text{ para F1} = 800 + \frac{10,00 + 14,00 + 26,66}{180} = 4,72$$

Para os demais, o procedimento é o mesmo e os resultados são os seguintes:

$$I 2 = 5,54$$

$$I 3 = 4,33$$

$$I 4 = 5,03$$

$$I 5 = 4,98$$

Portanto, a melhor compra será feita junto ao fornecedor 3, mesmo tendo o maior preço.



# Gestão da manutenção

## Introdução aos métodos de manutenção

A partir de meados do séc. XVI até o final do século XVII, a função de mantenedor era desempenhada pelo operador da máquina. Com o aumento do número de máquinas e avanço da tecnologia, o mantenedor e o operador começaram a dividir o trabalho.

Nessa época, o mantenedor era somente mecânico, pois as máquinas eram movidas a vapor. O mantenedor atuava apenas em caso de quebra, isto é, fazia a manutenção corretiva.

Durante a segunda metade do século XIX, ocorreu uma grande modificação na rotina industrial com o uso do motor elétrico, então, foi necessária a presença do eletricitista mantenedor.

Já no início do século XX, havia intensa concorrência industrial, fato que trouxe relevância aos prazos de entrega e produção estável. Nesse período, começaram a surgir os estudos destinados à prevenção da falha, isto é, o reparo seria executado de forma predeterminada por inspeção, surgindo assim a manutenção preventiva.

Pela mesma época, a diversificação da mão-de-obra também aumentava. Havia, além do mecânico e do eletricitista, o hidráulico, o funileiro, o pneumático e outros. Esse quadro se mantém até hoje.

Os estudos de prevenção evoluíram até se conseguir prever o momento do desgaste inaceitável, por meio da análise de sintomas e da avaliação estatística, surgindo assim a manutenção preditiva.

Recentemente, na busca da quebra zero, criou-se na Europa a terotecnologia. Trata-se de uma técnica que determina a participação de um especialista em manutenção desde a concepção de equipamento até sua instalação e primeiras horas produtivas.

Outra tentativa de quebra zero foi desenvolvida no Japão com o nome de manutenção produtiva total (TPM). A idéia central é o operador ser o primeiro a cuidar da manutenção, isto é, associa-se a produção à manutenção (equipes e procedimentos) com o fim de produzir o máximo do tempo com o mínimo de paradas.

Atualmente, no Brasil, é predominante o emprego da manutenção corretiva e da preventiva. A manutenção corretiva tem emprego principalmente como controle para a execução da preventiva.

Existem ainda algumas tentativas de implantação de TPM nas empresas que optaram pelo sistema japonês ("*Just-in-Time*") de produção.

O ideal é ter 93% das intervenções feitas planejadas pela equipe de manutenção, isto é, geradas por procedimentos preventivos e preditivos, porém, esta meta ainda está distante de nossos dias.

## **Tipos de manutenção**

### **Manutenção preventiva**

Define-se como sendo um conjunto de procedimentos que visam manter a máquina em funcionamento, executando rotinas que previam (evitem) paradas imprevistas.

As rotinas de manutenção preventiva compreendem:

- Lubrificação;
- Inspeção com máquina parada;
- Inspeção com máquina operando;
- Ajuste ou troca de componentes em período predeterminados;
- Revisão de garantia, isto é, o exame dos componentes antes do término de suas garantias;
- Cuidados com transporte e armazenamento;
- Instalação;
- Preparação para uso;
- Análise de especificações de compra;
- Envio de informações para o planejamento e controle da manutenção;

- Reparo dos defeitos detectados pela inspeção.

### **Objetivos da manutenção preventiva**

- Distribuir equilibradamente cargas de trabalho.
- Racionalizar o estoque de sobressalentes.
- Manter disponibilidade máxima de máquinas e equipamentos.
- Eliminar improvisação.
- Eliminar atrasos na produção.

### **Pré-requisitos para implantação**

Os pré-requisitos básicos para a implantação da manutenção preventiva são a organização de dados por meio de um sistema de fichas ou eletrônico. Esse sistema deve ser baseado num registro de dados que compreenda:

- Relação total dos materiais, máquinas e equipamentos constituintes do acervo da fábrica;
- Organização estrutural de coleta de dados para incursões preventivas;
- Informações sobre o andamento dos trabalhos (relatórios);
- Formação de arquivos.

### **Implantação da manutenção preventiva**

Antes de implantar a manutenção preventiva, é necessário avaliar se vale a pena sua implantação, já que em alguns equipamentos ela se revela desvantajosa.

Assim, antes de ser implantada a manutenção preventiva, o equipamento deve ser bem estudado devendo possuir uma das seguintes características:

- Equipamento valioso para a produção, cuja falha altera o programa;
- Equipamento do qual depende a segurança pessoal e a segurança das instalações;
- Equipamento que ao falhar exige muito tempo para reparo.

Note ainda que antes de ser iniciado o programa preventivo, deve ser estabelecido um padrão de produtividade confiável para que se tenha condições de avaliar o programa.

Agora, para implantar um sistema de manutenção preventiva é necessária uma reorganização em larga escala dos métodos utilizados em uma oficina que trabalhe somente com atendimento emergencial.

## **Conceito de manutenção preditiva**

Manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. Trata-se da manutenção que prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado.

Envolve qualquer atividade de monitoramento que seja capaz de fornecer dados suficientes para uma análise de tendências, emissão de diagnóstico e tomada de decisão.

Na Europa, a manutenção preditiva é conhecida pelo nome de manutenção condicional e nos Estados Unidos recebe o nome de preditiva ou previsional.

## **Objetivos da manutenção preditiva**

Os objetivos da manutenção preditiva são:

- determinar, antecipadamente, a necessidade de serviços de manutenção numa peça específica de um equipamento;
- eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção;
- aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- reduzir o trabalho de emergência não planejado;
- impedir o aumento dos danos;
- aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento;
- aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento ou linha de produção;
- determinar previamente as interrupções de fabricação para cuidar dos equipamentos que precisam de manutenção.

Por meio desses objetivos, pode-se deduzir que eles estão direcionados a uma finalidade maior e importante: redução de custos de manutenção e aumento da produtividade.

## **Questões gerenciais na implantação da manutenção preditiva**

Antes de iniciarmos a implantação da Manutenção Preditiva, devemos considerar os seguintes pontos:

- Qual o nosso custo de manutenção?
- Qual é nosso índice de disponibilidade?



- Quais são os nossos equipamentos mais críticos?
- Que técnicas serão empregadas?
- Quem executará o programa de Manutenção Preditiva (Pessoal próprio ou contratado)?
- Quem irá gerenciar o processo?
- Quem vai coletar dados, analisar e emitir os pareceres?
- Minha equipe está capacitada?
- Meu cliente interno está informado?

A manutenção preditiva não é absoluta e nem todos os equipamentos requerem o mesmo tratamento. Desse modo a escolha do tipo ou modalidade de manutenção a ser aplicada a este ou àquele equipamento é puramente gerencial.

Uma pequena bomba que rega o jardim da entrada de uma fábrica certamente terá manutenção corretiva não planejada, isto é, somente terá manutenção após a quebra. Já um redutor de um moinho de bolas em uma fábrica de cimento deverá ser contemplado no programa de Manutenção Preditiva pela importância que tem no processo de produção.

### **Atividades básicas na manutenção preditiva**

As atividades básicas são:

- **Engenharia**
  - Seleção de máquinas.
  - Seleção de técnicas.
  - Preparação do cadastro (dossiê).
  - Seleção de pontos e métodos de amostragem.
  - Estudo de preparação dos pontos.
  - Seleção inicial de periodicidade.
  - Seleção inicial de nível de severidade.
  - Análises das amostras ou sinais coletados.
  - Interpretação dos resultados com correlações e solicitações de intervenção.
  - Determinação das referências (bases lines).
  - Estudo de melhorias.
- **Planejamento/programação**
  - Preparação de pontos.
  - Coleta: programação e controle.
  - Manutenção de históricos.
  - Ações de correção ou de melhoria.

- **Execução**
  - Preparação dos pontos.
  - Coleta de sinais e amostras.
  - Execução da intervenção.
- **Seleção de máquinas**
  - Para que esta tarefa ocorra, devemos considerar, no mínimo:
  - Importância da máquina no processo produtivo: qualidade e produtividade.
  - Custo ou dificuldade de aquisição de sobressalentes.
  - Não existência de máquinas “*tandy-by*” (reserva).
  - Custo da própria máquina.
  - Custo e/ou dificuldade de intervenção.
  - Segurança pessoal e operacional.

### **Seleção de técnicas**

A seleção de técnicas preditivas a serem adotadas deve ser feita por especialistas de modo a se obter a melhor relação custo-benefício.

De modo geral a aplicação de apenas uma técnica é suficiente para um excelente acompanhamento dos equipamentos. Por exemplo:

Instalações elétricas – termografia ou termovisão.

Equipamentos rotativos de pequeno porte – medição e análise de vibração.

Para equipamentos mais sofisticados, críticos ou muito importantes para o processo é usual a adoção de mais de uma técnica de modo a garantir um melhor monitoramento do equipamento.

### **Exemplo**

- Compressores centrífugos e axiais de grande porte acionados por motor elétrico ou turbina a vapor;
- Análise convencional do óleo lubrificante: Ferrografia;
- Medição e análise de vibração (em geral esses equipamentos são monitorados continuamente).

### **Análise e interpretação dos resultados**

De nada adiantam as medições, registro e formação de um banco de dados se esses não forem analisados e interpretados. A análise, a interpretação e o diagnóstico

propiciarão a tomada de decisão. Para se proceder à análise e ao diagnóstico é fundamental ter pessoal qualificado, seja próprio ou contratado.

### **Estabelecimento de níveis – limite de alerta**

A utilização de níveis limite facilita a tomada de decisão. A grande questão é como obtê-los.

É bastante comum imaginar-se que máquinas iguais devem ter o mesmo nível de alerta. Teoricamente está correto.

No entanto não existem máquinas iguais. Dependendo da sensibilidade do método de monitoramento, vemos que não há sequer máquinas semelhantes. O motivo principal está na tolerância de projetos. De uma forma prática, vejamos um conjunto formado por peças novas e aprovadas para montagem:

Um eixo, usinado na dimensão mínima e montado num mancal que esteja na dimensão máxima produzirá maiores vibrações e, eventualmente, menores partículas de desgaste que as observadas em outro conjunto montado com componentes no outro extremo.

Portanto, o estabelecimento prévio de níveis de alerta deve ser encarado como uma providência de curtíssima duração. Logo que possível, deve-se buscar a referência fornecida pela própria máquina.

Propomos aqui um método para ler a diária do monitoramento.

Em primeiro lugar, admitamos que todos os fenômenos que cercam nossas máquinas apresentem uma taxa de incidência e intensidade segundo a curva estatística normal, ou seja;

A área determinada pela média e uma vez o desvio padrão, à esquerda e à direita, engloba 66% dos fenômenos observados.

Mesmo, porém, com duas vezes o desvio-padrão, representa 95% dos casos.

Utilizando-se, três vezes o desvio-padrão, representa 99% das ocorrências.

Se aplicarmos estas propriedades às ocorrências de anormalidades de nossas máquinas, poderíamos dar-lhes os seguintes nomes e significados físicos:

M+2s = Alerta, ou primeiro alerta. Probabilidade simples de ser alcançado apenas 5 vezes em 100 frequência.

M+3s = Crítico, ou segundo alerta. Ao ser atingido, estaríamos frente a um comportamento com a probabilidade de ocorrer apenas uma vez em 100 eventos.

Nos basta portanto, seguindo as leis das estatísticas de pequenos lotes, selecionar um mínimo de 7 resultados confiáveis e não disparados para o cálculo do que chamamos de “nível estatístico de alerta”

Com o decorrer do monitoramento, à medida que a máquina monitorada vai sendo mais bem conhecida, o nível de alerta deverá ser ajustado.

### **Análise detalhada da situação atual**

Deve ser feita a detecção dos potenciais de redução de custos como a constatação de atividades sem planejamento que podem e devem ser planejadas. Também deve ser feita a análise das cargas de trabalho semanais a fim de serem notados desequilíbrios.

### **Conceito moderno de manutenção**

Como era possível a produtividade de determinados países industrializados superar outros com posição semelhante no contexto econômico? Nestes casos, o mercado interno de determinados países estava limitado para oferecer o aumento de oportunidades, sendo o acesso aos mercados estrangeiros essencial para o desenvolvimento.

As nações com recursos reduzidos de matéria prima se beneficiam com a obtenção destes materiais de países com recursos naturais abundantes. Desde o fim da Segunda Guerra Mundial, muitas regiões iniciaram a formação de mercados comuns, facilitando o intercâmbio comercial.

Esta reorganização estrutural do mercado permitiu o desenvolvimento e as nações industrializadas tiveram vantagens com a disponibilidade de emprego e educação, obtenção de matérias primas e transporte de bens e serviços.

Um outro fator que influenciou na produtividade foi à introdução das novas tecnologias. No ano de 1820 um fazendeiro americano conseguia produzir o suficiente para alimentar a si próprio e mais três pessoas, que consistia o tamanho da típica família americana. Atualmente o fazendeiro americano é capaz de alimentar a si próprio e mais 40 ou 50 pessoas.

Novos fertilizantes e métodos de cultivo, a invenção das colheitadeiras, o desenvolvimento em biotecnologia proporcionou um grande incremento na produtividade agrícola. Estes fatores permitiram o deslocamento de grande parte da população das zonas rurais para as cidades, aumentando a disponibilidade de mão de obra para as indústrias.

A produtividade permitiu grandes avanços em outros setores industriais. Na década de 80 a garantia típica para um carro novo era de “três anos ou 30 mil milhas” no mercado americano. O mercado americano sofre intensa competição com os países estrangeiros. Após a implementação de inúmeros programas de qualidade, na década de 90 o carro americano dobrou as condições de garantia, atingindo para alguns modelos a garantia de “sete anos ou 70 mil milhas”.

O TQM (*Total Quality Management*) e o TQC (*Total Quality Control*), representam os programas de qualidade que tiveram grande impacto nas indústrias dos países desenvolvidos.

Durante este período a manutenção industrial passou a receber atenção especial, tornando-se uma grande oportunidade para o aumento da produtividade industrial. O investimento em alta tecnologia possibilitou o desenvolvimento de equipamentos com elevada confiabilidade, permitindo a eliminação das redundâncias sem sacrificar a disponibilidade. A estimativa para o setor industrial americano é de uma possibilidade de economia de \$ 200 bilhões/ano com a manutenção dos equipamentos.

A identificação de oportunidades de redução de custos e melhoria da qualidade de produto, mostraram a necessidade de maior atenção para as atividades de manutenção. Para alcançar os novos objetivos foram necessárias reestruturações da função manutenção e o investimento em tecnologias preditivas e técnicas proativas.

A manutenção da empresa moderna tem como finalidade garantir a sua capacidade de produção e competitividade. A simples mudança de nomes para os departamentos não garante os resultados. A implantação da reestruturação deve alterar as regras de trabalho, através de uma organização dinâmica, que garanta um processo contínuo de evolução.

A introdução das novas estratégias de organização começaram a ser empregadas nos anos recentes. A “*Total Productive Maintenance*” (TPM), “*Reliability Centered Maintenance*” (RCM) e mais recentemente a “*Reliability Based Maintenance*” (RBM), passaram a ser utilizadas com grandes perspectivas de retorno para as empresas. Porém, a resistência imposta pelos métodos tradicionais podem retardar o processo de mudanças.

A seguir são apresentadas as principais características destas novas estratégias, que estão presentes nas estruturas da manutenção das empresas modernas, com diferentes graus de intensidade e diferentes aspectos de utilização.

## **Manutenção estratégica**

### **“Benchmark” e “Benchmarking”**

“**Benchmark**” pode ser definido como sendo o “ processo de identificação, conhecimento e adaptação de práticas e processos excelentes de organizações, de qualquer lugar do mundo, para ajudar uma organização a melhorar sua performance”.

“**Benchmark**” é uma medida, uma referência, um nível de performance, reconhecido como padrão de excelência para um processo de negócio específico.

Resumindo: “**Benchmarking**” é um processo de análise e comparação de empresas de mesmo segmento de negócio, objetivando conhecer:

- As melhores marcas ou “*benchmarks*” das empresas vencedoras, com a finalidade de possibilitar definir as metas de curto, médio e longo prazo.
- A situação atual de sua organização e, com isto, apontar as diferenças competitivas.
- Os caminhos estratégicos das empresas vencedoras ou as “melhores práticas”.
- Além de conhecer e chamar a atenção da organização para as necessidades competitivas.

### **Benchmarking**

- é ação.
- é busca de práticas responsáveis por alta performance.
- é o entendimento de como estas práticas são aplicadas.
- é a adaptação destas práticas para seu uso

**Benchmarks** são indicações de desempenho:

- Qual a melhor disponibilidade?
- Qual é a melhor segurança?
- Qual é o melhor custo?

### **Resumindo**

- *Benchmarks* são fatos.
- *Benchmarking* é um processo que proporciona melhoria de performance.

### **TPM (Total Productive Maintenance)**

O TPM consiste em um procedimento de administração da manutenção que teve início por volta dos anos 50 e apresentou resultados expressivos na economia Japonesa na década de 70. A grande ascensão do Japão no cenário mundial, tornando-se a segunda potência econômica, chamou a atenção dos outros países, sendo atribuído ao TPM uma parcela ao sucesso econômico Japonês.

Os cinco pilares do TPM, descritos por um de seus pioneiros (Seiichi Nakajima), são:

1. Maximização da Eficiência dos Equipamentos
2. Envolvimento dos Operadores nas tarefas diárias da Manutenção
3. Implementação da eficiência da Manutenção
4. Treinamento permanente para melhora do desempenho
5. Fortalecimento da prevenção

Os componentes principais do TPM estabelecem um envolvimento dos operadores dos equipamentos nas atividades de rotina e remove as fronteiras entre manutenção e operação com objetivo de atingir o aumento de disponibilidade. Com estas novas medidas é possível alcançar a falha zero e a quebra zero dos equipamentos, fatores que permitem uma perda zero de produção ao lado do defeito zero do produto.

Evidentemente para alcançar os benefícios do TPM são necessárias mudanças na estrutura organizacional das empresas e na mentalidade das pessoas.

As características principais destas mudanças são:

- A manutenção deve estar presente em todo o ciclo de vida útil dos equipamentos;
- Deve existir uma participação conjunta da Engenharia, Produção e Manutenção;
- Todos os níveis hierárquicos da empresa devem atuar no processo;
- Devem ser tomadas medidas motivacionais para incentivar a participação de todos.

Com a implantação do TPM o significado da Manutenção passa a ser o de manter e conservar o ritmo das melhorias, mudanças e transformações.

Para alcançar os objetivos do TPM as empresas devem utilizar outras ferramentas administrativas que dependerão do estágio de evolução das empresas.

Os principais elementos associados à implantação de TPM são:

1. Gestão da Qualidade Total: TQC e TQM: Processo que estabelece a “satisfação do cliente”, atuando diretamente no produto da empresa.
2. 5S: Seiri (Utilização), Seiton (Ordenação), Seiso (Limpeza), Seiketsu (Asseio) e Shitsuke (Disciplina). O 5S deve ser utilizado por empresas que têm problemas de ordem, limpeza, organização, desperdícios e meio ambiente. Esta técnica é fundamental para a preparação na implantação do TPM.
3. Kaizen: Melhoria contínua. Através desta metodologia é possível atuar diretamente no processo produtivo da empresa e não apenas no produto.
4. *Just in Time*: O cumprimento dos prazos com a racionalização de recursos e atendimento das condições de qualidade do produto representam o conceito de Just in Time que está diretamente relacionado com o TPM.

ISO 9000: A International Standardization Organization criou a série 9000 de normas que são aceitas em diversos países para estabelecer a certificação da qualidade das empresas. A certificação das empresas pela ISO 9000 permitem um grande avanço no gerenciamento da qualidade que criam facilidades para a implantação do TPM.

O quadro a seguir apresenta os principais itens de controle que fazem parte do processo e implantação do TPM e serve para avaliar os benefícios alcançados com a implementação do programa.



<b>Fator</b>	<b>Item de controle</b>
<b>Qualidade</b>	Redução de defeitos
	Redução de produtos fora da especificação
	Redução do número de reclamações internas e externas
	Redução da taxa de rejeito
	Redução dos custos das medidas de correção de defeitos
<b>Produtividade</b>	Redução do retrabalho
	Aumento do volume de produção por operadores
	Aumento do volume de produção por equipamento
	Aumento da disponibilidade do equipamento
	aumento do TMEF
	Diminuição do TMPR
<b>Custo</b>	Redução das paradas de emergência
	Redução do custo de energia
	Redução do custo de manutenção ao longo do tempo
	redução das horas trabalhadas ao longo do tempo
	Redução das horas trabalhadas de manutenção
	Simplificação do processo
<b>Atendimento</b>	Redução do volume estocado
	Redução dos atrasos
	Redução estoque final
	Redução do estoque em processo
	Redução do prazo de entrega
	Redução do estoque de sobressalentes
<b>Moral</b>	Aumento da rotatividade dos estoques
	Aumento do número de sugestões de melhorias
	Aumento do número de lições de um ponto
	Redução do absenteísmo
<b>Segurança e meio ambiente</b>	Redução/eliminação dos acidentes de trabalho
	Zero acidentes
	Zero poluição
	Redução do número de paradas por acidentes
	Eliminação de incidentes

6. Eliminação das seis grandes perdas:

- Perdas por quebra;
- Perdas por demora na troca de moldes e regulagens;
- Perdas por operação em vazio (espera);
- Perdas por redução da velocidade em relação ao padrão normal;
- Perdas por defeitos de produção;
- Perdas por queda de rendimento.

7. Aplicação das cinco medidas para obtenção da "quebra zero":

- Estruturação das condições básicas;
- Obediência às condições de uso;
- Regeneração do envelhecimento;
- Sanar as falhas do projeto;
- Incrementar a capacitação técnica.

## **Polivalência e multiespecialização**

### **Paradigma moderno**

A manutenção deve ser organizada de tal maneira que o equipamento ou sistema pare de produzir somente uma forma planejada.

Quando o equipamento para de produzir por si só próprio, sem uma definição gerencial, está-se diante de manutenção não planejada, ou mesmo de um fracasso da atividade de manutenção.

Não é mais aceitável que o equipamento ou sistema pare de maneira não prevista. O gerenciamento estratégico da atividade de manutenção consiste em ter a equipe atuando para evitar que ocorram falhas, e não manter esta equipe atuando, apenas, na correção rápida destas falhas.

Pode ser comparada a uma brigada de combate a incêndio: quando ocorre a emergência a brigada deve atuar rapidamente, mas a principal atividade da brigada, a partir daí, é evitar a ocorrência de novos incêndios.

**Paradigma do passado:** “O homem de manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo.”

**Paradigma moderno:** “O homem de manutenção sente-se bem quando ele consegue evitar todas as falhas não previstas”.

Boa parte das empresas Brasileiras ainda atua dentro do paradigma do passado, sendo que algumas já conseguiram caminhar para o paradigma moderno e estão dando grandes saltos nos resultados empresariais.

Na verdade, o homem e a mulher da manutenção do futuro precisam ser bastante “cabeçudos”, não no sentido de serem teimosos mas no sentido de usarem muito a cabeça para evitar que os problema aconteçam; em contra-partida terão os braços “bem curtos” para intervir o menos possível na planta.

Sem essa mudança de paradigma ter-se-á que fazer um grande esforço para obter uma melhoria pouco significativa nos resultados, e esta pequena melhoria não será suficiente para permanecer no mercado.

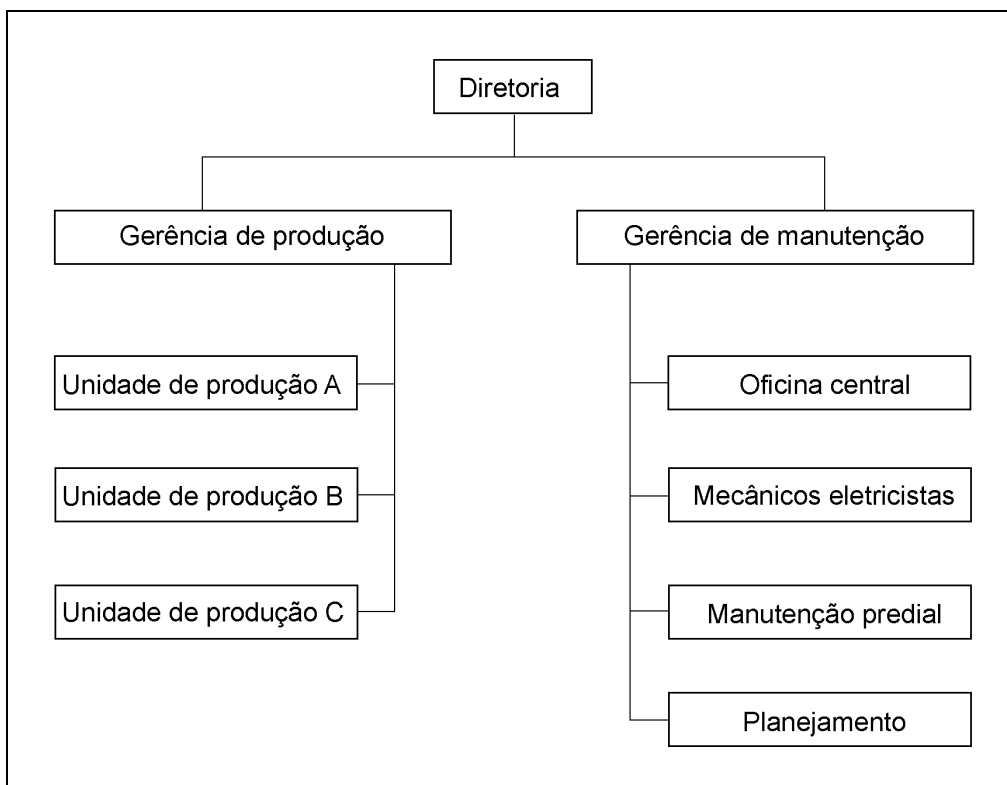
## Modelos administrativos

A manutenção pode ser administrada segundo três modelos diferentes, a saber:

- Administração centralizada;
- Administração descentralizada;
- Administração mista;
- Qualquer modelo tem vantagens e desvantagens, a melhor opção depende da política e particularidades da empresa.

### Administração centralizada

É o modelo que mantém sob um único comando todos os setores da manutenção, ou seja, tem orientação única para todas as equipes.



Seus diversos gerentes de área.

### Vantagens da administração centralizada

- Há facilidade em deslocar equipes para apoio de outras eventualmente sobrecarregadas, mesmo que as instalações sejam descentralizadas.

- Com o sistema único de planejamento, programação e controle (PPC), é acentuado o envolvimento da equipe de PPC com todas as unidades da fábrica, gerando melhoria na produtividade.
- Devido aos trabalhos seguirem esquema tático único, a execução de metas complexas tem suas dificuldades diminuídas, visto que não há necessidade de negociações entre diversas áreas.
- Há sempre pessoa conhecedora dos diversos problemas comuns às diversas subunidades.

### **Desvantagens da administração centralizada**

- Exige grande envolvimento do gerente da manutenção para administrar os sempre delicados remanejamentos de pessoal.
- Exige uma equipe de PPC muito dedicada para que possa haver um planejamento eficaz para todas as unidades.
- Os executores dos serviços ficam espalhados pela fábrica, dificultando enormemente a supervisão.

### **Administração descentralizada**

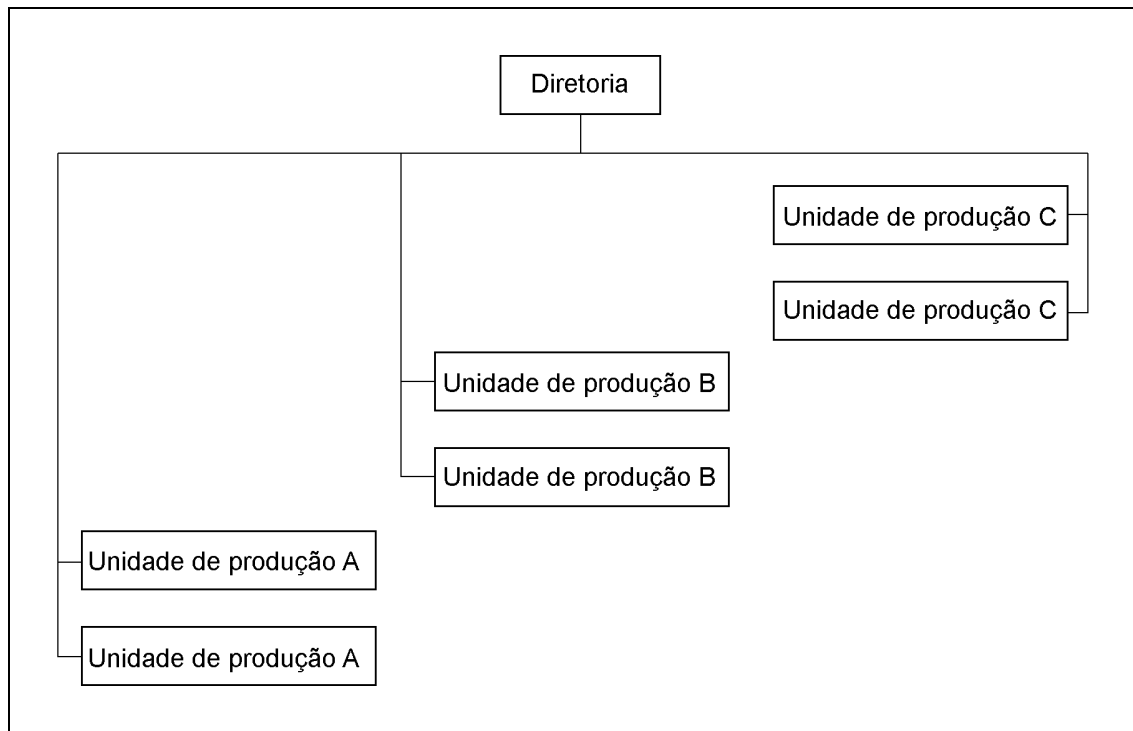
É aquela em que as atitudes de gerenciamento emanam de duas ou mais pessoas de nível hierárquico igual. Assim, cada área pode seguir políticas de manutenção próprias, conforme orientação de seu gerente.

### **Vantagens da administração descentralizada**

- É boa a integração do gerente com o pessoal e os problemas de seu setor devido as dimensões reduzidas de sua área de atuação.
- Cada área tem uma equipe de PPC própria, o que facilita a preparação e programação dos trabalhos de manutenção preventiva.

### **Desvantagens da administração descentralizada**

- Há a ausência da visão de conjunto, pois cada um estará envolvido só com seus problemas.
- Haverá diferentes critérios de apuração de valores e índices de manutenção, invalidando comparações de desempenho.
- Com a descentralização da administração, a atribuição de pessoal e suas funções torna-se, por vezes, problemática.



### Administração mista

É aquela onde existe os dois modelos já citados. Em geral, a política básica é ditada pelo gerente da manutenção, ficando as decisões específicas por conta dos gerentes de área.

Normalmente, a administração mista é empregada onde as instalações são descentralizadas e deseja-se manter uma linha de conduta única.

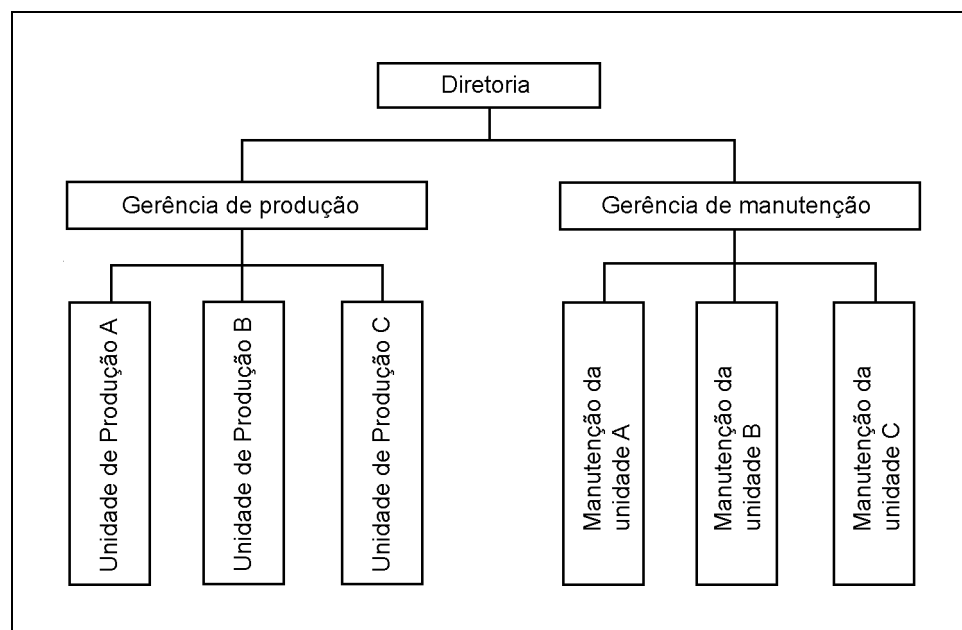
Seu organograma é parecido com o da produção.

### Vantagens da administração mista

- Pode combinar as vantagens dos dois modelos já citados e tornar a tarefa da direção da empresa mais simples.
- A uniformidade de critérios para obtenção de índices sobre o desempenho da manutenção simplificará as avaliações, tornando a tomada de decisões rápida.

### Desvantagens da administração mista

- Existirá sempre um escalão a mais no organograma em relação à administração descentralizada.
- O gerente da manutenção deve ser um bom conhecedor das técnicas de administração e estar preparado para discutir questões técnicas com....
- Os problemas com distribuição de pessoal causados pela descentralização de administração diminuem, mas não desaparecem.



### Indicadores de manutenção

Para facilitar a avaliação das atividades de manutenção, permitir tomada de decisões e o estabelecimento de metas, devem ser gerados relatórios concisos e específicos formado por tabelas de índices, alguns dos quais acompanhados com seus respectivos gráficos, projetados de forma que sejam de fácil análise e adequados a cada nível gerencial.

Ainda neste sentido, os indicadores devem ser utilizados para fornecer ao gestor de manutenção informações que possibilitem a melhoria do processo produtivo, o atendimento às perspectivas dos clientes e a descentralização de informações, conforme Takashima e Flores (1996:3).

Os índices de desempenho devem proporcionar ao homem de manutenção o instrumento efetivo que ele busca para acompanhar o processo de melhoria desenvolvido nesta área.

Gerenciar é o ato de buscar as causas (meios) da impossibilidade de se atingir uma meta (fim), estabelecer contramedidas, montar um plano de ação, atuar e padronizar em caso de sucesso, porém, somente aquilo que é medido é gerenciado, afirma Campos (1998:61).

Os indicadores devem ser trabalhados de forma a evitar ações, interpretações, conotações que não levem ao aumento da produtividade, ou seja, devem evitar ser usados:

- Apenas para monitoração;
- Para descobrir erros;
- Sem associação com a estratégia global da empresa;
- Apenas cortar custos em vez de melhorar a produtividade e a qualidade;
- Sem enfoque na satisfação das pessoas.

Pensamento similar é compartilhado por Xenos (1998:65), que recomenda o estabelecimento de controles simples, relevantes e que possam ser úteis para gerar ações concretas. Não adianta ter muitos itens de controle se não se pode fazer absolutamente nada com eles. Levantar dados exige tempo e dedicação, logo devemos evitar o desperdício do esforço das pessoas com itens de controle que não geram ações.

São utilizados mundialmente 6 indicadores de performance na manutenção, sendo assim chamados de indicadores classe mundial. São eles: tempo médio entre falhas, tempo médio para reparo, tempo médio para falha, disponibilidade, custo de manutenção por equipamento e custo de manutenção pelo valor de reposição. Cita ainda vários outros indicadores de manutenção, estes relacionados à gestão de equipamentos, gestão de custos e gestão de mão-de-obra.

Os itens de controle podem variar de uma empresa para outra, porém são essenciais para um gerenciamento eficiente da manutenção.

Basicamente o resultado da manutenção pode ser medido através dos seguintes itens de controle:

- Número de falhas por período de tempo;
- Tempo de interrupção da produção por período de tempo;
- Custo de manutenção por período de tempo.

Se os gerentes de manutenção puderem exercer um bom gerenciamento sobre estes itens, já será suficiente para promover grandes melhorias no desempenho dos equipamentos.

### **Terceirização**

Uma das alternativas usadas atualmente é terceirizar (ou subcontratar) serviços de manutenção.

A terceirização pode ser uma grande aliada se conduzida com rigorosos critérios.

Devem ser definidos:

- Objetivo;
- Que será subcontratado;
- Quanto será investido;
- Como subcontratar;
- Quem deve subcontratar.

### **Objetivo**

O porque subcontratar é uma decisão estratégica motivada por um dos seguintes itens:

- Sobrecarga pontual, por exemplo somente nas paradas anuais.
- Trabalhos muito especializados, para os quais a empresa não está equipada.
- Tarefas que a médio ou a longo prazo serão extintas.
- Trabalhos feitos por profissionais difíceis de recrutar.

### **O que subcontratar**

Após estudo econômico e avaliação estratégica geralmente os serviços passados a terceiros são:

- Reparos constituídos por troca padrão;
- Conservação de equipamentos periféricos, tais como elevadores, ar condicionado, isolamento térmico e acústico, etc;



- Conservação predial;
- Trabalhos de modificação e instalação de grandes equipamentos.

### **Quanto investir**

Esta decisão depende de cada caso, porém, uma regra deve ser obedecida: para empresas de processos discretos (manufatureiras) 25% do orçamento da manutenção é uma quantia ideal. No máximo, pode-se chegar a 50%.

### **Como subcontratar**

A subcontratação pode ser feita de 5 formas, conforme a necessidade. São elas:

- **Contrato de manutenção** - É a forma na qual o contrato assume todos os encargos relativos às tarefas de manter um tipo de equipamento. Para isso, há um prazo, um preço e garantias negociadas. Neste caso, os recursos e métodos usados pelo contratado podem ser definidos pelo contratante ou ficar a cargo do terceiro.
- **Empreitada** - O trabalho é especificado e o contratado assume toda responsabilidade pela execução.
- **Preço unitário** - É a contratação estabelecendo um preço por unidade de trabalho realizada. Por exemplo: m<sup>2</sup> de pintura, toneladas transportadas, etc.
- **Administração direta** - A prestadora de serviço fornece mão de obra especializada, materiais e equipamentos e desenvolve trabalhos na área da contratante. Exemplo: Equipe de técnicos em microcomputadores locada à empresa dona dos mesmos. Essa equipe pertence a uma empresa especializada.
- **Missão temporária** - É simplesmente o emprego da “mão de obra temporária”, ou seja, um grupo de profissionais especializados é fornecido por uma agência. Eles são contratados para trabalhos esporádicos.

### **Quem deve subcontratar**

Para haver uma contratação satisfatória, o setor de manutenção (comando e planejamento) deve estar integrado (harmonizado) com o setor de compras. Os dois, trabalho em grupo, devem fazer a subcontratação.

Em algumas empresas de grande porte existem experiências de “**quarteirização**”. A quarteirização consiste em contratar um administradora para gerenciar as subcontratadas (terceiras).

Neste caso, a gerenciadora passa a atuar também na subcontratação.

## Planejamento

### Sistema PERT-CPM

O planejamento dos trabalhos de manutenção podem variar desde atividades simples e de rotina, com o envolvimento de pequenas quantidades de pessoas e recursos, até atividades complexas e realizadas pela primeira vez. Para a organização das tarefas e divulgação das atividades entre os diversos setores foram desenvolvidas metodologias de planejamento e programação para atender os diferentes tipos de atividade.

Para a solução de situações menos complexas ou atividades específicas são implantadas metodologias de planejamento e programação baseadas em cronogramas de atividades, gráficos de Gantt e outras formas de descrição de tarefas adequadas às características dos problemas envolvidos.

Para o planejamento de trabalhos mais complexos o método mais difundido é o sistema PERT-CPM. Esta técnica foi desenvolvida pela marinha americana para ser aplicada no programa espacial conhecido como Projeto Polaris, sendo utilizado pela primeira vez em 1958. A finalidade destes métodos é de evitar o caos administrativo e ser capaz de coordenar, operar e controlar um conjunto de atividades com vistas a possibilitar o prosseguimento ordenado dos trabalhos.

O significado destas siglas é:

PERT – *Program Evaluation and Review Technique*

CPM – *Critical Path Method*.

Esta técnica tem como princípios básicos encontrar a sequência ótima das atividades, com redução de custo e prazo de execução.

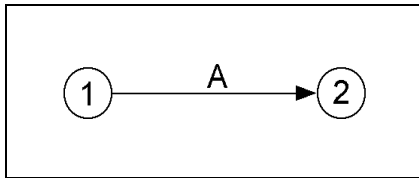
As vantagens da utilização deste método são:

- Fixar a sequência das atividades;
- Determinar o tempo de execução de cada atividade;
- Fixar a duração total dos trabalhos;
- Fixar e delimitar as responsabilidades de cada atividade;
- Determinar folgas e os recursos atribuídos a cada atividade;
- Criar modelos para utilizações futuras.

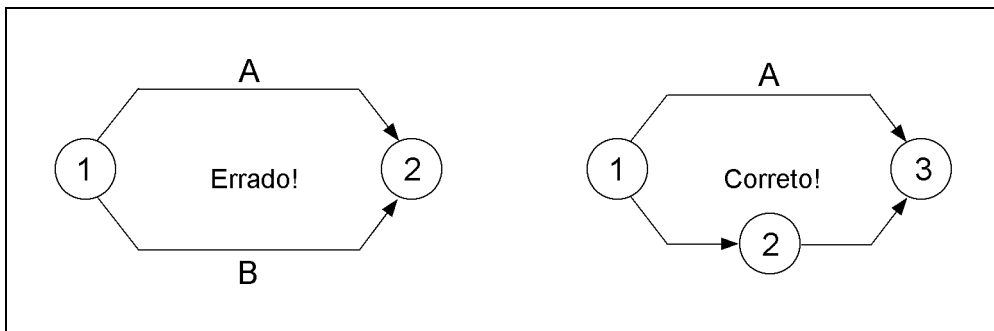
### Fundamentos do PERT-CPM

A construção de uma rede de atividades deve seguir algumas regras fundamentais que são descritas a seguir:

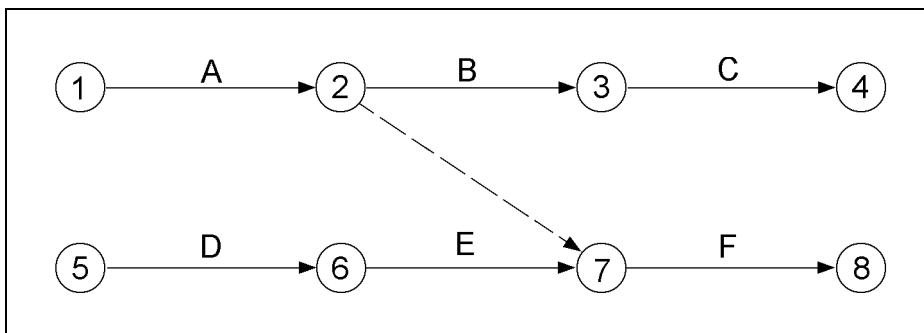
1. Cada atividade é sempre definida por uma única flecha e um par de eventos.



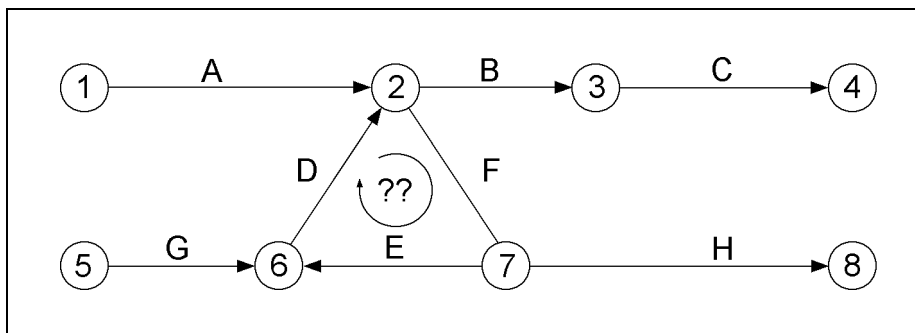
2. Não pode haver no diagrama duas atividades iniciando e terminando no mesmo par de eventos.



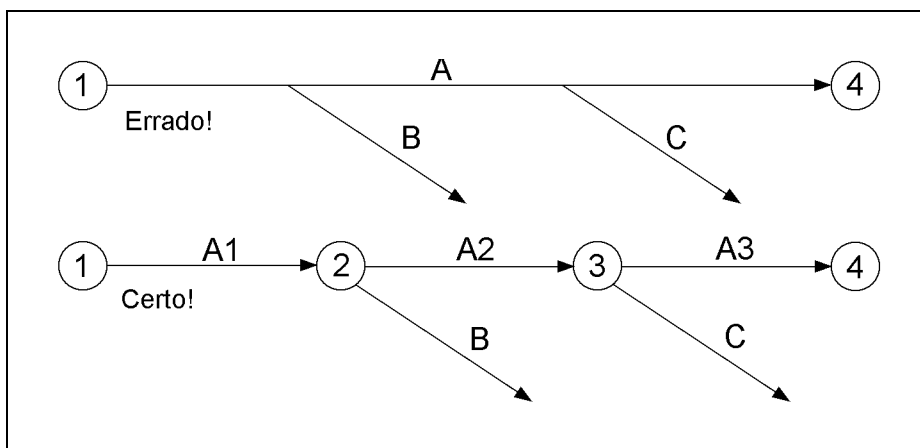
3. Quando as dependências entre as atividades forem apenas parciais, recorre-se à utilização da atividade fictícia para indicar essas dependências.



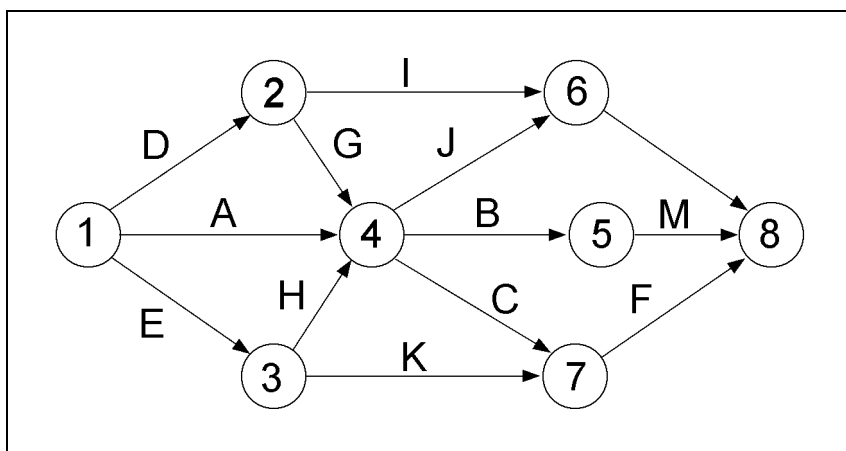
4. Uma rede PERT-CPM não pode apresentar um circuito fechado.



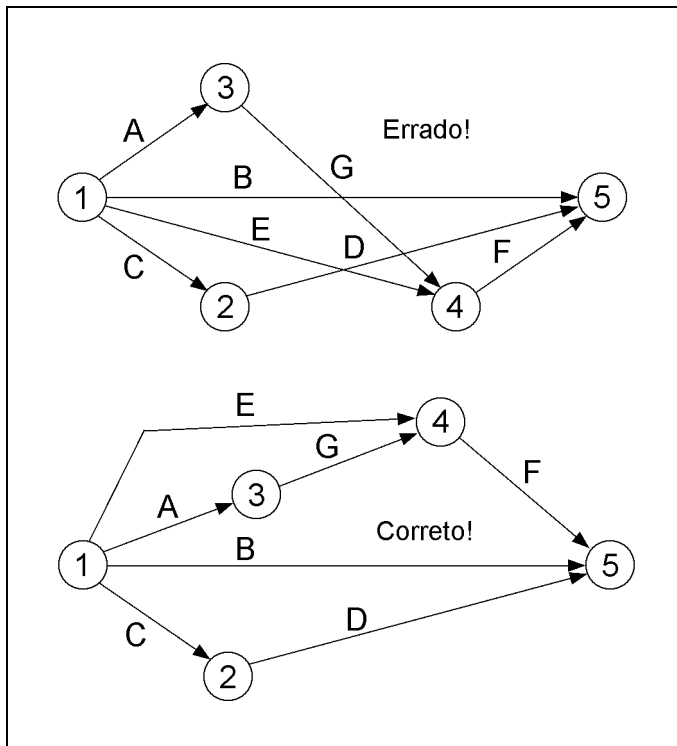
5. Toda vez que uma determinada atividade admitir diferentes etapas pode-se decompor essa atividade em tantas subatividades quantas forem essas etapas.



6. Um diagrama PERT-CPM deve se iniciar com um único evento e terminar, também, com um só evento. A rede deve ser fechada.



7. Tanto quanto possível não se devem cruzar quaisquer atividades.



### Observações

- O comprimento da seta não tem nenhum significado com relação ao tempo da atividade; é simplesmente um instrumento de estética, clareza ou facilidade;
- Deve-se sempre verificar a possibilidade de executar atividades em paralelo para economizar tempo.

### Aplicação da metodologia do PERT-CPM.

A construção de uma rede PERT-CPM deve seguir as seguintes fases:

1. Preparação do diagrama:
  - a. Listagem das atividades
  - b. Sequenciamento das atividades.

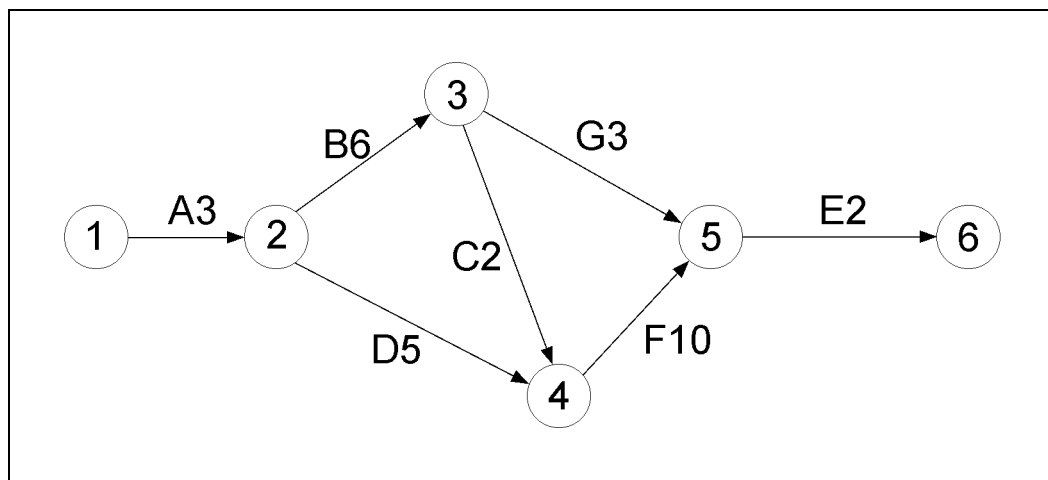
As pessoas que participam dessa fase devem ter um conhecimento completo e amplo dos serviços a executar, dos recursos da empresa, da mão de obra disponível, das frentes de trabalho, etc.

2. Programação dos trabalhos:
  - a. Fixação dos prazos de duração das atividades;
  - b. Cálculo da data de início e término das atividades;
  - c. Determinação das folgas;
  - d. Alocação de recursos materiais.
  
3. Determinação do caminho crítico:
  - a. Construção da Rede:

Considerando a Listagem de atividades descrita na tabela a seguir, construir a rede PERT e determinar o caminho crítico.

Tarefa	Dependências	Tempo
A	-	3 h
B	A	6 h
C	B	2 h
D	A	5 h
E	G,F	2 h
F	C,D	10 h
G	B	3 h

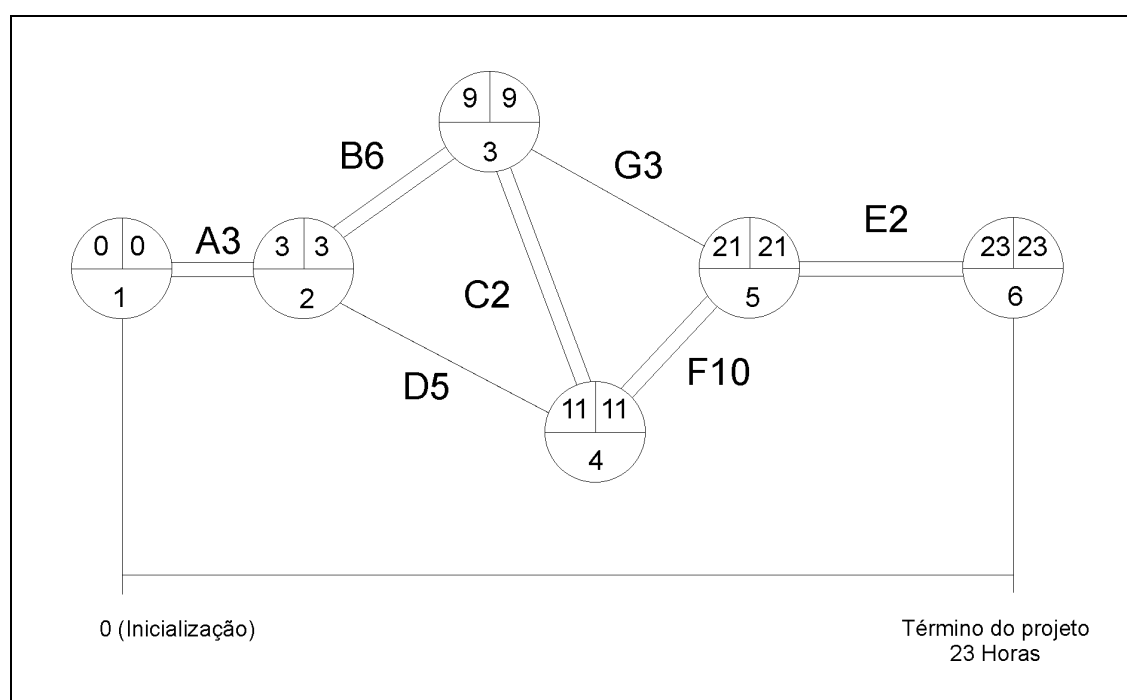
A partir da lista de atividades obtém-se o traçado da rede:



Os dados acima permitem estabelecer o calendário de execução das atividades. Este calendário define conceitos que são úteis para a análise do planejamento, incluindo o caminho crítico: A, B, C, F, E.

Etapa		Tarefa	Duração	Data mais cedo		Data mais tarde		Folga		Caminho crítico
Início	Fim			Início	Fim	Início	Fim	Livre	Total	
1	2	A	3	0	3	0	3	0	0	X
2	3	B	6	3	9	3	9	0	0	X
3	4	C	2	9	11	9	11	0	0	X
2	4	D	5	3	8	6	11	3	3	
5	6	E	2	21	23	21	23	0	0	X
4	5	F	10	11	21	11	21	0	0	X
3	5	G	3	9	12	18	21	9	9	

A construção final da rede pode assumir a seguinte forma:



*Caminho crítico A, B, C, F, E*

Se comparado com a operação dos equipamentos no dia-a-dia da produção, o trabalho da manutenção em muitas empresas tem uma natureza não-repetitiva e tende a ser muito mais diversificado. A manutenção inclui desde simples inspeções, medições, testes e ajustes até complexas reformas, trocas de peças, modificações e melhorias dos equipamentos. Esta diversificação é diretamente proporcional à variedade de modelos e tipos de equipamentos com os quais as equipes de manutenção têm que lidar. Geralmente, quanto maior esta variedade, mais complexo se torna o trabalho da manutenção.

Para serem bem executadas, muitas das tarefas requerem meses de preparação e podem envolver grandes problemas de logística contratação de pessoal, compra,

transporte e armazenamento de peças e materiais, além do uso de instalações e ferramental adequado. Sem uma preparação eficiente, as probabilidades de erro e perdas no trabalho da manutenção tendem a ser bem maior que na produção. Por isso, a eficiência das atividades de manutenção também tende a ser mais baixa em comparação com a produção.

O planejamento e a padronização são as bases para melhorar o gerenciamento da manutenção. Bem aplicados, eles garantem a confiabilidade das ações preventivas e corretivas e a previsibilidade dos recursos necessários mão-de-obra e peças de reposição. Como resultado desta maior previsibilidade, torna-se possível gerenciar o orçamento da manutenção com maior precisão e sem grandes surpresas, ao contrário do que acontece atualmente em muitas empresas.

Neste capítulo, mostraremos como elaborar um plano das ações preventivas e como aperfeiçoar constantemente este plano através do giro do ciclo PDCA, visando a adequá-lo cada vez mais às reais necessidades de manutenção dos equipamentos. Em seguida, descreveremos os principais tipos de padrões aplicáveis às atividades de manutenção e como estes padrões devem ser elaborados, utilizados e revisados.

## **Planejamento da manutenção**

Basicamente, um plano de manutenção consiste de um conjunto de ações de preventivas e de datas para sua execução. Em outras palavras, um plano de manutenção é simplesmente um calendário de ações preventivas.

A base para a elaboração do plano de manutenção é a necessidade de manutenção preventiva dos equipamentos. Por isso, um bom plano de manutenção representa a coleção de todas as ações preventivas que devem ser tomadas para evitar as falhas e garantir o bom funcionamento dos equipamentos. Quanto melhor for o conhecimento das necessidades de manutenção preventiva dos equipamentos, melhor será o conteúdo do plano.

## **Como elaborar planos de manutenção**

A elaboração dos planos de manutenção é uma tarefa relativamente simples quando já são conhecidas as ações preventivas de inspeção, reforma ou troca que os equipamentos exigem e seus respectivos intervalos. Em princípio, estas ações se devem estar definidas nos padrões de manutenção. Eles devem conter, entre outras



informações, instruções detalhadas sobre o que inspecionar, reformar ou trocar, com que frequência, por que e como estas tarefas devem ser executadas.

Assim, com base nas informações contidas nos padrões, é possível elaborar planos de manutenção que definem, para cada tarefa, suas respectivas datas de execução.

No caso de equipamentos completamente novos e desconhecidos, os pontos de partida para a elaboração dos primeiros planos de manutenção são as informações fornecidas pelos fabricantes através das especificações técnicas e manuais de manutenção. Entretanto, a elaboração dos planos de manutenção para os equipamentos que já estão em operação nas empresas não depende da existência dos padrões. Ou seja, mesmo que os padrões de manutenção ainda não tenham sido formalmente preparados para os equipamentos existentes, sempre será possível elaborar os planos de manutenção com base na experiência prática acumulada pelas equipes de manutenção ao longo do tempo.

Uma vez elaborados, os planos de manutenção se tornam o "*Plan*" do ciclo PDCA, no qual a meta é cumprir as ações preventivas necessárias. Os gerentes precisam entender que o aspecto mais importante na utilização de qualquer plano de manutenção é a sua revisão contínua através do giro sistemático do ciclo PDCA.

### **Composição de custos**

É importante distinguir claramente os custos de manutenção dos investimentos com a compra de equipamentos novos ou com a expansão de instalações existentes. Os custos de manutenção dos equipamentos representam uma parcela dos custos de produção da organização. Para manter os equipamentos é preciso utilizar peças de reposição, materiais de consumo, energia, mão-de-obra de gerenciamento e execução, serviços subcontratados, dentre outros recursos.

Estes custos são geralmente divididos em três categorias distintas:

1. custos de materiais
2. custos de mão-de-obra
3. custos de serviços subcontratados

Além disso é possível dividir os custos de manutenção e acordo com os métodos de manutenção utilizados, basicamente em: custo da manutenção preventiva, custo da manutenção corretiva e custo da melhoria dos equipamentos.

Se a manutenção for uma atividade cara em relação à sua eficácia na prevenção de falhas nos equipamentos, as metas de lucro da organização poderão ficar comprometidas. No nível de departamento de manutenção, a meta atual de custo de manutenção- oriunda das diretrizes anuais da alta administração- serve de guia para a elaboração do orçamento anual dos equipamentos. Este orçamento é elaborado e executado, visando a atingir as metas propostas pela alta administração, garantindo o lucro da organização.

### **A elaboração do orçamento anual de manutenção**

Existem várias formas de elaborar o orçamento da manutenção. É possível utilizar dados históricos do custo de manutenção para estimar os custos para os próximos períodos. Geralmente, o orçamento global dos custos de manutenção é elaborado a cada ano e revisado periodicamente. A base para elaboração de um bom orçamento é o plano anual de manutenção dos equipamentos. Em outras palavras, o orçamento da manutenção é expressão quantitativa – em termos financeiros – do plano de manutenção. Este plano é elaborado de acordo com padrões de manutenção e sintetiza as ações preventivas necessárias durante o próximo período de um ano – inspeções, reformas e trocas de peças.

Além destas ações preventivas programadas, também devem ser previstas no orçamento as melhorias dos equipamentos necessárias ao longo do ano, incluindo os custos com grandes reformas esporádicas. Finalmente, o orçamento deve conter uma parcela para cobrir despesas com atividades não planejadas principalmente reparos de falhas esporádicas e melhorias imprevistas cuja necessidade foi identificada durante a vigência do orçamento atual.

Como mencionamos anteriormente, a elaboração do orçamento da manutenção para o próximo ano deve levar em conta as metas anuais de custos do departamento de manutenção, que são oriundas das diretrizes anuais da organização. A análise financeira da previsão de vendas e a estimativa do lucro da empresa permitem definir diretrizes para a organização. Com base nestas diretrizes, é possível estabelecer metas para o custo de manutenção. O orçamento global deve ser desdobrado ao longo dos vários níveis hierárquicos do departamento de manutenção. Por exemplo, o orçamento do departamento de manutenção deve ser desdobrado nas diversas gerências que, por sua vez, os desdobram em orçamentos das seções e assim por diante. Este processo de desdobramento visa a conciliar as necessidades de manutenção dos equipamentos com as metas de custo de custo no orçamento global.

Depois que o orçamento global foi desdobrado até o último nível gerencial do departamento de manutenção, deve ser feita uma reunião de avaliação do desdobramento do orçamento. Considerando que o plano de manutenção baseado nos padrões de manutenção tenha sido corretamente elaborado, a parte do orçamento oriunda deste plano não deve ser discutida nas reuniões de avaliação. O cumprimento dos padrões de manutenção é inegociável. Nesta reunião, deve ser avaliada principalmente a real necessidade das verbas alocadas para as melhorias e substituição de equipamentos obsoletos uma vez que pode ser viável adiar as melhorias ou substituições até o ano seguinte.

Mesmo nestes momentos, a decisão de adiar algumas ações do plano de manutenção deverá ser tomada de forma criteriosa.

Para ilustrar, vamos imaginar o exemplo de uma empresa de bebidas na qual existem várias linhas de envasamento em latas, em garrafas de vidro ou garrafas de plástico. Cada linha é constituída de vários equipamentos diferentes despaletizadora, lavadora, enchedora, cravadora de tampa e embaladora. A avaliação da prioridade das linhas e do grau de importância dos equipamentos para manutenção, utilizando critérios objetivos, permitirá identificar em que partes da fábrica as equipes de manutenção deverão concentrar seus esforços durante o próximo ano.

### **Controle e revisão do orçamento da manutenção**

Controlar o orçamento da manutenção significa gerenciar a manutenção para que as metas de custo possam ser atingidas. Como mencionamos, o orçamento é a expressão quantitativa do plano de manutenção. Assim, um dos itens de controle do giro do ciclo PDCA do plano de manutenção é o cumprimento do orçamento da manutenção dentro dos limites preestabelecidos. Se o plano de manutenção não for bem elaborado e executado, será impossível cumprir as metas do orçamento global da manutenção. É claro que, quanto menor for a quantidade de atividades inesperadas principalmente aquelas atividades relacionadas com o reparo de falhas -, mais fácil será o cumprimento do orçamento, uma vez que a maioria dos gastos com mão-de-obra e das peças de reposição já terá sido prevista.

Entretanto, quando há ênfase excessiva no reparo de falhas inesperadas, o gerenciamento dos recursos da manutenção mão-de-obra e materiais ficam bastante comprometido. Isto significa dizer que o pessoal de manutenção fica sujeito à própria

sorte não tem o domínio dos equipamentos no sentido de evitar a ocorrência de falhas. Quando houver muitas falhas, os recursos disponíveis parecerão escassos. Por outro lado, quando houver poucas falhas, os gerentes terão a impressão de que a mão-de-obra está superdimensionada e que o almoxarifado de peças de reposição está abarrotado de itens desnecessários que nunca giram. Em outras palavras, a manutenção fica "pendulando" entre dois extremos, ao sabor da ocorrência de falhas e entregue à própria sorte.

O custo da manutenção deve ser cuidadosamente monitorado através de gráficos. As metas de custo devem ser bem visuais para assegurar que todas as pessoas do departamento de manutenção entendam a necessidade de cumpri-las e possam visualizar as tendências. O controle do orçamento pode ser feito através de um gráfico. Quaisquer desvios da linha meta tanto para baixo quanto para cima devem ser analisados imediatamente para identificar suas causas e permitir a tomada de ações corretivas.

Resumindo, o planejamento da manutenção é a base para o correto dimensionamento dos recursos materiais, mão-de-obra e serviços subcontratados. Isto permite elaborar um orçamento da manutenção na medida certa, assegurando previsibilidade do custo das atividades de manutenção na empresa e garantindo a obtenção do lucro desejado.

### **Como conduzir o treinamento dos operadores**

O objetivo do treinamento dos operadores é desenvolver competência nos equipamentos. Se a manutenção for praticada sem o treinamento dos operadores, as inspeções se tornarão meras formalidades. O treinamento deve ser detalhado e começar com os conhecimentos básicos sobre os equipamentos: suas funções, princípios e mecanismos operacionais. O treinamento deve evoluir em etapas, à medida que os operadores participam das tarefas reais de manutenção.

O treinamento completo deve ensinar aos operadores o seguinte:

- Nomenclatura das peças e componentes dos equipamentos.
- Funções destas peças e componentes e princípios de funcionamento.
- Quais as conseqüências das falhas destas peças e componentes.
- Como detectar e relatar anomalias no equipamento.
- Quais são as contramedidas no caso de anomalias e falhas.

Os operadores devem ser treinados no próprio local de trabalho pelos seus supervisores (*on the job training*). Geralmente, as sessões de treinamento freqüentes e de curta duração, conduzidas no chão-de-fábrica e junto dos equipamentos, dão melhores resultados do que longas aulas conduzidas de vez em quando numa sala. A seleção e apresentação dos temas do treinamento devem ser feitas para garantir a máxima eficácia do treinamento. Os supervisores devem identificar os principais pontos fracos dos operadores e conduzir um treinamento específico.

Por exemplo, se um equipamento tem um sistema pneumático que exige certas ações preventivas de manutenção e os operadores daquele equipamento não sabem como o sistema funciona, do que é composto, que tipos de falhas pode apresentar e quais são as ações preventivas adequadas, o supervisor deve elaborar um treinamento específico, direcionado para estes pontos fracos. O treinamento deve ser ministrado junto do equipamento, reunindo um grupo de até seis operadores por cerca de quinze minutos, antes ou depois do turno.

Para facilitar o treinamento, o supervisor pode preparar recursos visuais simples, tais como desenhos ou fotografias do equipamento, diagramas esquemáticos, vistas em corte ou vistas explodidas.

Estes recursos visuais podem ser preparados em papéis do tipo *flip chart* e devem ser de fácil visualização e entendimento. Geralmente, cada sessão de treinamento em grupo deve abordar somente um tema relevante para os operadores de um equipamento específico.



# Avaliação de desempenho

Existem várias técnicas de avaliação de desempenho disponíveis, mas cabe a cada avaliador/empresa selecionar a que melhor se enquadre aos objetivos desejados.

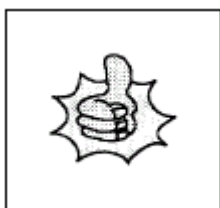
As técnicas de avaliação de desempenho são: avaliação por escrito, escala gráfica de classificação, análise de campo, classificação por escolha forçada, avaliação de incidentes críticos, administração por objetivos, método dos padrões de trabalho, métodos de classificação e centros de avaliação.

No entanto, as escalas gráficas constituem o método de avaliação mais utilizado nas empresas brasileiras.

Essa preferência deve-se ao fato de proporcionarem resultados mais confiáveis que os obtidos por meio de relatórios, de modo relativamente simples.

Geralmente, as escalas discriminam o funcionário segundo critérios como: ótimo, bom, regular e fraco; sem oferecer maiores esclarecimentos acerca de necessidade de treinamento e desenvolvimento, etc. Cabe ressaltar que estas escalas podem assumir diferentes formatos.

## Avaliação de desempenho de times autogerenciados



O sistema de avaliação individual tem maior compatibilidade com as estruturas hierarquizadas tradicionais.

Neste caso, cada subordinado tem seu trabalho planejado, controlado e avaliado pelo chefe.

Num sistema de trabalho celularizado, as características do trabalho em grupo, o foco nos processos e a orientação para os clientes (internos e externos) exigem um sistema de avaliação diferenciado.

Neste sistema, cada célula, ou time autogerenciado, passa a avaliar as células fornecedoras e, ao mesmo tempo, a ser avaliada pela células-clientes.

Além disso, em cada célula, deve ser criado um processo de avaliação e melhoria do desempenho.

Numa estrutura celularizada, o líder passa a ter o papel de coordenador.

No processo de avaliação, sua responsabilidade será de prover recursos metodológicos aos times autogerenciados, capacitando o grupo a criar seu sistema de avaliação.

O líder deve também facilitar a comunicação e o relacionamento entre times, garantindo que os diversos sistemas sejam coerentes entre si e com as diretrizes gerais da unidade.

### **Implantação do sistema**

A implantação de um sistema de avaliação de desempenho para células ou times autogerenciados pode ser realizada seguindo essas etapas:

#### **Análise do sistema da célula**

O grupo de trabalho deverá identificar os clientes da célula e os serviços e produtos fornecidos.



## Definição dos indicadores

O grupo de projeto deve realizar entrevistas com os clientes, levantando expectativas sobre os serviços e produtos fornecidos, definindo indicadores e respectivas formas de medição e acompanhamento.

## Construção do sistema de medição

O grupo deve, a partir dos dados coletados, escolher os indicadores de desempenho principais. A forma de medição deve ser explicitada de forma clara e transparente para os componentes da célula e para os clientes. O grupo de projeto pode também negociar metas de melhoria de desempenho com os clientes.

## Melhoria contínua do desempenho

Os membros do grupo devem se reunir, sistematicamente, para avaliar os resultados e planejar ações de melhoria. A comunicação entre a célula e seus clientes é fundamental para este processo. O grupo também deve ser acionado sempre que o sistema de medição precisar ser alterado.

Não existe um sistema único de implantação da avaliação de desempenho de times autogerenciados, pois cada célula apresenta um contexto próprio. Logo, o que deve prevalecer é o bom senso e o princípio de **aprender fazendo**.

Por exemplo uma célula de fabricação pode ter como indicadores: pontualidade nas entregas, qualidade percebida e atendimento. A medição pode ser feita num quadro sinóptico colorido onde verde significa cliente satisfeito, amarela significa ponto de atenção e vermelho cliente insatisfeito.

Avaliação de desempenho		
Nome:		Data:
Cargo:		Divisão:
Tempo na função:	Idade:	Departamento:

## Desempenho na função

Considere apenas o desempenho atual do funcionário na sua função.

Fatores	Categorias de avaliação			
	Ótimo	Bom	Regular	Fraco
<b>Produção</b> Avalie a produção do trabalho ou a quantidade de serviços feito de acordo com a natureza e com as condições de serviço.				
<b>Qualidade</b> Avalie a exatidão, a freqüência de erros, a apresentação, a ordem e o esmero que caracterizam o serviço do funcionário.				
<b>Prazo</b> Avalie se o funcionário sabe estabelecer prioridades de acordo com a importância da solicitação.				
<b>Custo</b> Avalie se o funcionário evita desperdício.				
<b>Racionalização</b> Avalie a capacidade do funcionário em fazer o mais rápido e bem feito, com segurança.				
<b>Método</b> Avalie se o funcionário não improvisa (não faz gambiarras).				

## Características individuais

Considere apenas as características individuais do avaliador e seu comportamento funcional dentro e fora de sua função.

Fatores	Categorias de avaliação			
	Ótimo	Bom	Regular	Fraco
<b>Motivação</b> Avalie o interesse e boa vontade em executar a tarefa.				
<b>Respeito às normas de segurança</b> Avalie a preocupação do funcionário em respeitar as normas de segurança.				
<b>Ética</b> Avalie se o funcionário mantém sigilo das informações.				
<b>Bom senso e iniciativa</b> Tome em consideração o bom senso das decisões do empregado na ausência de instruções detalhadas, ou em situações fora do comum.				
<b>Organização</b> Avalie se o funcionário mantém em ordem todo seu equipamento e objetos de trabalho.				
<b>Criatividade</b> Avalie a capacidade do funcionário em buscar formas alternativas viáveis e menos custosas para realizar o trabalho.				

<b>Cooperação-atitude</b> Pondere sobre a vontade de cooperar, o auxílio que presta aos colegas, a maneira de acatar ordens, trabalho em equipe.				
<b>Autodesenvolvimento</b> Avalie se o funcionário busca aperfeiçoamento, por iniciativa própria.				
<b>Liderança</b> Avalie se o funcionário age situacionalmente dentro da sua função.				
<b>Apresentação pessoal</b> Considere o cuidado que o funcionário tem com a apresentação pessoal (vestuário, cabelo, barba, etc).				
<b>Relacionamento interpessoal</b> Avalie se o funcionário convive harmoniosamente com as pessoas.				

Cargo:	Divisão:	Depto:	Setor:	Responsável:
Nome:	Idade:	Tempo na função:	Sexo:	

Item avaliado	Perfil desejado	Perfil real
1. Escolaridade	2º Grau de nível técnico	
2. Tempo de experiência	2 anos.	
3. Conhecimentos adicionais	Pneumática, Eletrônica, CNC.	
4. Características específicas do cargo	Conhecer aspectos mecânicos, elétricos e hidráulicos dos equipamentos.	
5. Responsabilidade no trabalho	Tratar sua tarefa não interrompendo sem necessidade. Dar satisfações ao solicitante.	
6. Quantidade	De acordo com as necessidades.	
7. Qualidade	Colocar em perfeito estado de funcionamento os setores solicitantes.	
8. Prazo	Estabelecer prioridades de acordo com a importância da solicitação.	
9. Custo	Evitar desperdícios.	
10. Racionalização	Fazer o mais rápido e bem feito com segurança.	
11. Método	Não improvisar (fazer gambiarras).	
12. Declaração ao trabalho	Se necessário, ficar além das horas combinadas.	
13. Motivação para o trabalho	Interesse e boa vontade em executar a tarefa.	
14. Zelo pelo patrimônio da empresa	Conservação dos equipamentos dentro da vida útil de cada um.	
15. Disciplina	Atende aos regulamentos/costumes.	
16. Segurança	Utiliza EP e respeita as normas.	
17. Ética	Mantém sigilo das atividades profissionais.	
18. Iniciativa	Analisa, avalia a situação e, se necessário, decide.	
19. Organização	Mantém em ordem todo seu	

	equipamento e objetos de trabalho.	
20. Criatividade	Buscar formar alternativas viáveis e menos custosas para realizar o trabalho.	
21. Cooperação	Trabalha em equipe.	
22. Posição em relação às próprias falhas/carências	Acata orientações/sugestões para melhorar o desempenho.	
23. Aspirações profissionais	É responsável por um setor.	
24. Autodesenvolvimento	Busca por iniciativa própria, aperfeiçoamento.	
25. Liderança	Age situacionalmente dentro de sua função.	
26. Apresentação pessoal	Higiene.	
27. relacionamento interpessoal	Convive harmoniosamente com as pessoas.	
28. Outras informações		

### Capabilidade da manutenção

A Capabilidade de Máquina é definida como um estudo que relaciona o quanto a máquina é responsável pela variabilidade da característica que o processo produz, ou seja, a relação entre a dispersão atribuída a máquina e a tolerância mínima especificada no processo.

### Avaliar resultados da manutenção

Para assegurar que as melhorias alcançadas se perpetuem, é necessário fazer auditorias periódicas para avaliar os resultados da manutenção. Além de um programa formal de auditoria e da avaliação da consolidação de cada etapa, a manutenção exige uma avaliação contínua da resultados obtidos quanto a capacidade de reduzir o número de falhas e o tempo de interrupção dos equipamentos e aumentar sua disponibilidade.

De acordo com a realidade de cada empresa, outros itens de controle relevantes podem ser utilizados para monitorar os resultados da manutenção

### Rendimento dos equipamentos

#### Disponibilidade do equipamento

O usuário de um equipamento ou instalação precisa, acima de qualquer coisa, que seu equipamento ou instalação esteja disponível para utilização.

O papel da manutenção é manter o equipamento disponível ou fazê-lo retornar a seu estado funcional, isto é, torná-lo disponível.

A disponibilidade pode ser calculada e expressa em um índice percentual. Para isso, são necessários os seguintes itens:

- MTBF - Tempo médio entre falhas ("*Mean time between failures*")

$$\text{Fórmula: MTBF} = \frac{\text{TO}}{\text{X}}$$

Onde:

TO = tempo total disponível para operar

X = número de falhas

- MTTR - Tempo médio de reparo ("*Mean time to repair*")

$$\text{Fórmula: MTTR} = \frac{\text{TR}}{\text{X}}$$

Onde:

TR = tempo total de reparo ou inspeção preventiva.

Assim, tem-se a fórmula da disponibilidade:

$$D = \frac{\text{MTBF} \cdot 100}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

### Exemplo

Um torno automático esteve em trabalho 4.000h em um ano e teve 8 intervenções de manutenção com duração total de 102 horas. Qual a disponibilidade do torno no ano?

Solução:

$$\text{TO} = 4.000\text{h} - 102\text{h} = 3.898\text{h}$$

$$\text{X} = 8$$

$$\text{TR} = 102\text{h}$$

$$\text{MTBF} = \frac{3.898 \text{ h}}{8} = 487,25\text{h}$$

$$\text{MTTR} = \frac{102\text{h}}{8} = 12,75\text{h}$$

$$D = \frac{487,25\text{h} \cdot 100}{487,25 \text{ h} + 12,75\text{h}} = 97,45\%$$

Portanto, o torno teve uma disponibilidade de 97,45%.

## **Aplicativos gerenciadores da manutenção**

São sistemas de Gestão Empresarial construído de forma a respeitar a filosofia de cada empresa, utilizando as melhores técnicas de gerenciamento para possibilitar o controle integrado de informações. É a administração e a gerência vistas de forma completa, tornando empresas em ágeis unidades de negócios, capazes de acompanhar as rápidas mudanças de mercado utilizando tecnologia de ponta.

Concorrência e Globalização estes são os desafios impostos pelo mercado. Para tornarem-se competitivas, as empresas são obrigadas a contar com produtividade, flexibilidade, inovações, criatividade e diferencial tecnológico.

Por isso evolui constantemente para acompanhar os novos tempos, permitindo respostas cada vez mais rápidas e confiáveis às necessidades do negócio.

Os conceitos de Integração, velocidade e flexibilidade permitem uma visão rápida da Empresa através de software de gerenciamento e indicadores de performance, que são visões estruturadas com relatórios e gráficos que podem ser rapidamente criados e, se necessário, modificados para representar de forma muito clara a realidade de cada Empresa.

A interface única do sistema permite navegação fácil entre todos os módulos, reduzindo o tempo e o custo de implementação e treinamento.

Os gerenciadores da manutenção simplificam o controle e a compreensão dos detalhes da empresa, agilizando o trabalho, evitando erros e duplicidade de informação. Tendo como consequência redução dos custos e obtenção de informações estratégicas para a tomada de decisão.

Outra característica dos gerenciadores é a Modularidade, que permite a implementação por etapas, e apenas dos módulos necessários, economizando tempo e dinheiro.

## **Gestão de manutenção**

A Gestão de Manutenção é um sistema para gerenciamento de manutenções, e manutenção industrial, onde é o responsável pelo planejamento, execução e acompanhamento da manutenção de máquinas, sistemas e equipamentos, ou para empresas prestadoras de serviços de assistência técnica, assim como suporte em qualquer área de atividade, onde é possível controlar e emitir ordens de serviço,

controlar garantias de ordens e de fabricantes, além de permitir o acompanhamento do histórico dos serviços executados e peças substituídas por produto e cliente, além de estatísticas de defeitos, causas e soluções. Por fim, o sistema ainda permite a solicitação de serviços via Internet, sempre integrado aos módulos de faturamento e PCP.





# Gestão da qualidade

## Princípios da qualidade total

### Mudança de cultura x cultura de mudança

A história nos tem mostrado que "Novos Tempos" exigem mudanças de postura como condição de sobrevivência.

Toda organização é constituída de pessoas que pensam de forma diferente, além de poderem mudar de idéia a qualquer tempo, o que implica em afirmar que não existe modelos universais para gestão de empresas.

Embora isso ocorra, também é verdade que toda organização deve ter estabelecido seus procedimentos cotidianos com uma boa dose de coerência e dotada de flexibilidade tal que possa, através de uma análise crítica, real e constante, nortear ações de melhoria e aperfeiçoamentos contínuos.

A evolução dos conceitos sobre Sistema da qualidade, iniciou-se nos anos 20 através do conceito de "inspeção final" e das primeiras teorias do "Controle Estatístico da Qualidade", por necessidade dos organismos militares dos EUA.

Pode-se relacionar a evolução da qualidade através dos tempos, assim:

**Anos 20** - A ordem é simplificar e padronizar o trabalho. Cita-se a Administração Científica de Frederick Taylor e as linha de montagem de Henry Ford.

**Anos 30** - Controle da qualidade do produto e eliminação dos defeitos com ajuda da estatística. Destaque para Walter Shewhart dos Laboratórios Bell.

**Anos 50** - O controle de qualidade dos EUA é imitado pelos japoneses com atuação dos norte americanos W. Edwards Deming e Joseph M. Juran.

**Anos 60** - Os japoneses implantam o Controle da Qualidade Total de Genichi Taguchi e os Círculos de Qualidade de Kaoru Ishikawa.

**Anos 70** - Surge nos EUA a Administração por objetivos. Todos os níveis de uma organização devem atingir objetivos específicos. Registra-se a continuidade da estagnação em todo Ocidente.

**Anos 80** - Os EUA criam a Gestão da Qualidade Total, imitando o Japão. Destaque para a Motorola e Xerox. Surgem os indícios de focar os clientes.

**Anos 90** - Valorização do cliente e dos serviços oferecidos, destacando os planos de qualidade na área produtiva.

Pode-se destacar também, os maiores percursos da qualidade a nível mundial:

**Deming**- Introduziu técnicas gerenciais e métodos estatísticos. Suas prescrições baseiam-se em profundas mudanças nas relações entre empresas, fornecedores, clientes e funcionários.

**Juran** - Apresentou o conceito de conformidade com as especificações, adequação ao uso e ênfase nas ações preventivas. Para ele administrar a qualidade envolve três processos: Planejamento, controle e melhoria.

**Crosby** - Criou a concepção **zero defect** (zero defeito) e popularizou o conceito de fazer certo da primeira vez

**Feigenbaun** - Desenvolveu o conceito de TQC (**Total Quality Control**), tratando-o como questão estratégica que demanda profundo envolvimento de todos dentro da organização, concluindo com uma filosofia de compromisso com a melhoria.

**Ishikawa** - Aplicou o CWRC (**Company Wide Quality Control**), programas de Qualidade participativa (E.Q.C.). Além dos círculos de controle da qualidade, as sete ferramentas de Ishikawa constituiu-se num ferramental importantíssimo nos processos de controle da qualidade, podendo ser utilizados por qualquer trabalhador.

## **Comportamento x mudança**

Muitas coisas têm ocorrido nos últimos anos, a nível mundial, e conseqüentemente, a nível nacional que representam mudanças, evolução, crescimento, modernização, obrigando as empresas a se adaptarem ao ambiente extremamente competitivo que se instaurou.

As organizações, consideradas hoje, como " de sucesso " ou mesmo "modernas", contam com um alto grau de envolvimento de seus funcionários, onde a potencialidade dos mesmos são exploradas permitindo que as pessoas contribuam e participem de decisões e conseqüentemente, dos frutos colhidos do trabalho empreendido, quer seja por participação nos lucros ou como retorno em forma de outros benefícios

Vale salientar que para o Japão atingir o estágio econômico/ tecnológico que ocupa atualmente ações estratégicas foram tomadas visando provocar mudanças capazes de promover uma reviravolta nos modelos conhecidos até então. Assim, o enfoque maior concentrou-se no ser humano.

Não adianta provocar mudanças bruscas aplicando-se tecnologia de ponta, implantando técnicas de administração modernas, mobilizando toda a empresa, se nada for feito no campo comportamental.

Toda mudança implica em assumir postura e comportamento voltados para resultados assim. Assim sendo, pode-se destacar que 70% das ações implementadas nas indústrias japonesas, foram de ordem comportamental, ficando os 30% restantes dirigidas para aspectos de ordem técnica ou tecnológica.

A mudança faz parte da vida de toda organização, e são influenciadas por situações de competição, pressões sociais, condições legais, físicas e ecológicas. Portanto, a organização que puder contar com o emprego habilidoso de serviços profissionais terá constituída uma vantagem competitiva.

É certo que as organizações e a sociedade como um todo, precisam mudar, e para tanto se faz necessário encorajar as pessoas a conquistarem novos limites, a resgatagem a sensibilidade para poderem acompanhar o ritmo de competição na busca da administração moderna, criativa, onde o preparo dos recursos humanos implica na conclusão de equipes eficazes, com indivíduos hábeis e com espírito inovador.

## **Conceituação**

Uma organização é um grande sistema composto de subsistemas interdependentes, que estão integrados através de recursos, métodos e processos arranjados de forma a atingir um objetivo comum.

A gestão desses sistemas define, implementa e acompanha a aplicação de diversas políticas, afinadas com a missão da organização. Resumindo, a Gestão da Qualidade caracteriza-se pela administração das atividades relativas à Qualidade.

Segundo a Norma **ISO 8402** (Qualidade - Terminologia), são apresentadas as seguintes definições:

## **Organização**

Companhia, corporação ou associação, ou parte delas, caso incorporadas ou não, pública ou privada, que tenha sua (s) própria(s) função (ões) e administração.

## **Fornecedor**

Organização que fornece produto ou serviço a um cliente.

Notas:

1. fornecedor é, às vezes, citado como a primeira parte de um negócio;
2. termo sub-fornecedor pode ser usado para um fornecedor de uma organização.

## **Cliente**

O recebedor de um produto ou serviço.

Notas:

1. Um cliente pode ser, por exemplo, o último consumidor ou comprador;
2. Um cliente é, às vezes, citado como a segunda parte de um negócio.

## **Serviço**

Atividade de um fornecedor na interface com um cliente e os resultados de todas as atividades do fornecedor para atender as necessidades do cliente.

Notas:

1. O fornecedor ou cliente pode ser representado na interface por pessoas ou equipamentos;

2. As atividades dos clientes na interface com o fornecedor podem ser essenciais para o fornecimento de um serviço;
3. O fornecimento ou uso de bens tangíveis pode fazer parte do serviço.

## **Qualidade**

É a totalidade de propriedades e características de um produto ou serviço que confere sua habilidade em satisfazer necessidades explícitas ou implícitas.

### **Política da qualidade**

O conjunto de intervenções para a qualidade e a direção de uma organização em relação à qualidade, conforme expresso formalmente pela alta gerência.

### **Gestão da qualidade**

Aspecto de toda a função gerencial que determina e implementa a política da qualidade.

### **Sistema da qualidade**

A estrutura organizacional, responsabilidades, procedimentos, processos e fontes para implementar a gestão da qualidade.

### **Grau da qualidade**

É um indicador de categoria ou classe relacionada às propriedades ou características que cobrem diferentes conjuntos de necessidades para produtos ou serviços destinados ao mesmo uso funcional.

Diante da disseminação de teorias e programas a conceituação de qualidade e, conseqüentemente, os sistemas de gerenciamento desta, tiveram uma infinidade de conceituação. A maioria desses conceitos se baseiam nas definições dos " gurus da qualidade " porém, todos são unânimes em conceituar

Qualidade dentro de uma amplitude e profundidade voltada para três frentes:

- Conformidade;
- Adequação ao uso;
- Satisfação do cliente.

Desta forma, basta interagir o Produto, o Cliente e o Uso, de uma forma dinâmica emúltipla para surgirem inúmeras idéias e conceitos referentes à qualidade.

### **Princípio da qualidade total**

Há que se lembrar que não existem fórmulas milagrosas ou mágicas para resolução de problemas ou para salvar uma organização. Importante saber que o modismo pode ser muito perigoso. Nada se consegue sem sacrifício; é enfrentando as dificuldades, implementando mudanças através de uma administração participativa que se alcança o sucesso.

Algumas técnicas são frutos do momento e não vingarão se não houver uma política fundamentada na redução de desperdícios, eliminação de erros e redução dos custos produtivos. Na verdade, qualquer que seja o nome dado ao sistema de gerenciamento dotado pela Organização, fica claro que a busca pela qualidade é a tônica maior, necessitando do total envolvimento do cliente e maior poder decisório atribuído aos funcionários.

Diante disso, são apresentados à seguir, os princípios do Controle da Qualidade Total:

- **Abordagem** - o fornecedor produz o que o cliente quer. É ele quem dita as normas;
- **Normas** - fazer certo da primeira vez;
- **Sistema** - o processo deve trabalhar na prevenção dos erros;
- **Abrangência** - disseminação por toda empresa;
- **Medições** - através dos custos da qualidade.

### **Fundamentos da qualidade total**

- Compreender as necessidades do cliente e satisfazê-los;
- Desenvolver um relacionamento amistoso entre **fornecedor-cliente**;
- Fazer as coisas certas;
- Fazer certo da primeira vez e sempre;
- Avaliar os resultados;
- Melhorar continuamente;
- A liderança deve estar sediada na gerência;
- Implementar programas de treinamento;
- Melhorar a comunicação.

O entendimento do Controle de Qualidade total (Roteiro geral para a implantação do CQT) necessita do entendimento de dois conceitos muito importante: Qualidade e Controle. A palavra controle deve ser interpretada como administração, gerenciamento.

Gerenciar uma empresa significa implementar ações de rotina e de melhorias (Conceito de controle).

### **Rotina**

Significa manter-se no rumo atual, evitando mudanças a fim de evitar-se que problemas ou situações já surgidas, voltem a reaparecer. Fazer as coisas de forma previsível por um lado é interessante, pois nada muda, ou seja, pode-se produzir os mesmos produtos na mesma qualidade, com o mesmo custo e na mesma quantidade. Em contrapartida, o lado perigoso e comprometedor de se trabalhar dentro de rotinas é não aperceber-se que o concorrente apresenta uma performance melhor, Uma vez que não está fixa apenas em manter as metas, mas sim em desafiá-las. É aí que surge a outra parte do gerenciamento, ou seja, as melhorias.

### **Melhorias**

Significa mudanças, buscar atingir níveis de desempenho nunca antes alcançados requer ações desafiadoras e criadoras, introduzindo novos produtos, processos e mercados, além de reduzir custos, acidentes, desperdícios, aumentando a produção, a qualidade e consequentemente, os lucros.

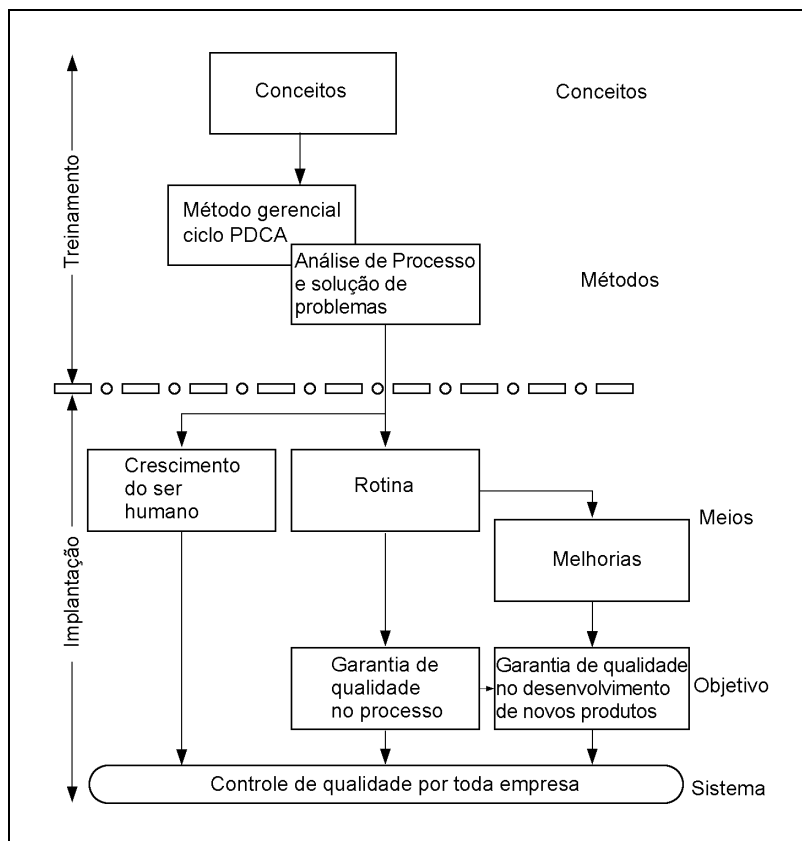
Neste campo, cabe à gerência a implantação das mudanças, através da intensificação de melhorias.

### **Fatores culturais e gerenciais**

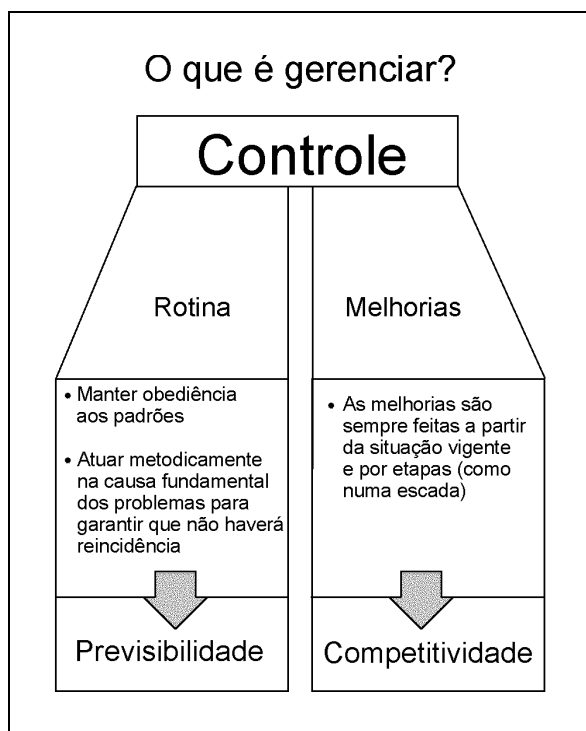
Abaixo estão listados alguns princípios do Gerenciamento por rotinas e melhorias:

- A rotina é a manutenção de padrões e a melhoria corresponde a um novo padrão ou modificação dos já existentes (Conceito de controle).
- A rotina pode resultar em melhorias uma vez que a obediência aos padrões poderá resultar numa melhoria através da rotina, porém, se alguém sugere um procedimento diferente que aumenta em 20% o rendimento de um equipamento, esta é uma melhoria através das Melhorias;
- A implantação da rotina deve preceder a implantação da melhoria.
- A prática simultânea da rotina e de melhorias implicam em resultados positivo para a organização;
- O gerenciamento por rotinas e Melhoria deve ser conduzido por ações sistemáticas para que os resultados sejam obtidos mais rapidamente;

- Em geral, as rotinas e as melhorias são administradas por pessoas diferentes, nas empresas.



Roteiro geral para implantação de CQT



Conceito de controle



Embora administrar possa parecer uma coisa simples e compreenda atitude, organização e metodologia, existe diferenças entre administrar por rotinas e administrar por melhorias, como é possível verificar-se na tabela seguinte.

Administrando-se por rotina a ênfase é dada em prevenir mudanças e na administração por melhorias a ênfase é dada à criação.

A verdade é que nem num caso nem no outro o controle pode ser baseado em "comandos" ou "Cobrança" desordenadas. É comum, nesse caso, as culpas serem atribuída aos operário, quando é sabido que 85% de todos os problemas que ocorrem numa empresa são de responsabilidade direta dos administradores.

Na verdade, o gerenciamento é a alma de qualquer processo e nada mais funcional que atribuí-lo a quem comanda o corpo da empresa, ou seja todos os seus funcionários. Gerenciar é papel de cada um, pois se executando de forma metódica e metodologicamente, só pode dar certo e o ciclo PDCA é uma ferramenta gerencial imprescindível para gerenciar processos.

<b>Evento</b>	<b>Rotina</b>	<b>Melhorias</b>
A atitude gerencial é a de acreditar que:	O atual nível de desempenho é suficiente, ou, se não é não pode ser melhorado, isto é, uma sina, não um problema.	O atual nível de desempenho não é suficiente e de algo deve ser feito isto é, é um problema, não uma sina.
O objetivo gerencial visa:	Perpetuar o desenvolvimento no atual nível através dos procedimentos de rotina.	Alcançar melhor desempenho através dos procedimentos de Melhorias.
O plano gerencial é para:	Identificar e eliminar desvios esporádicos do desempenho atual.	Identificar e eliminar obstáculos crônicos ao melhor desempenho.

## **Processo**

Processo é um conjunto de causas. Uma empresa pode ser considerada um processo e dentro dela encontra-se vários outros processos. O controle se dá dentro do relacionamento do binômio **causa-efeito** aplicado por todos dentro da empresa.

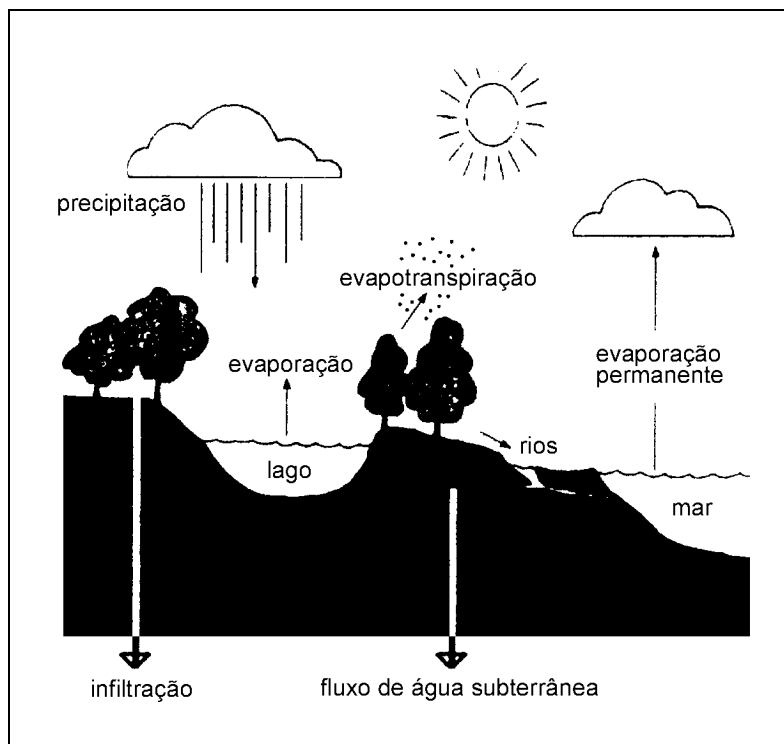
Um efeito pode ter uma série de causas diferentes, daí porque o processo ser o conjunto dessas causas. Pode-se imaginar uma fábrica de latas onde o efeito principal é a lata e as causas são os equipamentos, a matéria prima, a mão de obra treinada, o método de fabricação, etc

## Visão sistêmica

O setor de manutenção é de quem dá o suporte lógico e operacional para a TPM.

As tarefas da manutenção compreendem:

- Preparar as rotinas à serem cumpridas pelos operadores;
- Preparar e ministrar os treinamentos para os operadores;
- Expandir e melhorar continuamente o desenvolvimento da manutenção planejada;
- Assessorar e controlar a implantação da manutenção autônoma; Fazer a verificação rotineira do andamento da manutenção autônoma;
- Desenvolver programa para ajustes e melhorias das rotinas de conservação
- Raciocínio sistêmico. As nuvens se acumulam, o céu escurece, as folhas viram para o alto, e sabemos que vai chover. Também sabemos que depois da chuva a enxurrada penetrará nos lençóis de água subterrâneos a quilômetros de distância, e no dia seguinte o céu estará limpo. Todos esses eventos são distantes no tempo e no espaço, no entanto estão todos interligados em um mesmo esquema. Cada um deles influencia todos os outros, influência esta que geralmente não encontra-se ao alcance da vista. Só se pode entender o sistema de chuvas observando-se o conjunto, não apenas uma das partes.



Os negócios e outros trabalhos realizados pelo homem também são sistemas, o que significa que são amarrados por fios invisíveis de ações inter-relacionadas, que levam

anos para desenvolver plenamente os efeitos que uma exerce sobre as outras. Como nós também fazemos parte dessa estrutura, é duplamente difícil ter uma visão global das mudanças ocorridas, e o que ocorre é que nós tendemos a nos concentrar em instantâneos de partes isoladas do sistema, sem conseguir entender porque nunca conseguimos resolver nossos problemas mais profundos. O raciocínio sistêmico é uma estrutura conceitual, um conjunto de conhecimentos e instrumentos desenvolvidos nos últimos anos, que tem por objetivo tornar mais claro todo o conjunto e nos mostrar as modificações a serem feitas a fim de melhorá-lo.

A visão individualizada todos nós somos treinados a sermos leais ao cargo que ocupamos, tanto que o confundimos com nossa identidade. Quando se pergunta a uma pessoa em que ela trabalha, ela geralmente descreve a tarefa que executa no seu dia-a-dia. (“Eu sou um torneiro mecânico”), e não o objetivo maior da empresa em que ela trabalha. A maioria das pessoas se vê dentro de um “sistema” sobre o qual elas têm pouca ou nenhuma influência e, conseqüentemente, consideram sua responsabilidade limitada à área de sua função.

Existe também em nós uma propensão em procurar alguém ou alguma coisa para culpar quando as coisas não dão certo. O marketing culpa a produção: “Não atingimos nossos objetivos nas vendas porque nossa qualidade não é competitiva”. A produção culpa a engenharia. E a engenharia culpa o marketing: “Se eles parassem de mexer nos nossos projetos e nos deixassem mostrar do que somos capazes, seríamos uma indústria líder no mercado”.

### **Projeto de uma concepção sistêmica**

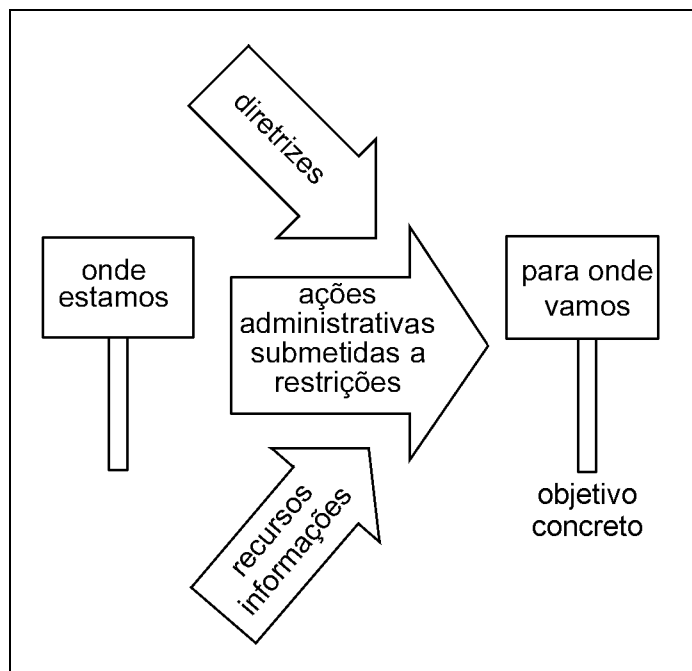
Toda ação administrativa necessita conhecer:

- Diretrizes gerais (orientação política);
- Situação atual do trabalho;
- Ações a executar;
- Recursos disponíveis;
- Restrições ou limitações a superar;
- Os objetivos a alcançar expressos em termos concretos, especificados quanto a padrões de referências bem definidos e, conseqüentemente, quantificados (“para onde vamos”).

Assim dentro de uma visão sistêmica, o projeto deve ser encarado como um conjunto de ações e recursos que procura a realização de um objetivo específico e concreto, fisicamente identificado, a partir de um início (origem) convencionado, submetido a

diretrizes gerais prefixadas e conclusões de execução que apresentam limitações sensíveis. Caracteriza-se, pois, por ser finito, complexo, não homogêneo e não repetitivo e considerar prazo, preço (orçamento), performance (desempenho técnico) e perigo (risco).

A base para um projeto de concepção sistêmica é a definição de um eficiente arranjo físico.



### Relação empresa sindicato

Em todos os países desenvolvidos, o direito do trabalho prevê uma representação de pessoal para tratar com o empregador. O modelo dessa representação, no entanto, varia muito: nos países anglo-saxões, a função de representação cabe essencialmente ao sindicato. Em inúmeros países da Europa Continental (como a Alemanha e a Itália), a função de representação é dividida entre organização sindical e os escolhidos pelo pessoal. A França pertence ao segundo grupo.

### O sindicato na empresa

A organização sindical fora das empresas já existe há muito tempo. Essa situação combina muito bem com o fato de que a negociação coletiva foi se desenvolvendo por muito tempo, sobretudo em nível de categoria profissional (indústria têxtil, metalurgia,

etc.), além das grandes negociações em nível nacional e interprofissional, que marcaram o ritmo da evolução do direito do trabalho.

Desde 1968, os sindicatos estão presentes no interior das empresas, através de duas instituições:

- em todas as empresas, seja qual for o seu porte, cada sindicato representativo pode criar uma seção sindical de empresa. Essa seção sindical dispõe de meios variáveis conforme o tamanho da empresa: liberdade para organizar reuniões de associados e meios de expressão (painéis para afixação de informações, direito de distribuição de comunicados, etc.) em todos os casos;

## **Fatores de implantação da qualidade**

### **Implementadores da qualidade**

A implantação de um sistema da qualidade na manutenção deve ser visto como uma ferramenta estratégica de orientação na busca dos resultados da organização.

Assim, para que a implantação tenha solidez e sucesso, é necessário dar a máxima importância a alguns fatores que são considerados como implementadores desse processo, tais como:

- Maior confiabilidade e disponibilidade operacional;
- Maior competitividade;
- Maior produtividade;
- Custos adequados;
- Eliminação de desperdícios;
- Redução de retrabalho;
- Motivação da equipe.

### **Restritivos à qualidade**

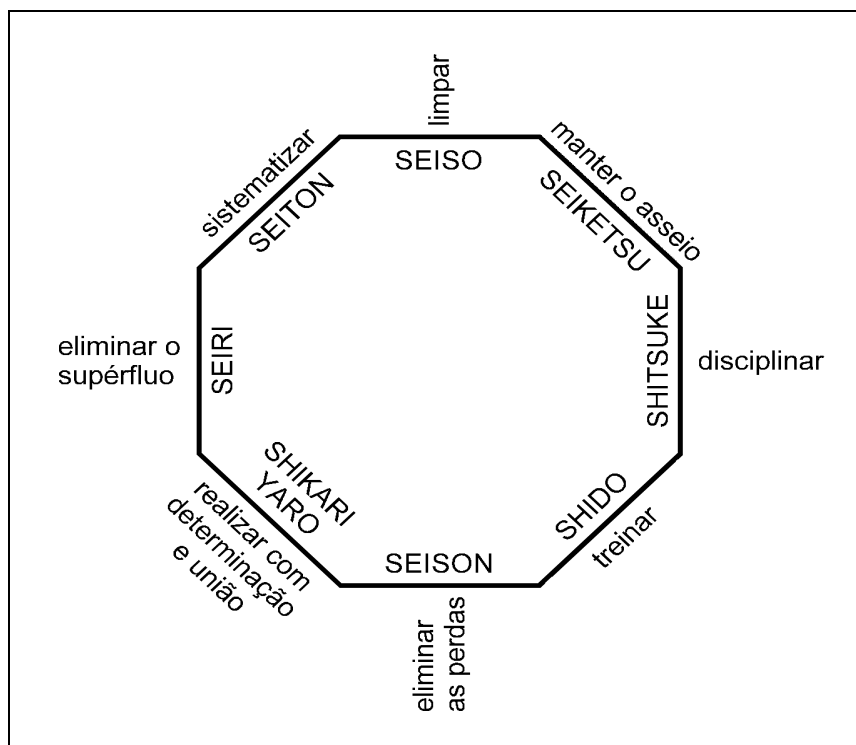
O programa de qualidade na manutenção exige uma administração participativa de todos os envolvidos. Muitas organizações não atingem os resultados esperados devido a inúmeros fatores que são restritivos à implantação do processo, entre eles. A seguir, os que mais impactam nos resultados:

- Falta de compromisso das pessoas, principalmente média gerencia;
- Falta de visão sistêmica;
- Resistência às mudanças;
- Falta de planejamento;
- Excesso de burocracia;
- Imediatismo dos resultados;
- Falta de preparo da liderança.

## Programa 5S

O programa 5S é a base da TPM. Ele visa em primeiro lugar assegurar a confiabilidade dos equipamentos. Seu desenvolvimento é o mesmo já estudado no método JIT.

Por outro lado, quando se trata da manutenção, o programa dos 5S pode ser expandido para 8S. É o que muitas empresas japonesas fazem, criando modos de verificar e avaliar através de 8S.



## Eliminação das 6 grandes perdas

Os fatores que prejudicam o bom rendimento operacional das máquinas podem ser reunidos em 6 grupos. Estes são conhecidos como as 6 grandes perdas. A eliminação das perdas é obrigatória para o sucesso da TPM.

A figura abaixo mostra as perdas, seus efeitos sobre o tempo disponível e as ações para eliminar. Os indicadores também aparecem mas serão estudados mais adiante.

Tempo total disponível (TT)		6 grandes perdas	Descrição	Ações para eliminar	Indicador	
Tempo Operacional	Perdas	1	• Quebras	• Falha repentina • Defeito	• Manutenção preventiva	Índice do Tempo Operacional (ITO)
		2	• Mudanças de linha/regulagem	• Perda com tempo de preparação de máquina e ajustes	• Programa de troca rápida de ferramentas	
Tempo Operacional	Perdas	3	• Operação em vazio	• Parada momentânea por defeitos no processo. Ex: Falta ou defeito na matéria-prima.	• Acompanhar o processo e atenuar os gargalos	Índice de Operação Efetiva (IOE)
		4	• Queda da velocidade	• Queda causada por problemas de qualidade ou mecânicos desconsiderados inicialmente	• Orientar os envolvidos para se aterem ao plano de produção	
Tempo efetivo de produção	Perdas	5	• Defeitos de produção	• Peças rejeitadas • Retrabalho	• Reestudar o processo e desenvolver DPF	Índice de Produtos Aprovados (IPA)
		6	• Queda de Rendimento	• Atrasos na estabilização do processo. Ex: Imperícia do operador.	• Verificar adequação das ferramentas • Treinar operador	

## Sistema ISO 9000 na manutenção

Dentro do sistema da qualidade, a obediência às normas da série ISO 9000 contribui para uma melhor estabilidade do sistema de manutenção. Ela deve ser uma etapa do programa de qualidade da organização.

A partir da certificação da empresa pela série ISO 9000, a Manutenção deve cumprir obrigatoriamente as suas exigências.

Se a atividade da manutenção não for considerada uma atividade crítica pela organização, ela ainda deverá cumprir certos itens da ISO 9001, por exemplo, desenvolvendo uma “manutenção adequada de equipamentos para assegurar a continuidade da capacidade do processo” conforme Apud Furtado (2001:25)

Para atender às exigências das normas de qualidade, a manutenção deve possuir um planejamento da manutenção preventiva, procedimentos padronizados de manutenção corretiva, arquivo para histórico (software), planos de treinamento, elaboração de planos para combate as falhas, entre outros aspectos.



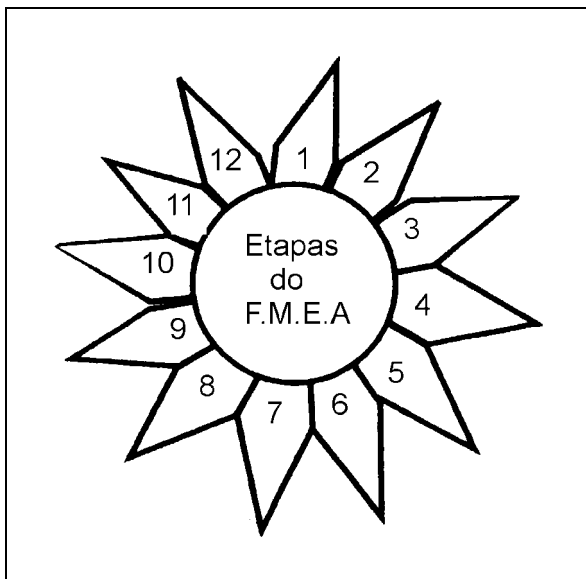
# Ferramentas para solução de problemas

## F.M.E.A.

**F.M.E.A.** - Tipo de Falha e Análise do Efeito "*Failure Mode and Effect Analysis*"

O F.M.E.A. é uma técnica que pode ser aplicada tanto na área industrial como em processos, produtos, ferramentais, e também em sistemas administrativos, financeiros, importação, RH, etc.

Por esse motivo para facilitar o entendimento do F.M.E.A iniciaremos pela sua "espinha dorsal".



1. Forme uma equipe.
2. Identificação das características/função. projeto ou processo.
3. Levante os tipos de falhas ou problemas principais (potenciais).
4. Identifique o efeito desses problemas ou falhas.
5. Identifique a possível causa do problema ou falha.

6. Levantamento dos atuais métodos de controle.
7. Avalie de 1 a 10 quanto severo é o efeito, do problema ou falha (quanto pior, mais alto é o índice).
8. Avalie de 1 a 10 a frequência que o problema ocorre ou pode ocorrer (quanto mais ocorre, mais alto é o índice de riscos).
9. Avalie de 1 a 10 qual é a eficiência em detectar o problema ou falha (quanto pior é a eficiência, maior é o índice).
10. Multiplique os passos 7 x 8 x 10 e você terá o índice de risco.
11. Recomendação de ações corretivas.
12. Implemente as ações corretivas e reavalie os riscos.

### **A divisão básica do F.M.E.A.**

#### **Projetos e processos**

Vamos dividir o F.M.E.A nas duas partes acima citadas, de forma que possamos entender a diferenciação de aplicação.

O F.M.E.A. foi usado, por muitos anos, como ferramenta de prevenção de problemas.

De fato, ele praticamente nasceu no segmento aeroespacial, onde, em quase tudo que se fabrica, o primeiro teste real ocorre na prática.

Imagine mandar uma nave espacial para um planeta qualquer, quantos milhões, quantos milhões de dólares se investem, sem contar o envolvimento de vidas humanas.

Assim criou-se essa técnica onde se avalia, por equipe, possíveis falhas de projetos e processamentos de componentes.

Aplicamos o F.M.E.A. de quatro formas básicas:

A seguir trataremos de F.M.E.A., seguindo cada passo de forma detalhada.

<b>Projetos</b>	Projeto novo Características: Prevenção de falhas de projeto
	Aperfeiçoamento do projeto Características: Corrigir e/ou aperfeiçoar um projeto já existente.
<b>Processo</b>	Processo novo Características: Prevenção de falhas de processo que comprometam as funções ou características básicas do projeto.
	Aperfeiçoamento do processo existente Características: Corrigir e/ou aperfeiçoar o processo já existente.

### **Passos do F.M.E.A.**

Para facilitar a documentação da análise das falhas em potencial e seus respectivos efeito, foi desenvolvido o formato efeitos, foi desenvolvido o formulário F.M.E.A. , em anexo.

#### **1º Passo: formação de uma equipe**

Normalmente o responsável pelo F.M.E.A. é o engenheiro ou técnico responsável pela análise da qualidade e confiabilidade do produto em questão. Essa pessoa, normalmente é o coordenador responsável pelo grupo que está analisando esse produto.

O F.M.E.A. deve estimular a troca de idéias entre as áreas envolvidas e promover o formação de um grupo de trabalho. Desse grupo, devem participar representantes das áreas de projetos, qualidade, serviço e demais áreas de processo e que tenham real conhecimento sobre o objeto de estudo (nessa etapa nada substitui o conhecimento).

As reuniões, devem ser abastecidas de informações do tipo documentos referentes às especificações, dados de falhas dos produtos em uso ou similares, tipos de falhas, resultados de teste, desenhos, planos de fabricação e montagem, amostras dos componentes (modelo ou protótipo) e, se possível, uma amostra com danos, etc.

F.M.E.A. - TIPO DE ANÁLISE DO EFEITO					Projeto <input type="text"/> Processo <input type="text"/>			Número da peça:		Nome da peça:	
Responsável: Projeto/Processo:		Deptos envolvidos:		Fornecedor envolvidos:			Modelo sistema:		Alterações Técnicas:		
							Responsável pelo F.M.E.A.:		Data: ___/___/___		
Características	Função	Tipo	Falhas potenciais			Situação atual			Ações		Resultado
			Efeito	Causa	Formas de controle	Severidade	Ocorrência	Índice de risco	Recomendadas	Tomadas	
			S e g u r a n ç a								

Ao iniciar o F.M.E.A., os grupos se utilizam normalmente, de informações baseadas em conhecimentos tecnológicos e experiência obtidas em casos similares. No decorrer da análise, vão-se acumulando informações (memória) de casos concretos que estão sendo trabalhados.

A função da gerência é de definir os projetos e processos a serem analisados, apontando o coordenador do grupo F.M.E.A.; analisar os riscos apontados pelo grupo e encaminhar as ações corretivas que requeiram decisões em nível superior. Prover meios para que o grupo desenvolva e trabalhe. Acompanhar.

A função da supervisão é de assessorar a gerência, manter os registros de F.M.E.A.s executados, arquivados e sempre à mão para eventuais consultas de qualquer setor interessado bem como, as revisões analisadas.

Facilitar as ações dos grupos F.M.E.A.s em sua área de competência e prover recursos para a eficácia desses grupos.

## **2º Passo**

Após o preenchimento do cabeçalho, deve-se definir: a característica do projeto/processo que será analisado e a função da mesma. Indicar de forma simples, clara e concisa a função das peças ou conjuntos em análise. Quando houver diferentes funções com vários tipos de falhas em potencial, é recomendável listar as funções separadamente.

Entende-se por função "atividade de uso" para o qual um objeto se destina.

Exemplos de funções:

- Permitir fixação;
- Fornecer proteção;
- Prover reforço;
- etc.

## **3º Passo: tipo de falha**

Resultem diretamente do não cumprimento da função. Deverá ser feita lista de todos os tipos de falhas possíveis na operação em questão. Deverão ser consideradas todas as falhas que possam ocorrer, e não somente as que com certeza ocorrerão.

Portanto, mesmo que improvável, considere todo tipo de falha possível. Para facilitar a descrição dos tipos de falhas, faz-se as seguintes perguntas:

- Como o produto poderá falhar devido a essa função característica?
- Em produtos similares já foi verificado algum tipo de falha?

#### **4º Passo: efeito da falha**

É a descrição do que o cliente sofre supondo-se acontecida a falha. Geralmente os tipos de falha apresentam uma cadeia de efeitos. Descreva esses efeitos de forma seqüencial em termos do que o cliente pode observar desde a ocorrência da falha até o efeito final (mais grave).

#### **Observação**

Se o efeito da falha afetar a segurança ou infringir alguma lei, coloque um "X" na coluna correspondente do formulário. Caso contrário coloque apenas um traço.

#### **5º Passo: causa da falha**

Listar todas as causas possíveis para cada tipo de falha. As causas devem ser claras e consisamente listadas, de forma a permitirem ações preventivas para cada uma delas.

#### **6º Passo: formas de controle**

Descrever as formas de controle previstas que deverão atuar sobre o tipo de falha e sobre as causas apontadas.

#### **7º Passo: índice de severidade**

A severidade aplica-se ao efeito, e retratará qual será a gravidade das conseqüências da falha (supondo que a falha ocorreu) com relação a:

- Instalação do cliente: (lembre-se que cliente é aquele que percebe a falha);
- Custo para a Empresa;
- Imagem da empresa;
- Riscos para a segurança pessoal do usuário.

O índice de severidade é estimado entre 1 e 10 e "só pode ser reduzido através de uma modificação de projeto".

#### **8º Passo: índice de ocorrência**

É a estimativa da probabilidade da causa em questão, ocorrer e ocasionar o tipo de falha considerada.

É estimado através de uma escala de 1 a 10 para cada causa de um mesmo tipo de falha.

### Observação

O índice de ocorrência é mais um significado do que um simples valor numérico. A única maneira de reduzi-lo é impedir a ocorrência ou controlar as causas do tipo de falha.

### 9º Passo: índice de detecção

É a estimativa da probabilidade de se detectar o tipo de falha, no ponto previsto e com a precisão e a exatidão necessárias, baseando-se nas formas de controle previstas ou existentes. É usada uma escala de 1 a 10, assumido que a falha em questão tenha ocorrido.

Índice de detecção			
Classificação	Crítérios de avaliação	Índice	Probabilidade de percepção (%)
Muito alta	Sistema de avaliação do projeto/processo é eficaz, mas existem testes de validação com, critérios de aceitação bem definidos. <b>Detecção de falha é grande.</b>	1	acima de 95
Alta	Sistema de validade do projeto/processo é confiável, revisão do projeto/processo é feita por especialistas e baseada em parâmetro e critérios de aceitação bem definidos (normalizados, similaridade, etc.). <b>Alta probabilidade de detecção de falha.</b>	2	acima de 85
		3	acima de 75
Moderada	Sistema de validação do projeto/processo gera incertezas, não existem parâmetros e critério de aceitação bem definidos, sistema de validação do projeto/processo é similar aos produtos que eventualmente apresentam mau desempenho em campo. <b>Média probabilidade de detecção de falhas.</b>	4	acima de 65
		5	acima de 55
		6	acima de 45
Baixa	Sistema de validação do projeto/processo não é confiável, projeto incorpora tecnologia não totalmente dominada, não existem parâmetros e critérios de aceitação bem definidos, sistema de validação do projeto/processo é similar ao de produtos que normalmente apresentam mau desempenho. <b>É pouco provável que a falha seja detectada.</b>	7	acima de 35
		8	acima de 25
Muito baixa	Não existe sistema ou teste de validação do projeto/processo, critérios de aceitação não definidos, não há similaridade com projetos/processos anteriores, tecnologia totalmente nova. <b>Há remota probabilidade de a falha ser detectada.</b>	9	acima de 15
		10	abaixo de 15

### 10º Passo: índice de risco

É o produto dos índices de ocorrência, severidade e detecção. É um valor usado para estabelecimento de prioridades e, isoladamente, não tem significado, ou seja, deve ser analisado os índices que geraram o índice de riscos para se definir, com bom senso, as prioridades.

<b>Critério de priorização para tomada de ação</b>	<b>Índice de risco</b>
<b>Prioridade 0</b> Item vulnerável e importante. Requer ações corretivas e/ou preventivas <b>imediatas</b> .	301 a 1000
<b>Prioridade 1</b> Item vulnerável e importante. Requer ações corretivas e/ou preventivas a curto prazo.	71 a 300
<b>Prioridade 2</b> Item pouco vulnerável. Podem ser tomadas ações corretivas e/ou preventivas a longo prazo.	1 a 70

### 11º Passo: ações recomendadas

Quando as prioridades forem estabelecidas, o grupo deverá apontar ações capazes de reduzir o índice de risco a níveis aceitáveis. A redução desse índice se dá através da diminuição dos índices de ocorrência e/ou severidade e/ou detecção.

As ações corretivas/preventivas recomendadas devem ser ações que ataque a causa das falhas e não os efeitos. Só devem ser tomadas ações que ataquem o efeito, caso essas sejam ações temporárias que servirão para inibir os efeitos aos clientes até que as ações finais, que recaiam sobre a causa, sejam institucionalizadas.

A cada ação descrita o grupo deve eleger uma pessoa que se responsabilizará pela ação e data previstas. Além disso, deve-se descrever os índices que se acredita atingir após as ações serem implementadas.

Muitas vezes, quando não se sabe a causa verdadeira da falha, recomenda-se, nesse campo, ações como: estudos estatísticos ou científicos para se averiguar a verdadeira causa. Neste caso os índices não são previstos.

### 12º Passo: resultados (ações corretivas tomadas)

Internas ou intermediárias ou provisórias. Ações corretivas propostas, geralmente requerem prazos nem sempre compatíveis para sua efetivação. Deve-se, nesses casos, tomar ações paliativas que reduzam os índices de risco a níveis menos críticos. Identificar as pessoas/setores responsáveis pela implementação.



### **Observação**

A grande desvantagem da adoção de ações interinas é a de se tornarem, ao longo do tempo, definitivas.

### **Ações definitivas**

Depois da identificação das ações corretivas, e à medida que forem sendo implantadas as mesmas devem ser apontadas na coluna "resultados" e devem-se estimar quais serão os novos índices de severidade, ocorrência e detecção, considerando-se as situações após a implantação, a fim de se avaliar a eficácia da ação na redução do índice de risco.

Caso o índice de risco se mantenha acima dos valores aceitáveis, novas ações deverão ser propostas até se chegar a níveis aceitáveis.

### **Exemplos de F.M.E.A.**

As tabelas seguintes ilustram exemplos de aplicação de FMEA de projeto e de processo.

### **(Falta tabelas)**

### **Limitações de programa F.M.E.A.**


Aplicação da F.M.E.A., como até agora foi descrito, num processo complexo, leva-nos a imaginar como ela seria onerosa.

Para evitar custos elevados com resultados não muito significativos, é prudente e oportuno limitá-lo às partes do processo/projeto ou produtos realmente críticos, devendo canalizar as intervenções para os problemas mais graves.

A experiência dos engenheiros, técnicos e superiores aliados ao conhecimento dos dados históricos em projetos, processos produtivos e produtos similares é o que se considera necessário para a escolha das partes consideradas críticas.

Relembrando, o F.M.E.A. é um documento "vivo" que deve sempre refletir o último nível do processo das ações efetuadas e, portanto deverá sempre estar atualizado.

F.M.E.A. - TIPO DE FALHA E ANÁLISE DO EFEITO				Projeto		Número da Peça:		Nome da Peça:								
Responsável : Projeto/Processo:		Deptos Envolvidos:		Processo		Modelo/Sistema:		Parafuso de roda								
Engenharia de chassis		Manufatura		Fornecedor Envolvidos		Responsável Pelo F.M.E.A.:		Alterações Técnicas:								
		Transmissão e Montagem		CIMAF		A. Alves		Data: 09/01/89								
								Revisado Em: 04/01/89								
Características	Função	Falhas Potenciais				Situação Atual				Ações		Resultado				
		Tipo	Efeito	Segurança	Causa	Formas de Controle	Severidade	Índice de Risco	Recomendadas	Tomadas	responsável					
Parafuso de roda	Fixar a roda no cubo	Girar após montado no cubo	Não permite a montagem da porca	-	Dureza do estriado baixa	Ensaio funcional de montagem do cubo	7	6	2	84	Aumentar dureza para 33-39 RC	Desenho revisado como previsto	A. Alves 09/02/89	7	2	28
		Quebra sob a cabeça durante a montagem no cubo	Não permite aperto da roda	-	Raio pequeno no sob a cabeça provoca dobra de forjamento	Ensaio funcional de montagem no cubo Ensaio de durabilidade	7	6	3	126	Aumentar raio para 1,5 - 2,0mm	Idem	A. Alves 09/02/89	7	2	42
		Quebre após montagem na roda	Roda solta parcialmente	X	Absorção de hidrogênio	Ensaio de Durabilidade	9	5	8	360	Mudar banho de zinco para fosfato	Idem	A. Alves 09/02/89	9	1	72
		Falso aperto	Roda solta parcialmente	X	Comprimento de rosca útil insuficiente	Nenhuma	9	3	7	189	Verificar desenho/dimensões x tolerâncias útil da rosca	Aumento em 3 mm o comprimento	A. Alves 09/02/89	9	1	36
		Rosca remontada	Roda solta parcialmente	X	Falta guia para a porca	Ensaio funcional de montagem	9	4	8	288	Adicionar guia na ponta	Desenho revisado como previsto	A. Alves 09/02/89	9	1	72

F.M.E.A. - TIPO DE FALHA E ANÁLISE DO EFEITO		Projeto  Processo		Número da Peça: 00.741.093		Nome da Peça: Portas								
Responsável: Projeto/Processo:		Deptos Envolvidos:		Modelo/Sistema:		Alterações Técnicas:								
Linha de Montagem		Fornecedor Envolvidos		Responsável Pelo F.M.E.A.:		Data: / /								
Características	Função	Tipo	Efeito	Causa	Formas de Controle	Situação Atual		Recomendadas	Tomadas	responsável	Resultado			
						S e g u r a n ç a	O c o r r ê n c i a				Índice de Risco	Revisado Em: / /		
Aplicação manual por aspersão de cêra no interior da porta	Recobrir superfície interna da porta com cêra para retardar a corrosão	Cobertura de cêra insuficiente	Redução da vida levando a: - Aparência Insatisfatória - Mecanismo deixam de funcionar	Penetração insuficiente do bico aplicado no interior da porta	Auditoria visual quanto a: - Espessura - Cobertura - Penetração da Haste do bico	7	8	Adicionar uma referência no cabo do bico aplicador	Instalado conforme previsto	A. Cordeiro	7	2	3	42
				Bico aplicador entupido por: - Viscosidade alta - Temperatura baixa - Pressão baixa	Inspeção do jato a cada início de turno - manutenção preventiva dos bicos aplicadores	7	5	Determinar os níveis ideais em função da: - viscosidade - temperatura - pressão - tempo	Determinado os níveis ideais	O. Santos	7	1	3	21
				Tempo insuficiente para aplicação	Inspeção de 10 portas a cada turno	7	8	Instalar temporizador	Instalado conforme previsto	E. Alves	7	1	7	49

## MASP

### Método de análise e solução de problemas

MASP - Métodos de Análise e Solução de Problemas: conjunto de técnicas utilizadas nos processos de gerenciamento de problemas, tomadas de decisões e melhoria contínua, onde para cada situação, aplica-se uma metodologia que é mais apropriada para identificação da(s) causa(s) e /ou solução. Exemplos das técnicas utilizadas: AS - Análise de Situações, AP - Análise de Problema, AF - Análise de Falha, Diagrama de Causa e Efeito ou Ishikawa, Brainstorming, AD - Análise de Decisão, APP - Análise de Problemas Potenciais, PDCA - *Plan, Do, Check, Action* (planejar, fazer, verificar, agir).

O MASP é uma metodologia extremamente simples e prática que propicia a utilização das ferramentas da qualidade de forma ordenada e lógica, facilitando a análise de problemas, determinação de suas causas e elaboração de planos de ação para eliminação dessas causas.

- Introdução
- Definir processo
- Fluxograma
- Coleta de dados
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Causa e Efeito
- Histogramas
- Diagrama de Dispersão
- Gráfico de Controle
- Ciclo PDCA
- Uso integrado das Ferramentas
- Estudo de caso

A existência de vários problemas nas organizações é definitiva, e é até certo ponto benéfica, pois cada problema é uma oportunidade de melhoria. No entanto, existem oportunidades melhores que outras, ou seja, existem problemas que representam ganhos maiores, outros que não podem ser atacados no momento pois dependem de diversas variáveis, e outros ainda que demandam uma soma injustificável de recursos.

Os problemas existentes precisam, então, ser listados e analisados um a um para avaliar a necessidade e os benefícios de serem atacados. Esta análise tem sido feita aleatoriamente em muitas empresas, gerando gasto de tempo e de recursos com

problemas de menor importância. Em vista disto, quem deve determinar a hierarquia dos problemas a serem atacados e quais os critérios para esta hierarquização?

## **Análise de falhas**

### **Introdução**

Entende-se por “falha” a alteração ou interrupção da capacidade operacional de uma máquina de realizar uma função dentro de determinados parâmetros.

De um modo geral, as falhas são para a manutenção, o que as doenças, são para a medicina; a razão de sua existência. Por isso, um profissional consciente, ao ser solicitado para fazer um reparo, deve realizar também uma análise para identificar a origem da falha e combater a verdadeira causa e não os seus efeitos.

### **A análise**

A análise das falhas e danos nas peças, tem duas finalidades fundamentais:

- a. Apurar por meio de estudos e perícias a razão que ocasionou a falha, para que sejam executadas as medidas, visando a eliminação de sua repetição.
- b. Alertar o operador sobre as consequências negativas à máquina ou equipamento, se for operada ou tratada de forma indevida, ou executando operações acima de sua capacidade operacional.

Desta forma poderão ser tomadas as medidas preventivas, que poderão assegurar uma vida útil mais longa das máquinas ou equipamentos, mantendo um nível elevado de disponibilidade operacional.

Deve ser feito um diagnóstico do defeito, sua localização, com um levantamento criterioso de como a falha ocorreu, quais eram os sintomas, se já ocorreu antes, qual a repetitividade, quanto já trabalhou a máquina desde a sua compra, ou última reforma, quais os tipos de reparos já efetuados, qual era o operador, por quanto tempo, etc.

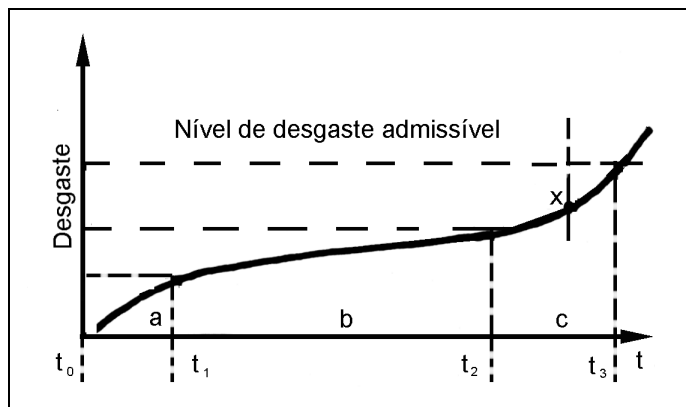
Deve se avaliar bem a real necessidade de se desmontar o equipamento, pois a desmontagem além de ser de custo elevado, é demorada, tira a máquina da produção e pode eventualmente, até introduzir outras falhas.

Durante a operação, atuam nas peças e componentes das máquinas, uma ou mais solicitações do tipo tração, compressão, flexão, flambagem, torção, cisalhamento,

mudanças bruscas de velocidade, vibrações e pulsações (forças dinâmicas), efeitos da temperatura, concentrações de tensões (devido ao material, ou a forma da peça). Esses tipos de solicitações podem causar uma infinidade de danos às peças sendo que as mais comuns são:

- Desgaste em função do atrito;
- Ruptura ou deformação por choque térmico ou calor;
- Ruptura ou deformação por impacto;
- Rupturas por fadiga, principalmente onde atuam solicitações pulsantes e forças dinâmicas;
- Corrosão provocada pelos mais diversos tipos de agentes agressivos.
- Desgaste, que é um tipo de dano inevitável, é tratado de forma mais pormenorizada, uma vez que, pode ser monitorado, nos diversos períodos da vida útil do equipamento, quando se possui como ação preventiva, um programa de inspeções periódicas de manutenção.

As fases do desgastes progressivas de um determinado componente, são apresentadas esquematicamente no gráfico da figura a seguir.



*Fases do desgaste de um equipamento*

- a Amaciamento
- b Desgaste normal
- c Desgaste acelerado
- x Ponto de ação preventiva da manutenção

As falhas nos equipamentos, máquinas ou instalações, têm, via de regra as suas origens nos danos que ocorrem em seus componentes ao logo do período de sua vida útil.

Um equipamento ou máquina nunca quebra totalmente, de uma só vez, mas o seu funcionamento é interrompido, quando um de seus elementos vitais estiver danificado.

Um elemento vital ao funcionamento de um equipamento ou instalação pode estar localizado no mecanismo interior do equipamento, no sistema de transmissão de força ou movimento, ou no sistema de controle e para se chegar até ele é necessário desmontar outras partes do equipamento.

Existem várias causas que podem dar origem aos danos ou falhas operacionais nos equipamentos.

### **Origem das falhas**

A falha de um equipamento isto é, em um de seus elementos construtivos está relacionada com um ou mais dos fatores a seguir:

- Erros de especificações técnicas
- Planejamento de montagem
- Material empregado nas peças
- Tratamentos térmicos realizados
- Processos de junção das peças
- Processos de usinagem aplicados
- Erros de montagem do elemento ou conjunto
- Tratamentos superficiais ou decapagem
- Sobrecarga mecânica
- Corrosão
- Mal dimensionamento do sistema de lubrificação
- Manutenção deficiente
- Operação inadequada
- Combinação desses vários fatores.

Para ter as mínimas condições de efetuar um trabalho estruturado e eficiente de manutenção, se faz necessário um histórico das falhas e de seus efeitos.

Esse histórico é de extrema importância para o serviço de manutenção poder chegar a um “diagnóstico” seguro e preciso sobre o que aconteceu a um determinado equipamento.

Efetuar uma reposição pura e simples de uma determinada peça danificada, sem realizar um estudo minucioso das causas, pode levar a uma repetição sistemática do

defeito ou ainda gerar uma ocorrência de maiores dimensões, com custos e perdas incalculáveis ao processo produtivo e conseqüentemente a queda da disponibilidade operacional do equipamento, e conseqüente queda da produtividade.

Nenhum médico que se preze, receitará um determinado medicamento, sem antes chegar a uma conclusão particular sobre o tipo de doença, bem como, do estado geral e da gravidade que tem o seu paciente.

De modo semelhante o profissional capacitado e consciente de manutenção deverá ao ser chamado para intervir numa determinada máquina, em primeiro lugar procurar levantar e analisar dados para saber exatamente “O que” e “Como aconteceu” a pane na máquina ou equipamento.

As informações podem vir de várias fontes, tais como, do operador, do fabricante, da própria máquina, do ambiente, os dados de arquivo técnicos, histórico, dossiê, etc. O mais importante é que se venha as conhecer a **causa** da ocorrência a fim de tentar a sua eliminação, reduzindo completamente as probabilidades da repetição do defeito.

A qualquer das ocorrências de manutenção pode estar associado a uma falha humana que deve ser levada em consideração pois o homem participa de todo o processo desde a sua concepção (projeto), passando pela manutenção até ao sucateamento da máquina.

Complementando, tem-se uma lista de defeitos possíveis codificados, preparados para o processamento de dados e que pode ser incluída na ficha de ocorrência, onde o técnico indicará sucintamente, tudo o que aconteceu, segundo o seu ponto de vista.

A análise periódica desta documentação irá facilitar a tomada de decisão para a resolução de problemas ou ações a resolução de problemas ou ações futuras, tais como:

- Reforma geral de máquina;
- Troca de máquinas;
- Abandono do produto por falta de capacidade;
- Incentivo a manutenção preventiva, manutenção de rotina, etc;
- Otimização do processo.



### Como enfrentar uma falha?

A eficiência e o valor de um profissional da manutenção pode ser visto do modo com que enfrenta e resolve a falha de um equipamento, isto é, um evento corretivo.

A produção está interrompida, os recursos são limitados e o profissional deve tomar decisões rápidas e acima de tudo corretas.

### Criticidade

Ao analisar sob o ponto de vista da “fabricação” ou da “operação”, equipamento crítico, é todo aquele que sofrendo deterioração provoca perdas de produção. Portanto, conduz a lucros cessantes e os graves problemas gerais e até mesmo sociais. Nesse particular, podemos exemplificar a falta de fornecimento de energia elétrica.

Na tabela a seguir apresenta-se um exemplo, com uma coleção de títulos que podem constituir um “Dossiê de máquina”.

Nome da máquina _____	
Código da máquina _____ Índice da máquina _____	
Item	Títulos
00	Contrato de encomendas, condições de garantia, serviços pós venda
01	Processo de recebimento
02	Características, fichas técnicas
03	Codificação ramificada, - Divisão estrutural
04	Esquemas de conjuntos e de detalhes
05	Notas de instalação de partida
06	Notas de comportamento em uso
07	Instruções de segurança
08	Notas de lubrificação
09	Notas de conservação de ronda
10	Lista geral de componentes (nomenclatura de cada módulo)
11	Lista de reposições de primeira urgência
12	Planos e escalas de peças de reposição
13	Planejamento das visitas preventivas
14	<i>Check list</i> das visitas preventivas
15	Escalas típicas de operações repetitivas
16	Listas das falhas possíveis e previsíveis
17	Esquemas lógicos de diagnósticos e eliminação de pane
18	Ferramenta especificadas para cada intervenção-

Os dossiês das máquinas são difíceis de serem colocados em memória informática, pois, existem esquemas, planos, diagramas, desenhos, fotos, que devem ser de fácil acesso aos preparadores e interventores de manutenção.



# Gestão ambiental

## Sistemas de gestão ambiental nas indústrias

Há vinte anos, se perguntássemos a um grande gerente de fábrica da FORD qual era seu trabalho, a resposta dele seria “Eu faço carros”, na declaração estava implícita a palavra “lucratividade”. Hoje, quando você pergunta àquele mesmo gerente de fábrica da FORD qual é o seu trabalho, a resposta é: “Eu faço carros de qualidade - (lucratividade)”. Daqui a quinze anos, a resposta pode ser: “Eu faço carros de qualidade de uma maneira ambientalmente responsável (lucratividade)”. Isto é, gerenciar a cultura do meio ambiente, transformando o meio ambiente de uma função de apoio para uma função de ocupação.

A comunidade de negócios tem percebido que os atuais padrões de produção e consumo são insustentáveis. Paralelamente, empresas passaram a compreender que, para se manter no negócio, terão que integrar crescentemente as questões ambientais nas suas estratégias de negócio e no planejamento de longo prazo. Isto é essencial para se manterem competitivas em relação a outras empresas que já levam em consideração tais questões.

## Princípios para a gestão ambiental na indústria e negócios em geral

Conforme descrito anteriormente, existe um fundamento racional para a indústria e negócios em geral adotarem práticas voluntárias de gestão ambiental. Muitas dessas iniciativas foram estabelecidas para direcionar: a obrigação de estar em conformidade com as regulamentações; as questões de responsabilidade; as pressões de empregados, consumidores, clientes, investidores e outros grupos; o reconhecimento dos benefícios financeiros dos aspectos gestão ambiental nos negócios.

Existe um número de categorias diferentes destas iniciativas voluntárias.

As Seis Categorias de Iniciativas Voluntárias são:

1. Medidas voluntárias de controle da poluição realizadas por firmas particulares. Estas podem ser baseadas nos benefícios da redução de custos ou ganhos de rendimento e também podem, igualmente, incluir respostas coletivas, como é o caso do complexo industrial integrado dinamarquês em Kalundborg.
2. Desafios de governo para a indústria de redução da poluição, tais como o Desafio para a Redução/Eliminação Acelerada de Produtos Tóxicos.
3. Acordos de desempenho entre indústria e governos. Tais acordos negociados podem funcionar para protelar as obrigações regulatórias em prol de um compromisso de desempenho.
4. Adesão voluntária aos códigos de prática do setor industrial envolvendo auto-regulamentação por um grupo de indústrias, tal como na Atuação Responsável®.
5. Desafios, incentivos e acordos negócio-a-negócio. Essas iniciativas podem ser conduzidas pelas exigências do seguro e empréstimo, e motivadas pela redução de risco e de responsabilidade. Tais programas integram a abordagem do ciclo-de-vida para desempenho do produto, como, por exemplo, o Protocolo Nacional sobre Embalagens, no Canadá, que assume a responsabilidade pelo monitoramento “do berço ao túmulo”. São colocadas exigências sobre fornecedores e clientes.
6. Acordos entre indústria e grupos não governamentais. Esses acordos envolvem a comunidade e grupos de interesse público por meio de negociação direta. Talvez o mais conhecido dentre eles seja o acordo de redução de resíduos entre os restaurantes Mc Donald's e a *Environmental Defense Fund* (Fundo de Defesa Ambiental).

Um dos resultados é que, agora, um grande número de companhias elabora relatórios ambientais prestando contas de suas atividade e desempenho.

A idéia de um relatório corporativo tem sido incorporada como um requisito legal, notadamente o *U.S Toxic Release Inventory*, que exige relatório público das emissões de produtos perigosos, e o menos abrangente *Canadian National Pollution Release Inventory* (NPRI).

Muitas das maiores associações industriais nacionais e internacionais têm agora algum código de prática, código de conduta, declaração da missão, ou normas similares relacionadas ao meio ambiente (UNCTAD 1996). Além disso, organizações

internacionais, organismos intergovernamentais e agências governamentais, como o PNUMA e a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD - *Organization For Economic Corporation and Development*), têm promovido política ambiental de negócios voluntária e princípios de prática.

Dentre estes, os mais significativos são:

- Atuação Responsável® (*Responsible Care*®);
- Princípios CERES;
- Conselho de Administração das Florestas.
- Investigações do Cumprimento das Leis, da Agência Nacional de Proteção Ambiental dos Estados Unidos;
- Rotulagem Ambiental; bem como;.....
- Outras Cartas e Princípios de Negócios para a Gestão Ambiental.

### **Cronologia parcial do desenvolvimento da norma ISO**

- 1984 Programa *Responsible Care*® da Associação dos Produtores Químicos Candenses.
- 1988 Princípios CERES da Coalizão para Economias Ambientalmente Responsáveis.
- 1988 Programa do selo ecológico Environmental Choice do Canadá.
- 1991 Carta de Negócios para o Desenvolvimento Sustentável da Câmara de Comércio Internacional.
- 1991 Carta Ambiental Global Keidanren (Federação Japonesa das Organizações Econômicas).
- 1991 *Nordic Swan Label* (Noruega, Suécia, Finlândia e Islândia) primeiro programa multinacional mundial de rotulagem ecológica.
- 1992 *British Standards Institution BS-7750*.
- 1993 *Eco-Management Aud Scheme* – EMAS.
- 1996 Organização Internacional de Normalização - ISO 14000.
- 2005 Organização Internacional de Normalização - ISO 14000 (Nova revisão).

## Norma ISO 14000

### O que é ISO 14000?

- Conjunto de Normas preconizadas pela ISO para Qualidade Ambiental;
- Auxilia as diversas empresas no cumprimento das responsabilidades ambientais;
- Identifica as empresas que:
  - atendem à legislação ambiental e;
  - praticam o desenvolvimento sustentável.
- Não substitui as legislações ambientais locais.

Gestão ambiental certifica:

- instalações;
- linhas de produção;
- produtos.

## Implementação ISO 14000

### Planejamento

Determinar os processos existentes:

- atividades;
- produtos;
- serviços.

Para cada processo deve-se determinar todos os aspectos ambientais relacionados considerado-se: **Solo, ar, água e outros aspectos.**

Para cada aspecto ambiental deve-se determinar o grau do impacto e sua relevância para a empresa.

Processo 1	Aspecto			Aspecto			Aspecto		
	I	R		I	R		I	R	
Emissão no ar									
Descarga água									
Ruído									
Odor									

Para fortalecer o planejamento devemos considerar alguns itens como:.

- Aspectos Ambientais;
- Obrigações legais e outros requisitos;
- Objetivos e Metas Ambientais.

## **Programa(s) de gestão ambiental**

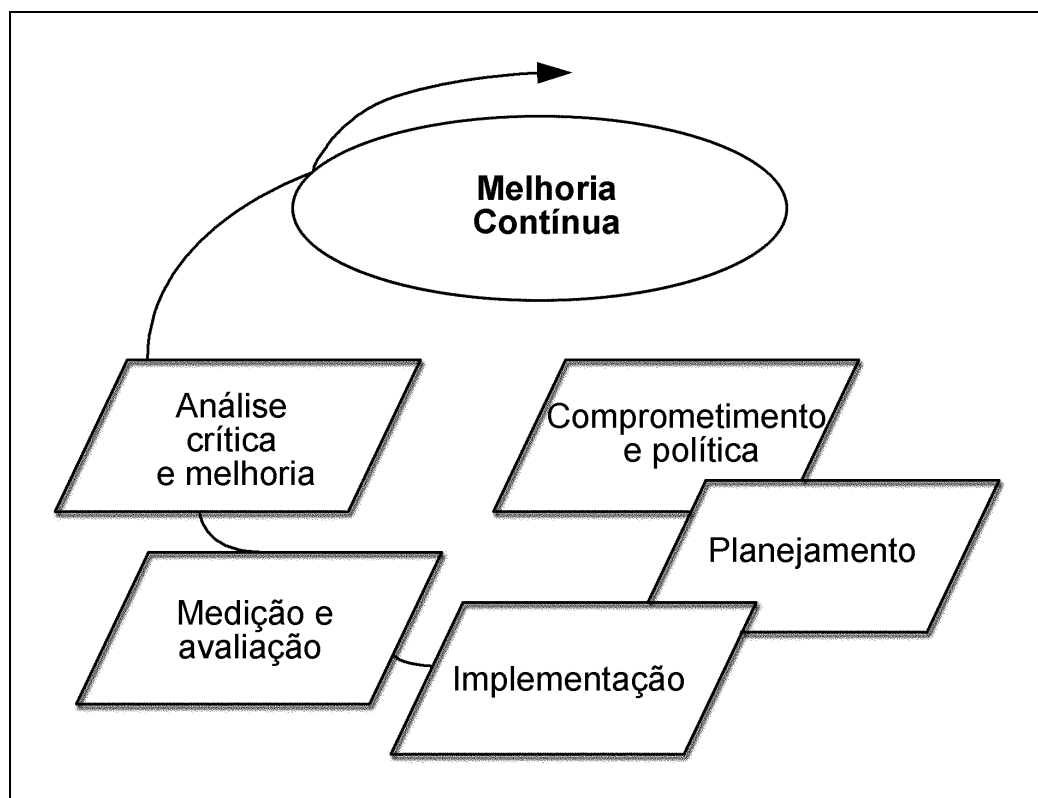
### **Política ambiental**

Quanto a política ambiental o que devemos considerar?

- Missão, visão, valores essenciais e crenças da organização;
- Requisitos das partes interessadas e comunicação entre elas;
- Melhoria contínua;
- Prevenção da poluição.
- Declaração organizacional sobre suas intenções e princípios com relação ao seu desempenho ambiental e que estabelece uma estrutura para ações e definições dos seus objetivos e metas ambientais

### **Indicadores ambientais**

- Quantidade de MP e energia utilizados;
- Resíduo produzido por produto acabado;
- % do material reciclado utilizada na embalagem;
- Quantidade de poluentes gerada no processo;
- Eficiência no uso de energia usada no processo.



ISO 14000 Ciclo PDCA

### Gerenciamento de resíduos

Em geral o resíduo sólido consiste em resíduos sólido municipal (incluindo resíduo doméstico perigoso) e resíduos sólidos industriais (incluindo resíduos especiais e perigosos).

O resíduo sólido municipal, comumente conhecido como lixo ou refugo, consiste de itens da vida diária, tais como materiais de embalagem, aparas de grama, roupas, garrafas, restos de comida, jornais, utensílios, tintas e baterias.

A caracterização do resíduo sólido municipal nos Estados Unidos pode ser encontrada na Franklin Associates (1998). O resíduo sólido industrial é gerado por um amplo espectro de indústrias, tais como fábricas e hospitais.

Para impedir ou desviar materiais da corrente de resíduos, pode ser aplicado o gerenciamento de resíduos mediante práticas, como redução na fonte, reutilização e reciclagem (Escritório de Resíduos Sólidos, 1999), conforme veremos a seguir.

### Tratamento do lixo



O Brasil produz cerca de 90 mil toneladas de lixo por dia, o que corresponde a 30 mil caminhões cheios de lixo. A grande quantidade de embalagens e produtos descartáveis agrava mais o problema.

Boa parte desse lixo é constituída de materiais que podem ser reciclados; outra parte é constituída de material orgânico que pode ser decomposto por microrganismos. No Brasil, quase todo o lixo é jogado em lixões. O quadro abaixo mostra os principais destinos do lixo no Brasil.

<b>Destinos</b>	<b>Em toneladas</b>	<b>Em caminhões</b>	<b>Porcentagem</b>
Lixões	79.200	26.400	88%
Aterros sanitários	9.000	3.000	10%
Usinas de tratamento	1.800	600	2

Vamos ver agora o que acontece com o lixo nesses lugares.

### **Lixões**

São aterros comuns, onde o lixo é depositado diariamente a céu aberto, o que provoca contaminação da água, do solo e do ar.

A decomposição do lixo produz um líquido negro, altamente poluente chamado “chorume”, que penetra no solo e atinge as águas subterrâneas, contaminando as minas e fontes.

A decomposição também provoca a proliferação de animais transmissores de inúmeras doenças, como ratos, baratas, moscas e mosquitos. O solo contaminado torna-se improdutivo, além de ser um desperdício a ocupação de grandes terrenos com lixo.

### **Aterros sanitários**

São áreas escolhidas com critério, geralmente terrenos não produtivos e que não estão localizados em áreas de preservação ambiental. O fundo do aterro deve ser preparado com camadas plastificadas resistentes, prevendo o escoamento do “chorume” e o seu tratamento. É uma obra de engenharia complexa, executada com todos os critérios técnicos, de acordo com a legislação antipoluição vigente.

Nos aterros sanitários, o lixo é disposto em camadas, cobertas com terra ou argila e compactadas por tratores de esteiras. Após algum tempo, esse lixo é parcialmente decomposto pelos microrganismos que se alimentam dele.

Os resíduos de lixo vão se acumulando, até lotar a capacidade do terreno. Em São Paulo existem, atualmente, cinco aterros sanitários. Um deles é só para entulho da construção civil. dos outro quatro, dois já estão esgotados.

### **Usinas de tratamento**

Nessas usinas, o lixo não é acumulado. Ao chegar, o lixo é espalhado em esteiras móveis, para que os materiais recicláveis possam ser separados, com vidros, papéis, metais, plásticos, etc., e vendidos às indústrias de reciclagem.

O lixo restante é colocado em grandes reatores chamados biodigestores. Por meio da ação dos microorganismos, o lixo se transforma em um composto orgânico que pode ser usado como adubo ou como componente de rações para animais. O lixo residual que porventura sobrar é levado para um aterro sanitário.

### **Incineração**

O lixo incinerado é proveniente de hospitais, clínicas veterinárias, materiais tóxicos etc. os gases contidos na fumaça do lixo queimado podem ser poluentes, se não forem corretamente tratados.

### **Redução**

Redução na fonte significa consumir e desperdiçar menos. Alguns exemplos de iniciativas de redução incluem não apenas a compra de produtos duráveis, compra de mercadorias que sejam, tanto quanto possível, livres de produtos tóxicos, mas também a reestruturação do projeto de um produto para que seja possível utilizar menos matéria-prima e dispor de uma vida mais longa.

A redução na fonte previne a geração de resíduos e é o método preferido de gerenciamento de resíduos.

### **Reutilização**

Reutilizar significa utilizar um produto mais de uma vez, quer para o mesmo objetivo, quer para um propósito diferente. Alguns exemplos de reutilização incluem:

- Artigos de restauração;
- Garrafas para reenchimento;
- Artigos de doação para grupos de caridade e da comunidade;
- Reutilização de caixas;
- Participação em programa de coleta e reutilização de tintas.

Devido ao fato de os itens não necessitarem de um reprocessamento antes que possam ser usados novamente, é preferível a reutilização à reciclagem.

## **Reciclagem**

A reciclagem processa materiais que, de outra forma, seriam transformadas em resíduos quando ainda se apresentam como recursos valiosos. Materiais recicláveis, tais como vidro, metal, plásticos e papel, são coletados, separados e então enviados para instalações que podem transformá-los em novos materiais ou produtos.

A compostagem é uma outra forma de reciclagem. Pelo processo de decomposição biológica controlada, ela transforma resíduos orgânicos, tais como restos de alimentos, em húmus, que é um material semelhante à terra e pode ser usado em hortas e jardins, paisagismo, além de oferecer muitas outras aplicações.

A reciclagem gera uma gama de benefícios sociais, financeiros e ambientais, tais como a conservação de recursos para o futuro, economia de energia, fortalecimento de matérias-primas valiosas para a indústria, redução da necessidade de novos aterros incineradores, estímulo ao desenvolvimento de tecnologias “verdes” e criação de empregos.

A fim de tornar a reciclagem economicamente viável, devem ser estabelecidos mercados para produtos e embalagens reciclados. Alguns exemplos de reciclagem serão apresentados a seguir.

## **Papel**

Inventado na China, por volta de 200 anos antes de Cristo, o papel chegou à Europa somente no século XI da nossa era.

O papel é fabricado, basicamente, a partir de uma pasta de celulose, obtida pelo cozimento da mistura de cavacos de madeira e água. Os dejetos desse processo de cozimento poluem a água e o ar. Para fabricar uma tonelada de papel virgem, são utilizadas 10 a 20 árvores adultas e 100 mil litros de água.

Quando o papel é reciclado, a quantidade de água empregada no processo diminui para 2 mil litros, e evita-se o corte de tantas árvores. A energia gasta é 71% menor do que para a produção de papel virgem, e o processo não é tão poluidor.

O processo de reciclagem é simples. O papel usado (jornais velhos, restos de produção de gráficas, aparas, papéis de embrulho, cadernos usados etc) vai para uma máquina semelhante a um grande liqüidificador. O papel é desfibrado, formando uma pasta. Essa pasta passa por uma máquina que retira as impurezas. Depois de limpa, a pasta é imersa em água e colocada em uma superfície plana, sobre uma tela, que dará forma ao papel. O excesso de água escoar e um sistema de rolos compressores dá consistência às folhas, que são postas para secar.

No Brasil, cerca de 30% do papel produzido vai para a reciclagem. O papel reciclado é utilizado, principalmente, na fabricação de caixas de papelão.

Atualmente, o Brasil importa milhares de toneladas de aparas por ano. Se o volume de papel reciclado fosse menor, o Brasil não precisaria comprar restos de papel para dar conta de sua produção.

### **Vidro**

O vidro foi criado há cerca de 4000 anos antes de Cristo. É feito de matérias-primas naturais, como areia, barrilha, feldspato, alumina etc. algumas dessas jazidas já estão se esgotando.

Na produção de vidro, são gastos 1.200kg de matéria-prima para cada 1.000kg de vidro. A extração desse material agride a natureza e o meio ambiente.

O vidro não é degradável, mas é 100% reciclável. Com 1.000kg de vidro triturado são produzidos praticamente 1.000kg de vidro novo.

Na reciclagem, o vidro passa por um processo de lavagem e são retirados objetos estranhos, como rótulos, anéis metálicos etc. depois, é separado pela cor e triturado. A seguir, entra no processo de fabricação normal: o vidro é fundido para a produção de novos objetos.

Alguns tipos de vidro, como os planos, usados em janelas e portas, necessitam de tratamento especial na reciclagem. Esses vidros podem ser reutilizados na fabricação de telhas e lâ de vidro, ou ainda, convertidos em pequenos grãos, que são misturados à tinta para pintura de asfalto.

Um objeto de vidro pode ser usado infinitamente desde que não se quebre. Por isso, as indústrias alimentícias e de refrigerantes reutilizam vidros, de pois de lavados e desinfetados. Uma tonelada de vidro reutilizado economiza cerca de 290kg de petróleo e 1.200 kg de matéria prima que seriam gastos em sua fundição.

## **Metal**

Os metais têm sido utilizados pelo homem desde a Idade do Ferro, na confecção de armas e ferramentas. A partir do final do século XIX, iniciou-se a fabricação de embalagens para conservar alimentos, feitas de ligas metálicas como folhas-de-flandres, aço e alumínio.

O aço é uma liga de ferro com teor de carbono que varia entre 0,06% e 1,7%. Ele é obtido do beneficiamento siderúrgico do ferro-gusa com adição de metais diversos para a produção de ligas especiais. Atualmente, no Brasil, são consumidas 650 mil toneladas de aço laminado, por ano, e 25% delas são destinadas à fabricação de latas para a indústria alimentícia.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de minério de ferro, e o sexto maior produtor de aço, mas essa produção não é suficiente para suprir nossas necessidades internas. Por isso, o Brasil gasta muito dinheiro com importação de sucata de ferro. E as reservas de minério de ferro do planeta podem suprir o consumo só por pouco mais de um século.

O alumínio é obtido da bauxita. São necessárias cinco toneladas de bauxita para se produzir uma tonelada de alumínio, e a extração da bauxita é extremamente agressora ao meio ambiente. Nos últimos anos, tem aumentado muito o emprego das embalagens de alumínio. São de alumínio as embalagens para pasta de dente, creme de barbear, refrigerante, cerveja e muitas outras.

O Brasil consegue reciclar 27% do aço produzido e 50% das latas de alumínio. A reciclagem é simples. A sucata é separada conforme o material predominante, lavada, prensada e fundida novamente. A reciclagem do aço possibilita 74% de economia de energia, e a do alumínio possibilita 95%. Uma latinha de alumínio reciclada poupa meia latinha de gasolina.

## **Plástico**

O plástico é um produto relativamente novo, pois foi desenvolvido no início deste século e popularizado. É elaborado a partir de derivados do petróleo. Além do fato de

que o petróleo é um recurso natural dificilmente renovável, calcula-se que certos tipos de plásticos podem levar mais de cinquenta anos para degradar.

Cada cidadão brasileiro joga no lixo, anualmente, uma média de 10 quilos de plástico. Só na cidade de São Paulo são reconhecidas 670 toneladas de plástico diariamente.

O plástico pode ser reciclado na própria indústria que o fabrica. As peças defeituosas ou nas aparas são trituradas, derretidas e novamente colocadas na linha de produção. Embalagens e outros plásticos usados também podem ser reciclados. Na reciclagem do plástico a economia de energia chega a 90%.

Para aumentar a produtividade na reciclagem, os plásticos são codificados com números de 1 a 7, de acordo com a resina de que foram feitos. Isso facilita a classificação na hora da reciclagem, pois plásticos feitos da mesma resina fornecem um produto final de melhor qualidade.

Veja no quadro a seguir alguns tipos de resina, seus usos principais e os produtos obtidos de sua reciclagem.

<b>Resina</b>	<b>Uso principal</b>	<b>Produtos de reciclagem</b>
Polietileno terftalato	Garrafas de refrigerante	Tapetes, penugem das bolas de tênis.
Polietileno de alta densidade	Garrafas de água, recipientes para detergentes	
Vinil ou polivinil	Recipientes para óleo, embalagem de alimentos, válvulas e juntas.	Esteiras de chão, canos e mangueiras.
Polietileno de baixa densidade	Embalagens de biscoitos e massas	Saquinhos de supermercado
Polipropileno	Recipientes de alimentos	Recipientes para tinta
Poliestireno	Copos descartáveis, utensílios domésticos, isolantes	Canos, latas de lixo

Alguns países reutilizam o plástico como combustível. Ele é queimado em grandes incineradores, gerando uma energia superior à do carvão. Porém, é necessário o uso de um sistema de filtros para diminuir a poluição do ar. A emissão desses gases na atmosfera deve seguir as normas de segurança e a legislação aplicada à poluição do ar.

## **Óleo**

Os óleos lubrificantes estão entre os pouco derivados de petróleo que não são totalmente consumidos durante o seu uso. Fabricantes de aditivos e formuladores de óleos lubrificantes vêm trabalhando no desenvolvimento de produtos com maior vida útil com isso, crescem as dificuldades no processo de regeneração após o uso.

A questão da reciclagem de óleos lubrificantes usados ganha cada vez mais espaço no contexto da conservação ambiental. Nos países desenvolvidos, a coleta de óleos usados é geralmente tratada como uma necessidade de proteção ambiental. Na França e na Itália, um imposto sobre os óleos lubrificantes custeia a coleta dos mesmos. Em outros países, esse suporte vem de impostos para tratamento de resíduos em geral. Nos Estados Unidos e Canadá, ao contrário do que ocorre no Brasil, normalmente é o gerador do óleo usado quem paga no coletor pela retirada do mesmo.

Quando os óleos lubrificantes usados estão contaminados, fora da faixa de viscosidade ou com outros pequenos problemas, o certo é enviá-los para um serviço de reaproveitamento do óleo básico e de todos os seus subprodutos.

Os óleos usados de base mineral não são biodegradáveis e podem ocasionar sérios problemas ambientais quando não adequadamente dispostos. O uso de produtos lubrificantes de origem vegetal biodegradáveis ainda se encontra em estágio pouco avançado de desenvolvimento para a maior parte das aplicações.

A poluição gerada pelo descarte de 1t/dia de óleo usado para o solo ou cursos d'água equivale ao esgoto doméstico de 40 mil habitantes. A queima indiscriminada do óleo lubrificante usado, sem tratamento prévio de desmetalização, gera emissões significativas de óxidos metálicos, além de outros gases tóxicos, como a dioxina e óxidos de enxofre.

A origem dos óleos lubrificantes usados é bastante diversificada e suas características podem apresentar grandes variações, e nesse ponto é interessante que se faça uma distinção entre os óleos usados de aplicações industriais e os de uso automotivo.

## **Óleos usados industriais**

Os óleos industriais possuem, em geral, um baixo nível de aditivação. Nas aplicações de maior consumo, como em turbinas, sistemas hidráulicos e engrenagens, os

períodos de troca são definidos por limites de degradação ou contaminação bem mais baixos do que no uso automotivo.

## **Pneus**

Segundo organizações internacionais, a produção de pneus novos está estimada em cerca de 2 milhões por dia em todo o mundo. Já o descarte de pneus velhos chega a atingir, anualmente, a marca de quase 800 milhões de unidades. Só no Brasil são produzidos cerca de 40 milhões de pneus por ano e quase metade dessa produção é descartada nesse período.

A reciclagem dos pneus é muito dispendiosa, pois devido a ser um material que foi vulcanizado. O processo de separação desses materiais constitui-se por em uma primeira fase de trituração em pedaços de uma granulometria elevada, posteriormente o material resultante da primeira fase do processo é triturado novamente, o que resultará em um material com um granulometria inferior, e assim sucessivamente até que se obtenha pó borracha.

Você viu como é simples diminuir o volume de lixo de uma cidade, tornando nosso ambiente mais saudável.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente apresenta as seguintes soluções para o problema de acúmulo de lixo.

- **Reduzir:** usar menos material, evitar desperdícios.
- **Reutilizar:** não jogar fora produtos usados, mas sim empregá-los de outras maneiras ou encaminhá-los para fábricas de reciclagem.
- **Reciclar:** reprocessar a matéria-prima dos produtos usados, para a fabricação de novos produtos.
- **Incinerar:** para aproveitar, pelo menos, parte da energia que foi gasta na confecção dos produtos
- **Dispor em aterros:** em último caso, acumular os resíduos em áreas especialmente preparadas, para evitar a contaminação do solo e de lençóis de água subterrânea.



## Controle de efluentes

Os esgotos domésticos e os efluentes industriais contêm micróbios, bactérias e outros elementos tóxicos. Quando lançados diretamente nos mares e nos rios, poluem a água, contaminando-a.

As pessoas, individualmente, também poluem a água, jogando lixo e outros detritos diretamente nas fontes e rios ou mesmo nas represas que reservam a água potável.

Os microrganismos que vivem na água. Quanto maior for a quantidade de matéria orgânica lançada na água, maior será o número de microrganismos que aí se desenvolverão. Esses microrganismos respiram, consumindo o oxigênio dissolvido na água. A água pobre em oxigênio dissolvido causa a morte, por asfixia, de peixes e outros animais aquáticos.

O que você acabou de ler explica por que nosso peixe morreu. Ele morreu porque viveu nos rios, represas ou lagos poluídos por esgotos domésticos ou industriais, ou ainda, pelo excesso de defensivos agrícolas usados nas plantações próximas ao rio onde ele morava.

No alto-mar, o peixe morreu por causa do vazamento de petróleo de um navio. O petróleo impediu que ele respirasse. No aquário, morreu pelo excesso de ração que alguém jogou, o que ocasionou um aumento dos microrganismos que vivem na água.

Mas, o que poderia ser feito para evitar isso? Não jogar lixo e outros detritos diretamente na água e não permitir que os efluentes domésticos e industriais sejam despejados nos rios ou no mar sem antes passarem por uma estação de tratamento. A água poluída precisa ser tratada. É sobre isso que vamos falar agora.

## Tratamento da água

Como a água não se multiplica, isto é, não nasce água, ela precisa ser tratada para poder ser reutilizada.

Há três tipos básicos de tratamento de água.

- **Tratamento das águas naturais** captadas e canalizadas de fontes e rios para o consumo nas cidades.
- **Tratamento de efluentes industriais**, isto é, resíduos líquidos, originados dos processos industriais.

- **Tratamento de efluentes domésticos** recolhidos dos esgotos e fossas sépticas.

### **Tratamento das águas naturais**

A água dissolve a maioria das substâncias, em particular as minerais. Não é de estranhar que um solvente tão eficaz quase sempre contenha impurezas.

Após a captação, a água é distribuída nas cidades, por uma rede de encanamentos, reservatórios, bombas, válvulas e caixas-d'água. Em todas as cidades são construídas uma ou mais estações de tratamento de água (ETA) que a purificam antes da distribuição e do consumo.

Uma ETA se compõe, basicamente, de:

- tanques de decantação, onde as impurezas sedimentam. Observação: Decantar é separar as impurezas sólidas de um líquido;
- uma unidade de filtração, com um ou mais filtros formados por camadas de pedregulho, diversos tipos de areia e carvão ativado;
- uma unidade de mistura e desinfecção;
- reservatórios, onde fica a água limpa, própria para consumo.

A água potável também deve ser purificada domesticamente. A purificação caseira da água pode ser feita:

- com filtro de vela ou filtro de ozônio;
- com a fervura da água;
- com a adição de substâncias químicas que não são caras nem nocivas, como solução de hipoclorito de sódio ou de permanganato de potássio.

### **Tratamento de efluentes industriais**

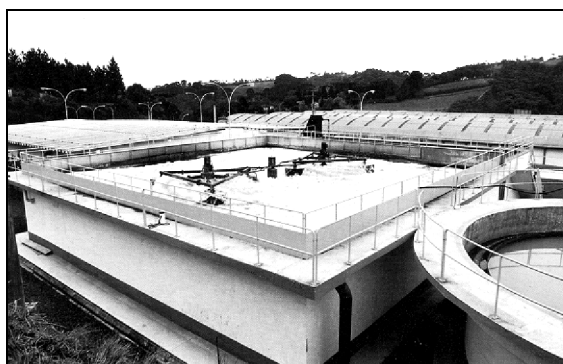
Os efluentes industriais são tratados em estações de tratamento de efluentes (ETE). Essas estações possuem unidades específicas para cada tipo de efluente a ser tratado.

Não há um sistema único, modelo, para o tratamento desses efluentes, uma vez que a construção de uma ETE depende da natureza do efluente. Porém, as seguintes operações básicas são praticadas na maioria das estações, com algumas variações:

- **Gradeamento e peneiramento:** os materiais sólidos, como pedaços de metal e outros resíduos, ficam retidos nas grades. As partículas que não foram retidas no

gradeamento ficam retidas nas peneiras. Esse material é então removido manual ou mecanicamente.

- **Desarenação:** nessa etapa, depois de algum tempo, é separado o restante dos resíduos sólidos. Os resíduos mais pesados vão para o fundo do tanque, formando uma espécie de lodo, e os mais leves flutuam na superfície. Os resíduos que ficaram no fundo são retirados e depositados em aterros sanitários.
- **Separação de óleos e graxas:** nesse tanque, após algum tempo, os óleos e graxas, por serem menos densos do que a água, sobem à superfície, formando uma camada chamada espuma.
- **Equalização:** nos tanques de equalização, a água é homogeneizada, isto é, movimentada por meio de agitadores eletromecânicos.



*tanque de equalização*



*tanque de decantação*

### **Tratamento de efluentes domésticos**

Os efluentes tratados devem ser objeto de análises microbiológicas químicas e físico-químicas em laboratório confiável, para verificar a eficiência do tratamento e se foram obedecidas as normas nacionais e locais de despejo de efluentes.

O lodo retido em cada processo de tratamento deve ser desidratado e seco em filtros-prensa, filtros de banda contínua, filtros a vácuo ou em leitos de secagem ao ar livre. Esse lodo forma um resíduo que, de acordo com sua composição e origem, pode ser utilizado como fertilizante (resíduos de esgotos domésticos), colocado em aterros controlados, ser incinerado ou, ainda, ser utilizado em processos de reciclagem e incorporado a outros materiais.

### **Fontes e controle de poluentes**

O lançamento indevido de resíduos sólidos, líquidos e gasosos de diferentes fontes ocasiona modificações nas características do solo, da água e do ar, podendo poluir ou

contaminar o meio ambiente. A poluição ocorre quando esses resíduos modificam o aspecto estético, a composição ou a forma do meio físico, enquanto o meio é considerado contaminado quando existir a mínima ameaça à saúde de homens, plantas e animais. No Quadro 1 são relacionadas as fontes de geração dos resíduos e os possíveis locais de poluição / contaminação do meio ambiente.

*Poluição/contaminação ambiental mais freqüente por tipo de resíduo*

Geração de resíduo	Poluição/contaminação		
	Solo	Água	Ar
Industrial	X	X	x
Doméstico	X	X	
Veículos			x
Irrigação e Plantio	X	X	

A grande diversidade das atividades industriais ocasiona durante o processo produtivo, a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, os quais podem poluir/contaminar o solo, a água e o ar, sendo preciso observar que nem todas as indústrias geram resíduos com poder impactante nesses três ambientes.

Em um primeiro momento, é possível imaginar serem simples os procedimentos e atividades de controle de cada tipo de resíduo na indústria. Todavia, as diferentes composições físicas, químicas e biológicas, as variações de volumes gerados em relação ao tempo de duração do processo produtivo, a potencialidade de toxicidade e os diversos pontos de geração na mesma unidade de processamento recomendam que os resíduos sejam caracterizados, quantificados e tratados e/ou acondicionados, adequadamente, antes da disposição final no meio ambiente.

### **Resíduos industriais gasosos**

Esses resíduos industriais são gases ou partículas que alteram a composição do ar atmosférico, podendo danificar materiais e ocasionar prejuízos para a saúde de homens, animais e plantas.

Os efeitos da presença de poluentes na forma de gases ou de partículas no ar atmosférico variam muito, quer em qualidade, quer em quantidade. Em geral, esses efeitos se classificam em estéticos, irritantes e tóxicos, sendo que um poluente atmosférico quase nunca produz apenas um desses inconvenientes. Um mesmo gás pode ter efeito irritante e tóxico, assim como um material particulado pode exercer efeitos.

### **Resíduos industriais sólidos**

Os resíduos sólidos são originados das atividades dos diversos ramos da indústria, tais como metalúrgica, química, petroquímica, papelreira, alimentícia etc, sendo bastante variados, podendo ser representados por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, borrachas, metais, escórias, vidros e cerâmicas, dentre outros.

Tais resíduos são classificados com base na sua periculosidade e solubilidade. De acordo com a Norma Brasileira — NBR 10004, os Resíduos Classe I são perigosos, tendo periculosidade por inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade; os Resíduos Classe II são não-inertes, podendo ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água; e os Resíduos Classe III são inertes, não representando maiores problemas para a saúde pública ou riscos para o meio ambiente.

Durante o processamento industrial podem ser gerados Resíduos Sólidos Perigosos, Não-Inertes ou Inertes, o que recomenda atenção nos setores operacional e de meio ambiente da indústria, a fim de evitar a mistura desses resíduos durante as atividades de acondicionamento, coleta, tratamento e destino final.

Atualmente, algumas indústrias brasileiras estão realizando programas internos para reciclagem dos seus resíduos sólidos, pois a segregação do material, ainda na fonte geradora, diminui o volume total de resíduos, reduz os gastos operacionais e, em alguns casos, pode gerar uma nova receita para indústria. Entre os principais tipos de reciclagem estão as de material orgânico, para fabricação de compostos e fertilizantes; a de papel, cartões, cartolinas e papelões, para fabricação de papel reciclado; a de plásticos, cacos de vidro e metais, para uso na própria indústria ou fabricação de produtos recicláveis, como embalagens.

### **Resíduos industriais líquidos**

De acordo com a Norma Brasileira — NBR 9800/1987, efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanações de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico.

Por muito tempo não existiu a preocupação de caracterizar a geração de efluentes líquidos industriais e de avaliar seus impactos no meio ambiente. No entanto, a legislação vigente e a conscientização ambiental fazem com que algumas indústrias

desenvolvam atividades para quantificar a vazão e determinar a composição dos resíduos líquidos industriais. A vazão dos efluentes líquidos industriais é relacionada com o tempo de funcionamento de cada linha de produção e com as características do processo, da matéria-prima e dos equipamentos, podendo ser constante ou bastante variada.

### **Prevenção da poluição ao meio ambiente**

A prevenção da poluição é definida como redução na fonte, prevenindo ou reduzindo a geração de resíduos onde ele se origina: na fonte. Isso é melhor que removê-lo após terem sido gerados.

A prevenção da poluição ou redução na fonte significa qualquer prática que:

- a. Reduza a quantidade de qualquer substância perigosa, poluente ou contaminante que entre em qualquer corrente de resíduos, o que seja liberada para o meio ambiente antes da reciclagem, tratamento ou disposição;
- b. Reduza os perigos à saúde pública e ao meio ambiente associados à liberação de tais substâncias, poluentes ou contaminantes;
- c. Conserve os recursos naturais pela redução ou eliminação de poluentes com o aumento da eficiência no uso das matérias-primas, energia, água e solo.

Nos Estados Unidos, o Ato de Prevenção da Poluição (*Pollution Prevention Act*) de 1990 estabeleceu uma política nacional que dizia:

- A poluição deve ser prevenida ou reduzida na fonte sempre que exeqüível;
- A poluição que não puder ser prevenida deve ser reciclada de uma maneira ambientalmente segura sempre que exeqüível;
- A poluição que não puder ser prevenida ou reciclada deve ser tratada de uma maneira ambientalmente segura sempre que exeqüível;
- A disposição ou outra forma liberação de poluentes para o meio ambiente deverá ocorrer apenas como último recurso e conduzida de uma maneira ambientalmente segura.

Portanto, é estabelecida uma hierarquia de gestão ambiental que inclui prevenção, reciclagem, tratamento e disposição ou liberação. A abordagem da prevenção para redução da poluição busca eliminar a poluição na fonte por meio da reformulação ou reprojeto de produtos, modificação de processos ou procedimentos, modificação ou reprojeto de equipamentos, substituição de matérias-primas e melhoria no

*housekeeping*, manutenção, treinamento ou controle de inventário. Assim, uma nova mentalidade ambiental proativa estará consolidada.

### **Exemplos de práticas de prevenção da poluição**

A inovação desempenha uma função central na prevenção da poluição. Alguns exemplos são resumidamente descritos:

- a. A instalação da Dow Chemical na Califórnia usa gás clorídrico com soda cáustica para fabricar uma série de produtos químicos. Em 1987, a Dow Chemical modificou seu processo de produção. O uso de soda cáustica foi reduzido, diminuindo os resíduos corrosivos em cerca de 6000 toneladas por ano e os resíduos de ácido clorídrico em cerca de 80 toneladas por ano.
- b. Para atingir a meta de redução de emissão de solventes em 90%, a 3M desenvolveu uma forma de eliminar completamente o seu uso mediante o revestimento de produtos com soluções mais seguras, à base de água. Tal procedimento contribuiu para a redução do tempo para comercializar seu produto à base de água, já que o processo de aprovação de revestimento à base de solventes foi eliminado.
- c. Para reduzir o custo da disposição de resíduos, a Du Pont instalou equipamentos de monitoramento de alta qualidade, que reduziram material de sucata associada com partidas da produção.
- d. protocolo de Montreal exigiu que a indústria eletrônica eliminasse os clorofluorcarbonos (CFCs) destruidores do ozônio. Os CFCs são usados como agentes de limpeza para remover resíduos associados com a fabricação de cartões de circuito impresso. A Raytheon desenvolveu um agente de limpeza alternativo que pode ser reutilizado em um sistema de circuito fechado. Tecnologias de soldagem sem limpeza também foram desenvolvidas.
- e. A fim de facilitar a reciclagem dos produtos, a Hitachi reprojeteu seus produtos para reduzir o tempo de desmontagem. O número de peças em uma máquina de lavar foi reduzido em 16%.

Muitas companhias dispõem de programas de prevenção de poluição. Por exemplo, o programa *Pollution Prevention Pays* (3P) da 3M iniciou-se em 1975. De 1975 a 1996 o programa 3P da 3M evitou a geração de 246.000 toneladas de poluentes atmosféricos, 31.000 toneladas de poluentes da água, 494.000 toneladas de resíduos sólidos / lodo e 3,7 bilhões de galões de efluentes, e economizou U\$810 milhões.

## **Abordagens de sistemas para as interações entre indústria e meio ambientes**

Uma série de abordagens de sistemas para estudar as interações indústria - meio ambiente foi desenvolvida. Três metodologias: ecologia industrial, projeto para o meio ambiente e avaliação do ciclo de vida.

### **Ecologia industrial**

A ecologia industrial surge da percepção de que a atividade econômica está provocando modificações inaceitáveis nos sistemas básicos de suporte ambiental. Ela estuda todas as interações entre os sistemas industriais e o meio ambiente natural. O ciclo completo dos materiais industriais, da matéria prima ao material processado, ao componente, ao produto, ao produto obsoleto e à disposição final é considerado pela ecologia industrial como um sistema de otimização. Fatores considerados para a otimização incluem recursos, energia e capital.

Os impactos ambientais humanos são evidentes em uma variedade de perturbações:

- Aumento da difusão global de produtos tóxicos orgânicos e inorgânicos;
- Perda de solo arável;
- Perda e degradação das fontes de água doce;
- Aumento de acidez da precipitação pluvial;
- Depleção do ozônio;
- Mudança forçada do clima global;
- Perda da biodiversidade.

As influências fundamentais sobre o sistema global podem ser entendidas considerando a equação mestre.

### **Legislação ambiental na manutenção**

De acordo com presidente do comitê da ISO que trata de sistema de gestão ambiental, Oswald Dobbs, a ISO 14001 é uma aproximação sistêmica para o gerenciamento ambiental e não um documento baseado em desempenho. A principal meta desta norma é estabelecer a estrutura e a consistência de um SGA que possa conduzir os procedimentos da organização à proteção ambiental, levando em consideração o impacto ambiental da empresa.



A ISO 14001 e a ISO 14004 formam a base para as organizações implementarem, manterem e aperfeiçoarem um sistema de gestão ambiental. Elas diferem nos seguintes aspectos:

- A ISO 14004 dá orientação geral para o gerenciamento interno de um SGA dentro de uma organização.
- A ISO 14001 é a base para a especificação de sistemas de gestão ambiental que deve ser satisfeita por uma organização que busca autodeclaração de conformidade, bem como as que buscam registro e certificação dos seus sistemas de gestão ambiental. Ela consiste somente de requisitos que podem ser objetivamente auditados com fins de certificação e/ou autodeclaração.

A orientação geral da ISO 14004 está inserida na discussão deste capítulo, embora o foco seja a ISO 14001, mas há alguns aspectos específicos da ISO 14004 que são úteis. Por esse motivo, vamos iniciar nossas discussões por esta última, para depois seguir adiante com a ISO 14001.

A ISO 14004 está projetada para auxiliar uma organização a implementar ou aperfeiçoar um SGA.

Suas bases de implementação e projeto em uma organização estão descritas a seguir:

- a. Colocar a gestão ambiental como principal prioridade da corporação;
- b. Comunicar-se com as partes interessadas internas e externas;
- c. Determinar os requisitos legais e regulatórios da organização relacionados com o meio ambiente.
- d. Estabelecer comprometimento com a gestão ambiental;
- e. Instituir obrigações e responsabilidades;
- f. Considerar os impactos ambientais de todas as fases do ciclo de vida do produto;
- g. Estabelecer as metas ambientais da organização e disponibilizar os meios para atingi-las;
- h. Fornecer os recursos necessários, inclusive treinamento;
- i. Rever o SGA com o objetivo de melhoria;
- j. Incentivar fornecedores e empreiteiros a adotarem uma abordagem do SGA.

Além disso, a norma ISO 14004 contém:

- a. Informação acerca dos princípios de gestão ambiental aceitos e como tais princípios podem ser integrados ao projeto e desenvolvimento de um SGA.
- b. Exemplos práticos das questões que uma organização terá que assegurar que estejam referenciados no projeto de um SGA.

- c. Seções que oferecem ajuda prática na orientação das várias fases de planejamento, desenvolvimento, implementação e manutenção de um SGA. A ISO 14004 não foi planejada para ser usada para fins de certificação. Pelo contrário é um **documento orientador**.

Apesar de não direcionada pela ISO 14404, uma boa revisão das questões gerais e as implicações da implementação de um SGA podem ser obtidas da experiência da *Nortel* com o registro de nove dos seus sites, ou da experiência da empresa gráfica *Printech International*.

Os proponentes da ISO 14001 vêem na sua implementação várias características benéficas:

- a. Fornece um meio sistemático para as empresas procurarem alcançar objetivos ambientais específicos e incentiva ações dirigidas para a implementação de programas, prática e tecnologia que podem contribuir para a melhoria ambiental.
- b. Focaliza a integração do monitoramento e da manutenção de registros para todos os aspectos das atividades de uma organização relacionadas ao meio ambiente. A integração também requer a harmonização da conformidade legislativa e reguladora com outros programas, tal como o programa Responsible Care © da indústria química canadense.
- c. Incentiva a mudança das soluções de fim-de-tubo para prevenção da poluição.
- d. Pode ser estabelecida dentro da estrutura de sistemas de gerenciamento existentes em uma empresa, como, por exemplo, da ISO 9000.

Assim, a norma é aplicável a qualquer organização que deseje implementar, manter e aperfeiçoar um SGA; assegurar-se de sua conformidade com a política ambiental estabelecida; demonstrar tal conformidade a terceiros; obter registro/certificação de seu SGA através de uma organização externa; e fazer uma autodeterminação e autodeclaração de conformidade com a norma. Todos os requisitos na norma são planejados para serem incorporados em um SGA.

### **Conteúdo da norma NBR ISO 14001**

1. Objetivo e campo de aplicação
2. Referências normativas
3. Definições
4. Requisitos dos sistemas de gestão ambiental
  - 4.1 Requisitos gerais
  - 4.2 Política ambiental
  - 4.3 Planejamento
    - 4.3.1 Aspectos ambientais
    - 4.3.2 Requisitos legais e outros requisitos
    - 4.3.3 Objetivos e metas
    - 4.3.4 Programa (s) de gestão ambiental
  - 4.4 Implementação e operação
    - 4.4.1 Estrutura e responsabilidade
    - 4.4.2 Treinamento, conscientização e competência
    - 4.4.3 Comunicação
    - 4.4.4 Documentação do sistema de gestão ambiental
    - 4.4.5 Controle de documentos
    - 4.4.6 Controle operacional
    - 4.4.7 Preparação e atendimento a emergências
  - 4.5 Verificação e ação corretiva
    - 4.5.1 Monitoramento e medição
    - 4.5.2 Não-conformidade e ações corretivas e preventiva
    - 4.5.3 Registros
    - 4.5.4 Auditoria do sistema de gestão ambiental
  - 4.6 Análise crítica pela administração

### **Anexos**

- a. Diretrizes para uso da especificação;
- b. Correspondências pela NBR ISO 14001 e NBR ISO 9001;
- c. Bibliografia.

### **Condições gerais**

A ISO 14001 é aplicável em diversas condições e circunstâncias, tais como:

- Em empresas de qualquer porte;
- Em qualquer tipo de organização: comercial, industrial, sem fins lucrativos, governamental;

- Em qualquer definição de escala dentro da organização: a totalidade das operações internacionais, uma divisão particular dentro da companhia, uma unidade de negócios específica, um local particular, culturais e sociais (ISO 1996);
- Em todos os meios, tais como água, solo, resíduos sólidos, incentivando as organizações a terem uma abordagem ampla, ao invés de específica para um único meio.

A ISO 14001 aplica-se a larga faixa de organizações. No entanto, sua relevância é de particular interesse para pequenas e médias empresas (PMEs). A certa altura, foi proposta uma norma distinta (ISO 14002) para fornecer orientações sobre a ISO 14001 para PMEs, mas esta iniciativa não progrediu.

Um estudo interessante avaliando a implementação da ISO 14001 em PMEs foi conduzido pela agência ambiental mexicana *El Secretaria de Medio Ambient, Recursos Naturales y Pesca* (SEMARNAP) por intermédio do Banco Mundial. O relatório do Banco Mundial (1998) oferece uma visão introspectiva sobre a eficácia do SGA em pequenas empresas.

A ISO 14001 também se aplica a outras organizações que não apenas indústrias. Por exemplo, algumas das questões específicas para um município que adote a norma ISO 14001 podem ser encontradas em um artigo que descreve a experiência de Hamilton-Ewntworth, Ontário.

A ISO 14001 não inclui obrigações específicas quanto ao desempenho ambiental, exceto o compromisso de atender aos requisitos legais existentes e a melhoria contínua. Em sentido prático, não interessa, em termos de atendimento à norma ISO 14001, quanto de poluente é gerado, contanto que a organização saiba que isso está ocorrendo.

A ISO 14001 complementa, ao invés de substituir, a conformidade legal. O resultado é que duas empresas com desempenhos ambientais bem diferentes podem atender aos requisitos da ISO 14001. A ISO 14001, isoladamente, não garante o melhor desempenho ambiental.

Uma empresa pode falhar no atendimento às suas obrigações regulatórias e estar envolvida em conflito e litígio acerca do seu desempenho ambiental, mas, ainda assim, pode estar em conflito e litígio acerca do seu desempenho ambiental, mas, ainda assim, pode estar em conformidade com os requisitos da ISO 14001, desde que a

administração tenha no local um mecanismo que chame a atenção para as deficiências regulatórias mediante revisão pela administração ou outros processos.

O sistema de gestão ambiental deve **incentivar** o uso da melhor tecnologia disponível, onde for apropriado e economicamente viável, e não está vinculada a qualquer implicação relacionada com o desempenho ambiental. O anexo A da Norma ISO 14001 declara que uma organização pode levar em consideração o uso das melhores tecnologias disponíveis, quando economicamente viável, rentável e julgado apropriado.

A ISO 14001 se aplica somente àqueles aspectos ambientais que a organização pode controlar e sobre os quais se espera que tenha influência. Alguns autores, com Bell, por exemplo, sugeriram que a falha para incluir quaisquer requisitos de desempenho na ISO 14001 deveu-se à suscetibilidade dos países em desenvolvimento a padrões inferiores para regulamentação ambiental.

### **Conteúdo da ISO 14001**

O conteúdo da norma ISS 14001 está descrito conforme o quadro abaixo.

#### **O processo ISO 14001**

Ao iniciar o processo da ISO 14001, o melhor ponto de partida é o mesmo que o de qualquer SGA: comece por aqueles elementos que garantam benefícios óbvios para a organização - assegurando conformidade regulatória, promovendo a melhoria da eficiência energética ou de materiais, ou reduzindo custos de disposição de resíduos.

A seguir, estabeleça os programas, processos e procedimentos, e induza as mudanças tecnológicas que possam melhorar o desempenho ambiental. Finalmente, integre todas as considerações ambientais em todas as decisões.

As quatro questões referenciadas pela ISO 14001 que requerem ação são:

- Política ambiental associada
- Planejamento
- Implementação e operação
- Revisão e melhoria

### **Política ambiental associada**

A organização define sua **política ambiental** e assegura o comprometimento com ela. Os detalhes do conteúdo e o desenvolvimento das políticas ambientais vão ser discutidos mais adiante, no capítulo 4.

### **Planejamento**

Desenvolve-se um **plano** para o preenchimento de sua política ambiental. A organização revê tanto os aspectos ambientais significativos das atividades, produtos e serviços da organização, quando os requisitos legais e outros. Baseada nesses parâmetros, a organização estabelece objetivos e metas e assegura as ferramentas apropriadas estejam alocadas para alcançá-los. Este assunto será abordado no capítulo 5.

### **Implementação e operação**

O plano é colocada em ação através do desenvolvimento de um sistema de gestão ambiental. A organização define as responsabilidades e funções de todos os envolvidos e estabelece procedimentos de treinamento e procedimentos para comunicação interna e externa. O sistema de gestão ambiental deve envolver documentação apropriada e controle de documentos, controle operacional adequado, e referir-se a questões relacionadas com a preparação e resposta à emergência. No capítulo 6 trataremos da implementação e operação do SGA.

### **Revisão e melhoria**

São necessários procedimentos para rever e melhorar continuamente os sistemas de gestão ambiental. O desempenho real é comparado com os objetivos e metas por meio de auditorias que possam levar a uma certificação formal da organização. As deficiências são tratadas com o objetivo de assegurar a melhoria contínua no desempenho ambiental. Esses assuntos serão objetivos de discussão dos capítulos 7 a 10.

O que é necessário para se ter sucesso na implementação da ISO 14001? Num estudo envolvendo 18 organizações, repercutindo, até certo ponto, na própria norma, Diamond (1996) encontrou os pontos-chave:

- Certifique-se do comprometimento da alta administração no início do processo.
- Tenha um entendimento completo da norma ISO 14001.
- Realize uma auto-avaliação completa.
- Envolver muitos níveis funcionais e hierárquicos no processo de planejamento.
- Inicialmente, estabeleça um pequeno número de objetivos ambientais factíveis.

- Baseia-se em práticas comerciais existentes.

### **Além da ISO 14001**

Também é conveniente considerar que os requisitos para conformidade baseada no desempenho, além daqueles pela ISO 14001, podem ser impostos.

Este seria o caso, particularmente em:

- Indústria que adotaram normas específicas, como o *Responsible Care* © e a norma CIQC 0014 da indústria de computadores, que requer a conformidade do fornecedor;
- Grandes empresas que adotaram outras formas de normas voluntárias, tais como os **Princípios CERES**;
- Mercados em área tais como a Europa com as **cláusulas** do EMAS.

Uma empresa comprometida com um conjunto de princípios ambientais mais rígidos não limitaria suas exigências para com os fornecedores somente às que estão indicadas na ISO 14001 pode vir, também, dos órgãos regulamentadores. Por exemplo, o Estado de Michigan introduziu um programa voluntário, Clean Corporate Citizen, que, embora seja baseado na ISO 14001, requer um programa eficaz de prevenção da poluição, conformidade com a regulamentação e um processo público de revisão. Os participantes recebem benefícios da regulamentação tal como num processo de licenciamento mais rápido.

Semelhantemente, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos editou uma declaração sobre o SGA, estabelecendo que a EPA incentiva o emprego de SGAs que enfoquem a melhoria do desempenho e da conformidade ambiental assim como a redução na fonte (prevenção da poluição) e desempenho do sistema (Federal Register 1998). A ISO 14001 enfoca somente o último ponto: o desempenho do sistema.





# Referências

FARIA, J.G. de Aguiar. **Administração da Manutenção**. São Paulo: Edgard Blücher, 1994. 111p.

KARDEC, Alan; CARVALHO, Claudio. **Gestão Estratégica e Terceirização**. Rio de Janeiro: ABRAMAM, 2002. 104p. (Manutenção; 1).

KARDEC, Alan; LOUBERT, Flores; EDUARDO, Seixas. **Gestão Estratégica e Indicadores de Desempenho**. Rio de Janeiro: ABRAMAM, 2002. 120p. (Manutenção; 6).

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio; BARONI, Tarcísio. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**. Rio de Janeiro, 2002. 160p. (Manutenção; 2).

KARDEC, Alan; ZEM, Milton. **Gestão Estratégica e Fator Humano**. Rio de Janeiro: ABRAMAM, 2002. 116p. (Manutenção; 5).

KARDEC, Alan; LAFRAIA, João Ricardo. **Gestão Estratégica e Confiabilidade**. Rio de Janeiro: ABRAMAM, 2002. 112p. (Manutenção; 4).

KARDEC, Alan; RIBEIRO, Haroldo. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro: ABRAMAM, 2002. 136p. (Manutenção; 7).

KARDEC, Alan; ARCURI, Rogério; CABRAL, Nelson. **Gestão Estratégica e Avaliação do Desempenho**. Rio de Janeiro: ABRAMAM, 2002. 136p. (Manutenção; 3).

**MANUTENÇÃO**. Rio de Janeiro: ABRAMAM, 2004- .

MIRSHAWKA, Victor. **Manutenção Preditiva**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991. 318p.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de Manutenção Preditiva. Vol. 1.** São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 501p.

NEPOMUCENO, L.X. **Técnicas de Manutenção Preditiva. Vol. 2.** São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 501p.

**Nova manutenção y qualidade.** Rio de Janeiro: Novo Pólo, 2004- .

REVISTA M&T – **Manutenção & tecnologia.** São Paulo: SOBRATEMA, 2004- .

## **Administração da manutenção**

## Administração da manutenção

© SENAI-SP, 2006

Trabalho elaborado pelas CFPs 5.03, 5.68 e 6.02 e editorado por Meios Educacionais da Gerência de Educação da Diretoria Técnica do SENAI-SP para o Curso Técnico de Manutenção Eletromecânica.

Coordenação técnica	Airton Almeida de Moraes (GED)
Elaboração	Fernando Rigolon (5.68) Milton Antônio Scarpelin (5.03) Vitório Moreira Yugulis (6.02)
Coordenação editorial	Gilvan Lima da Silva (GED)

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
Departamento Regional de São Paulo  
Av. Paulista, 1.313 - Cerqueira César  
São Paulo - SP  
CEP 01311-923

Telefone (0XX11) 3146-7000  
Telefax (0XX11) 3146-7230  
SENAI on-line 0800-55-1000

E-mail [senai@sp.senai.br](mailto:senai@sp.senai.br)  
Home page <http://www.sp.senai.br>

# Sumário

Controle da manutenção	01
• Introdução	01
• Controle manual	02
• Controle semi-automatizado	02
• Controle automatizado	03
• Controle por microcomputador	04
• Principais focos de controle	04
• Recomendações para planejamento	06
• Introdução	08
• Subdivisões da manutenção	09
• Escalas de prioridades	10
• Planejamento	11
• Programação	12
• Custos	12
• Conceito de homens-hora	14
• Backlog	15
• Possibilidade de controle	16
• Curvas de custo	19
• Codificação	20
• Código de prioridades	20
• Código da natureza do serviço	21
• Código das causas de intervenções	22
Logística da manutenção	23
• Arranjo físico	23
• Quando se estuda Leiaute	24
• Tipos Leiaute	26
• Imóvel: o fixo posicional	27
• Móvel: Linear, funcional e célula de manufatura	28
• Leiaute em célula de manufatura	28

• Administração de materiais	30
• Classificação ABC	30
• Sobressalentes	33
• Processo de compra	35
Gestão da manutenção	39
• Introdução aos métodos de manutenção	39
• Tipos de manutenção	40
• Conceito de manutenção preditiva	42
• Conceito moderno de manutenção	46
• Manutenção estratégica	48
• TPM ( <i>Total Productive Maintenance</i> )	49
• Polivalência e multiespecialização	52
• Modelos administrativos	53
• Administração centralizada	53
• Administração descentralizada	54
• Administração mista	55
• Indicadores de manutenção	56
• Terceirização	58
• Planejamento	60
• Planejamento da manutenção	66
• Controle e revisão do orçamento da manutenção	69
• Como conduzir o treinamento dos operadores	70
Avaliação de desempenho	73
• Avaliação de desempenho de times autogerenciados	73
• Definição dos indicadores	75
• Avaliar resultados da manutenção	78
• Rendimento dos equipamentos	78
• Aplicativos gerenciadores da manutenção	80
Gestão de qualidade	83
• Princípios da qualidade total	83
• Comportamento x mudança	85
• Qualidade	87
• Visão sistêmica	92
• Relação empresa sindicato	94
• Fatores de implantação de qualidade	95
• Programa 5S	96
• Sistema ISO 9000 na manutenção	97
Ferramentas para solução de problemas	99

• F.M.E.A.	99
• A divisão básica do F.M.E.A.	100
• Passos do F.M.E.A.	101
• MASP	110
• Análise de falhas	111
Gestão ambiental	117
• Sistemas de gestão ambiental nas indústrias	117
• Princípios para a gestão ambiental na indústria e negócios em geral	117
• Cronologia parcial do desenvolvimento da norma ISO	119
• Norma ISO 14000	120
• Implementação ISO 14000	120
• Programa(s) de gestão ambiental	121
• Gerenciamento de resíduos	122
• Reciclagem	125
• Controle de efluentes	131
• Fontes e controle de poluentes	133
• Prevenção da poluição ao meio ambiente	136
• Abordagens de sistemas para as interações entre indústria e meio ambiente	138
• Legislação ambiental na manutenção	138
• Conteúdo da ISO 14001	143
• Além da ISO 14001	145
Referências	147

