



# Utilização das Ferramentas da Engenharia de Manutenção no Setor Industrial

**Palestrante:** Marcílio Queiroz de Melo

# Escopo da Palestra

- A INDÚSTRIA E SEUS OBJETIVOS
- EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA MANUTENÇÃO
- SITUAÇÃO ATUAL DA INDÚSTRIA
- TERMINOLOGIA BÁSICA DA MANUTENÇÃO
- CARACTERIZAÇÃO DE FALHAS
- ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO
- INDICADORES DA MANUTENÇÃO
- FERRAMENTAS DA ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO
- TRATAMENTO DE FALHA: UM EXEMPLO

# A Indústria e seus Objetivos

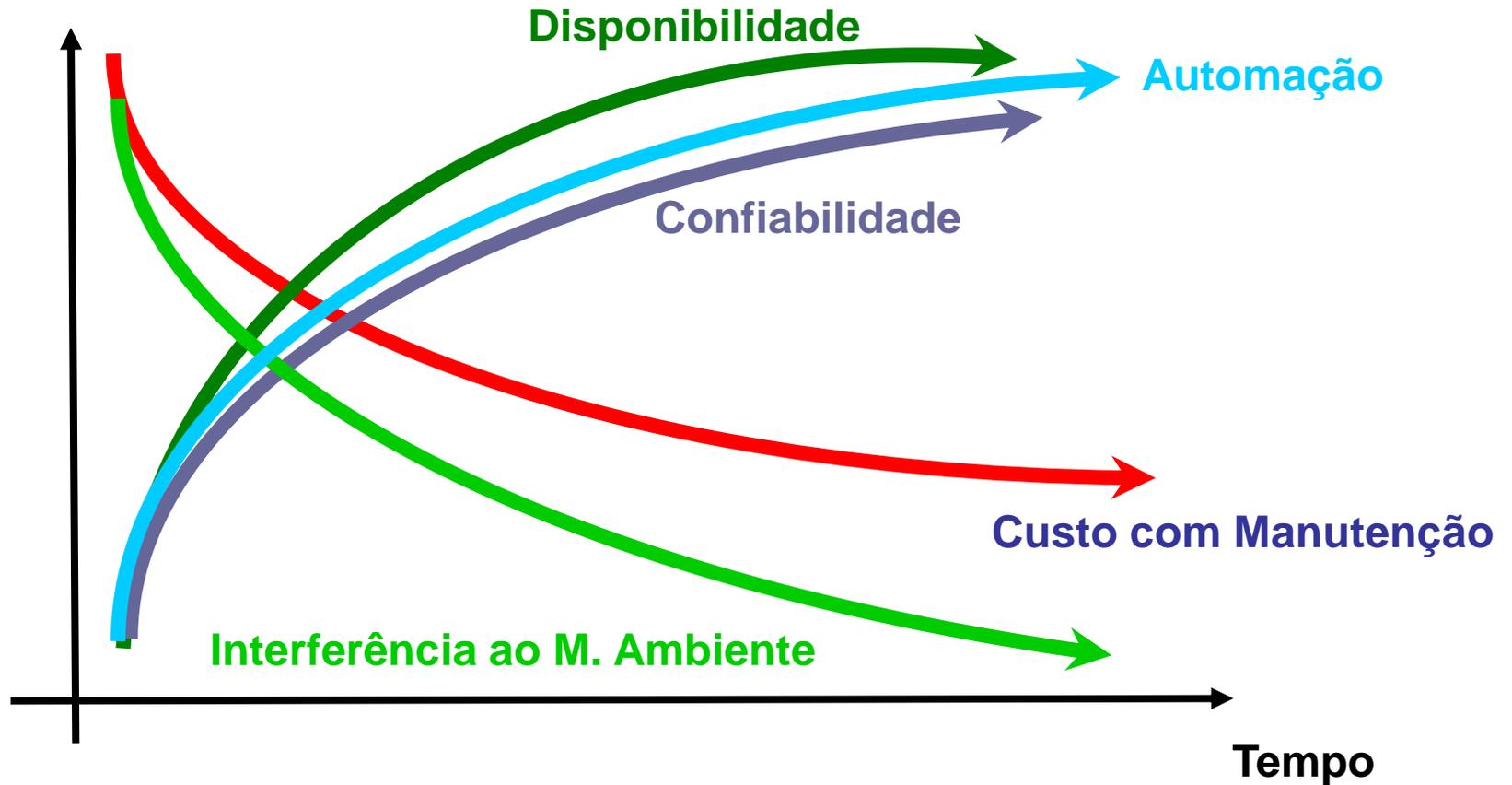


- **Garantia e Controle da Qualidade**
- **Garantir disponibilidade e confiabilidade do equipamento de forma produtiva!**
- **Certificação:**
  - **ISO 9001**
  - **ISO 14001**
  - **OSHAS 18001**

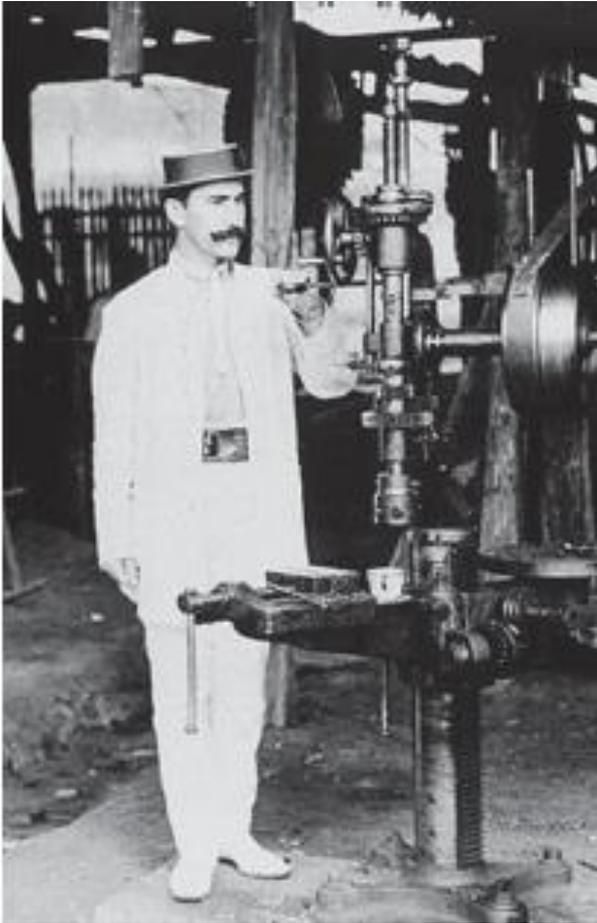


**ZERO ACIDENTE**

# A Indústria e seus Objetivos



# Evolução Histórica da Manutenção

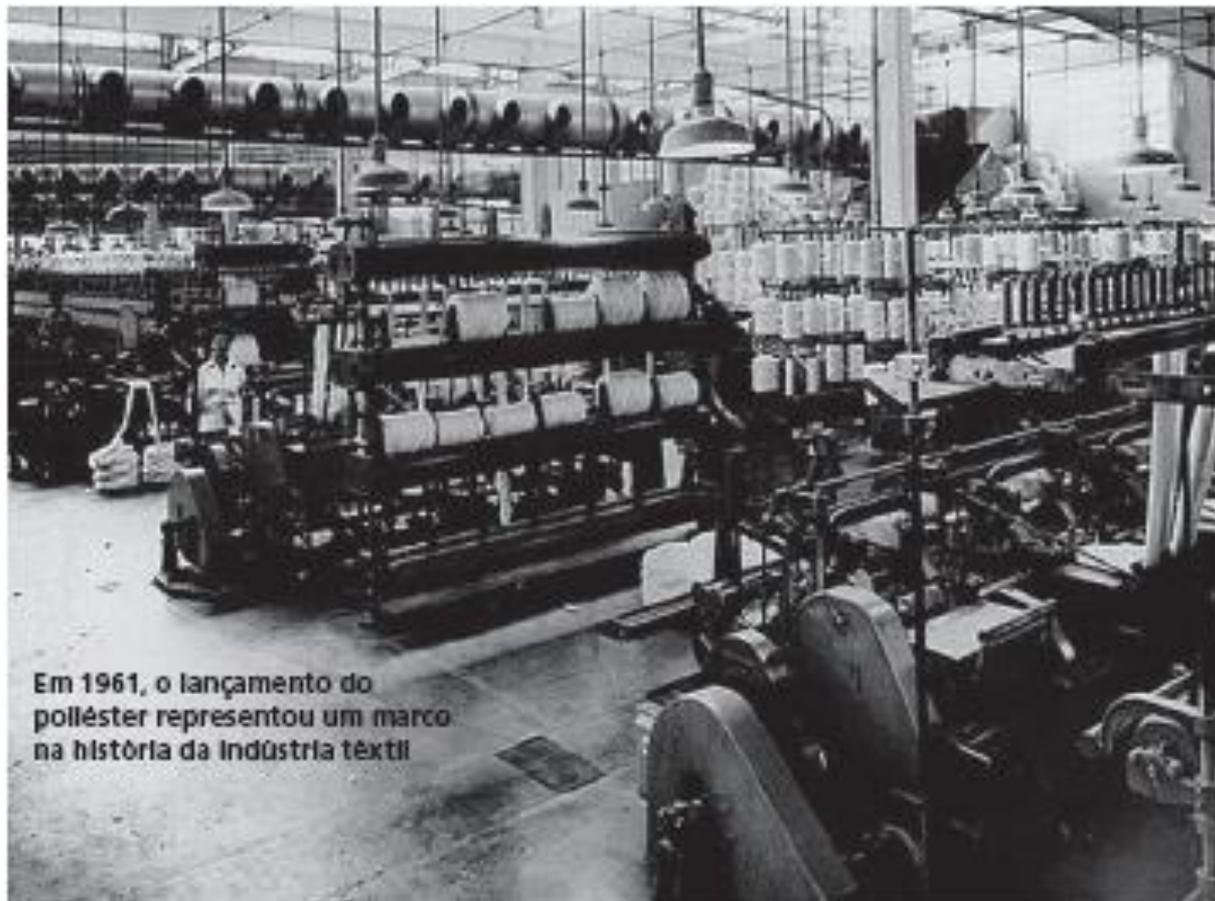


O termo “manutenção” tem sua origem no vocabulário militar e surgiu por volta do ano 1950 nos EUA, cujo sentido era “manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante”.

# Evolução Histórica no Brasil



**No Brasil - A Década de 50 foi marcada pela chegada das Multinacionais**



Em 1961, o lançamento do poliéster representou um marco na história da indústria têxtil

# Evolução Histórica da Manutenção

1950

Manutenção Acidental – Manutenção por Quebra

## A Primeira Geração:

- ✓ Até a II Guerra Mundial;
- ✓ Conserto após a avaria;
- ✓ Indústria com baixo índice de mecanização, simples e superdimensionados;
- ✓ Tempo para repor a função não era importante;
- ✓ Rotinas: Limpezas e Lubrificação.

# Evolução Histórica da Manutenção

1950

1960

1970

Manutenção Acidental – Manutenção por Quebra

Manutenção Preventiva Sistemática (Time Based)

Manutenção de Melhoria

Prevenção da Manutenção (Maintenance Prevention)

## Segunda Geração:

- ✓ Difusão dos Computadores;
- ✓ Sofisticação dos Instrumentos de Proteção e Medição;
- ✓ Método de Planejamento e Controle de Manutenção Automatizados.

# Evolução Histórica da Manutenção

1950

1960

1970

1980

Manutenção Acidental – Manutenção por Quebra

Manutenção Preventiva Sistemática (Time Based)

Manutenção de Melhoria

Prevenção da Manutenção (Maintenance Prevention)

Manutenção Produtiva Total (TPM)

Manutenção Preditiva

## Terceira Geração:

- ✓ Desenvolvimento dos Micro Computadores;
- ✓ Aumento da exigência da qualidade de produtos/serviços;
- ✓ Método de Planejamento e Controle de Manutenção Automatizados.
- ✓ Início no Brasil

# Evolução Histórica da Manutenção

1950

1960

1970

1980

1990

Manutenção Acidental – Manutenção por Quebra

Manutenção Preventiva Sistemática (Time Based)

Manutenção de Melhoria

Prevenção da Manutenção (Maintenance Prevention)

Manutenção Produtiva Total (TPM)

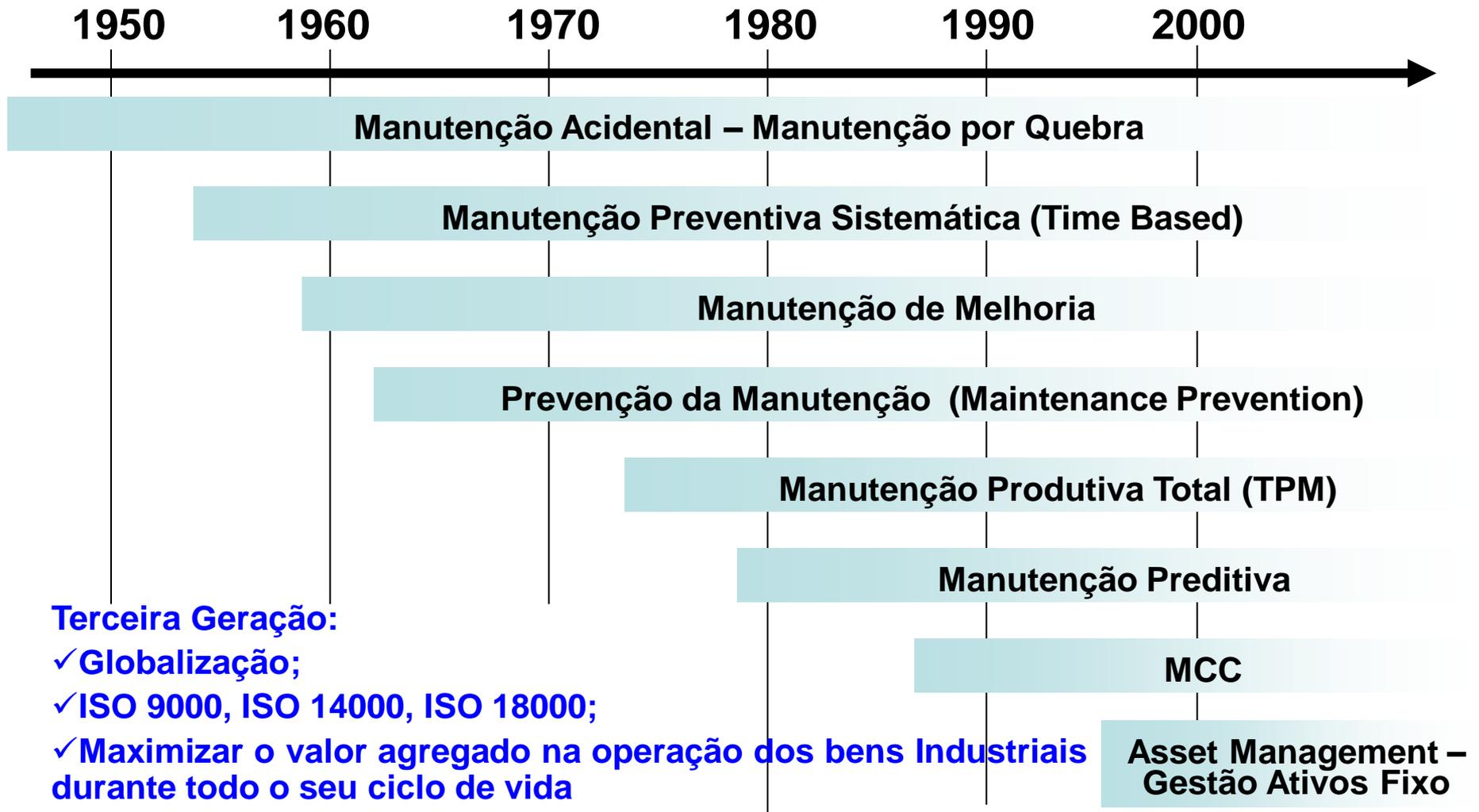
Manutenção Preditiva

MCC (M. Centrada Confiabilidade)

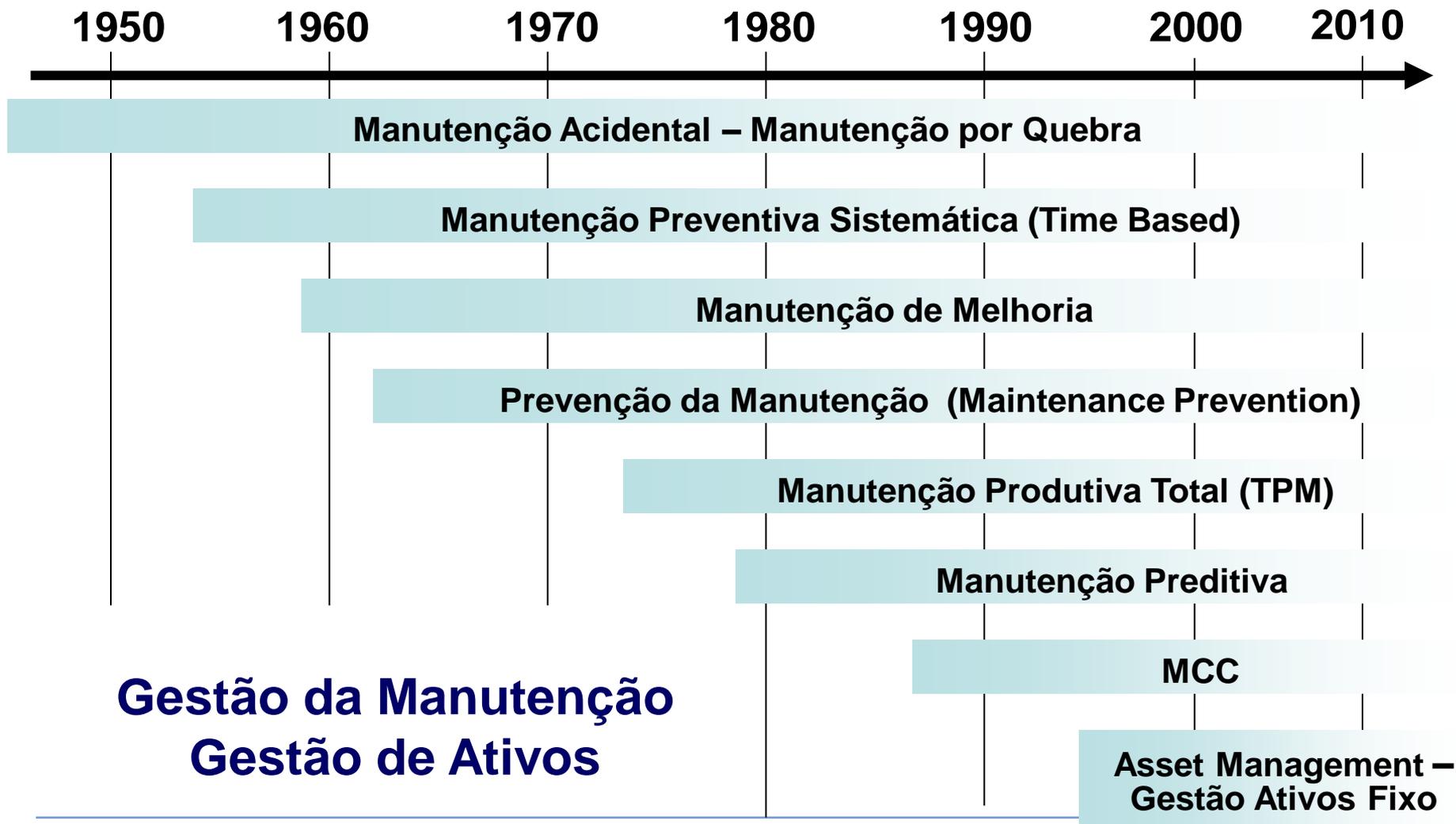
**Terceira Geração:**

- ✓ Melhor Qualidade dos Produtos;
- ✓ Ausência de danos ao Meio Ambiente;
- ✓ Análise Custo x Benefício.

# Evolução Histórica da Manutenção



# Evolução Histórica da Manutenção



# Situação Atual da Indústria

**53%**

não medem a disponibilidade dos ativos;

**81%**

não sabem a confiabilidade dos ativos;

**62%**

não elaboram um orçamento de manutenção.

**Apenas 38%**

medem seus resultados.

**45%**

atingem seus objetivos.

**Conclusão:** É impossível gerenciar algo que não se mede.

# Situação Atual da Indústria

## Capacitação dos Profissionais

**72%**

não sabem o que significa o termo “Disponibilidade”;

**81%**

não sabem como medir a disponibilidade inerente de um ativo da forma correta;

**57%**

não conhecem a norma NBR-5462.

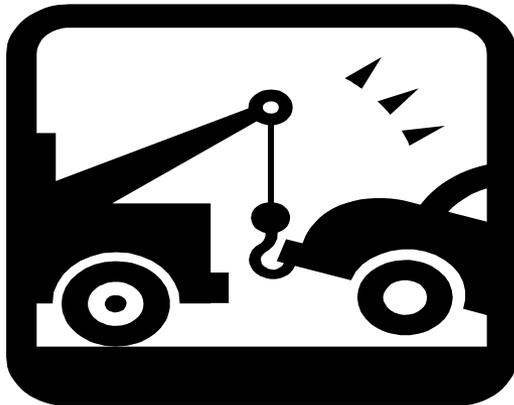
# Situação Atual da Indústria



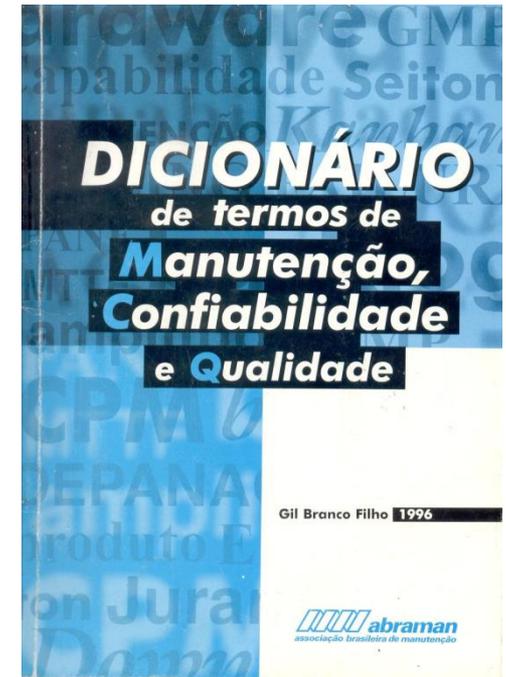
# Terminologia Básica da Manutenção

## ABNT NBR 5462-1994 Confiabilidade e Mantenabilidade

**Manutenção-** Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender um processo de produção ou serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado.

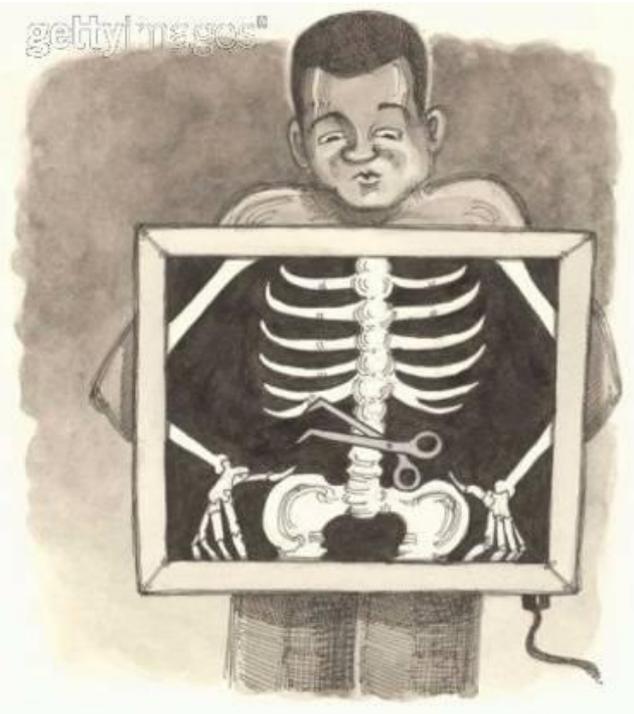


É um processo de MELHORIA  
CONTÍNUA!



# Caracterização de Falhas

Falhas são **ocorrências indesejadas** no trabalho. De uma forma simples, Falha é tudo aquilo que **não é normal**, ou seja, não esta conforme o padrão e que gerou, ou **pode gerar perda**.



SE NA SUA ÁREA DE ATUAÇÃO AS FALHAS SÃO FREQUENTES É NECESSÁRIO TRATÁ-LAS ATACANDO SUAS CAUSAS RAIZ E EVITANDO REINCIDÊNCIAS. GERENCIAR A ROTINA É REDUZIR A VARIÇÃO DO PROCESSO, ELIMINANDO FALHAS!

# Caracterização de Falhas



**Análise de falhas - é a técnica de análise ou investigação das falhas ou defeitos que identifica as **CAUSAS RAÍZES** permitindo preveni-las.**

# Caracterização de Falhas

Falha



Efeito

FRANÇA 16 DE DEZEMBRO

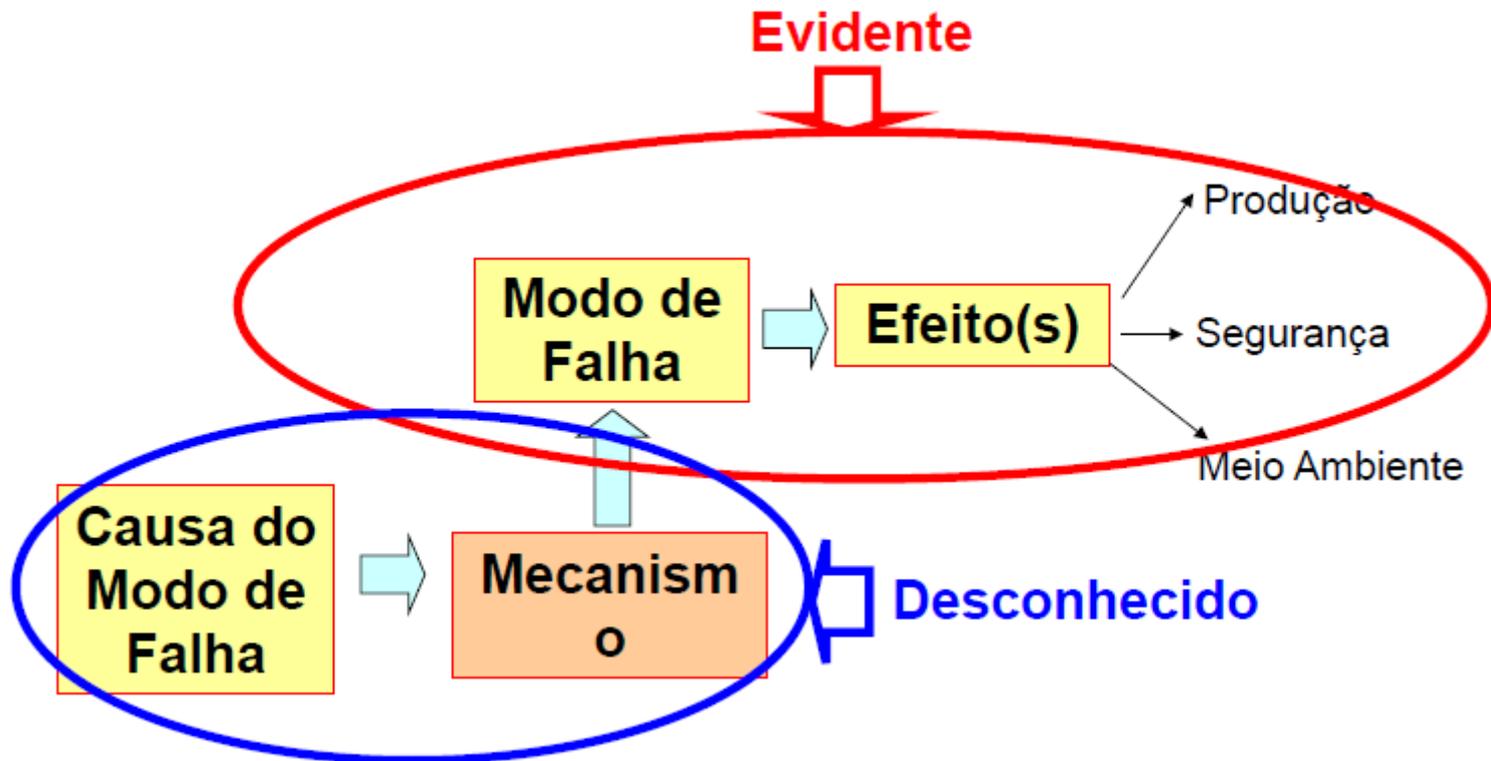
### A SEGUNDA CHANCE

Cinco meses depois de seu primeiro acidente grave, que matou 113 pessoas e o tirou do ar, o Concorde pode voltar a voar. Os operadores do supersonico anunciaram em dezembro que em fevereiro deverá ser realizado um voo teste antes de seu retorno definitivo à atividade. Único avião de carreira a viajar em velocidade superior à do som, o empreendimento franco-inglês não emplacou comercialmente, mas orgulhava-se de nunca ter sofrido um acidente grave. Até 25 de julho. Nesse dia, a aeronave da Air France que fazia o voo 4590 da rota Paris—Nova York **espatifou-se** contra um pequeno hotel em Gonesse, nas redondezas da capital francesa, logo depois de decolar do Aeroporto Charles de Gaulle. Além dos 109 passageiros, morreram quatro hóspedes do hotel. A causa da tragédia pode ter sido um pneu estourado ou uma turbina incendiada. Por precaução, outros doze Concorde da Air France e da British Airways, similares ao que caiu em Gonesse, permaneceram em terra, **sem levantar voo**, à espera de que se esclareça o acidente ou de um atestado que lhes restitua a confiabilidade.

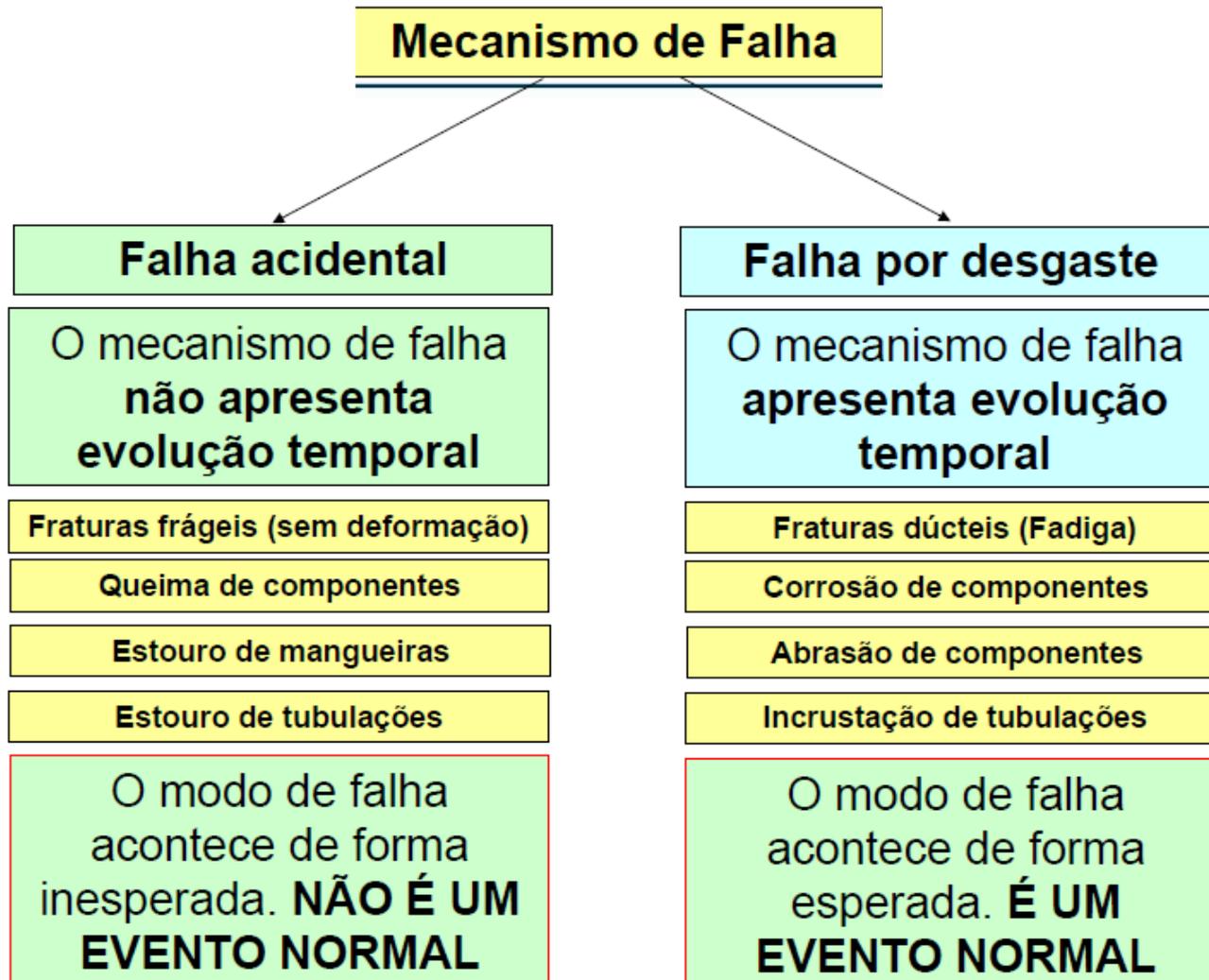
Causa

# Caracterização de Falhas

**Causa é o Evento que origina o Mecanismo do Modo de Falha**



# Caracterização de Falhas



# Caracterização de Falhas



# Caracterização de Falhas



**Não são prognosticáveis**

**Não obedecem a leis físicas definidas**

**Sua resolução é viável após a ocorrência da falha**

# Caracterização de Falhas



# Caracterização de Falhas

**FALHAS  
EM EQUIPAMENTOS**

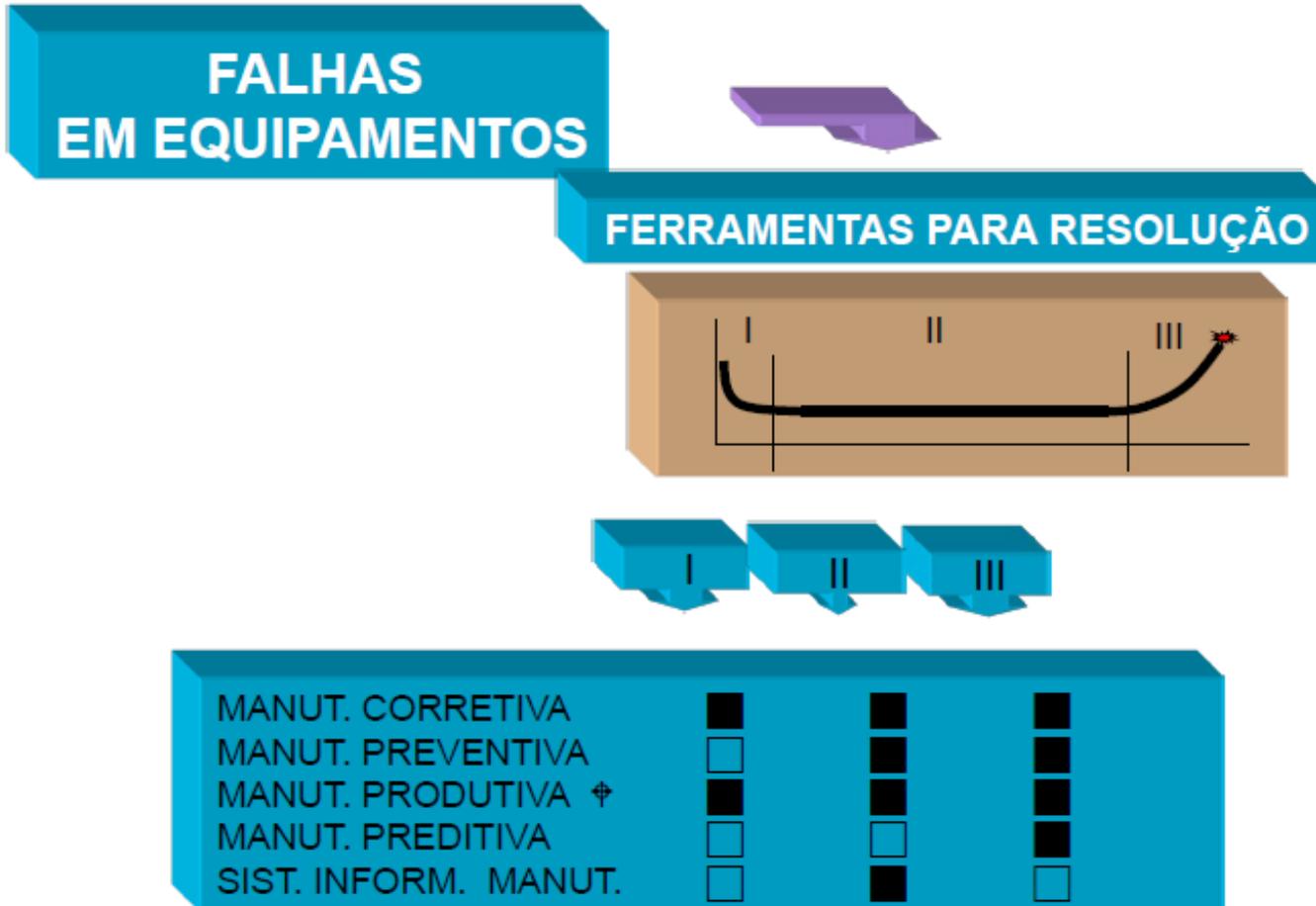
**CARACTERIZAÇÃO**

**SÃO DE CARÁTER PROGNOSTICÁVEL**

**AS FALHAS ACIDENTAIS SÃO DE CARÁTER ALEATÓRIO  
E PODEM SER TRATADAS ESTATÍSTICAMENTE.  
GERALMENTE SE ORIGINAM EM DEFEITOS DE  
FABRICAÇÃO, MONTAGEM OU SOBRECARGAS  
NÃO SÃO PREVISTAS NO PROJETO DO EQUIPAMENTO**

**AS FALHAS POR ENVELHECIMENTO OCORREM PELA  
EVOLUÇÃO DE PROCESSOS DE DESGASTE ORIGINADOS  
EM PROCESSOS FÍSICOS MENSURÁVEIS, TAIS COMO:  
FADIGA DE MATERIAIS, CORROSÃO, ABRASÃO, ETC.**

# Caracterização de Falhas

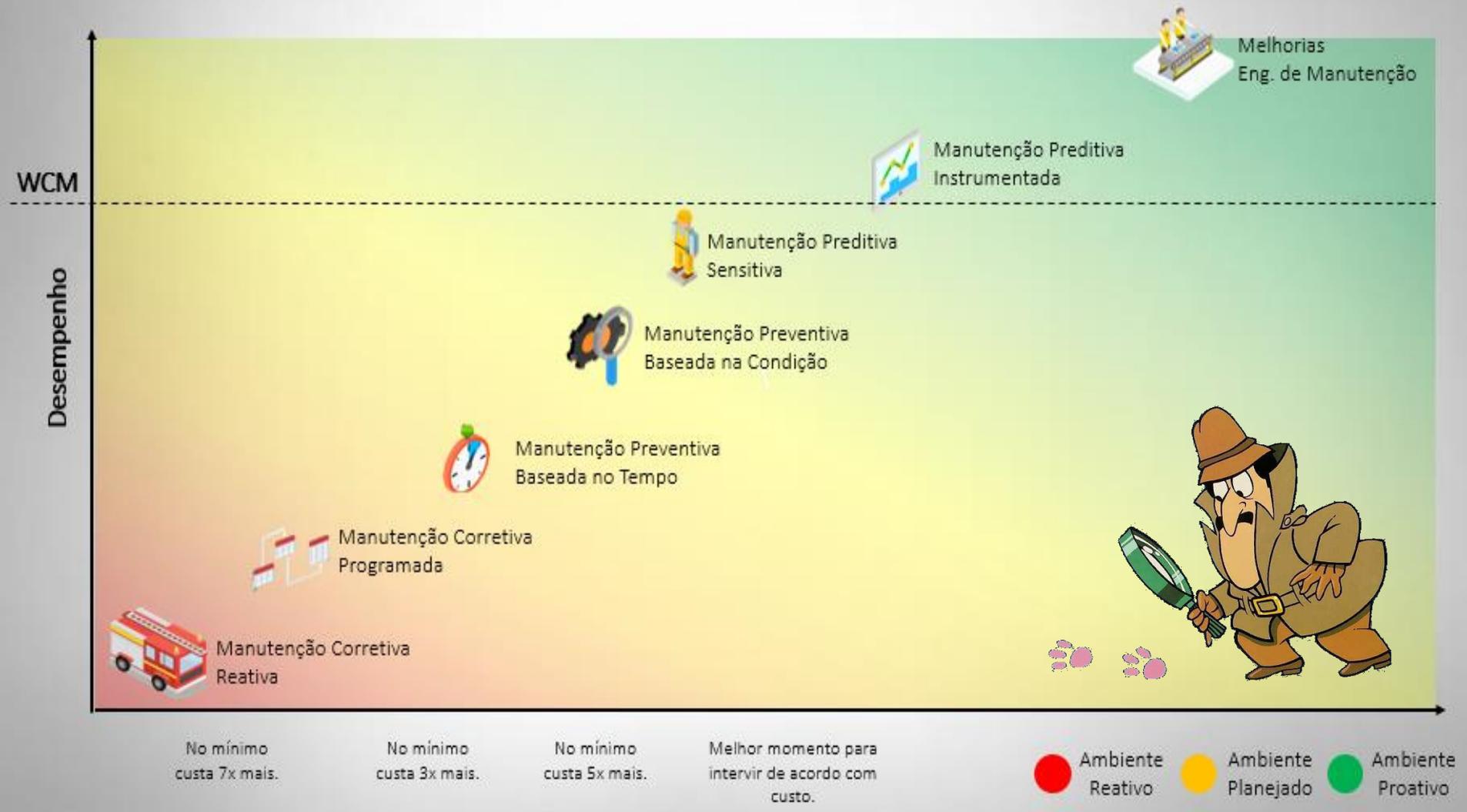


# Caracterização de Falhas

- Vídeo: Bopal: o erro.

<https://www.youtube.com/watch?v=h2XDgLt9q4w>

# Estratégias de Manutenção



# Estratégias de Manutenção



Melhorias  
Eng. de Manutenção

Modificação nos processos, equipamentos e instalações para diminuir custos de manutenção e elevar disponibilidade, confiabilidade dos equipamentos.



Manutenção Preditiva  
Instrumentada

Serviço **planejado e programado** realizado para identificar e quantificar **falha potencial**.



Manutenção Preditiva  
Sensitiva

Serviço **planejado e programado** realizado para identificar **falha potencial**.



Manutenção Preventiva  
Baseada na Condição

Serviço **planejado e programado** realizado após **falha potencial** identificada.



Manutenção Preventiva  
Baseada no Tempo

Serviço **planejado e programado** realizado sem **falha potencial** identificada.



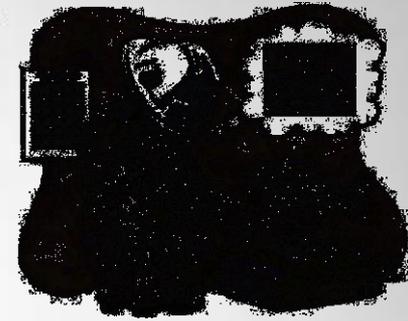
Manutenção Corretiva  
Programada

Serviço **programado** realizado após **falha funcional**.



Manutenção Corretiva  
Reativa

Serviço **não planejado** realizado após **falha funcional**.



Melhor momento para  
intervir.



# Indicadores da Manutenção

## O que nos interessa medir?

- **Com que frequência ocorrem os defeitos?**
- **Qual o tempo entre um defeito e outro?**
- **Qual o tempo até o próximo defeito?**
- **Qual o tempo para reparar cada defeito?**
- **Quais as chances de um sistema funcionar sem defeitos por certo período?**
- **Quais as chances de um sistema estar funcionando num determinado instante?**

# Indicadores da Manutenção

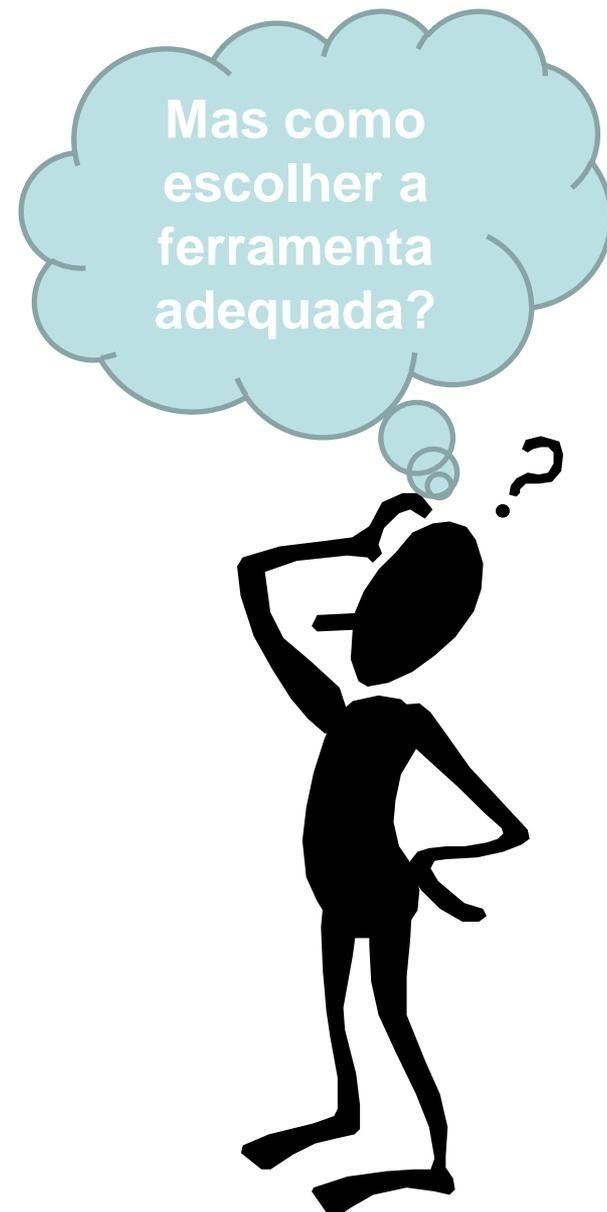
## Como prever o futuro de um produto?

- **“Adivinhar”?**
- **Análise dos Dados de Vida (ou Análise de Confiabilidade)**
  - **Confiabilidade**
  - **Taxa de falhas**
  - **MTBF (ou MTTF)**
  - **MTTR**
  - **Vida mediana**



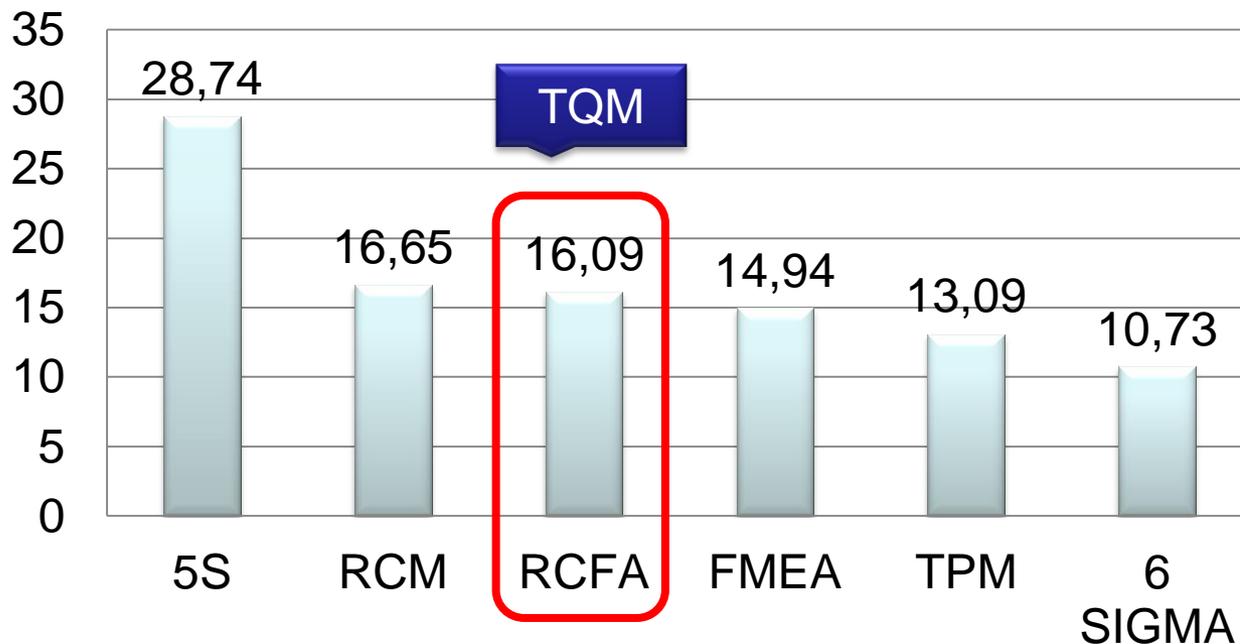
Alguns indicadores

# Ferramentas da Engenharia de Manutenção



# Ferramentas da Engenharia de Manutenção

## Utilização de Ferramentas (%)



**RCM – Manutenção Centrada na Confiabilidade**

**RCFA – Análise da Causa-Raiz da Falha**

**FMEA – Análise do Modo e Efeito de Falha**

**TPM – Manutenção Produtiva Total**

**RCM – Reliability  
Centered  
Maintenance**

**RCFA – Root Cause  
Failure Analysis**

**FMEA – Failure  
Mode and Effect  
Analysis**

**TPM – Total  
Productive  
Maintenance**

**Obrigado!!!**