



Centro de Formação Profissional – CFP/GD

# MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

PEDRO LEOPOLDO

2004

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

IEL

Sistema FIEMG

██████████  
██████████  
██████████

**Presidente da FIEMG**

Robson Braga de Andrade

██████████  
██████████

**Gestor do SENAI**

Petrônio Machado Zica

**Diretor Regional do SENAI e  
Superintendente de Conhecimento e Tecnologia**

Alexandre Magno Leão dos Santos

**Gerente de Educação e Tecnologia**

Edmar Fernando de Alcântara

**Elaboração**

Equipe Técnica do SENAI

**Unidade Operacional**

CFP GERSON DIAS

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

IEL



## SUMÁRIO

1. A Evolução da Manutenção.....	4
2. Gestão estratégica da manutenção.....	5
3. Sistema de Manutenção.....	7
3.1. Montando um sistema de Manutenção.....	7
3.2. Tipos de Manutenção.....	8
4. Administração da manutenção.....	10
5. Planejamento e Programação da Manutenção (PCM).....	14
5.1. Conceitos que devem orientar um planejamento de manutenção	14
5.2. Os Objetivos Gerais do Planejamento da Manutenção:.....	16
5.3. Formas de entradas de serviços na manutenção, composição de um plano mestre de manutenção e de uma ordem de serviço.....	17
5.4. O Conceito do back log para busca da eficiência da manutenção :	23
5.5. Exemplos de índices que medem custos e a confiabilidade.....	24
5.6 Elementos da programação de atividades.....	25
5.7 Etapas na formulação de um planejamento de curto médio e longo prazos:.....	28
6 Ferramentas e métodos para melhorias na confiabilidade.....	30
6.1 – AVALIANDO A CONFIABILIDADE DE UM SISTEMA.....	30
6.2 FMEA (ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DE FALHAS).....	32
6.3 - FTA – ARVORE DE ANÁLISE DE FALHA.....	40
6.4- MASP – MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	43
7 Qualidade total na manutenção.....	45
8 A Filosofia TPM.....	50
9 Custos de Manutenção Industrial.....	54
10 Terceirização na Manutenção.....	58
11 Softwares de Manutenção.....	61
12 Prática do conteúdo do curso de manutenção.....	63

---

FIEMG

---

CIEMG

---

SESI

---

**SENAI**

---

IEL

# 1. A EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

As atividades de manutenção vêm sofrendo um processo evolutivo caracterizados por estágios bem definidos em diferentes momentos, não havendo portanto uma regra geral muito rígida. Em alguns países os primeiros marcos das atividades de manutenção iniciaram na década de 40 com os respectivos processos de industrialização. Podemos dividir a manutenção em algumas etapas evolutivas, até chegarmos ao estágio atual como se segue:

**Operação até a falha** : O Equipamento é posto em operação não tendo sobre ele nenhum acompanhamento com o objetivo de manter suas condições operacionais que preserve ou aumente a sua vida útil. É o quebra conserta. Este modelo de manutenção durou como estratégia única até o final da década de 1940 e as ocorrências de falhas nos equipamentos ficavam sujeitos a impactar o processo produtivo. Neste período, o grau de mecanização não era alto e as quebras então não causavam impactos relevantes. Da mesma maneira, o grau de complexidade dos equipamentos eram menores, não demandando serviços sistemáticos e de rotina tais como lubrificação e limpezas.

**Manutenção baseada períodos** : O Equipamento sofre trocas de seus componentes em intervalos de tempos independente da sua condição, eliminando previamente as possibilidades de falha que o equipamento poderia apresentar, minimizando assim os impactos no processo produtivo. Este modelo teve início na década de 1950, após a Segunda guerra mundial, quando se verifica um processo de mecanização mais intensa das maquinarias industriais.

**Manutenção Planejada**: A partir da década 1960 inicia-se uma estratégia de manutenção com base em planejamento de atividades com visão mais voltada para prevenção de falhas através da elaboração de planos sistemáticos de manutenção a partir da tomada de consciência das perdas devido as falhas de manutenção e como as máquinas vão ficando mais complexas, o seu custo de aquisição e vida útil passam a ter muita importância, face ao custo do capital investido. Nesta época os custos de manutenção começaram a crescer e a se destacar dentre os custos de operação, provocando a necessidade de se medir tais custos acompanhando-os freqüentemente na tentativa de mantê-los sob controle. Dá-se início então ao planejamento e programação de manutenção.

**Manutenção baseada em condição**: Ou manutenção preditiva, inicia-se na década de 1980 sendo uma estratégia de manutenção baseada em técnicas de monitoramento das condições dos equipamentos, visando detectar sinais de falha iminente. Desta forma é possível acompanhar os estágios de desgastes nas máquinas, aumentando o grau de previsibilidade do momento de ocorrências indesejáveis, antecipando ações antes da falha. Permite eliminar também as trocas desnecessárias como acontece no caso da manutenção baseada em períodos, vista anteriormente. Este tipo de manutenção corretamente empregado permitiu a redução dos pesados custos ligados a troca sistemática, gerando um melhor aproveitamento das partes e componentes dos equipamentos.

**Manutenção Proativa**: Forma sofisticada de manutenção baseada também no acompanhamento das condições das máquinas, na qual o controle do equipamento é determinada por múltiplas medidas interpretadas por sistemas inteligentes, computadores, instrumentos de medição freqüentemente acoplados aos equipamentos. Neste tipo de manutenção existe um objetivo claro de prolongar a vida útil do

equipamento, através da avaliação dos seus componentes, minimizando a necessidade de fazer manutenção, através da engenharia de manutenção e da aplicação de várias tecnologias. Nos últimos anos, cada vez mais agrega-se aos aspectos tradicionais de manutenção, os aspectos relativos a segurança e meio ambiente, como fatores críticos de sucessos, onde os complexos parques industriais devem ser gerenciando com alta confiabilidade.

## **2. GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO**

Estamos cada vez mais inseridos em processos de busca de eficiência, onde nenhum setor, pôr mais simples que seja, está fora do ciclo da competitividade. Neste ciclo basicamente encontra-se a seguinte lógica: Clientes exigem cada vez mais com melhor qualidade e rapidez na entrega, com preços mais acessíveis de aquisição. Os acionistas pôr sua vez, para apostar em um negócio, exigem para isto, um retorno do investimento compatível com o grau de risco envolvido, exigindo geração de valor em cada empreendimento. A comunidade exige pôr sua vez melhores práticas de convivência, onde o respeito pelo meio ambiente e a responsabilidade social esteja inserida fortemente na visão das empresas. É neste contexto de confiabilidade operacional que a manutenção se inseri para garantir a condição para que as empresas entreguem seus produtos com a qualidade requerida, no tempo exigido, com boas práticas de saúde, segurança e meio ambiente. Os clientes cada vez mais querem operar no modelo JUST IN TIME, ou seja sem estoques em suas plantas e isto passa a exigir altíssima confiabilidade, com demanda de efetividade direta na gestão da manutenção. A gestão da manutenção deve cumprir todos estes desafios sem perder a visão dos seus custos direto e indiretos, pois deles dependem muito o resultado operacional da empresa. Com este cenário colocado, é razoável deduzir que a manutenção passa a ter cada vez mais uma função estratégica no contexto empresarial, como alavanca na competitividade dos negócios em que está inserida. Uma boa estratégia de manutenção deve conter os seguintes pontos importantes:

- 1) Contexto operacional do negócio em que está inserida, considerando fortemente os desejos do cliente final da empresa, os requisitos das instalações em confiabilidade para atender a este mercado.
- 2) Visão de curto, médio e longo prazos para as práticas de manutenção
- 3) Práticas de Saúde, Segurança e Meio Ambiente adequadas de forma a assegurar o desenvolvimento sustentado das práticas operacionais.
- 4) Identificação seletiva nas instalações, determinando qual a importância de cada equipamento do ponto de vista operacional ( Impacto na produção) e as práticas de saúde segurança e meio ambiente.
- 5) Definição do tipo de manutenção aplicada em cada equipamento e sua respectiva confiabilidade requerida:
  - A) Preventiva/preditiva
  - B) Preventiva/sistemática
  - C) Corretiva

Constitui parte fundamental desta estratégia, a construção dos planos mestres de manutenção que a partir das definições acima, constituem-se nas listas das ordens de serviços específicas (OS's) para cada máquina. Para a formatação das ordens de serviços e seus procedimentos de execução, deve-se levar em consideração os seguintes fatores como fontes de informações para obtenção de pleno êxito na elaboração dos planos de manutenção:

---

**FIEMG**

---

**CIEMG**

---

**SESI**

---

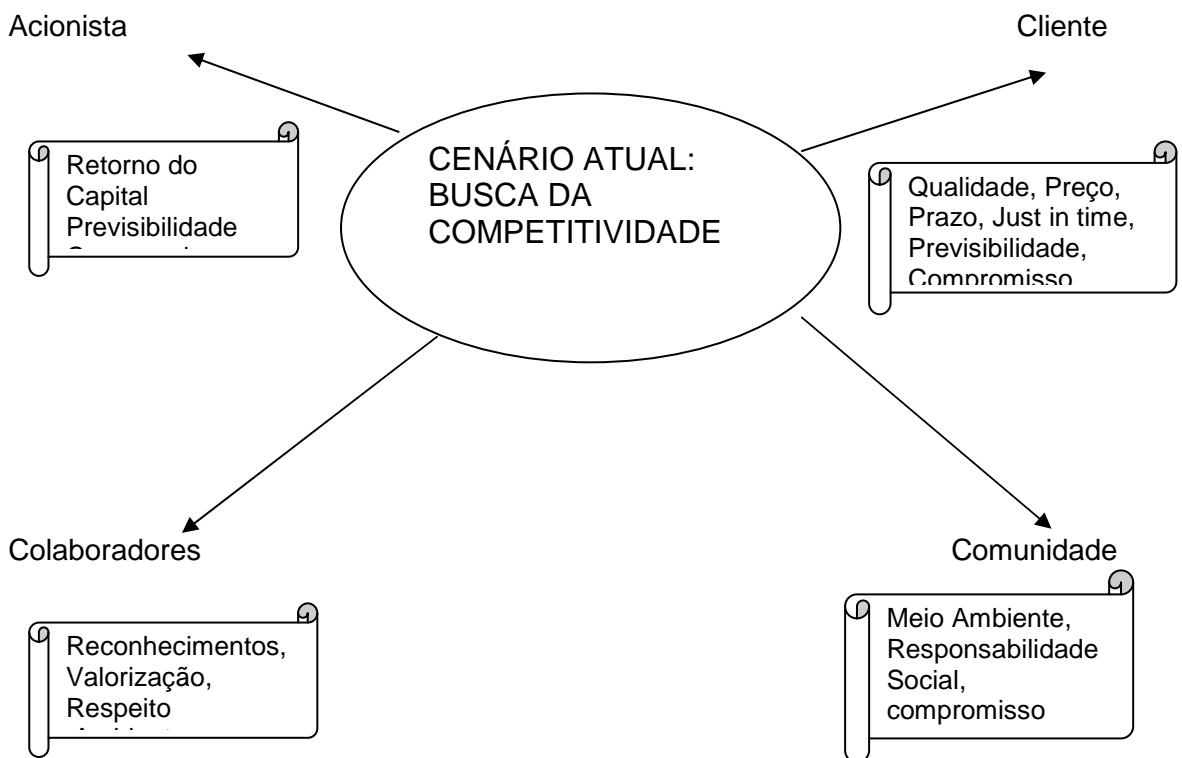
**SENAI**

---

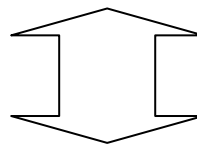
**IEL**

- 1) Requisitos técnicos previstos nos manuais das máquinas, fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos
- 2) Experiência técnica dos profissionais da própria empresa adquirida ao longo de anos de convivência com os tipos de equipamentos
- 3) Histórico de máquinas existentes, similares às máquinas as quais se esta pretendendo montar um plano mestre de manutenção.

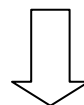
Reunidos todos estes requisitos, é possível iniciar um gerenciamento estratégico, girando o ciclo dos processos do sistema de manutenção, que se constitui de PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO, EXECUÇÃO E GERENCIA DE DESEMPENHO, sendo este ultimo, os índices de controle para avaliação dos resultados de confiabilidade e custos, validando a qualidade da estratégia implantada e considerando as metas estabelecidas para as instalações.



**Confiabilidade , Custos**



**Manutenção como função estratégica**



**Sistemas de Manutenção que geram alta confiabilidade**

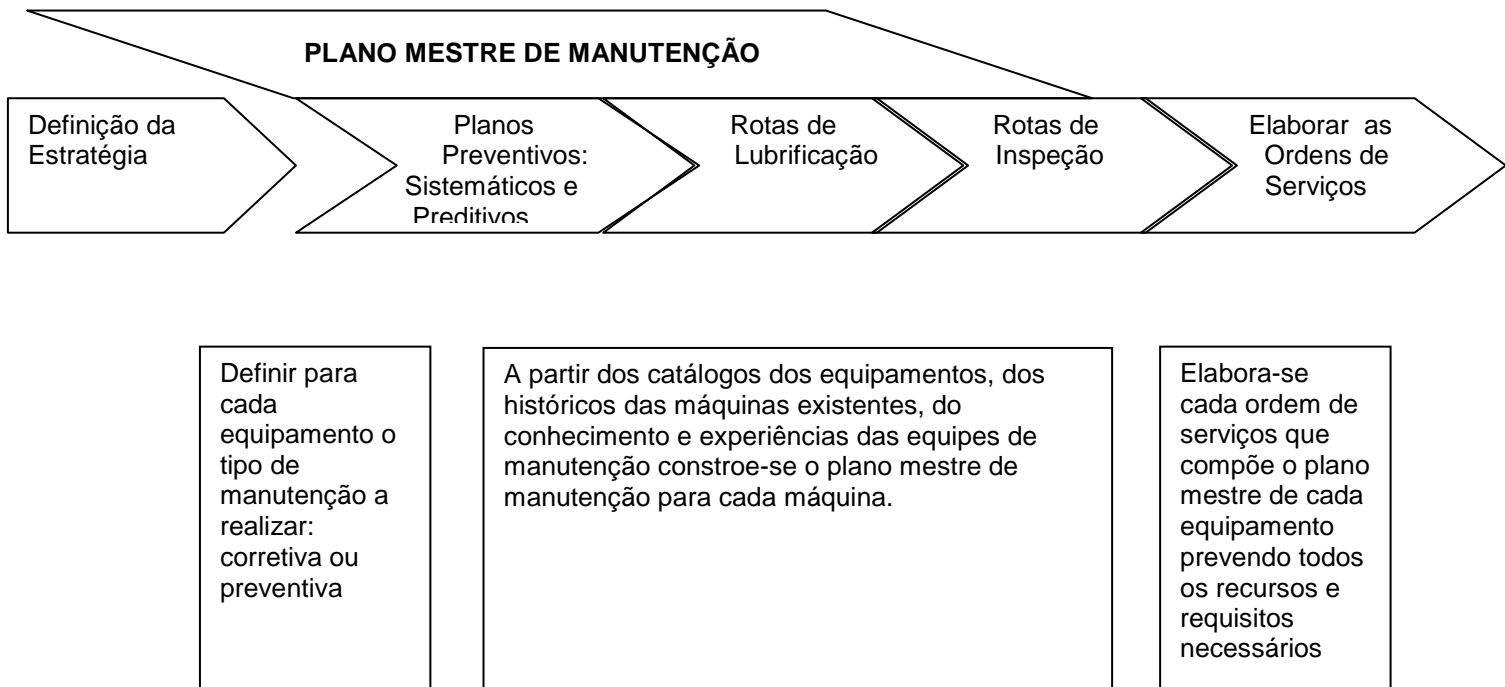
A Melhor Estratégia

- Atrelada a visão do negócio considerando fortemente os clientes
- Planejamento de curto, médio e longo prazos
- Busca do melhor custo
- Práticas de classe mundial
- Geração de valor através de Know How

### 3. SISTEMA DE MANUTENÇÃO

#### 3.1. Montando um sistema de Manutenção

Um sistema de manutenção para uma planta ou uma unidade industrial específica compreende toda a formulação de estratégias para cada item de manutenção e os respectivos planos mestres contendo as ordens de serviços necessárias para a garantia da performance desejada na formulação da estratégia. As etapas de construção de um sistema de manutenção podem ser colocadas da seguinte maneira:

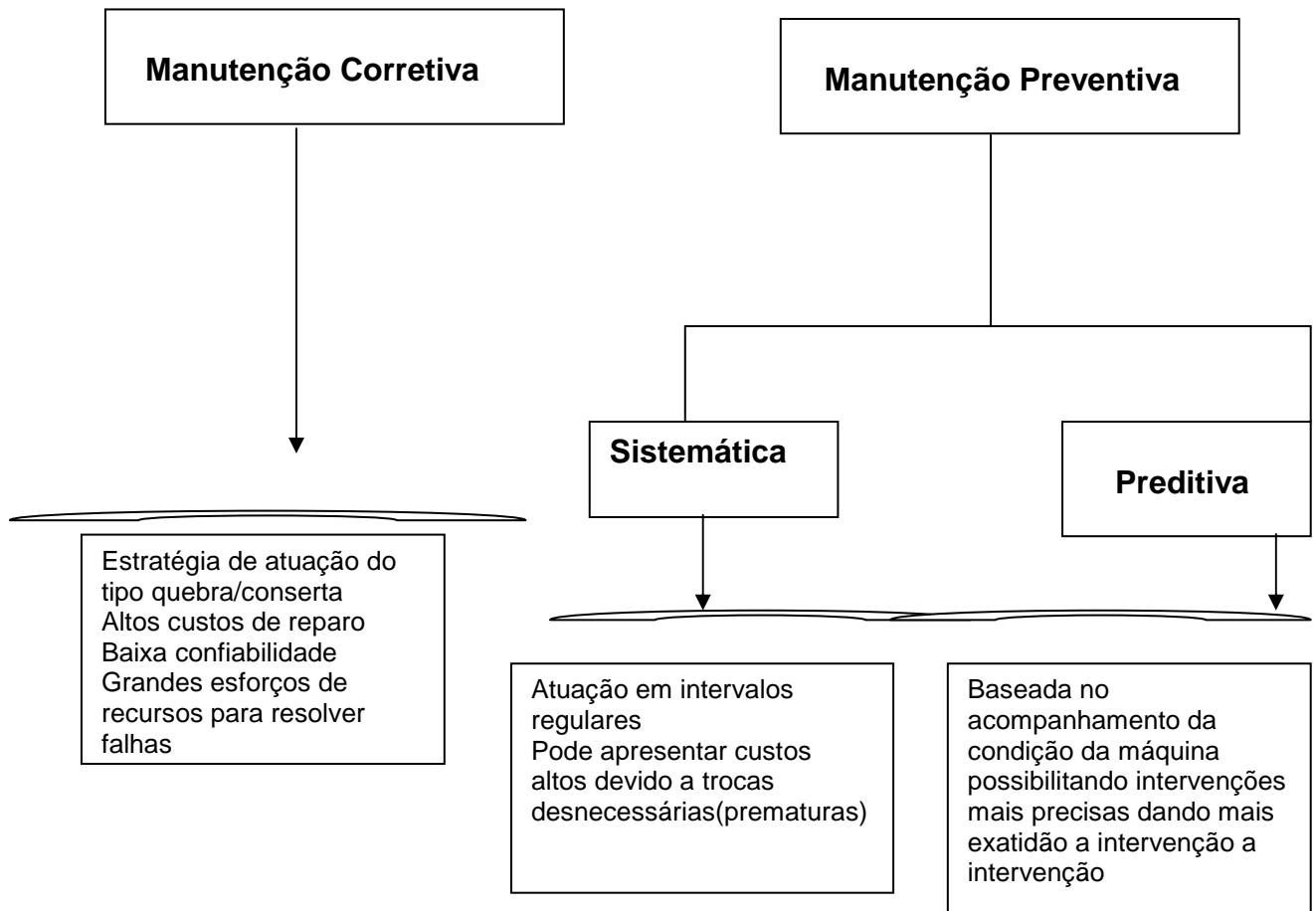


Conceituando, o Plano Mestre de manutenção é o conjunto de ordens de serviços necessários para cada equipamento para cumprir seu programa de manutenção, onde deve ser definido, as atividades a serem desenvolvidas, a carga de horas homens previstas, a frequência com que a atividade deve ser executada.

### 3.2. Tipos de Manutenção

Como foi abordado na unidade 1, a manutenção passou ao longo do tempo por evoluções sucessivas, buscando resultados melhores de desempenho. Esta evolução foi dividindo de forma conceitual a manutenção, refletindo nas estratégias formuladas nos equipamentos, constituindo os sistemas de manutenções estabelecidos para cada planta industrial.

Desta forma podemos apresentar a divisão tradicional que a manutenção pode ser apresentada classificando conforme o quadro abaixo:



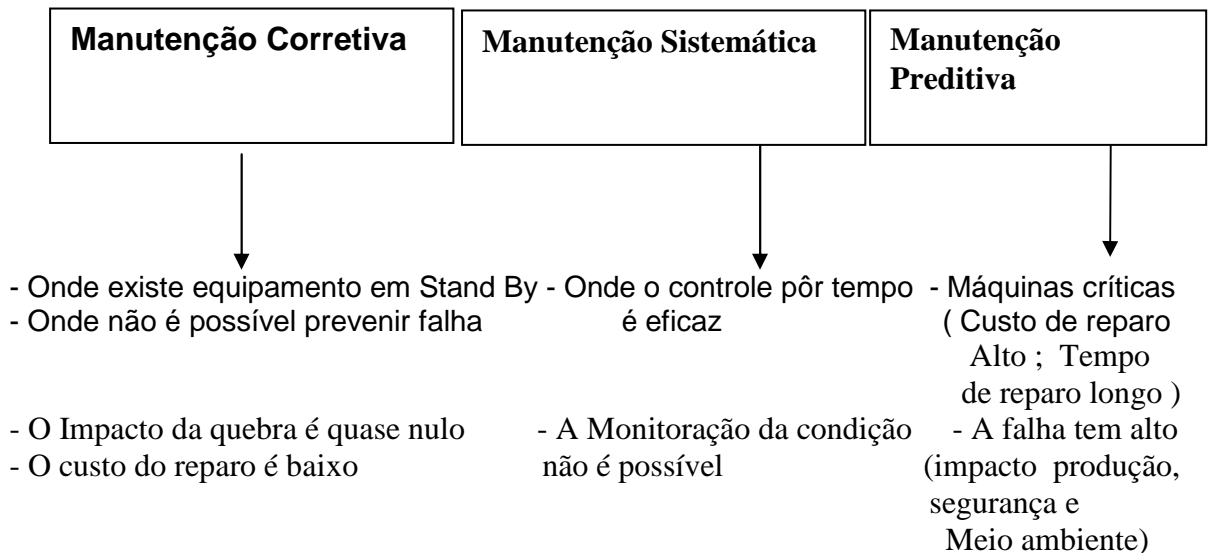


Quando construímos uma estratégia para um sistema de manutenção, temos a nosso dispor as três possibilidades a serem escolhidos de tal forma a melhor atender as nossas condições de performance em custo , qualidade , segurança e meio ambiente. No momento da escolha devemos fazer os seguintes questionamentos:

- 1) Que requisitos de confiabilidade as instalações requerem?
- 2) Qual é o melhor tipo de manutenção para cada equipamento?
- 3) Como definir esta estratégia ao melhor custo ?
- 4) Que critérios estabelecer para cada caso?

Abaixo , temos a caracterização para cada aplicação para compor um sistema de manutenção e em seguida um exemplo comparativo de custos entre estratégias a serem adotadas:

## APLICAÇÕES



## PARALELO ENTRE MANUTENÇÃO DO CORPO HUMANO E DAS MÁQUINAS

Estratégia de Manutenção	Técnica Requerida	Custo por HP ao ano*	Paralelo com o corpo Humano*
Manutenção Proativa	Monitoração para prolongar vida útil Eng de Manutenção	US\$ 0,10	Monitoração do nível de colesterol, pressão sanguínea, controle da dieta
Manutenção Preditiva	Monitoração das condições através de técnicas preditivas	US\$ 8,00	Deteção das doenças cardiovasculares por meio de ECG, ultrassom, tomografia, cateterismo
Manutenção Preventiva	Substituição periódica de componentes	US\$ 13,00	Cirurgia de implante de marcapasso, válvulas, pontes ou transplante
Manutenção Corretiva(de Crise)	Um elevado orçamento de manutenção	US\$ 18,00	Sincope, infarto, ataque, parada cardíaca ou morte

\*Exemplo para industria de geração de energia (Canadá)

## 4. ADMINISTRAÇÃO DA MANUTENÇÃO

A Manutenção Industrial tem sido vista cada vez mais nas industrias de ponta ou nos grandes conglomerados industriais como estratégica e um pilar fundamental para a competitividade das organizações. Na cadeia produtiva é fator de confiabilidade e de melhorias na produtividade, cumprindo sua função de confiabilidade, mantendo as condições ideais dos equipamentos, modernizando e/ou otimizando as instalações industriais. Assim a gestão da manutenção passa-se a ser foco de

---

 FIEMG

---

 CIEMG

---

 SESI

---

**SENAI**


---

 IEL

destaques nas empresas, refletindo nas estruturas hierárquicas, onde há uma variação enorme na forma da manutenção se inserir. De qualquer maneira, cada vez mais a hierarquia fica menos importante e a manutenção deve ser flexível e veloz o bastante para atender as exigências a que está submetida. Para uma administração eficaz, velocidade e flexibilidade são palavras chaves, para uma gestão focada em resultados. A manutenção deve refletir na maneira de sua gestão a visão dos resultados finais do negócio em que está inserida, não sendo um fim em si mesma, ou seja suas prioridades são as prioridades do negócio para o qual ela trabalha.

Como administrar com este foco?

O primeiro ponto que deve ser enfatizado é a gestão do principal ativo de qualquer empresa ou área de trabalho, que são as pessoas que formam o time da manutenção e que produzem os resultados auferidos pela empresa. Estas equipes devem estar alinhadas com a visão e os conceitos colocados acima e deverão ser os grandes praticantes no dia a dia, de uma filosofia moderna de manutenção. Então todo o processo de desenvolvimento das pessoas, desde da correta seleção passando pelo consistente programa de treinamento e desenvolvimento, gerando oportunidades de carreiras crescimento profissional e a geração de um clima de trabalho harmônico, devem ser o primeiro foco de um gerente de manutenção. Equipe motivada, bem treinada, valorizada e conhecedora de sua missão, geram resultados de alto desempenho.

O segundo aspecto é desenvolver um modelo de gestão, compreendendo o processo de planejar, programar, executar e controlar o desempenho, onde esteja claro e seja do conhecimento de todos a forma como o desempenho será medido e avaliado. Uma estrutura de relacionamento flexível e fácil, sem barreiras administrativas, dará sustentação a um moderno modelo de gestão com alto desempenho e assertividade. Abaixo apresenta-se como exemplo um conjunto de índices de desempenho em árvore, que serve para administrar uma área de manutenção. A medida do nível e da profundidade de controle fica pôr conta do gestor, que deve ter o necessário bom senso para eleger índices que reflitam de maneira consistente e simples a forma de controlar o desempenho para melhor administrar sua manutenção. No exemplo dado abaixo, temos índices tais como: o nível treinamento e desenvolvimento da equipe, os custos de manutenção, o nível de atividades programadas e a confiabilidade traduzida na disponibilidade e no número de paradas. Na realidade a gestão do desempenho no caso da manutenção é formado basicamente um ciclo que pode ser virtuoso ou vicioso. No primeiro caso temos um ciclo em que cada pilar gera um resultado positivo crescente que se fecha de tal forma que existe uma influencia em cadeia, gerando uma melhoria crescente nos demais índices e assim pôr diante. Ou seja uma manutenção que possua forte pilar de planejamento e programação, gera boas condições para se fazer a intervenção com qualidade, que pôr sua vez garantirá menor nível de intervenções não programadas, que pôr sua vez reduzirá ocorrência de horas extras e pôr sua vez liberará mais a equipe para fazer melhor planejamento e programação reforçando novamente o ciclo. O contrário deste circulo, o vicioso, exigirá estruturas grandes, para atender grandes manutenções não planejadas, aumentando dos custos em todos os sentidos.

---

*FIEMG*

---

*CIEMG*

---

*SESI*

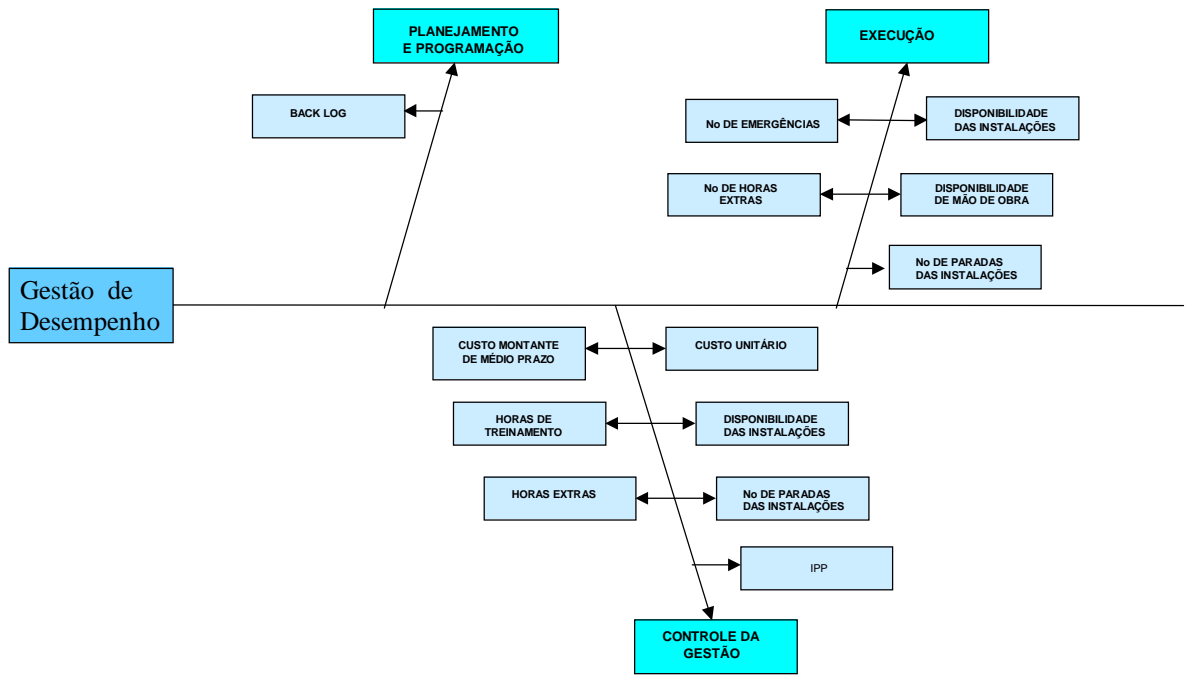
---

**SENAI**

---

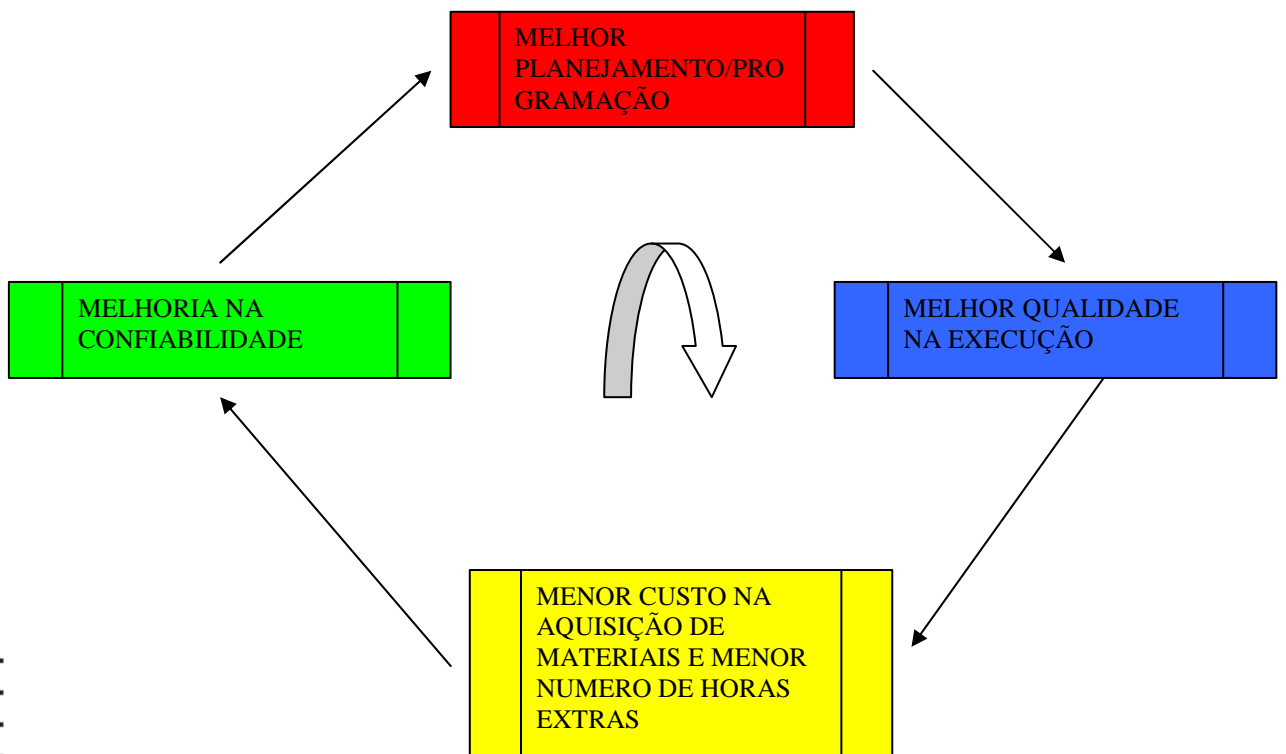
*IEL*

---

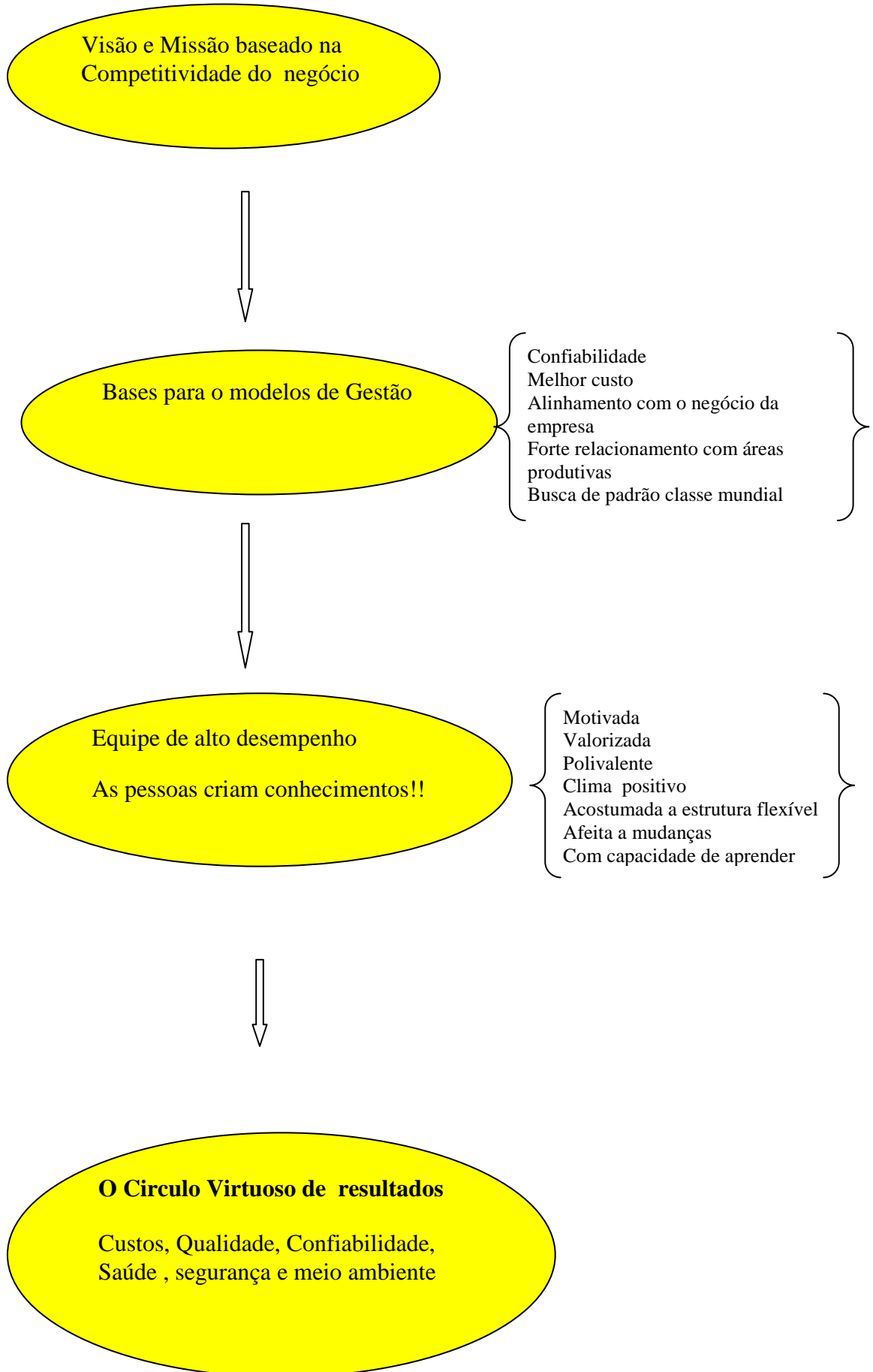


Deve-se ter em mente que os índices são consequência de uma boa política de manutenção e a base para obtenção de resultados consistentes é possuir uma equipe motivada e uma direção clara em termos de estratégia geral para busca de resultados duradouros.

### O CICLO VIRTUOSO DA MANUTENÇÃO



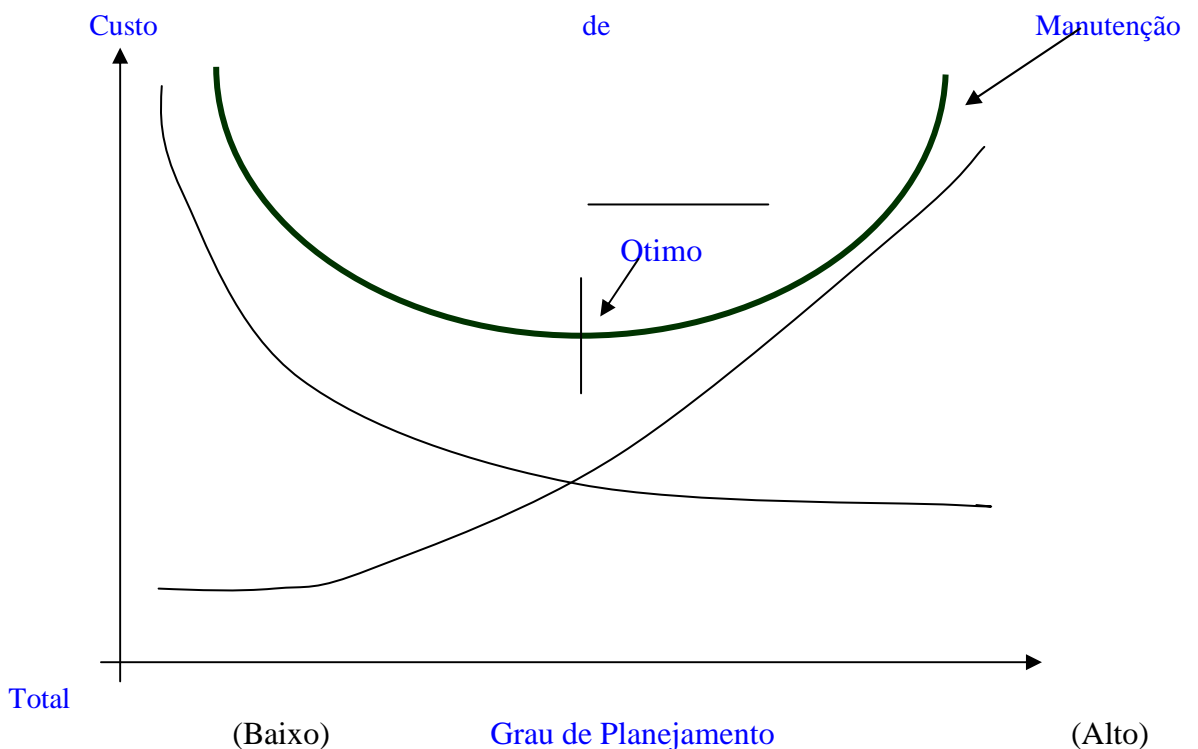
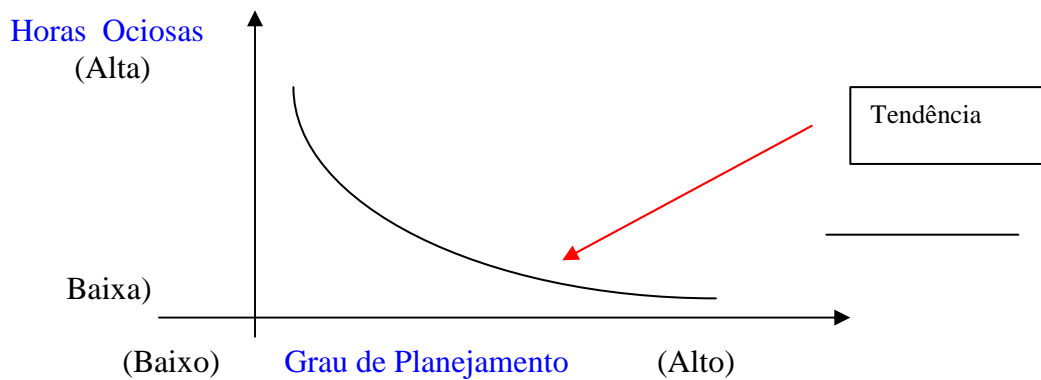
## Como desenvolver uma moderna administração da manutenção ?



## 5. PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO (PCM)

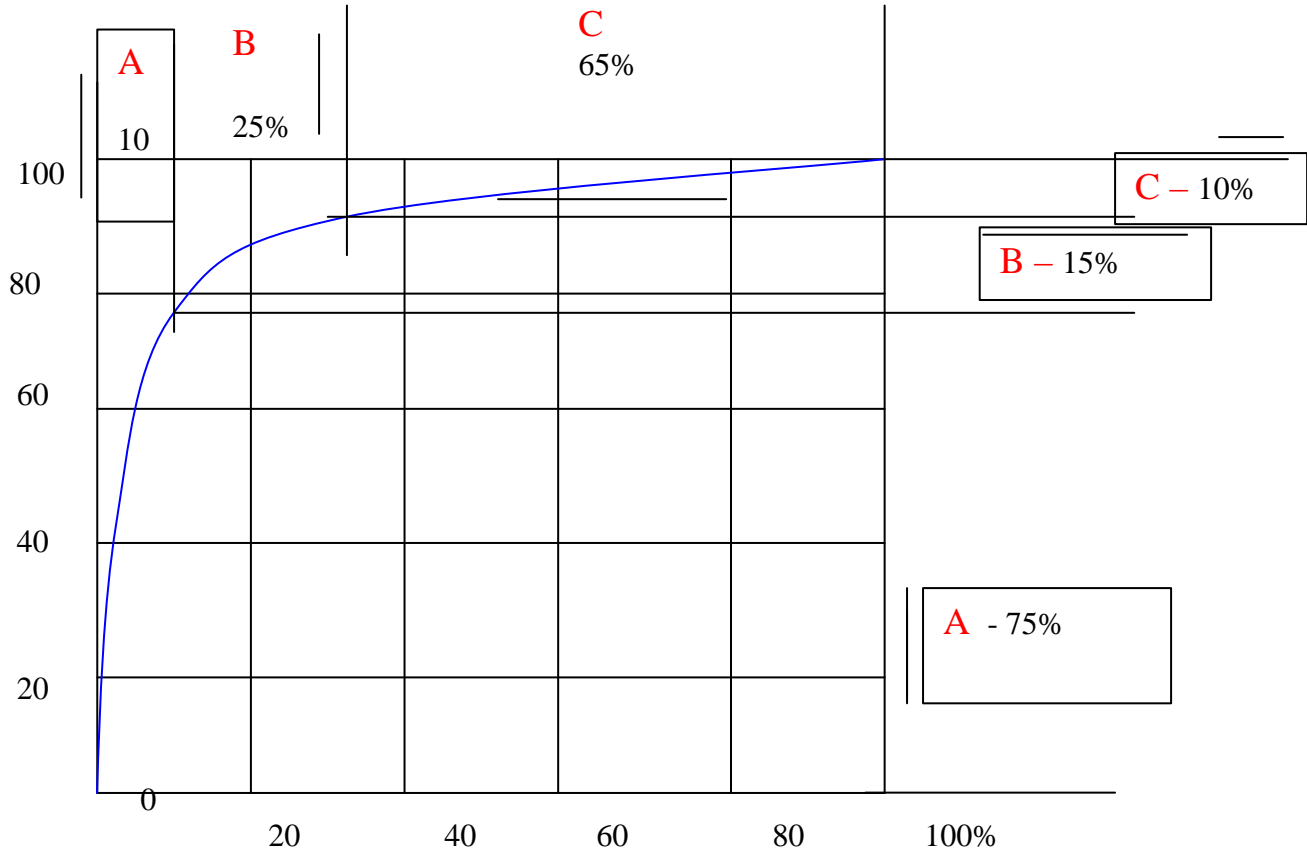
### 5.1. Conceitos que devem orientar um planejamento de manutenção

Na manutenção assim como na vida, o processo de planejamento é de fundamental valor para lograr êxitos e atingir metas propostas de forma estruturada e segura, garantindo o melhor aproveitamento dos recursos nas melhores condições possíveis. É verdade que a qualidade do planejamento pode variar bastante e disto depende do que se busca em termos de resultado e da competência das pessoas que estão desenvolvendo esta ferramenta. Em toda boa estratégia de manutenção, **o custo e a qualidade** são objetivos primordiais a serem alcançados nos melhores padrões. Quando se fala em **manutenção de classe mundial**, estes objetivos se somam a baixo número de horas extras, zero acidentes e ausência de impactos ambientais nas instalações. Então, para otimização dos custos e elevação do padrão de performance da manutenção, temos que pensar em um sistema de manutenção específico para cada instalação, tendo como referência os conceitos expressos nos gráficos abaixo:



## Analise de pareto para gestão de custos na manutenção

### Custo de Manutenção



### NÚMERO DE ITENS DE MANUTENÇÃO

Qualquer planta industrial possui uma necessidade própria com características muito particulares e portanto, exige a necessidade de uma estratégia inteiramente específica para cada caso. Para cumprir seus objetivos é necessário montar uma estratégia com base em suas necessidade de confiabilidade, porém conforme demonstra o gráfico acima, existe para cada estratégia uma conjunção onde encontra-se o custo ótimo para os custos da manutenção. Neste particular, devemos com o planejamento garantir eficiência na gestão da mão de obra, na gestão dos serviços terceirizados, no foco dos equipamentos que representam os maiores custos de manutenção, objetivando o nível ótimo de custos, agregado a visão de confiabilidade, segurança, meio ambiente e atendimento a cliente. O planejamento deve ser a locomotiva que puxa com seu esforço todos os recursos ao melhor ponto para o melhor desempenho da manutenção e conseqüentemente do negócio. Analisando inicialmente com uma visão geral, podemos desenhar as seguintes etapas na formulação do planejamento anual de manutenção dentro de um negócio específico com curto médio e longo prazos:

FIEMG

CIEMG

SESI

SENAI

IEL

## 5.2. Os Objetivos Gerais do Planejamento da Manutenção:

- I. Redução/Otimização de Custos
- II. Eficientização do uso da mão de obra e otimizar tempos de execução
- III. Revisão contínua do sistema de manutenção (Reduzir/eliminar a necessidade de fazer manutenção)
- IV. Garantir confiabilidade
- V. Reduzir estoques de manutenção e peças reservas
- VI. Tornar excelentes as práticas de qualidade , saúde , segurança e meio ambiente
- VII. Busca constante de padrões de classe mundial

## TIPOS GERAIS DE PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO:

- I. Planejamento das atividades
- II. Planejamento de tempos e movimentos
- III. Planejamento de custos/orçamentos
- IV. Planejamento de pessoal
- V. Planejamento de Recursos de apoio
- VI. Planejamento de serviços externos
- VII. Criação e desenvolvimento de procedimentos operacionais de alta qualidade
- VIII. Engenharia de manutenção

## Funções, Produtos e serviços de uma equipe PCM:

- Gerenciamento das ordens de serviços alocados no sistema de manutenção
- Gerenciamento dos estoques de manutenção
- Gerenciamento dos estoques de peças sobressalentes
- Gerenciamento das contratações de serviços terceirizados
- Gerenciamento do acervo técnico da empresa (Manuais, Catálogos técnicos , Desenhos)
- Elaboração de cronogramas de atividades de manutenção com previsão das intervenções racionalizando os tempos de execução e uso de recursos.



- Elaboração do plano anual de manutenção
- Geração dos índices de desempenho da manutenção
- Geração dos relatórios para análise gerencial.

### 5.3. Formas de entradas de serviços na manutenção, composição de um plano mestre de manutenção e de uma ordem de serviço

Temos basicamente três modos de entrada de serviços a serem realizados por uma equipe de manutenção, conforme quadro abaixo:

Modos de entrada		
Ordens de serviços Do sistema preventivo (Preditiva, Sistemática, rotina)	Serviços Gerados Por Inspeção	Solicitação Avulsa

Um dos aspectos significativo destas entradas são as ordens de serviços do sistema de manutenção que são basicamente as preventivas preditivas/sistemáticas e as de rotina. Aqui temos o conceito do plano mestre de manutenção que são exatamente as listas de ordens de serviços do sistema de manutenção gerados para cada equipamento, conforme exemplo abaixo:

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

IEL

PM	Exaustor de tiragem	HH	HMP	Frequência
01	Revisar Exaustor	16 horas	8 horas	2000 horas
	Fazer coleta de óleo	0,5 horas	-	720 horas
	Coletar dados para análise Vibração	1 hora	-	720 horas
	Inspeção de máquina Funcionando	0,5 horas	-	24 horas
	Lubrificação de Mancal	0,5 horas	-	72 horas
	Revisar Motor Elétrico	16 horas	8 horas	8000 horas
	Revisar Circuito elétrico	4 horas	4 horas	4000 horas

Se extrapolarmos o conceito acima, somando todas as informações do plano mestre de manutenção de todos os equipamentos de um determinado sistema de manutenção obtemos as seguintes informações:

### Exemplo para Cálculo de volume de horas homens necessárias a execução dos planos de manutenção numa visão anual

- ✓ Para cada Ordem de serviço, devemos dividir o número de horas anuais (8760 horas) pela frequência em horas do intervalo de manutenção, para encontrar o número de vezes que se executará esta atividade no ano
- ✓ Multiplica-se a carga em HH prevista na atividade pelo número obtido no passo anterior. Determina-se com isto o volume de horas de cada atividade por ano.
- ✓ Se somarmos no item anterior o volume de horas anuais dos planos mestres que compõem o sistema de manutenção, temos o volume de horas demandadas das atividades previsto para todas as atividades. Esta informação distribuída para cada oficina permite determinar o quadro necessário para desenvolver as atividades de manutenção preventiva para as instalações.

FIEMG

CIEMG

SESI

SENAI

IEL

- ✓ Se quisermos prever os custos anuais de manutenção para as instalações, tendo o custo unitário de mão de obra, multiplicamos o valor unitário pelo montante em horas determinado no item anterior. Devemos considerar que o custo unitário em hora é calculado somando toda a massa salarial da manutenção, dividido pelo número de horas executadas no período considerado.

O plano mestre de manutenção de um equipamento tem origem nas informações contidas no catálogo do fabricante do referido equipamento, onde deve estar expresso todos os requisitos de manutenção (O que fazer, como fazer e com qual frequência fazer), afim de que se possa montar o plano mestre. As ordens de serviços contidas no plano mestre se compõe dos seguintes elementos:

Conteúdo das Ordens de Serviços		
Mão de Obra	Materiais	Ferramentas

A ordem de serviço é o conteúdo descritivo da tarefa a ser executada, prevista no plano mestre de manutenção, para assegurar os cuidados necessários para boa saúde do equipamento.

Uma Ordem de serviço deve constar:

- Descrição da atividade indicando como fazer
- Previsão de Horas Homens (HH)
- Previsão de duração de atividade (HMP)
- Previsão de ferramental necessário
- Previsão de materiais
- Requisitos de Saúde, segurança e meio ambiente
- Custos envolvidos com a atividade
- Como agir em casos de anormalidade

## INSPEÇÃO DE MÁQUINA PARADA - REDUTOR

### Saúde, Segurança e Meio Ambiente

- Usar todos os EPI's: Capacete, Óculos, Máscaras contra pó, Protetor auricular, Capuz, Botina com biqueira de aço, Luva de raspa
- Em atividades de risco ou dúvida quanto à segurança, solicitar presença do técnico de segurança, antes de iniciar a tarefa.

- Seguir procedimento Operacional de Sistema de Bloqueio de Equipamentos, Fontes de Energia Elétrica/Mecânica
- Analisar antes todas as atividades para não contaminar o Meio Ambiente; em caso de dúvidas entrar em contato com a área de gerenciamento do Meio Ambiente

### ***Ferramentas Necessárias***

- Caixa de ferramentas padrão
- Lâminas padrão de medir folgas

### ***Atividades***

- Inspecionar a Carcaça, quanto a trinca, quebra e deformações
- Inspecionar as Engrenagens e Pinhões ; quanto a desgaste e marcas superficiais (todos os dentes), medir folga dental
- Inspecionar as Engrenagens e Pinhões; com auxílio de uma lâmina padrão medir a folga em 4(quatro ) pontos distintos;
- Observações: As mesmas devem ser iguais ; caso não esteja, ajusta-las.(medidas de “Fundo” da engrenagem).
- Inspecionar os Rolamentos; quanto a desgastes nas pistas, nos rolos e com lâmina padrão medir a folga dos mesmos.
- Inspecionar os Vedantes , quanto a ressecamento, deformações
- Inspecionar a caixa internamente, quanto ao estado geral, ferrugem ou partículas metálicas.

### ***Previsão de Mão de Obra***

- Homens Hora (HH) = 8 Horas
- Horas de máquina parada (HMP) = 4 Horas

### ***Observação***

No final das atividades fazer limpeza e arrumação do local  
Em Caso de qualquer anormalidade procurar a supervisão técnica

Um ponto importante a ser destacado nas ordens de serviços são os tempos padrões de execução, denominados horas homens necessários para execução da atividade (H.H) e horas de máquinas paradas , que é o tempo necessário com o equipamento indisponível para execução de toda a atividade (HMP). Na definição dos HH's e HMP's necessários a atividade devemos estabelecer tempos padrões , com base nas seguintes características:

---

FIEMG

---

CIEMG

---

SESI

---

**SENAI**

---

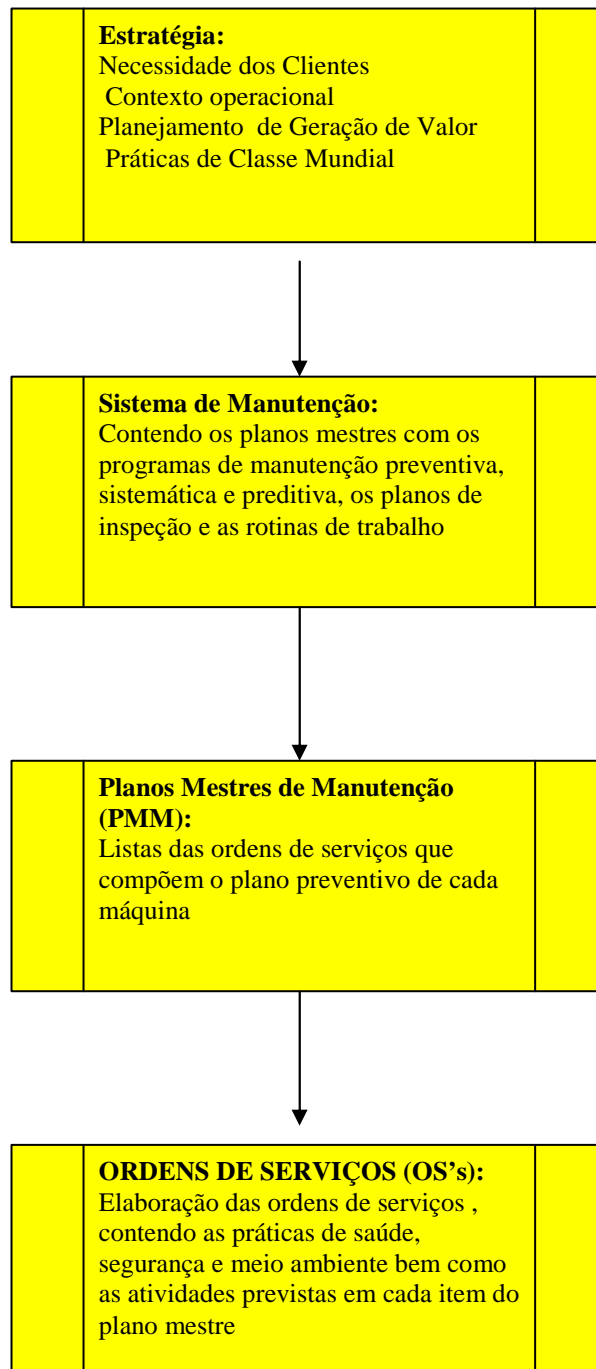
IEL

- ✓ Requisitos e aspectos técnicos de cada equipamento, onde no próprio manual da máquina, o fabricante recomenda os passos necessários para execução.
- ✓ Condições de saúde, segurança e meio ambiente, que são fundamentais de serem seguidos e demandam tempos específicos para serem implementados, já com a máquina indisponível. Típico exemplo deste aspecto são os chamados bloqueios de máquina, elétricos e mecânicos.
- ✓ Intervalos e períodos de interrupções típicas de atividades relativos as pessoas que estão executando as atividades (necessidades fisiológicas, interrupções para ajustes e adequações já previstas)
- ✓ Tempo necessários para liberação do após a conclusão dos serviços.
- ✓ Medir o tempo da atividade durante a pratica para aferir o tempo padrão

Abaixo temos um quadro resumo mostrando tempos padrões típicos para referência:

Executar bloqueio elétrico : HMP = 15 minutos HH = 15 minutos
Executar Troca de malha em peneira: HMP 4 horas HH = 8 horas
Executar lubrificação em acoplamento segundo rota : HH = 5 minutos
Executar coleta para análise de vibração segundo rota: HH = 15 minutos
Revisar redutor de acionamento : HMP = 8 horas HH = 16 horas
Revisar correia transportadora: HMP = 6 horas HH = 18 horas
Revisar exaustor : HMP = 4 horas HH = 12 horas

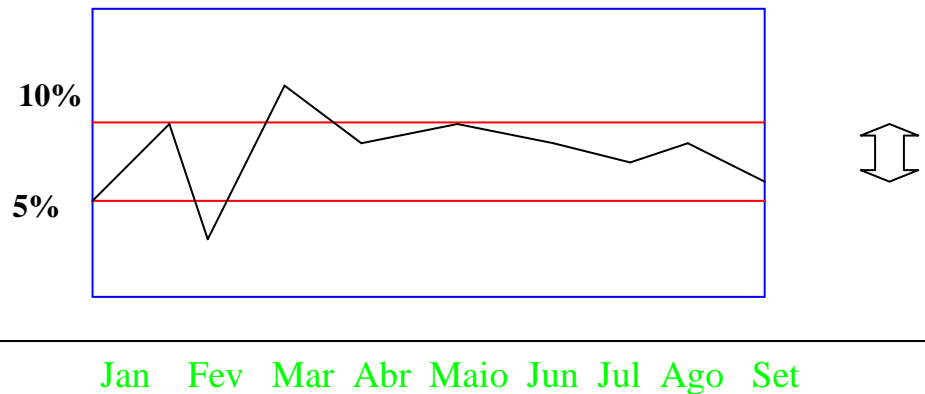
Após a compreensão de cada passo dado até aqui na construção de um sistema de manutenção , podemos fazer um resumo que mostra como se estrutura a sequência de implantação de um sistema até o produto final ou seja a ordem de serviço, com se segue:



#### 5.4. O Conceito do back log para busca da eficiência da manutenção :

Estatisticamente já foi demonstrado que o melhor planejamento de manutenção produz no máximo 65% de efetividade na aplicação da mão obra. Pôr melhor que se faça um planejamento e programação das atividades da manutenção há sempre uma perda de eficiência inerente as atividades que envolvem movimentação de pessoal até as frentes de serviços, interrupções típicas de pessoal ao longo da atividade (intervalos de almoços; necessidades individuais de colaboradores : correções de rota para eventos não previstos). Pôr tudo isto e pelo custo que representa a Mão de Obra nos custos global da manutenção é que planejar se torna fator de grande sucesso na gestão da manutenção. A manutenção conceitualmente é classificada como uma área fornecedora de serviços, envolvendo soluções técnicas e Know How, depende muito da força e do conhecimento das pessoas. O conceito de back log vem permitir o gestor da manutenção a aferição precisa do dimensionamento do quadro de pessoal. Tendo um período considerado que, pôr exemplo mensal, contabilizasse toda a hora homem que foi programada e que pôr problemas diversos não foram executadas. Este volume não executado de programação chama-se de back log que representa o nível de pendência de manutenção e deve ser monitorado afim de garantir que todas as necessidades de manutenção sejam, ao longo do tempo efetivadas. Considerando um dado quadro de manutenção , um nível de back log muito baixo pode significar um quadro de pessoal muito elevado e/ou programação conservadora, onde o volume programado esta muito aquém do real necessário, colocando a mão de obra disponível sujeita a absorver ocorrências diárias não previstas. Pôr outro lado índices de back log muito altos podem significar um quadro reduzido e/ou um volume programado em excesso, diante da disponibilidade de pessoas a executar. Vê-se então que o back log deve se ajustar a uma faixa ótima onde o nível de pendências na manutenção deve estar sob controle, através da garantia de boa qualidade na programação. Como resultado do acompanhamento destes índices devemos ter pôr exemplo algumas das seguintes ações:

- Aumentar /diminuir quadro de pessoal
- Contratação de terceiros
- Melhoria no planejamento e na programação



A faixa ideal para o back log

### 5.5. Exemplos de índices que medem custos e a confiabilidade

Alem buscar o custo ótimo, o planejamento deve buscar com extremo foco padrões de confiabilidade que garantam a organização a competitividade consistente no curto médio e longo prazos. Temos para ilustrar este caso os parâmetros de disponibilidade e número de paradas em intervalos considerados

#### 5.5.1 A disponibilidade

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Horas Calendário} - \text{Horas de manutenção}}{\text{Horas Calendário}}$$

**Ex: Disponibilidade mensal para 30 horas de paradas para manutenção:**

$$\text{Disp} = (730-30)/730 = 95,89\%$$

#### 5.5.2 Número de paradas

Número de paradas em um período considerado. Como exemplo, podemos considerar em um mês o número de paradas pôr cem horas.

Estes indicadores juntos refletem a qualidade do planejamento/programação e a qualidade na execução. O resultado é o que chamamos de confiabilidade da instalação.

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

IEL



### 5.5.3 Custo unitário de manutenção:

O custo unitário da manutenção deve permitir calcular o custo global incluindo mão de obra própria, serviços de terceiros e materiais de manutenção.

$$\text{Custo unitário de manutenção} = \frac{\text{Custo Global}}{\text{Toneladas produzidas}}$$

Ex.: Cut = R\$ 300.000,00/60000 toneladas = 5 R\$/ton

## 5.6 Elementos da programação de atividades

A programação de serviços na manutenção consiste das seguintes etapas:

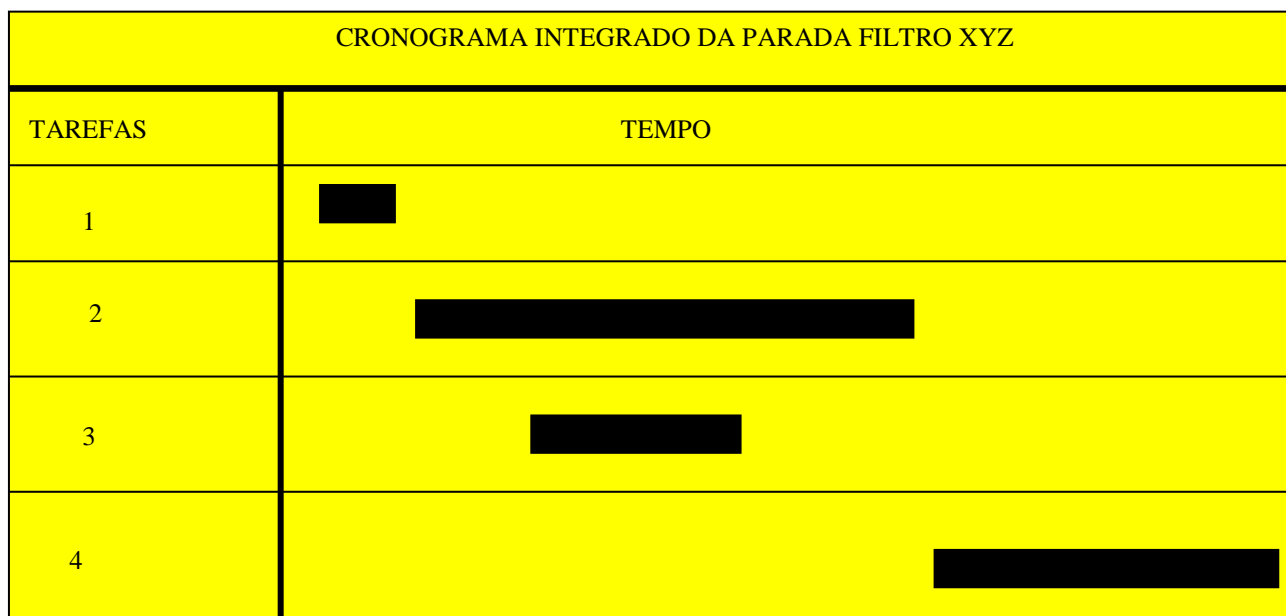
- ✓ Lista consolidada dos serviços a serem executados em uma parada para manutenção;
- ✓ Para cada atividade, determinação do tempo necessário, quantidade de mão de obra, materiais e ferramentas especiais;
- ✓ Determinação da seqüência lógica das atividades de forma a otimizar o gerenciamento do desenvolvimento do mesmo;
- ✓ Elaboração de um diagrama de PERT-CPM o que permitirá identificar o caminho crítico para o cumprimento da programação.
- ✓ Construção de um diagrama de barras (Gantt), indicando as atividades e o tempo previsto para duração de cada uma delas.
- ✓ Fazer uma análise de problemas potenciais (APP), para cada uma delas, identificando o que poderá dar errado estabelecendo contramedidas necessárias para eliminar ou reduzir o impacto do problema
- ✓ Emissão das ordens de serviços com a previsão de todos os recursos e providenciais necessários para o bom andamento dos trabalhos.

O Diagrama de Gantt

O diagrama de Gantt é um cronograma que permiti fazer a demonstração das tarefas informando a dependência entre elas, através de um diagrama de barras, cuja o comprimento indica o tempo de previsão da atividade. Neste aspecto, é possível mostrar graficamente as tarefas interdependente e os caminhos das atividade considerados críticos, ou seja, que definem o tempo total das paradas. Na figuras abaixo mostramos a elaboração das listas de atividade e grau de dependência e em seguida o gráfico de Gantt.

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPOS/DIAS
1)Limpeza do equipamento	Parada, Aguardar resfriamento, abrir Tampas, Fazer bloqueios Executar a limpeza	-	2 horas
2)Substituir mangas	Abrir tampas superiores, remover fixadores das mangas, remover mangas usadas, Instalar mangas novas.	1	8 horas
3)Revisar Filtro	Inspecionar carcaça, Inspecionar gaiolas inspecionar plenum , inspecionar sistema de limpeza, inspecionar roscas inspecionar , válvulas rotativas	1	4 horas
4)Revisar Exaustor	Inspecionar carcaça, Inspecionar rotor, Inspecionar mancais e rolamento Inspecionar dutos de entrada e saída Balancear , testar em vazio	1,2,3	6 horas

Uma vez realizado a lista de atividades, constroe-se o diagrama de Gantt.



O diagrama de Gantt auxilia e facilita no controle do tempo e nas necessidades de reprogramações. Na prática precisamos ainda de responder as seguintes perguntas para perfeita gestão de uma programação da manutenção.

- ✓ Quais tarefas atrasariam se a terceira se atrasar um dia?
- ✓ Como colocar de forma clara os custos no diagrama?
- ✓ Quais as tarefas são críticas para a realização de todo o trabalho?

Para resolver estas questões, foram criados em 1958 os métodos **PERT** (Program Evaluation and Review Technique) e **CPM** (Critical Path Method)

Os métodos são idênticos, mas na prática, nas atividades ligadas a manutenção o CPM torna-se mais usado.

---

*FIEMG*

---

*CIEMG*

---

*SESI*

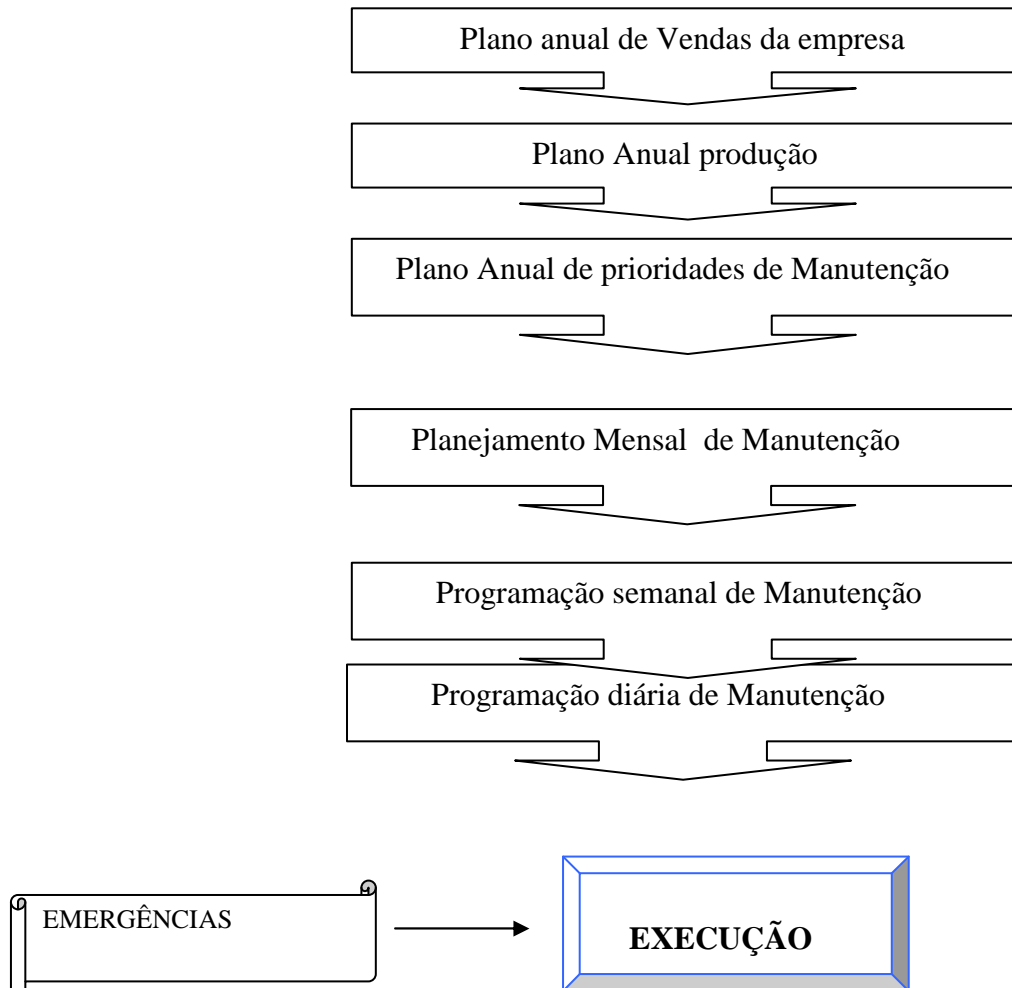
---

**SENAI**

---

*IEL*

### 5.7 Etapas na formulação de um planejamento de curto médio e longo prazos:



Conforme se observa acima, o processo de planejamento da manutenção é delineada a partir das necessidades de mercado e dos planos de produção da empresa, pois a manutenção não deve ser um fim em si mesma e sim parte integrante de um negócio cuja a razão de ser é o mercado em que atua. Nesta etapa, elabora-se um plano anual de intervenção planejadas de manutenção, estabelecendo neste ponto os cronogramas das grandes intervenções, que deverão ocorrer no próximo ano. Ao longo do ano vai-se concretizando os planos mensais de manutenção, onde as programações preventivas previstas nos planos mestres de manutenção, bem como os indicadores de desempenho medidos mês a mês são as bases de referência para este planejamento. A passagem de um planejamento mensal de manutenção e a programação semanal é a visão do curto prazo onde deve existir o compromisso em cumprir o que foi programado e na programação semanal deve-se ajustar todas as ordens de serviços com necessidade de execução, as pendências que devem ser reprogramadas (BACK LOG) e as necessidade levantadas pelas inspeções feitas na planta conforme as rotas dos planos de inspeções e check list existentes. A programação diária é feita um dia antes da execução de manutenção e deve ser analisada como base nas inspeções diárias e nas urgências levantadas nos gerenciamentos da rotina de fabrica. Em todo este ciclo, é de fundamental importância a capacidade da organização de estabelecer bem as prioridades

de forma consensual para aproveitar com eficiência os recursos da manutenção fazendo com que o esforço de planejamento se concretize em execuções de manutenção que geram confiabilidade e custos ótimos. A missão essencial do planejamento, é fazer o melhor com o menor custo possível. Uma execução sem planejamento consistente, gera custos de perda de tempo e retrabalho que tornam o processo de manutenção oneroso. Planejar, Planejar, Planejar bem... antes de executar... Procurar empregar o tempo necessário para executar uma boa análise no papel antes de implementar é a regra básica da inteligência da manutenção. Neste aspecto está toda a diferença nos resultados de uma manutenção reativa para uma manutenção planejada, previsível. Podemos resumir estas diferenças da seguinte forma:

### **Manutenção Reativa:**

- A Missão da equipe de manutenção é responder rapidamente as falhas no equipamento
- Grandes turmas são preparadas para executar reparos rápidos, pois as falhas são esperadas
- Os sobressalentes estão estrategicamente localizados para rápidas substituições
- O desempenho é medido pelo tempo gasto na execução do trabalho em oposição a identificação da causa e o planejamento.

### **Manutenção Planejada:**

- Um programa de manutenção preventiva e preditiva e tempo de manutenção sistematicamente planejado são utilizados para antecipar (eventuais) falhas
- A inspeção dos equipamentos são feitas religiosamente
- Os diagnósticos são profundos e as peças corretas são entregues no local antes do conserto.
- Os colaboradores são vistos como uma alavanca para reduzir defeitos.
- Busca contínua de melhorias e análises de falhas profundas para minimização de ocorrências.

Completa esta ferramenta, uma gestão de desempenho sistemática, baseada em análise crítica dos indicadores de desempenho, eleitos para medir de forma eficaz o desempenho global da manutenção, destacando as performances, gerando ações de melhorias nos processos de planejamento e programação mensal, na busca constante para a excelência nas práticas de manutenção.

---

*FIEMG*

---

*CIEMG*

---

*SESI*

---

**SENAI**

---

*IEL*

---

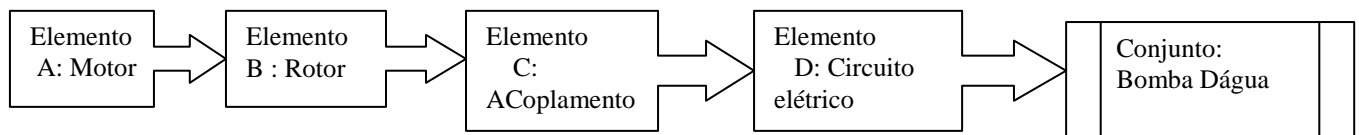
## 6 FERRAMENTAS E MÉTODOS PARA MELHORIAS NA CONFIABILIDADE

Garantir e melhorar confiabilidade tem sido para engenheiros e técnicos de manutenção quase uma obsessão, especialmente diante de uma exigência cada vez maior, vinda de clientes, comunidades e acionistas, conforme descrito na unidade 2. Para desenvolver este trabalho é necessário métodos de análises e ferramentas de apoio que suportam ações que tratam os conjuntos e subconjuntos com seus elementos de forma a entender profundamente porque os equipamentos falham e a forma com que eles falham, para estabelecer medidas de elevação da vida útil do equipamento, substituição antecipada antes das falhas, monitoração do equipamento para prever um momento da falha ou a minimização das conseqüências das falhas. Em caso de ocorrências de falhas, análises profundas das causas para eliminar a possibilidade de recorrência da falha. Mas, o que é confiabilidade? *Define confiabilidade com sendo a capacidade de equipamento, sistema ou bem em desempenhar suas funções dentro dos padrões esperados pelos seus usuários em um determinado tempo previsto.*

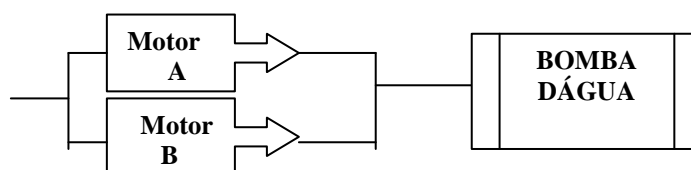
### 6.1 – AVALIANDO A CONFIABILIDADE DE UM SISTEMA

Inicialmente, vamos definir um sistema série e um sistema em paralelo

*Um sistema série é aquele em que seus elementos estão todos em seqüência e o conjunto só desempenha sua função quando todos os seus componentes estão em condições de desempenhar suas funções individualmente, conforme a representação abaixo:*

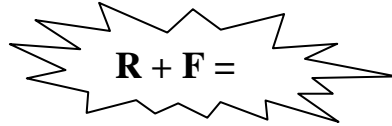


*Um sistema paralelo é aquele em que o conjunto esta apto a desempenhar sua função quando um dos seus elementos esta disponível para faze-lo, conforme a representação abaixo:*



**- CÁLCULANDO A CONFIABILIDADE E PROBABILIDADE**

**R= Confiabilidade**  
**F = Probabilidade**



**1.4.1 - PARA DOIS ELEMENTOS TEREMOS:**

**Sistema Série:**  $R_t = R_1 \times R_2$   
 $F_t = F_1 + F_2 - (F_1 \times F_2)$

**Sistema Paralelo:**  $R_t = R_1 + R_2 - (R_1 \times R_2)$   
 $F_t = F_1 \times F_2$

**1.4.2 - PARA TRÊS OU MAIS ELEMENTOS TEREMOS:**

**Sistema Série:**  $R_t = R_1 \times R_2 \times R_3$   
 $F_t = F_1 + F_2 + F_3 - (F_1 \times F_2 + F_1 \times F_3 + F_2 \times F_3) + (F_1 \times F_2 \times F_3)$

**Sist. Paralelo:**  $R_t = R_1 + R_2 + R_3 - (R_1 \times R_2 + R_1 \times R_3 + R_2 \times R_3) + (R_1 \times R_2 \times R_3)$   
 $F_t = F_1 \times F_2 \times F_3$

Desta maneira é possível calcular a confiabilidade total de qualquer sistema a partir de suas configurações apresentada.

Na melhoria da confiabilidade de um sistema, temos a nosso dispor ferramentas de análises pró-ativas que tratam falhas potenciais, é o caso do FMEA e ferramentas reativas que tratam as anomalias ocorridas no sentido de evitar próximos eventos da mesma natureza. Passamos a análises destas duas classes de ferramentas e seus fundamentas procurando entender sua aplicação prática.:

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

IEL

## 6.2 FMEA (ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DE FALHAS)

Este método de confiabilidade é baseado na formulação de análise de falhas potenciais para cada componente de um sistema, de um conjunto ou de máquina, onde deve ser analisado para cada item seus modos de falhas potenciais, como estas falhas se apresentam, permitindo quantificar de maneira razoável os impactos e quais medidas de controle adequadas para eliminar, reduzir, minimizar ou controlar os efeitos das falhas potenciais. O Grande Objetivo do FMEA é prevenção de falhas mais relevantes e impedir a sua ocorrência ou minimizar os impactos se os problemas ocorrerem. É portanto uma ferramenta de prevenção de falhas.

A ferramenta FMEA permite uma abordagem analisando de quais maneiras um componente pode falhar?

**Nesta sistemática são feitas os seguintes tipos de indagação:**

- ✓ Como pode falhar?
- ✓ Porque Falha ?
- ✓ O que acontece quando falha?

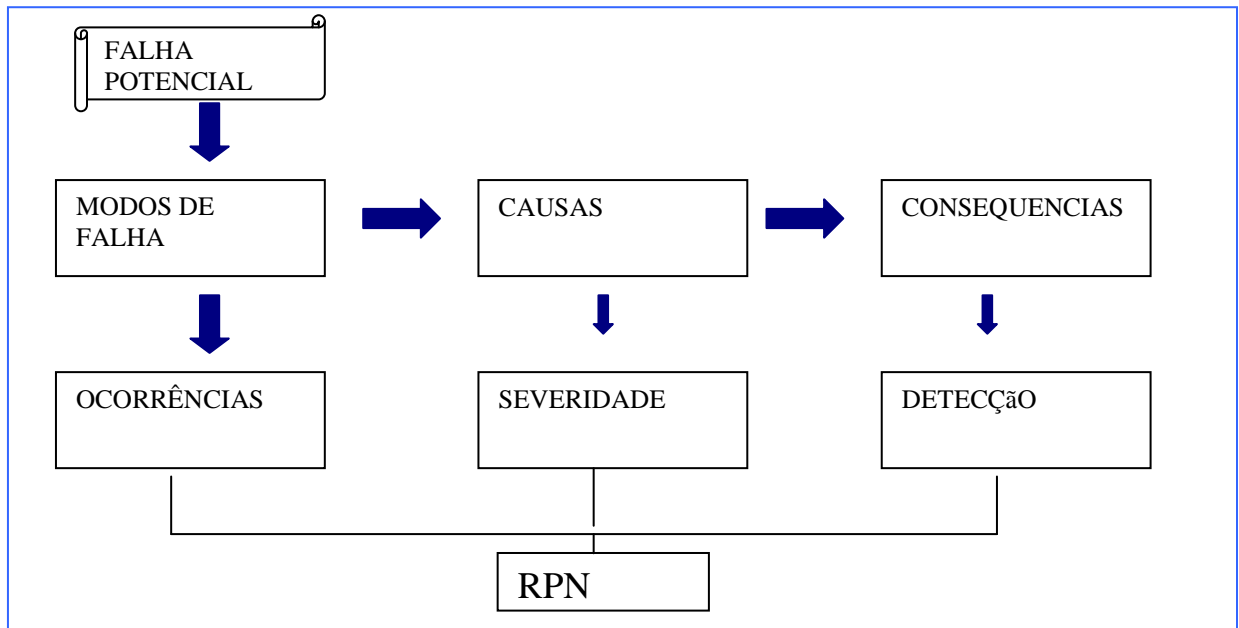
Com uma consistente implantação de um programa FMEA nos equipamentos de uma instalação, temos os seguintes benefícios gerados pelo programa:

- ✓ Clara identificação dos modos de falhas das peças/equipamentos e seus efeitos
- ✓ Geração de uma lista de componentes e peças que necessitam ter um alto nível de confiabilidade
- ✓ Determina a probabilidade de ocorrência e detecção das falhas.
- ✓ Define a gravidade e o risco que uma determinada falha pode gerar
- ✓ Possibilita opções de análise qualitativa e quantitativa visando obter a confiabilidade de um sistema
- ✓ Permite priorizar ações onde existe maior probabilidade de falha
- ✓ Ajuda a desenvolver sistemas de manutenção mais eficazes
- ✓ Fornece uma referencia rápida na resolução de problemas
- ✓ Identificação de ações de segurança a serem implantadas



FLUXOGRAMA DE CONSTRUÇÃO DO FMEA

MODELO TRADICIONAL



MODELO PRÓ-ATIVO

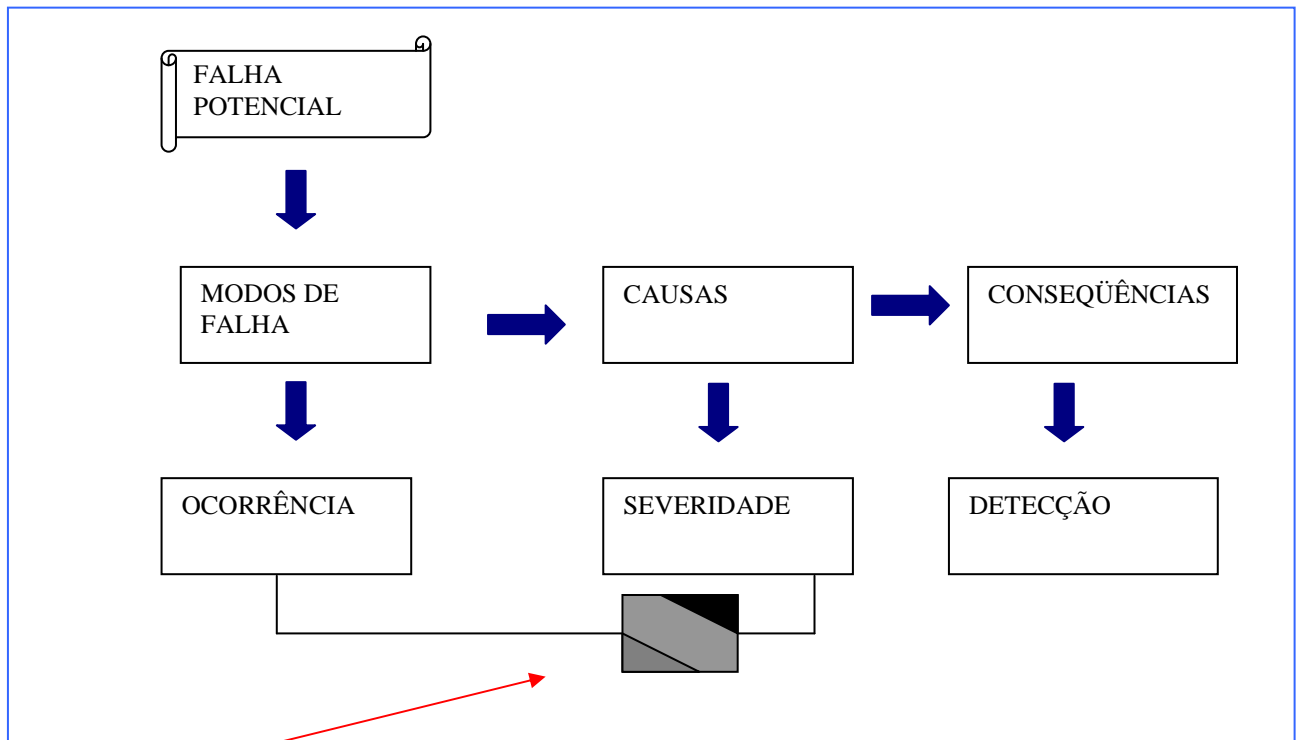


Gráfico de área

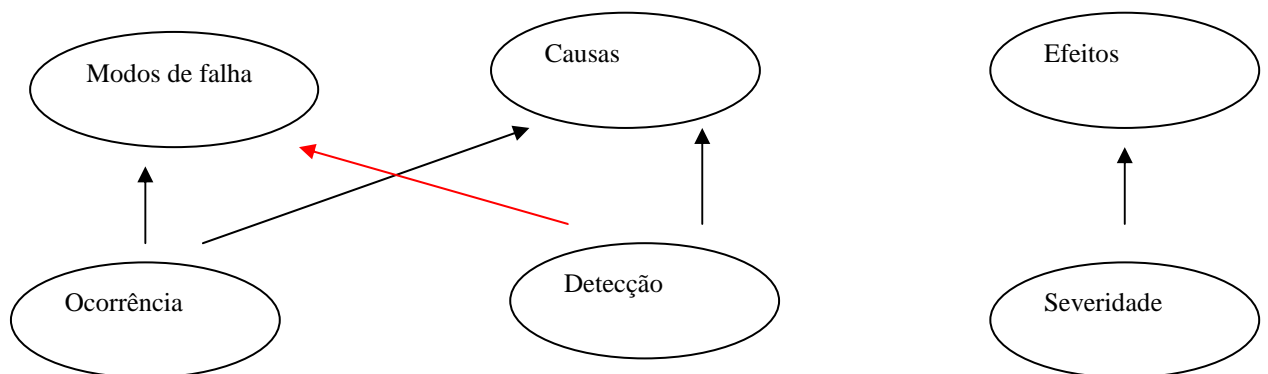
No modelo Tradicional , estabelecemos as prioridades com base no risco (RPN) para o processo de priorização e de decisões, podendo levar á ações incorretas.

Exemplo para Estruturação da Falha na concepção do FMEA

Modo de Falha	Efeito	Causa
Rompimento da resistência Elétrica	Água não Aquece	Oxidação
Quebra do rolamento do motor	Queima do motor	Desalinhamento do acoplamento
Atraso na emissão de Nota Fiscal	Pagamento Atrasado	Erro no Cadastro por Falta de Treinamento.

**CONSELHOS IMPORTANTES NA IMPLANTAÇÃO DO FMEA :**

- ✓ **Não Considerar todos os modos de falhas concebíveis.** Isto aumento o custo e tempo de duração da análise, com pouco benefícios e ganhos. É importante que a equipe analise se a falha considerada é possível porém não é prática. Sempre é importante considerar os aspectos de implantação usando o bom senso e a experiência prática.
- ✓ **Redigir o modo de falha como a expressão negativa da função.** Isto facilita a distinção entre efeito e causas da falha.
- ✓ **Selecionar uma abordagem para classificar os modos ou causas de falha.** Os parâmetros que quantificam os impactos no FMEA , denominados, Ocorrência (O) e Detecção (D), são classificados pêlos modos de falhas ou pelas causas dos modos de falhas. A equipe FMEA deve criar uma consenso nesta estratégia, mas os dois caminhos levam as mesmas respostas. Sugere-se que a classificação da Ocorrência e Detecção em relação as causas é mais direta. O parâmetro severidade (S) é sempre classificado em relação aos efeitos da falha.



- ✓ **Concluir cada coluna do FMEA por completo antes de passar para a próxima.** Isto permite melhor foco e desenvolvimento de cada etapa da planilha tornando o resultado mais consistente.

## A PLANILHA FMEA

A Planilha FMEA se constitui das seguintes partes:

- ✓ O **Cabeçalho**, que contém o objetivo do FMEA, a equipe responsável pelo desenvolvimento do FMEA, o cliente que será influenciado pelo resultado do FMEA, a data de início, a data da última revisão e o responsável pelas revisões.
- ✓ A Coluna para descrição das **FUNÇÕES** de cada componente, onde todas as funções devem ali ser relacionadas. Fazer uma descrição bem concisa e exata como uma linguagem direta deve ser a preocupação da equipe FMEA.
- ✓ A coluna **MODOS DE FALHAS** deve descrever como o componente da máquina deixa de desempenhar suas funções, para qual foi projetado.
- ✓ A coluna **EFETOS**, permite descrever quais os impactos de cada modo de falha para uma máquina, instalação, sistemas, pessoas, meio ambiente e etc. O efeito é a forma como a falha pode ser vista.
- ✓ A coluna do Parâmetro **SEVERIDADE**, determina em uma escala crescente de 1 a 10 conforme sua escala descritiva mostrada abaixo, qual a gravidade das consequências das falhas, para uma máquina, instalação, sistemas, pessoas, meio ambiente. **A Severidade** diz respeito às características operacionais das instalações.
- ✓ A coluna das **CAUSAS**, descreve as razões que possibilitam a ocorrência do modo de falha. O esforço de equipe, através se necessário de ferramentas específicas (Diagrama de espinha de peixe, Pareto, árvores de falhas), é de identificar as causas básicas, ou as causas que têm contribuição de relevância para os modos de falhas.
- ✓ A coluna do Parâmetro **OCORRÊNCIA**, determina em uma escala crescente de 0 a 10 conforme sua escala descritiva mostrada abaixo, com qual frequência a causa do modo de falha ocorrerá. A **ocorrência** está ligada à robustez dos projetos das máquinas permitindo a elas estarem mais ou menos vulneráveis a falhas.
- ✓ A coluna **FORMAS DE CONTROLES**, identifica que tipos de controles foram planejados ou estão estabelecidos para garantir que todos os modos de falha sejam identificados e eliminados.
- ✓ A coluna do Parâmetro **DETECÇÃO**, determina em escala decrescente de 0 a 10 conforme escala descritiva mostrada abaixo, qual é a possibilidade de detectar a falha potencial antes que a mesma aconteça. A ferramenta FMEA tem uma conotação muito pró-ativa, mas o parâmetro detecção muitas já detecta a falha iminente portanto reativa. Neste aspecto os dois primeiros parâmetros SEVERIDADE e OCORRÊNCIA dão um caráter mais pró-ativo ao FMEA.
- ✓ A coluna **AÇÕES RECOMENDADAS**, descreve as ações para PREVENIR PROBLEMAS POTENCIAIS, REDUZIR AS CONSEQUÊNCIAS DAS FALHAS e AUMENTAR A CAPACIDADE DE DETECÇÃO de falhas. A estratégia comum utilizado nas implantações do FMEA é baseado no RISCO que

considera o resultado da multiplicação dos três parâmetros . Outros aspectos que devem nortear as ações é priorizar modos de falha com grau de severidade maior ou igual a 9 e também modos de falhas com altos índices de severidade e ocorrência .

- ✓ A coluna **STATUS** das recomendações, tem o propósito de permitir o gerenciamento das implementações das ações economicamente viáveis com retorno em confiabilidade .

**FMEA – Analise de Efeitos e Modos de Falhas**

Cabeçalho

Funções	Modos de Falha	Efeitos	S	Causas	O	Controles	D	Ações Recomendadas	Status

## OS PARÂMETROS E SUAS ESCALAS

Conforme descrito anteriormente o FMEA possui três parâmetros para classificar as características de uma falha . Esses parâmetros possuem escalas que graduam para cada modo de falha considerado a relevância nas três dimensões consideradas. Abaixo segue as escalas e os comentários relativo a cada graduação.

### ESCALA DE SEVERIDADE

### GRAU

Efeito não percebido	1
Efeito insignificante	2
Efeito insignificante que causa perturbação perceptível	3
Efeito que causa perturbação com efeitos razoavelmente perceptível	4
Efeito que causa perturbação com efeitos perda de performance	5
Efeito que causa perturbação com efeitos perdas importantes de performance	6
Efeito de falha grave que pode impedir o equipamento e a instalação cumprir sua função	7
Efeito significativo , resultando em falha grave, não colocando porém a segurança de pessoas em riscos.	8
Efeito considerado critico com perturbações significativas e impõe risco de segurança	9
Efeito perigoso, ameaçando a vida de pessoas , custos significativo da falha colocando em risco a saúde da organização	10

FIEMG

CIEMG

SESI

SENAI

IEL

**ESCALA DE OCORRÊNCIA****GRAU**

Extremamente remoto, altamente improvável	1
Remoto , improvável	2
Pequena chance de ocorrência	3
Pequeno número de ocorrências	4
Espera-se um número ocasional de falhas	5
Ocorrência moderada	6
Ocorrência frequente	7
Ocorrência elevada	8
Ocorrência muito elevada	9
Ocorrência extremamente elevada	10

Como já dito anteriormente na implantação do Fmea, primeiro devemos tentar reduzir a ocorrência e a severidade. Neste sentido a grande oportunidade de retorno estão nos dois primeiros parâmetros.

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

IEL

**ESCALA DE DETECÇÃO****GRAU**

È quase certo que será detectado	<b>1</b>
Probabilidade muito alta de detecção	<b>2</b>
Alta probabilidade de detecção	<b>3</b>
Chance moderada de detecção	<b>4</b>
Chance média de detecção	<b>5</b>
Alguma probabilidade de detecção	<b>6</b>
Baixa probabilidade de detecção	<b>7</b>
Probabilidade muito baixa de detecção	<b>8</b>
Probabilidade remota de detecção	<b>9</b>
Detecção quase impossível	<b>10</b>

Como demonstrado, trata-se de uma ferramenta poderosa, para melhoria no padrão de confiabilidade de máquinas e sistemas.

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

IEL

### 6.3 - FTA – ARVORE DE ANALISE DE FALHA

#### FTA ( Fault Tree Analysis – Análise da Árvore de Falhas)

A árvore de falha é um modelo gráfico que permite mostrar de maneira mais simples o encadeamento dos diferentes eventos que podem dar pôr resultado o evento do topo.

A FTA estabelece um método padronizado de análise de falhas ou problemas, verificando como ocorrem em um equipamento ou processo, buscando as causas fundamentais.

Neste sentido, esta ferramenta na sua aplicação requer um profundo conhecimento dos objetos em estudos (Produto, processo, equipamentos) e uma base de dados de informações acerca dos mesmos.

#### Benefícios da Utilização da FTA

- Estabelecer um método padronizado de análise de falhas ou problemas, verificando como ocorrem o seu encadeamento em um equipamento ou processo.
- Análise da confiabilidade de um produto ou processo, compreendendo os modos de falha de maneira dedutiva e sequencial.
- Determinar a Priorização de ações que deverão ser implementadas.
- Análise e projeto de sistemas de segurança ou sistemas alternativos em equipamentos.
- Indicação clara e precisa de componentes ou condições críticas de operação.
- Compilação de informações para treinamento na operação de equipamentos.
- Implementação de melhorias e otimização de equipamentos .
- Compilação de informações para planejamento de testes e inspeções.
- É um documento de comprovação do empenho da empresa em resolver problemas de segurança.

Pode-se observar na árvore abaixo, que com o FTA parte-se do efeito e chega-se à causa. A falha do sistema é denominada de evento de topo (Efeito) e é decomposta a partir do nível superior para os inferiores, como galhos de uma árvore.

#### SÍMBOLOS MAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO DE UMA ÁRVORE DE FALHAS:

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

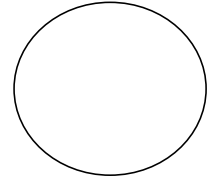
IEL



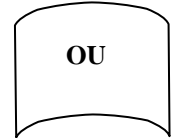
Retângulos - Eventos que são saídas de portas lógicas



Circulo – Eventos que são associados a causa básica



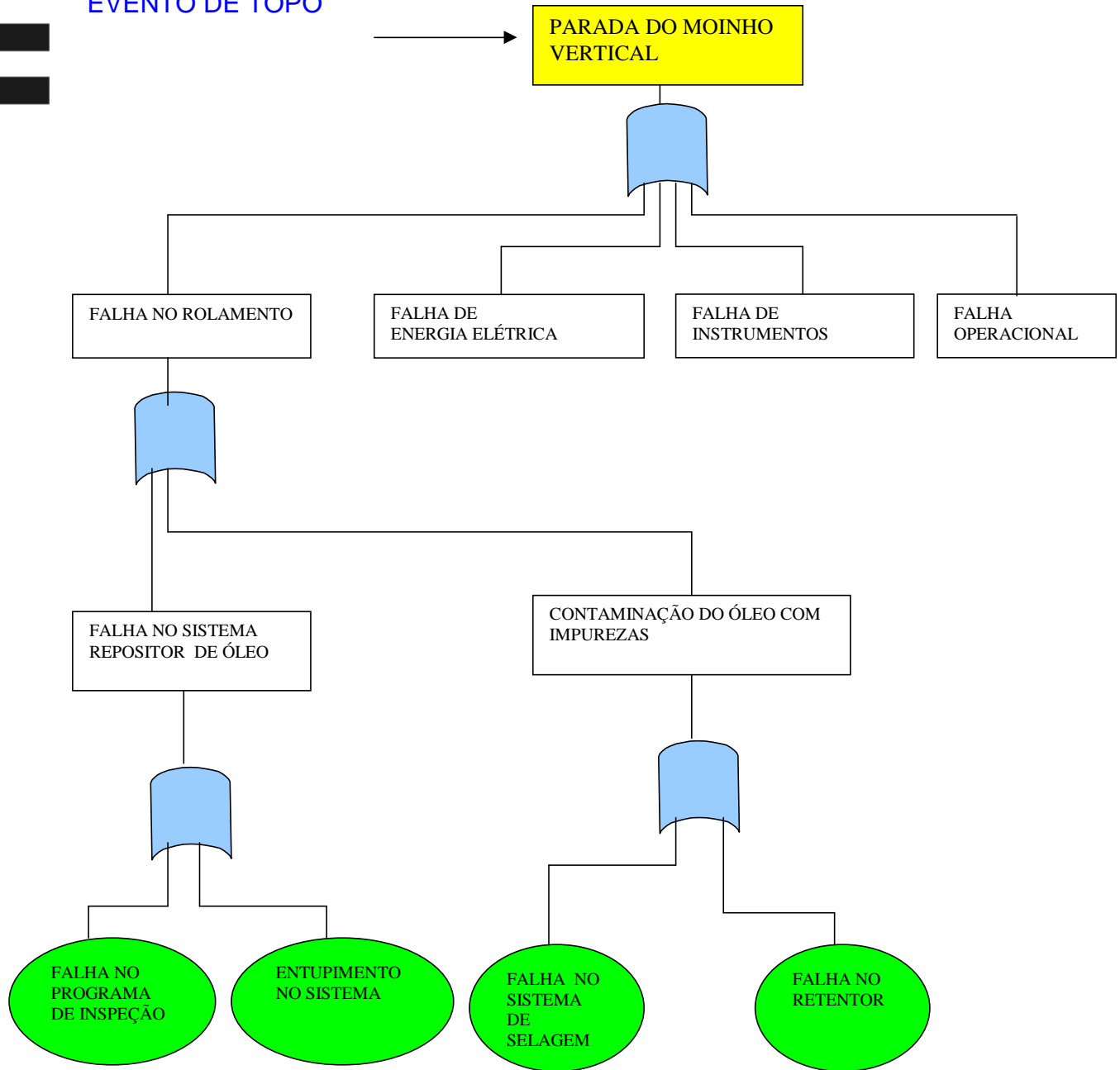
Porta Lógica OU – Evento de saída ocorre se pelo menos um dos eventos de entrada ocorrer



Porta END – Evento de saída ocorre se todos os eventos de entrada Ocorrer.



EVENTO DE TOPO



Identificando as causas básicas para os eventos, devemos estabelecer um plano de ação visando bloquear todas as causas básicas e conseqüentemente eliminando a ocorrência ou evento de topo.

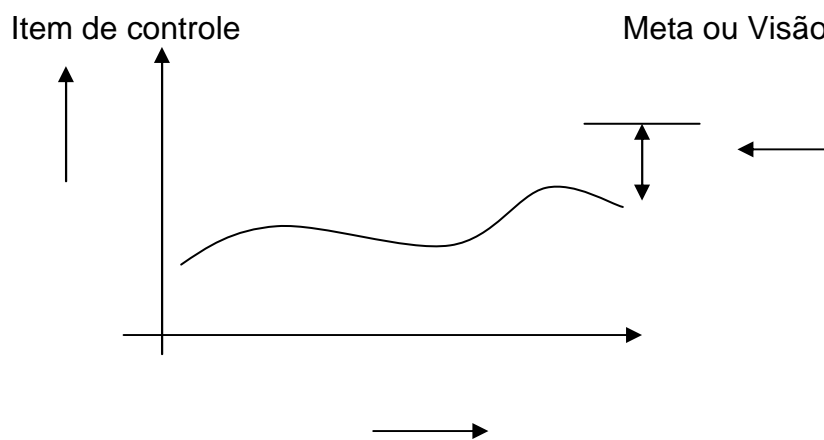
## 6.4- MASP – MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Masp é um método estruturado em ferramentas para solução de problemas, constituído de etapas bem definidas conforme mostrado na seguinte seqüência:

### - IDENTIFIQUE O PROBLEMA

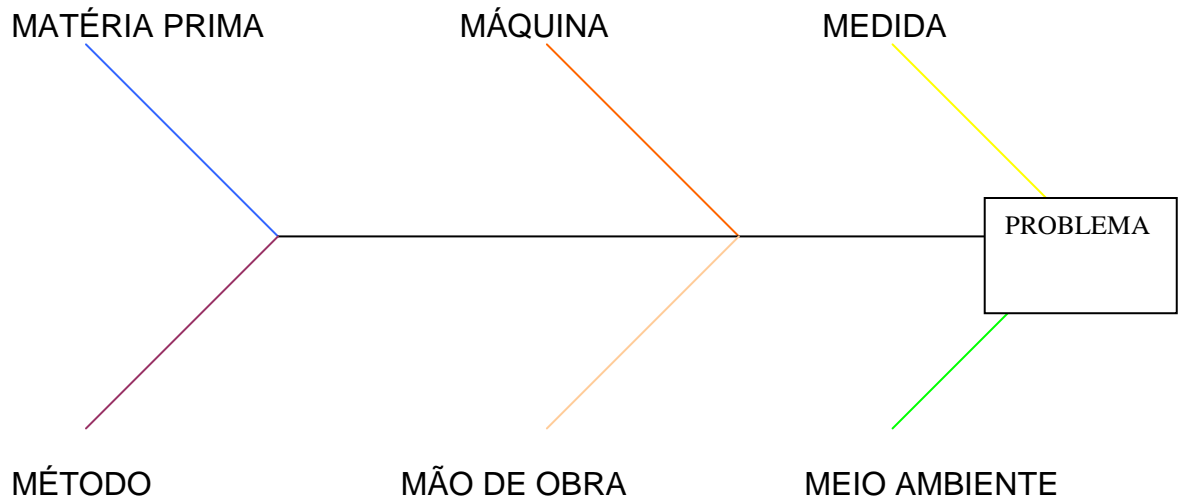
A partir de um desvio medido entre a meta desejada e a situação real obtido, se obtém

O gap a ser melhorado para se atingir o desejado . Este gap tem que ser claramente identificado.



### - ESTRATIFIQUE NOS MODOS ABAIXO

Através de um levantamento consistente, utilizando o diagrama de espinha de peixe (ISHIGAWA), classifique os modos das ocorrências nas dimensões de MATÉRIA PRIMA, MÁQUINA, MEDIDA, MÉTODO, MÃO DE OBRA, MEIO AMBIENTE, que levam a ocorrência do desvio ou problema. Quando não conhecemos o problema uma seção de brainstorming com a equipe MASP, formado pôr pessoas de formação diversa, **multidisciplinar**, favorece na identificação de possíveis causas a serem analisadas em campo e estudadas no desenvolvimento do trabalho.



### -COLETA DE DADOS

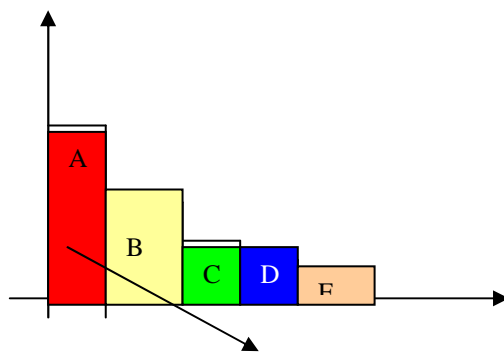
Estabeleça com a equipe MASP, uma estratégia para a coleta de dados, identificando para cada modo de falha a frequência e o impacto causado para o desvio da meta. Este passo é muito importante para determinar com que frequência cada modo aparece na formação do problema.

MODO	FREQÜÊNCIA
A	25
B	22
C	18
D	15
E	5

### - PRIORIZAR NA FORMA DE PARETO

Na prática, os problemas podem se apresentar com mais de uma causa ou razão de sua ocorrência, porém com impactos diferentes como fator gerador do problema. Dessa maneira, precisamos estratificar as ocorrências em suas quantidades específicas a fim de que possamos priorizar as ações e concentrar os esforços da equipe MASP nas causas de maiores impactos e que darão portanto os maiores resultados. A ferramenta que auxilia nesta análise chama-se gráfico de PARETO e sua representação está na figura abaixo:

problema



Cada elemento do PARETO pode passar por outra estratificação

### - ATUE PARA RESOLVER NA MEDIDA DA PRIORIZAÇÃO

Após a definição do problema, a estratificação do problema, as coletas de dados e a priorização para eliminação do problema, a equipe MASP deve estabelecer conjuntamente um **plano de ação**, **5W e 2H**, onde se determina a forma com que cada evento ou causa do problema será atacado. Espera-se que os resultados efetivos com as contramedidas para eliminar as causas apareçam a partir destas ações. Para cada contramedida implantada, deve seguir um **método de controle para garantir a eficácia das ações**.

## 7 QUALIDADE TOTAL NA MANUTENÇÃO

Quando estamos falando em qualidade total na manutenção ou em qualquer negócio, estamos falando da qualidade principalmente das relações entre clientes e fornecedores, com vistas no estabelecimento de um sistema de gestão empresarial harmônico e integrado com o negócio. Falando especificamente da manutenção, é necessário que se estabeleça um clima organizacional de valores compartilhados, através de uma gestão participativa e desafiadora. O

FIEMG

CIEMG

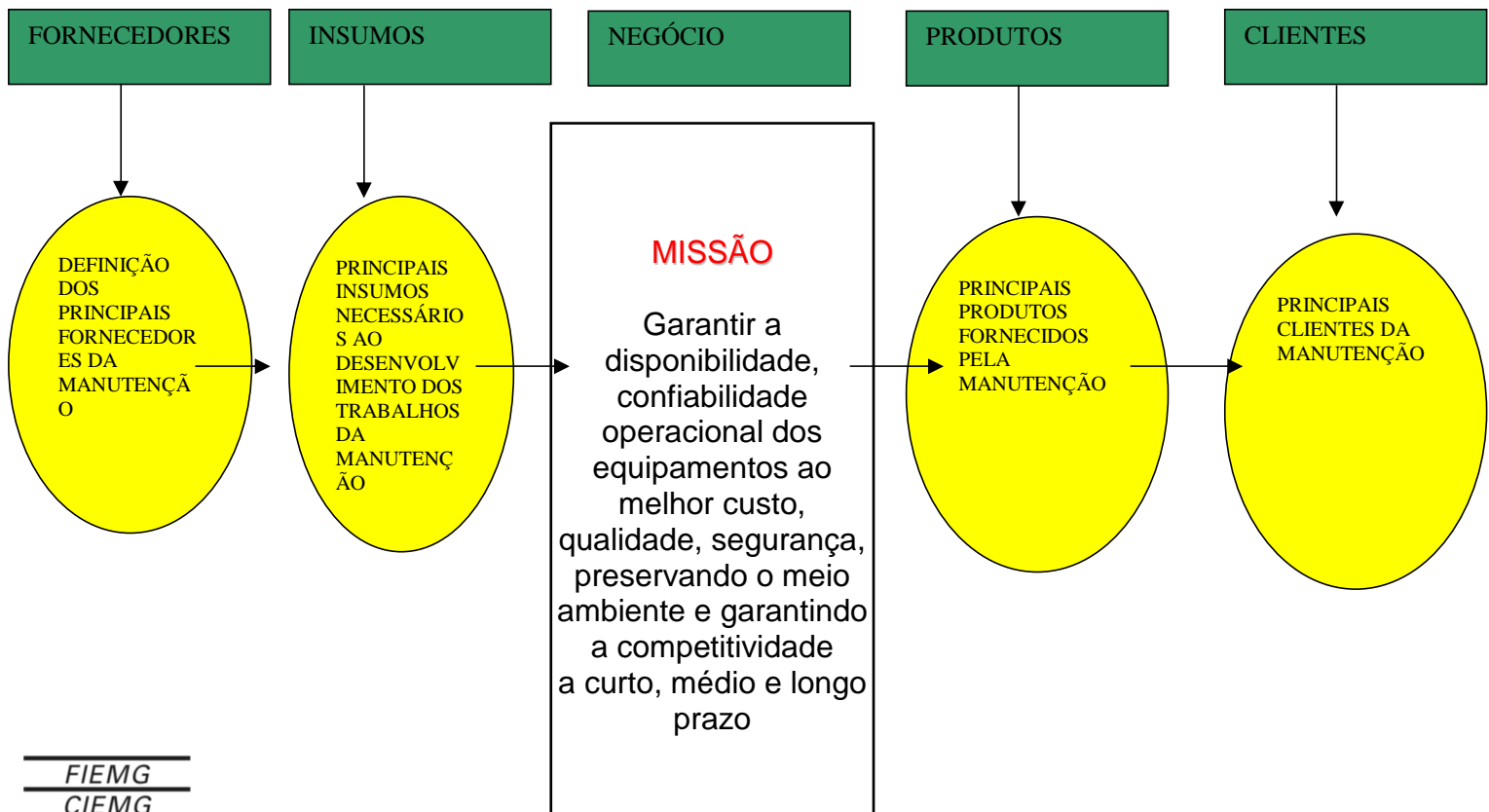
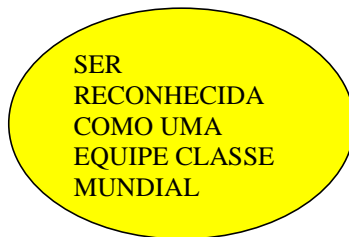
SESI

SENAI

IEL

compartilhamento de valores e crença começa com o estabelecimento da visão e da missão pela equipe de manutenção, que diz no caso da primeira (visão), o que se quer **ser** e no caso da Segunda (Missão) , **o que devemos fazer** para alcançar esta visão. A partir deste ponto, traça-se as diretrizes que devem nortear as posturas, crenças, valores e atitudes empregados nas relações entre a manutenção, seus fornecedores e seus clientes. Abaixo vemos um quadro mostrando a cadeia de relações dentro do negócio, tendo a manutenção como centro, evidenciando seus fornecedores e clientes, apresentando os insumos e produtos da cadeia que a envolvem . A qualidade total pressupõe um relacionamento de parceria, de ética, respeito e compromissos com prazos, garantias, sinergias e visão de resultados compartilhados, com objetivo de estar sempre voltados a **oportunidades** de crescimento e a **evolução contínua dos resultados e principalmente atendimento de expectativas plena dos clientes.**

VISÃO



- FIEMG
- CIEMG
- SESI
- SENAI
- IEL

Na visão da qualidade total, para melhor gestão e enfoque, um negócio ou unidade gerencial deve ser dividido em seus processos e como foi mostrado na unidade cinco, a manutenção pode ser decomposta em processos bem definidos de forma a permitir em cada processo, um claro entendimento das atividades que estão contidas nele como fator crítico de sucesso. No encadeamento dos processos deve ser buscada a operação em sintonia de maneira a atingir os melhores resultados para o cliente final no caso da manutenção, apoiados pela qualidade do atendimento dos fornecedores e da qualidade dos serviços que a manutenção presta a seus clientes. Abaixo segue os processos e exemplos das tarefas que envolvem a manutenção.

Planejamento	Programação	Execução	Controle
1) Planejamento das atividades de manutenção	1) Programação Semanal	1) Atendimento de emergências	1) Análise das anomalias
2) Gerenciamento de OS's	2) Inspeção de Equipamentos	2) Gerenciamento de terceiros	2) Gestão de plano Orçamentário
3) Processo de Inspeção	3) Programação diária	3) Tratamento de Anomalia	3) Gestão das Estratégias de Manutenção
3) Gerenciamento Contratação Terceiros	4) Follow up de produtos e serviços	4) Executar as Programações de Manutenção e garantia de qualidade	4) Gestão do plano e investimento
4) Gerenciamento de peças e equipamentos reservas		—	5) Gestão e análise de desempenho

Para cada processo e suas atividades, o sistema de gerenciamento da manutenção deve ter foco em seus resultados visando a qualidade total. Este processo de gestão deve ser garantido através de índices que permitem um acompanhamento sistemático do desempenho da manutenção em cada processo e em seu conjunto. Abaixo temos um exemplo de um quadro detalhado de itens de controle da etapa execução, com a definição de todos os parâmetros que envolvem cada item. Podemos dizer que na visão moderna de qualidade, os objetivos devem ser voltados para a excelência que em última análise é produzir com a melhor qualidade, com menores custos, através das melhores práticas de saúde, segurança e meio ambiente, nos prazos e expectativas que atendam os desejos e as necessidades dos clientes. Praticar esta filosofia é fazer com qualidade total. A meta fundamental é a busca da perfeição em todas as práticas e relações.

FIEMG

CIEMG

SESI

SENAI

IEL

Produto	Item de controle	Unidade de Medida	Prioridade (A, B, C)	Frequência	Método de controle		Índice de verificação	Frequência	Observações
					Quando atuar	Como atuar			
Execução de Manutenção	Disponibilidade de Mão de Obra	HH	A	Semanal	Abaixo da Meta		Disponibilidade de MO	Diário	
	Disponibilidade	%	A	Diário	Abaixo da Meta		Back Log	Diário	
	Horas Extras	Horas	A	Diário	Acima da Meta		Back Log	Diário	
	Número de paradas	Quantidades de paradas	A	Diário	Acima da Meta		Back Log	Diário	
	Número de horas de emergência (desvio de programação)	Horas	A	Diário	Acima da Meta		Back Log	Diário	

Fonte: Análise de Equipe

FIEMG

CIEMG

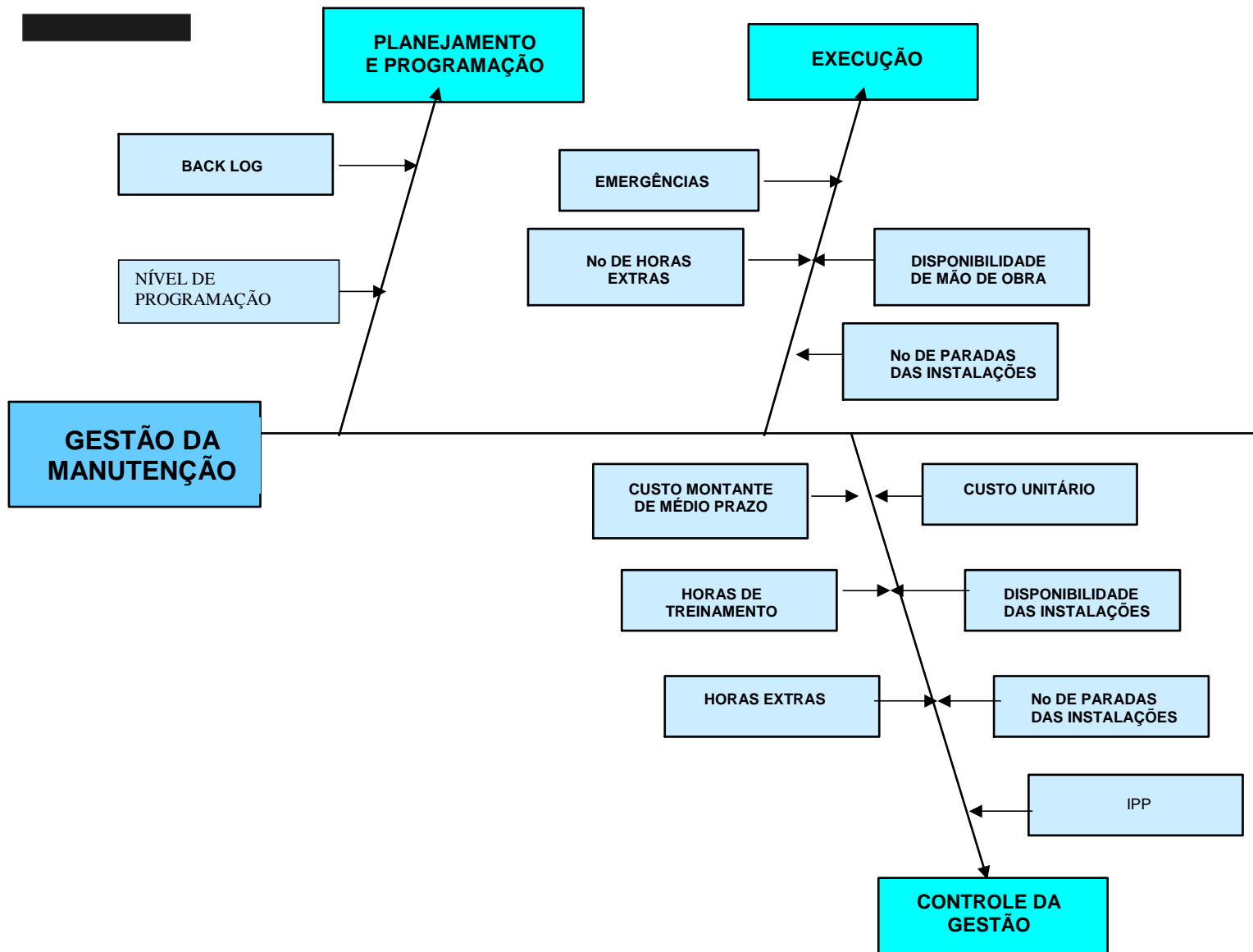
SESI

SENAI

IEL



## EXEMPLOS DE ICD'S NA MANUTENÇÃO PARA GESTÃO DE DESEMPENHO



Como visto no quadro descritivo, em cada produto cada índice de gestão deve ser bem definido, contendo sua métrica, sua prioridade, a frequência com que é medido, como e quando atuar caso o índice saia da faixa ou meta desejada, possibilitando o aprimoramento do desempenho. A gestão pela qualidade total irá requerer muitas habilidade organizacionais, tais como, disciplina, persistência, clima de trabalho, força de vontade para ir além todos os dias na busca da perfeição nas melhores práticas. Para se obter o reconhecimento de padrão de manutenção de classe mundial, a gestão pela qualidade total é fundamental.

## 8 A FILOSOFIA TPM

A filosofia de trabalho chamada de TPM, Manutenção Produtiva Total, nasce no Japão país que após a Segunda guerra mundial apresentava muitos problemas na qualidade de seus produtos e importou dos Estados Unidos todas as técnicas de manutenção produtiva, engenharia de confiabilidade e demais métodos de manutenção tradicional. Os Japoneses a partir destas técnicas, modificaram a manutenção produtiva ajustando ao seu ambiente industrial. No conceito tradicional, as fábricas operam no modelo, eu opero você conserta, para um novo modelo que vem trazer para as práticas de manutenção o conceito básico, "Da minha máquina cuido eu", que se traduz através da participação efetiva dos operadores, nos programas de manutenção e cuidados básicos com as máquinas as quais eles operam, através da aprendizagem de técnicas simples, tais como métodos de inspeções, uso dos cinco sentidos, execução de pequenos ajustes, regulagens e o controle do padrão visual das máquinas. Procurando manter sempre as condições ótimas das mesmas, detectando problemas potenciais antes que eles gerem paradas. Toda esta filosofia, gerou como pilar de sustentação a Manutenção Autônoma.

Os conceitos básicos que sustentam esta filosofia são:

- 1) Maximização do rendimento operacional global
- 2) Enfoque sistêmico globalizado, onde se considera o ciclo de vida do próprio equipamento, ou seja a manutenção produtiva total.
- 3) Participação e integração de todos os departamentos envolvidos, como PCP, produção e manutenção.
- 4) Envolvimento e participação de todos, desde a alta direção até as pessoas da linha de atuação operacional.
- 5) Colaboração através de atividade autônomas desenvolvidas em pequenos grupos, além da criação de um ambiente propício para a condução dessas atividades

A palavra "total" em Manutenção Produtiva Total tem três significados relacionados com três características importantes do TPM:

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

IEL

- O rendimento operacional total – persegue a eficiência econômica ou lucratividade;
- Um sistema de manutenção para melhorar no projeto do equipamento o conceito de quebra zero, ou seja, a não necessidade de manutenção. Essa exigência passa a ser uma premissa básica dos projetistas. É a busca de uma máquina com desempenho perfeito.
- Participação total – manutenção autônoma pelos operadores e atividades dos pequenos grupos em cada departamento e a todos os níveis.

## OBJETIVOS VISADOS PELO TPM

O TPM visa a eficiência da própria estrutura orgânica da empresa, através do aperfeiçoamento a serem introduzidos pelas pessoas nos equipamentos.

Significa criar, preparar e desenvolver programas de desenvolvimento de recursos humanos nas seguintes áreas:

1-Reduzir custos de produção e de manutenção através da quebra do paradigma **eu opero você conserta , para da minha máquina cuidado eu** e o combate as **setes grandes perdas**.

2-Equipe de produção deve estar dotada de capacidade para condução de atividades de manutenção , de forma autônoma, atuando no controle das condições básicas da máquinas

3-Equipe de manutenção deve estar capacitada para condução de atividades relativas à manutenção, na sua forma mais especializada, mais complexa, atuando segundo um plano de manutenção preventivo, sistemático e preditivo.

4-Equipe de projeto, capacitada para planejar , projetar e desenvolver equipamentos que não exijam intervenções de manutenção.

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

IEL

Através da mudança de postura do homem, pode-se promover mudança nas máquinas e nos equipamentos, podendo se obter os seguintes resultados:

- Melhoria do rendimento operacional global
- Projetos de novos equipamentos , considerando-se os parâmetros relativos ao seu custo do ciclo de vida (LCC\_ Life cycle cost), assim como sua entrada em regime de produção normal.
- Um sistema de manutenção que garanta níveis de confiabilidade de classe mundial

## **MAXIMIZANDO O RENDIMENTO OPERACIONAL DOS EQUIPAMENTOS**

O objetivo de toda a atividade de melhoria na fábrica é aumentar a produtividade minimizando os custos e maximizando os benefícios. Benefícios não se referem somente ao aumento da produtividade, mas também à elevação da qualidade, à redução de custos, ao prazo de entrega , à melhoria da saúde, segurança e meio ambiente, ao moral elevado e a um ambiente de trabalho mais favorável.

## **OS SETE GRANDES DESPERDÍCIOS QUE LIMITAM A EFICIÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS**

- Quebra,
- Troca e Ajustagem,
- Trabalho em vazio e pequenas paradas,
- Redução de velocidade,
- Defeitos de qualidade e retrabalho,
- Start up,
- Trabalho desnecessário,

FIEMG

CIEMG

SESI

**SENAI**

IEL

Limpeza é inspeção

Limpeza é inspeção para detectar deterioração, isso prolonga a vida das peças que compõem o equipamento e mantém a precisão do equipamento e as condições de qualidade. Através da limpeza remove-se defeitos psicologicamente escondidos.

ASPECTOS FÍSICOS	ASPECTOS PSICOLÓGICOS
<p>1-QUALIDADE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Reduzir defeitos de qualidade</li> <li>-Estabilizar a qualidade</li> </ul> <p>2 – EQUIPAMENTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Detectar o mal funcionamento antecipadamente</li> <li>- Prevenir desgaste</li> <li>- Prolongar a vida das peças</li> <li>- Manter as funções do equipamento</li> <li>- Prevenir erros de operação</li> <li>- Manter a precisão das peças</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver Habilidade para detectar o mau funcionamento</li> <li>- Promover respeito pelos equipamento</li> <li>- - Aderir às regras (disciplinar)</li> <li>- Aumentar a motivação</li> <li>- Trabalhar em lugar limpo e higiênico</li> <li>- Aumentar a confiança do cliente</li> </ul>

### CINCO REQUISITOS PARA ATINGIR A QUEBRA ZERO:

- Manter as condições básicas do equipamento (Limpeza, Lubrificação e parafusos apertados);

FIEMG

CIEMG

SESI

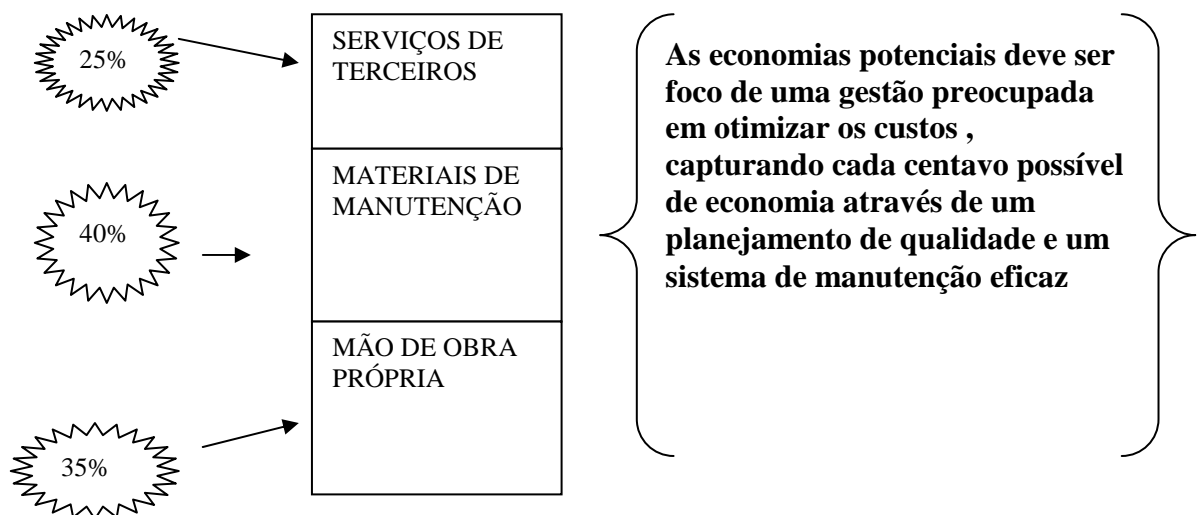
SENAI

IEL

- Manter as condições de operação;
- Restaurar a deterioração;
- Corrigir as fraquezas do projeto;
- Aperfeiçoar as habilidades de operação e manutenção.

## 9 CUSTOS DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Quando falamos na unidade 5 sobre custo ótimo de manutenção, falamos em termos globais, ou seja todos os custos que envolvem a manutenção industrial. O custo é um fator crítico de competitividade e deve merecer foco total na gestão da manutenção. Podemos resumir da seguinte forma a composição dos custos globais da manutenção:



Vamos analisar de forma mais objetiva como se deve focar cada item que compõe o custo para um melhor controle e Otimização

### 1) Mão de obra própria

Os custo de mão de obra própria vem das demandas de serviços a executar previstos nos planos de manutenção preventiva

estabelecidos no sistema de manutenção , nas demandas de serviços identificadas pelas equipes de inspeção de área e nas chamadas solicitações de serviços avulsas advindas das áreas de produção, onde cada ordem de serviço determina a quantidade de homens horas para fazer determinada tarefa . Somando todas as tarefas das ordens de serviços de todos os planos de manutenção a executar no ano, acrescentando também as horas homens para executar as manutenções corretivas encontraremos a quantidade total de horas homens, necessária para a execução dos trabalhos de manutenção. Parte destas atividades pode ser terceirizada, compondo então como custos de terceiros. Para otimizar o custo do quadro de mão de obra própria, deve-se objetivar cada vez mais a busca de padrões de confiabilidade , reduzindo as demandas corretivas não planejadas Neste aspecto , o desenvolvimento de uma equipe de confiabilidade é o pilar para atuar em problemas que geram impactos corretivos com atendimento de emergência, portanto não planejado. Nos planos preventivos , as definições das cargas de trabalho em horas homens bem como a frequência de intervenção para cada atividade nas Ordens de Serviços devem ser bem assertiva, alinhada a uma busca constante de produtividade através de um Planjemaneto/Programação com padrões eficientes de execução. Cabe aqui lembrar que se fizermos um esforço de planejamento eficiente , iremos obter no máximo 65% de aproveitamento do quadro de manutenção. Este dado por si só diz tudo a respeito de como devemos dar ênfase ao planejamento de mão de obra. Os planos preventivos devem ser analisados criticamente e atualizados constantemente como no ciclo PCDA , garantindo perfeita harmonia entre planejamento e execução . Repetindo , produtividade é a palavra chave e fator de sucesso na gestão do quadro próprio.

---

*FIEMG*

---

*CIEMG*

---

*SESI*

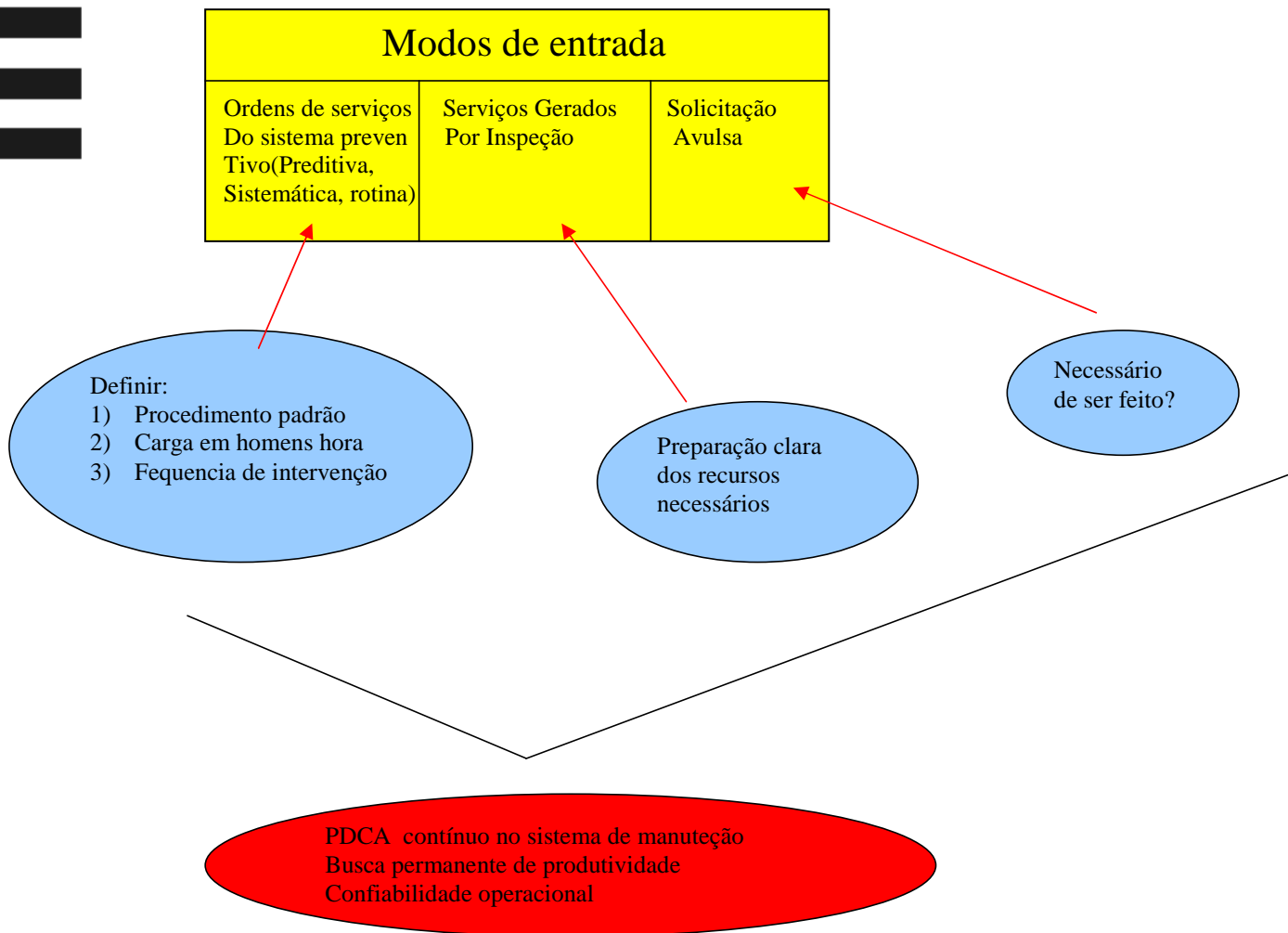
---

**SENAI**

---

*IEL*

---



## 2) Custos de Serviços de terceiros

Os custos com terceiros devem ser analisados também a partir de um bom planejamento e programação, onde as contratações sejam feitas através de definições claras do conteúdo dos serviços a ser realizado, permitindo assim uma boa contratação visando um custo mínimo no processo de concorrência e negociação com fornecedores. É importante para a manutenção a busca de bons parceiros para a prestação de serviços. Na unidade 10 iremos analisar as especificidade da gestão de terceiros.

## 3) Custos com materiais de manutenção.

O custos com materiais também dependem de um bom planejamento e sistema de manutenção, onde as trocas sistemáticas e pôr condição, sejam feitas no momento certo, com garantia de qualidade do material adquirido, com garantia de qualidade na execução dos serviços uma boa política de aquisição material para estoques. Hoje em dia, com o desenvolvimento da



engenharia de manutenção, busca-se cada mais a redução da necessidade de fazer intervenções de manutenção das máquinas , principalmente através do aumento de vida útil dos elementos e componentes orgânicos das máquinas e com isto , de um lado reduz o custo direto da manutenção e de outro disponibiliza máquinas e equipamentos das instalações em geral para a produção. Equipamento em manutenção só traz custos deferentemente de um equipamento em produção.

Vemos então que novamente, os ganhos de custos estão muito ligados a inteligência de manutenção através do pilar de planejamento, programação , garantindo qualidade técnica nas intervenções , evidenciadas na gestão periódica do desempenho.

---

*FIEMG*

---

*CIEMG*

---

*SESI*

---

**SENAI**

---

*IEL*

---

## 10 TERCEIRIZAÇÃO NA MANUTENÇÃO

O Grau de terceirização na manutenção depende de toda estratégia de cada negócio , onde a manutenção esta inserida e varia de uma terceirização de serviços mais simples, rotineiros, até serviços mais amplos, chegando mesmo a uma terceirização global, ou seja, todas as atividades de manutenção ficam a cargo de terceiros. A Política de terceirização em muitas empresas não fica muito clara e nem sempre segue um critério bem definido, mas empresas modernas, que buscam manutenção de classe mundial para a confiabilidade de suas operações , tem procurado definir claramente o escopo relativo a terceiros, onde se preserva o Know How de equipamentos estratégicos, com uma equipe própria, onde todo processo de melhorias de manutenção nestes equipamentos, ficam preservados no acervo da empresa, garantindo pleno domínio do conhecimento dessas máquinas. Nestas companhias, os serviços de rotinas básicas, serviços muito específicos tais como caldeiraria, ensaios de peças , testes e verificações de conformidade, que envolvem equipamentos muito especiais, formação técnica também muito específica, serviços com necessidades pontuais e isoladas, ficam a cargo de empresas e consultorias externas. O que é importante salientar sempre no caso de terceirização é que as decisões devem passar pela análise de competitividade em custos, qualidade e competência técnica, para que o resultado seja conforme as metas estabelecidas para a manutenção. Cada empresa pode criar para seu negócio uma arvore de decisão estratégica para contratação de parceiros na execução de serviços.

### Critérios para o processo de terceirização

Na contratação para execução de serviços temos basicamente duas formas na contratação

- 1) Contratação pôr horas homens
- 2) Contratação pôr serviços global

No primeiro caso , a decisão em, contratar se baseia na necessidade de complementação do quadro próprio para fazer frente a demandas pontuais específicas. É preciso assegurar na contratação além do custo da hora homem , questões com capacitação técnica, práticas de saúde , segurança e meio ambiente . A administração da produtividade e da qualidade é acompanhada diretamente pelo contratante o irá requerer dos gestores da manutenção um acompanhamento forte das atividades desenvolvidas.

No segundo caso , a contratação deve se basear em escopo técnico de serviços onde a empresa contratada deverá ter todas as informações necessárias para boa execução dos serviços . Devemos ter como premissa que toda a empresa que tem um programa de gestão de terceiros eficiente já possui previamente um programa de qualificação e

seleção de fornecedores , contemplando aspectos de qualificação técnica , capacidade de gestão e planejamento, saúde segurança e meio ambiente. Um escopo técnico deve conter basicamente os seguintes tópicos:

### ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (E.T.)

I.	<b>Objetivos na contratação dos serviços :</b> Determina os objetivos gerais que a empresa contratante que alcançar na contratação dos serviços.
II.	<b>Descrição detalhada do serviços a serem executados :</b> Deve ser detalhada o escopo de serviços que deverá ser executado , as etapas necessárias a serem seguidas, os recursos que deverão empregadas , as condições em que serão executados.
III.	<b>Responsabilidades da contratante:</b> Defina quais serão, neste serviço, as obrigações que ficaram a cargo do contratante e de que forma estas obrigações serão disponibilizadas.
IV.	<b>Responsabilidades da contratada:</b> Defina quais serão as responsabilidade da empresa contratada, antes durante e ao final da obra executada.
V.	<b>Requisito de Qualidade :</b> Determina e dimensiona os requisitos gerais e específicos de qualidade técnica, prazos de execuções , planejamento do trabalho como um todo.
VI.	<b>Normas e procedimentos de segurança:</b> Determina os requisitos gerais e específicos de saúde, segurança e meio ambiente , nas práticas que a empresa contratada tem como padrão e que devem ser seguidas durante a execução da obra

Uma vez definido um escopo técnico, elaborado o procedimento para contratação de um terceiro , equalizar as propostas nos aspectos

técnico/comercial, definir um fornecedor específico, executar o trabalho objeto do escopo técnico, chegamos ao final com a necessidade de avaliar no geral a qualidade do serviço prestado. Procedemos então a uma avaliação de todo o serviço prestado. Segue abaixo um exemplo de sistema de controle para avaliação de terceiros:

## AVALIAÇÃO DE SERVIÇO DE TERCEIROS

I.	<b>Qualidade do trabalho :</b> Avalia-se a conformidade do serviço prestado com os previstos na Especificação Técnica nas dimensões , qualidade, organização e limpeza, prazos, padrões técnicos e outras características definidas como requisitos de qualidade na contratação do trabalho
II.	<b>Planejamento do trabalho:</b> Avalia-se a conformidade do fornecimento nas dimensões de aplicação prática das ferramentas de planejamento previstas, prazo de entrega, utilização dos recursos previstos, qualificação dos recursos empregados, cumprimento das jornadas previstas de trabalho e etc.
III.	<b>Práticas de segurança no trabalho:</b> Avalia-se quanto a aplicação das normas e dos padrões de segurança previstos para execução das atividades. Gestão e controle para prevenção de riscos de acidentes.
IV.	<b>Organização e limpeza na Obra:</b> Avalia-se o padrão de limpeza , durante a obra, o controle dos materiais descartados no canteiro, conduta dos funcionários ( Uso de crachás, Padrão de uniformes funcional, sapatos limpos, disciplina da equipe, postura diante de situações específicas)
<p><b>PONTUAÇÃO FINAL DA AVALIAÇÃO:</b></p> <p><b>Menor que 50% :</b> Fornecedor Eliminado do quadro de fornecedores da empresa</p> <p><b>Entre 50% e 60%:</b> Fornecedor suspenso por prazo definido</p> <p><b>Entre 60 e 70%:</b> Bom nível de fornecimento</p> <p><b>Entre 70% e 90% :</b> Muito bom nível de fornecimento</p> <p><b>Maior que 90% :</b> Excelente nível de fornecimento</p>	

FIEMG

CIEMG

SESI

SENAI

IEL

Embora estas duas ferramentas sejam simples , se mostram bastante eficaz no gerenciamento de serviços de terceiros e nos da plenas condições se seguidas de demonstrar transparência e justiça no estabelecimento de parcerias. Cabe lembrar que estes documentos também atendem a requisitos legais da empresa e pode ser utilizados em situações de conflitos judiciais.

## 11 SOFTWARES DE MANUTENÇÃO

Um sistema informatizado de manutenção é peça chave para todo o gerenciamento das atividades de manutenção. Quanto maior a área industrial e conseqüentemente o número de equipamentos que compõe a planta, maiores são as quantidades de dados e informações a serem controladas e armazenadas. Para permitir velocidade e qualidade nos trabalhos que envolvem os processos de manutenção é importante a informatização através de aplicativos específicos de informática. A qualificação de um software aplicativo é norteadada pôr possuir uma interface homem-máquina (IHM) amigável, facilidade de lançamentos e obtenção de dados (pesquisa de dados de equipamentos), padrão de configuração aberto e flexibilidade na formatação de campos de entrada de dados, largas extensão para histórico de máquina, , formatação de relatório de forma aberta ao cliente e demais conveniências que facilitam a manipulação informações no dia a dia da manutenção . Basicamente, os softwares de manutenção se compõe das seguintes partes:

	<p>FOLHA DE DADOS (DATA SHEET):</p> <p>Compõe-se dos dados técnicos de todos os equipamentos . É uma fonte importante de consulta para a manutenção, pois freqüentemente faz-se necessário recorrer as especificações técnicas dos elementos que compõe as máquinas para análises e decisões técnicas</p>

	<p><b>ÁREA DE CADASTRO DE EQUIPAMENTO:</b></p> <p>Área formatada para o cadastro de todos os equipamentos que compõe as plantas industriais, identificando que cada equipamento com Tags específicos e que servirá de base para todo o desenvolvimento dos demais módulos que integra o sistema de manutenção</p>

	<p><b>PLANOS DE MANUTENÇÃO :</b></p> <p>Área formatada para a inserções dos planos de manutenções, incluindo todas os ordens de serviços com seus procedimentos padrões, recursos necessários, frequências de intervenções e demais detalhes que fazem parte das OS`s .</p>

	<p><b>HISTÓRICO:</b></p> <p>Área formatada para ser inserido os eventos e intervenções no equipamento ,permitindo um arquivo no tempo de toda a historia da máquina, disponível a consultas futuras.</p>

---

*FIEMG*

---

*CIEMG*

---

*SESI*

---

**SENAI**

---

*IEL*

	<p>RELATÓRIOS:</p> <p>Área Formatada para gerar relatórios gerenciais que permitem informações diversas para análises e tomadas de decisões com vistas a melhoria de desempenho da manutenção</p>

Estes elementos integrados em um software aplicativo são importantes aliados no desenvolvimento da manutenção. Todos os softwares de mercado trazem estes elementos, variando apenas recursos adicionais específicos dependendo de cada fornecedor. O mais importante não é exatamente a marca do software em si, mais a qualidade dos dados que nele são inseridos, na qualidade da informação que deles são retirados e da efetividade do sistema de manutenção nele implantado. Daí sairão os resultados da manutenção.

## **12 PRÁTICA DO CONTEÚDO DO CURSO DE MANUTENÇÃO**

### **Trabalho prático de Manutenção industrial**

**Objetivo: Aplicar todo o conteúdo teórico do curso através de um modelo de instalação simplificada.**

Com base no fluxograma dado, deve-se montar um sistema de manutenção com as seguintes etapas:

- A) Defina para cada equipamento, o tipo de manutenção a ser aplicado, considerando que a manutenção deve ter como meta 99% de disponibilidade e 0,5 paradas/100 horas de operação. Faça um quadro geral resumindo toda a estratégia.
- B) Monte para cada equipamento os planos mestres de Ordens de serviços necessárias para compor o sistema de manutenção da instalação. Eleja dois equipamentos e monte um exemplo de uma ordem de serviço completa com seu conteúdo básico.
- C) Com base no item anterior defina o quadro de pessoal necessário para dar manutenção nas instalações e o custo médio anual a ser previsto no planejamento da manutenção.

- D) Monte um estudo FMEA , mostrando as falhas que estes equipamentos estão expostos , identificando as possíveis causas , classificando os índices gravidade , severidade e detecção e sugerindo medidas de controle para reduzir o risco da falha.
- E) Monte um MASP para o problema : quebra de rolamentos prematuramente. Defina as possíveis causas para esta falhas. Demonstre cada etapa da análise Masp
- F) Liste para um equipamento a escolher, as ações básicas que a equipe de manutenção autônoma do TPM , pode realizar, para garantir confiabilidade da instalação.

Opções de instalações:

- 1) Filtro de Mangas
- 2) Peneira Vibratória
- 3) Redutor de Velocidade
- 4) Ventilador Centrifugo
- 5) Correia Transportadora

Regras Gerais:

Formação de Cinco grupos com até 6 alunos  
Desenvolvido ao longo do curso . Será disponibilizado 20horas aulas para este trabalho.  
Orientação em sala de aula  
Cada grupo deve preparar um apresentação final resumido do conteúdo do trabalho

Pontuação: 30 Pontos

Conteúdo do material apresentado ( Demonstração do conceito ; Abrangência , Pesquisa): **15 Pontos**

Apresentação do trabalho (Organização/Asseio/ Estruturação) : **10 Pontos**

Apresentação em sala: **5 Pontos**

Bibliografia:

FMEA – Analise dos Modos de Falha Efeitos  
Autor : Paul Palady  
RCM – Reliability Centred Maintenance  
Autor: John Moubray  
Manutenção Preditiva  
Autor: Victor Mirshawka  
Gerenciamento da Rotina  
Autor Vicente Falconi Campos

FIEMG

CIEMG

SESI

SENAI

IEL