

As Sete Ferramentas da Qualidade





Sete Ferramentas da Qualidade

**Cerca de 95% dos problemas de
qualidade podem ser resolvidos
com as
Sete Ferramentas da Qualidade.**



Sete Ferramentas da Qualidade

Kaoru Ishikawa

Criador da teoria das Sete Ferramentas da Qualidade

- **Publicações: 1976 – 1985**
- **Introduziu os CCQ: Círculos de Controle da Qualidade**
- **Introduziu as Sete ferramentas da qualidade:**
 - permitem a aplicação por qualquer trabalhador
 - não somente o especialista em qualidade

Principais Frases citadas por Ishikawa

- Remova a causa principal e não os sintomas
- Não confunda os meios com os objetivos
- Objetivos devem levar em consideração os clientes

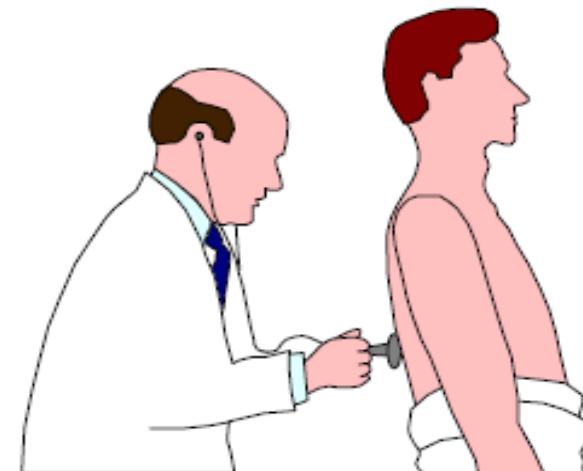
Sete Ferramentas da Qualidade

Ferramentas para o Diagnóstico de Problemas

Ferramentas Básicas

1. Lista de Verificação
2. Gráfico de Dispersão ou Gráfico de Correlação
3. Fluxograma
4. Diagrama de Pareto e Curva ABC
5. Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa e Efeito
6. Histograma
7. Carta de Controle de Processo – CEP

Sete Ferramentas da Qualidade





Sete Ferramentas da Qualidade

1^a Ferramenta da Qualidade: LISTA DE VERIFICAÇÃO



1^a Ferramenta da Qualidade:

Lista de Verificação



Sete Ferramentas da Qualidade

1ª Ferramenta da Qualidade: LISTA DE VERIFICAÇÃO

Listar de Verificação

Ferramenta utilizada para organizar o processo de coleta e registro de dados, de forma a contribuir para otimizar a posterior análise dos dados obtidos.

| PARTE DO CORPO ATINGIDA | TURMA | TURNO | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | MANHÃ | TARDE | NOITE |
| MÃOS | A | | | |
| | B | | | |
| | C | | | |
| OLHOS | A | | | |
| | B | | | |
| | C | | | |
| PERNAS | A | | | |
| | B | | | |
| | C | | | |
| TRONCO | A | | | |
| | B | | | |
| | C | | | |





Sete Ferramentas da Qualidade

1ª Ferramenta da Qualidade: LISTA DE VERIFICAÇÃO

Lista de Verificação

O que é ?

É um formulário de papel no qual os itens a serem verificados estão impressos, de modo que os dados possam ser coletados de forma FÁCIL e CONCISA.

Qual sua finalidade ?

- Facilitar a coleta de dados;**
- Organizar os dados simultaneamente à coleta.**





Sete Ferramentas da Qualidade

1ª Ferramenta da Qualidade: LISTA DE VERIFICAÇÃO

Listo de Verificação

Quais são os cuidados necessários ?

- Definir o período de tempo da coleta;**
- Desenhar a Folha de Verificação de uma forma clara e fácil de usar;**
- Obter os dados de uma maneira consistente e honesta;**
- Certificar-se de que as pessoas que irão preencher, realmente sabem e concordam com a Folha de Verificação.**

Uma folha de verificação bem feita auxilia muito na solução de um problema.

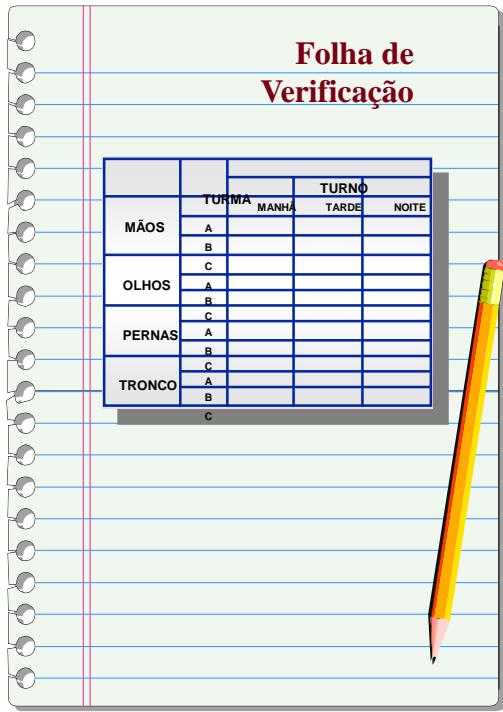




Sete Ferramentas da Qualidade

1ª Ferramenta da Qualidade: LISTA DE VERIFICAÇÃO

Características da Lista de Verificação



TEM COMO PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS



TER FORMATO SIMPLIFICADO

FAZER COLETA DE DADOS RÁPIDA

DETECTAR TENDÊNCIAS

Sete Ferramentas da Qualidade

1ª Ferramenta da Qualidade: LISTA DE VERIFICAÇÃO

Avaliação Geral – Exame - Roteiro de Auto-Avaliação ou de Avaliação In-Loco

Nome do Fornecedor: XYZ

20/11/2003 15:07

Legenda: IN - Indispensável N - Necessário DE - Desejável I - Informativo

A = Atende AP = Atende parcialmente NA = Não Atende NAP = Não Aplicável

| Nota da Avaliação 86 Excelente | Controlôle do Nº respostas | Total | 53 | 31 | 12 | 2 | 2 |
|--------------------------------------|----------------------------|-------|----|----|----|---|---|
| | Indispensável | IN | 5 | 2 | | 1 | 0 |
| | Necessário | N | 15 | 14 | 1 | 0 | 0 |
| | Desejável | DE | 27 | 15 | 11 | 1 | 2 |
| | Informativo | I | 6 | | | | |

| Índice | Descrição | Tipo | Apontamento informativo | A | AP | NA | NAP |
|--------|---|------|-------------------------|---|----|----|-----|
| I - 1 | A empresa possui Alvará de Funcionamento emitido pela Prefeitura Municipal, Inscrição CNPJ, Inscrição Estadual? | IN | | x | | | |
| I - 2 | A empresa é fiscalizada pela Vigilância Sanitária? | N | | x | | | |
| I - 3 | A empresa possui autorização de funcionamento expedida pela autoridade sanitária competente? | N | | x | | | |

LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA AUDITORIA INTERNA DO BIOANÁLISES - LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS LTDA

| Requisitos | Situação | | |
|--|----------|----|-----|
| | C | NC | OBS |
| ORGANIZAÇÃO | | | |
| <p>a) Bioanálises - Laboratório de Analises Clínicas Ltda demonstra, quando solicitado, que é capaz de executar os exames propostos?</p> <p>b) Bioanálises - Laboratório de Analises Clínicas Ltda está organizado de tal forma que não sujeite os membros da Equipe a pressão ou indução indevidas, que possam influenciar seu julgamento ou os resultados de seu trabalho?</p> <p>c) Bioanálises - Laboratório de Analises Clínicas Ltda garante a qualificação dos seus técnicos?</p> <p>d) Organização do BIOANÁLISES:</p> <p>e) É legalmente identificável?</p> <p>f) Tem uma estrutura organizacional que possibilite a manutenção da capacidade de realizar satisfatoriamente suas funções técnicas?</p> <p>g) Tem um Diretor do Laboratório e/ou representante apropriadamente qualificado(s) e experiente(s) para realização das suas auditorias?</p> <p>h) Este representante assume total responsabilidade por assegurar que os objetivos especificados e os critérios contidos na BPLC sejam alcançados.</p> <p>i) BIOANÁLISES define claramente as áreas técnica referentes aos exames a serem realizados?</p> | | | |
| SISTEMA DA QUALIDADE | | | |
| <p>a) Bioanálises - Laboratório de Analises Clínicas Ltda possui um Sistema da Qualidade documentado, implantado e apropriado para o tipo, abrangência e volume de trabalho que realiza?</p> <p>b) Bioanálises - Laboratório de Analises Clínicas Ltda possui uma política da qualidade documentada?</p> <p>c) Possui Procedimentos operacionais para realização de suas atividades?</p> <p>d) Possui um Sistema da Qualidade que atenda a todos os critérios das BPLC?</p> <p>e) Possui a documentação do Sistema da Qualidade acessível para ser utilizada por sua Equipe, inclusive instruções, normas, Procedimentos, listas de verificação, dados de referência?</p> <p>f) BIOANÁLISES possui um Procedimento documentado para a realização de Auditorias Internas?</p> <p>g) BIOANÁLISES possui registros das Auditorias Internas e registros das ações tomadas em decorrência destas atividades?</p> <p>h) Possui uma pessoa(s) designada(s) como responsável(is) pela Garantia da Qualidade e pela documentação do Sistema da Qualidade?</p> <p>i) Estas pessoas tem acesso direto a alta administração?</p> <p>j) Estas pessoas tem responsabilidade e autoridade para identificar problemas relativos à qualidade e implantar soluções eficazes?</p> | | | |



Sete Ferramentas da Qualidade

2^a Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



2^a Ferramenta da Qualidade:

Gráficos de Dispersão ou Gráfico de Correlação



Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



O gráfico de dispersão procura demonstrar a relação entre duas variáveis associadas. O resultado da análise do gráfico de dispersão possibilita constatar se há uma possível relação de causa efeito e a sua intensidade. Normalmente se dispõe a causa no eixo das abscissas e o efeito no eixo das ordenadas.



Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



É um método gráfico de análise que permite verificar a existência ou não de relação entre duas variáveis de natureza quantitativa, ou seja, variáveis que podem ser medidas ou contadas, tais como:

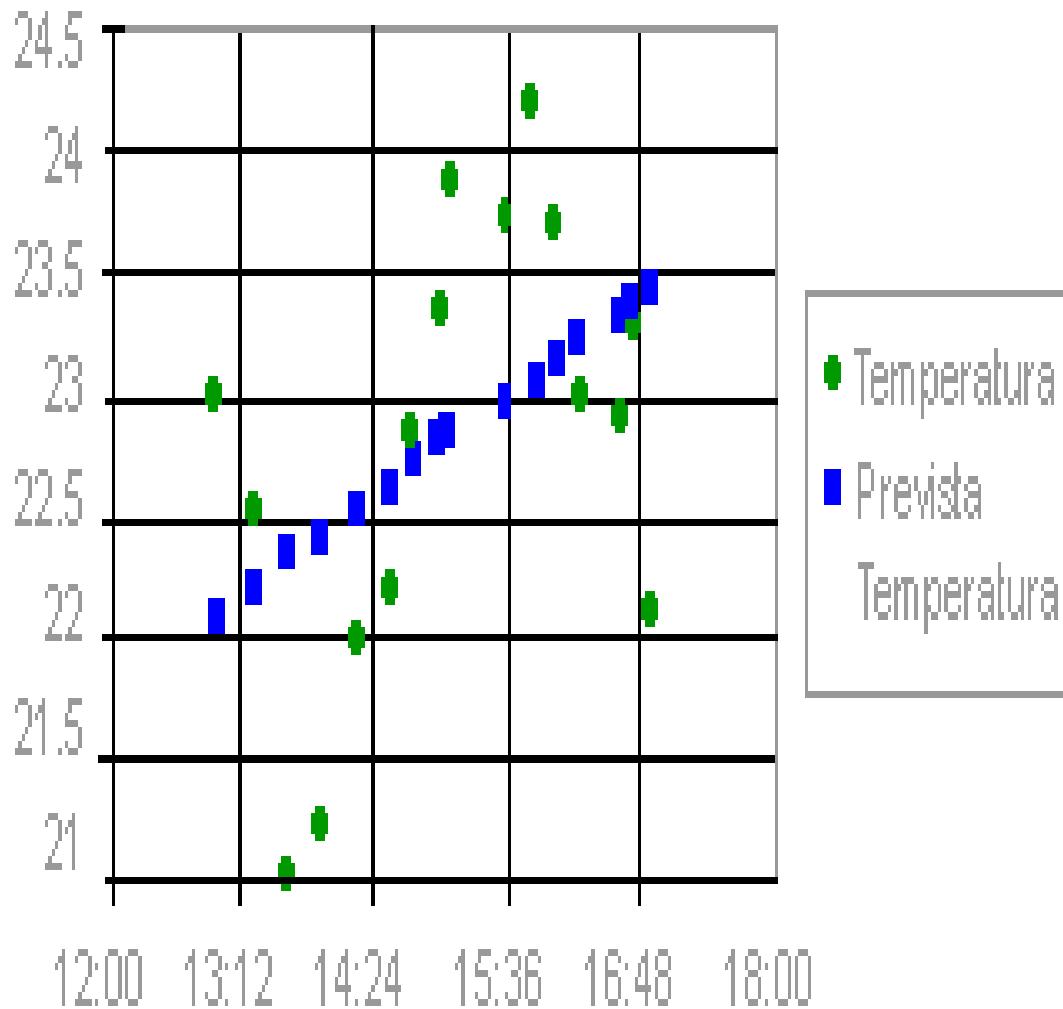
velocidade, tamanho do lote, horas de treinamento, pressão, temperatura, etc...



Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO

O Gráfico de Correlação é o instrumento ideal para estudar a natureza (correlação positiva ou correlação negativa) e o grau de intensidade (forte, fraca ou não existente) da relação entre uma variável explicativa (X), denominada *de variável independente*, e uma variável resposta (Y), denominada *de variável dependente*, cujo comportamento se deseja prever e monitorar.





Sete Ferramentas da Qualidade

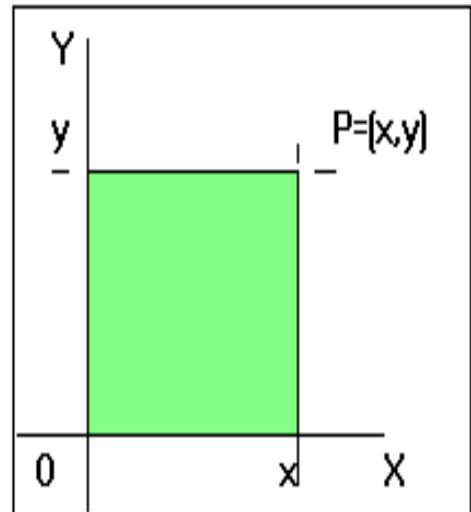
2^a Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



Eixos Coordenados

Consideremos um plano e duas retas perpendiculares, sendo uma delas horizontal e a outra vertical. A horizontal será denominada Eixo das Abscissas (ou eixo OX) e a Vertical será denominada Eixo das Ordenadas (ou eixo OY).

Os pares ordenados de pontos do plano são indicados na forma geral $P=(x,y)$ onde x será a abscissa do ponto P e y a ordenada do ponto P .





Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



Como se prepara um gráfico de correlação:

- Coletar dados no mínimo 20 pares relacionados de dados registrá-los em uma tabela

Exemplo:

| AMOSTRA | Variável X | Variável Y |
|---------|------------|------------|
| 1 | 8,2 | 1046 |
| 2 | 7,6 | 1030 |
| ... | ... | ... |
| 20 | ... | ... |



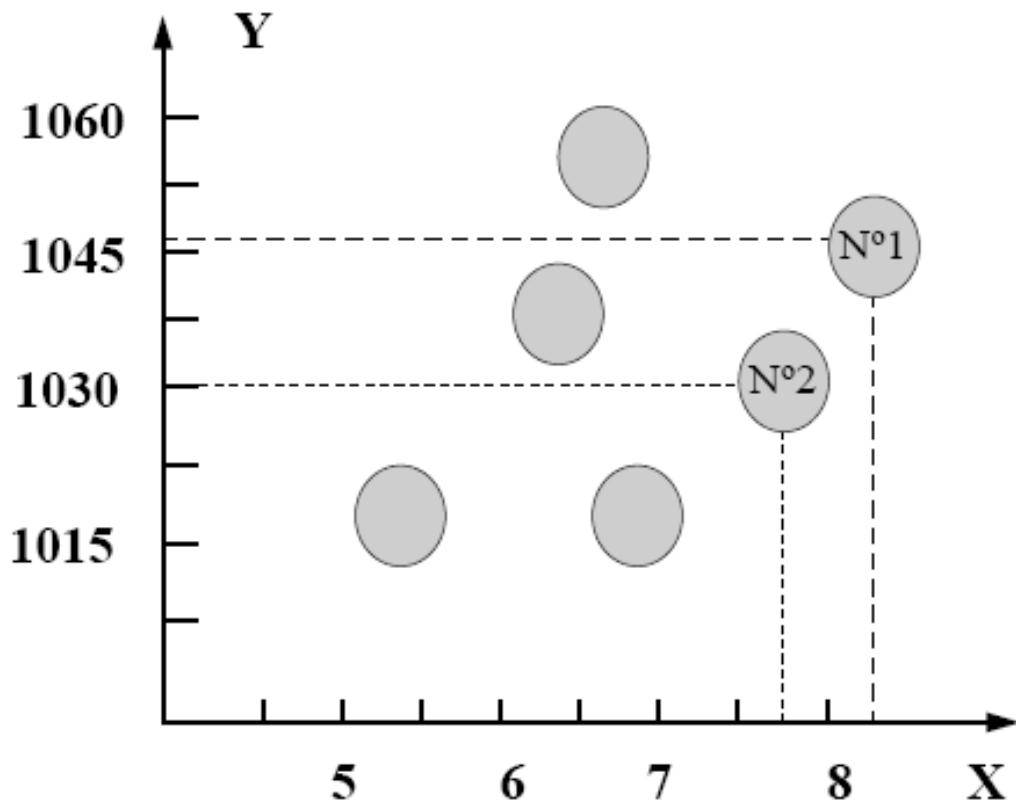
Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



Como se prepara um gráfico de correlação (cont)

- Traçar eixos perpendiculares: eixo horizontal: escala adequada para a variável X eixo vertical: escala adequada para a variável Y
- Colocar no gráfico os pontos correspondentes aos pares de dados tabelados





Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



Realizar a análise numérica dos dados de forma a calcular o grau de correlação entre as variáveis e estimar uma reta de regressão

– Cálculo do Coeficiente de Correlação (r):

$$r = \frac{S_{XY}}{\sqrt{S_{XX} \cdot S_{YY}}}, \text{ onde: } S_{XY} = \sum x \cdot y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}$$

$$S_{XX} = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$$

$$S_{YY} = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$



Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



- Conclusão a partir do valor de r :**

Se r próximo de +1, existe forte correlação positiva

Se r próximo de -1, existe forte correlação negativa

- Estimativa da Reta de Regressão:**

Reta de Regressão:

$$y = ax + b \quad \text{Onde:}$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$
$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$



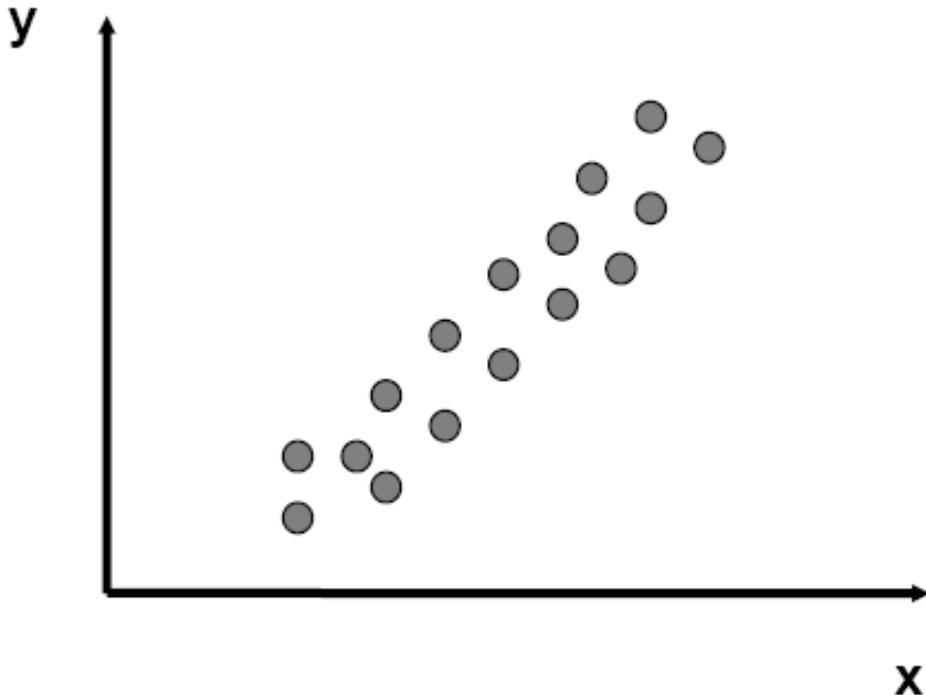
Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



Possíveis exemplos de correlação:

- **Correlação positiva** quando X aumenta, Y também aumenta





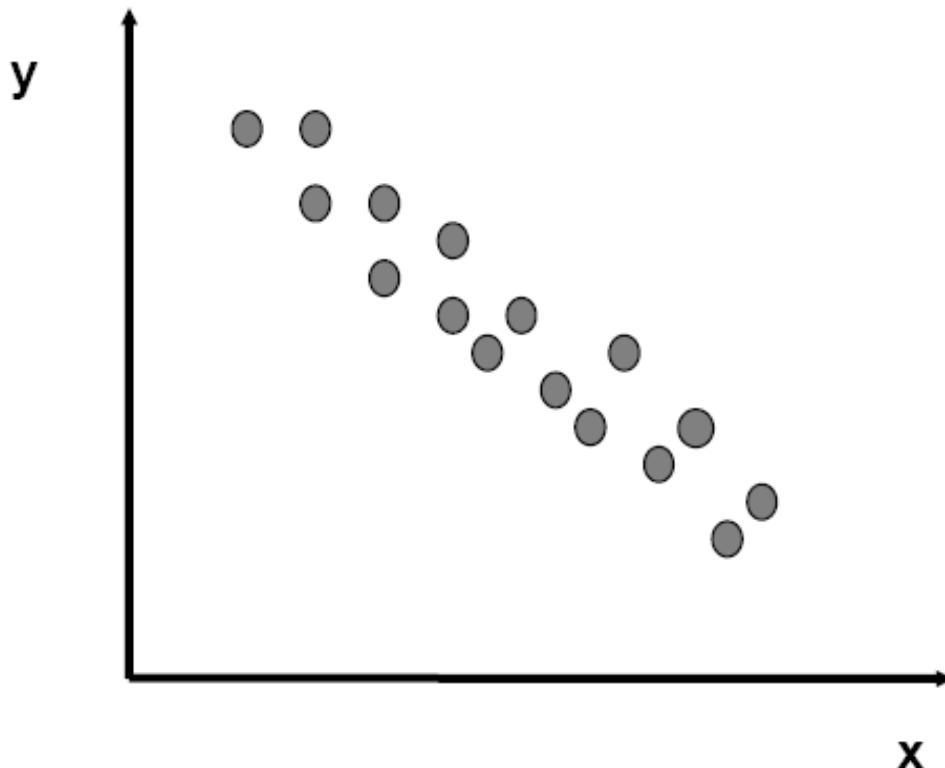
Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



Possíveis exemplos de correlação:

- **Correlação negativa** quando X aumenta, Y diminui





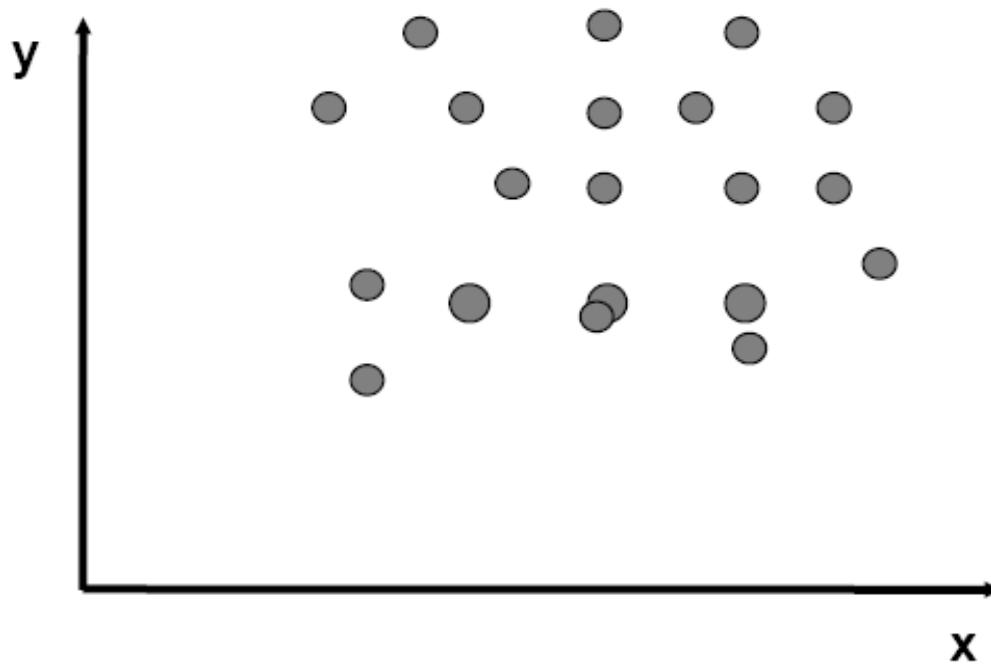
Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



Possíveis exemplos de correlação:

- **Nenhuma correlação** para cada valor de X, não existe um valor preferencial de Y





Sete Ferramentas da Qualidade

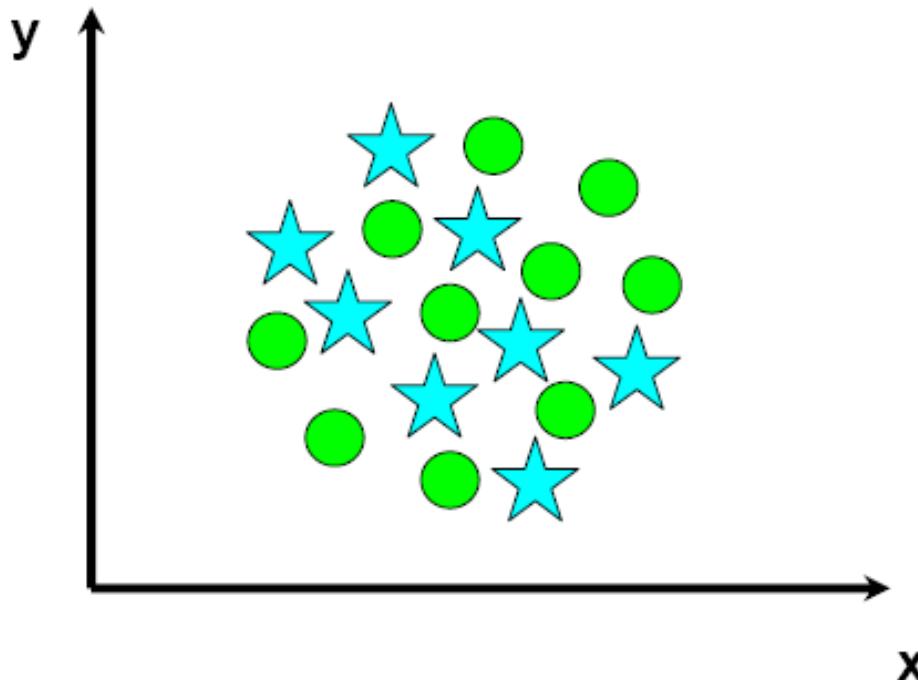
2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



Na elaboração dos gráficos de correlação é importante utilizar o conceito de estratificação.

Isto é,

Os pares de dados colocados no gráfico devem corresponder a um conjunto de dados homogêneos





Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO

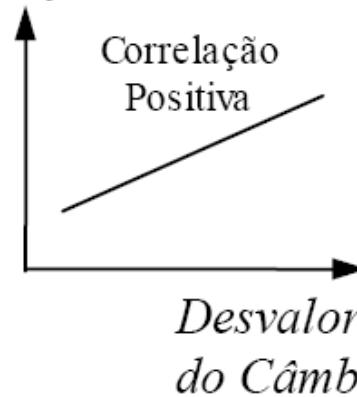


GRÁFICO DE CORRELAÇÃO – Exemplos

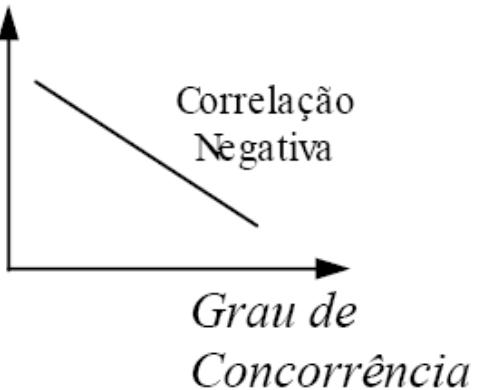
Preços



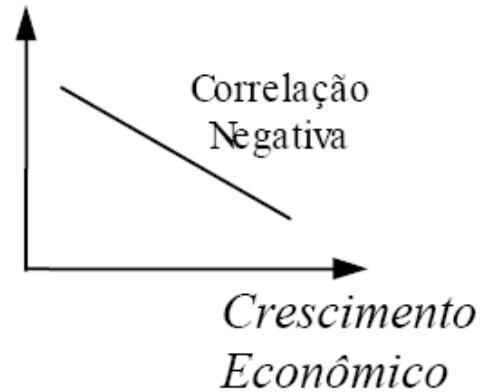
Exportações



Preços



Taxa de Desemprego



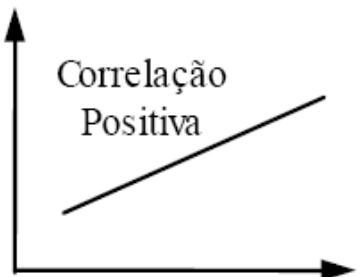


Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO

GRÁFICO DE CORRELAÇÃO - Exemplos

Volume de Vendas



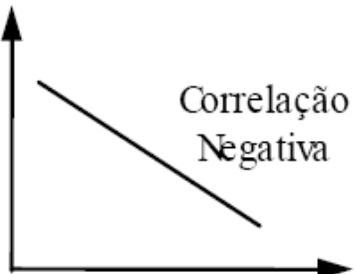
*Investimento
em Propaganda*

Cobertura de Mercado



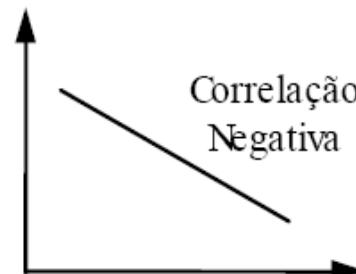
*Número de
Vendedores*

Margem de Ganho



*Nível de
Descontos*

Número de Queixas

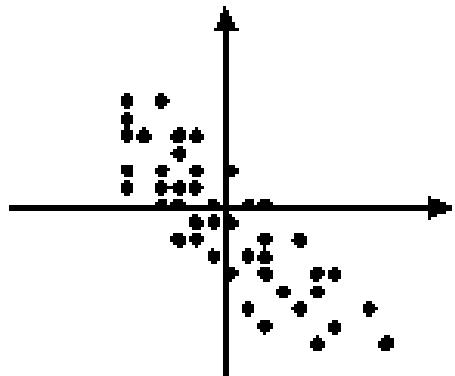


*Índice de
Qualidade*

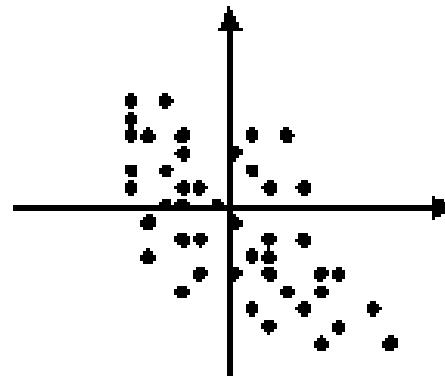


Sete Ferramentas da Qualidade

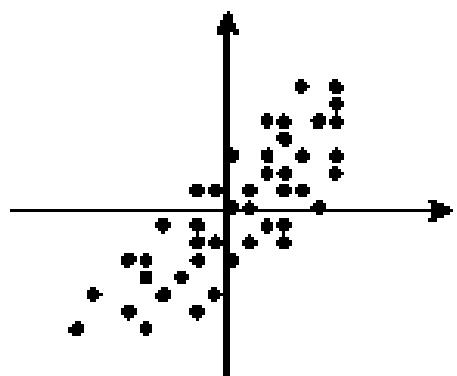
2^a Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO



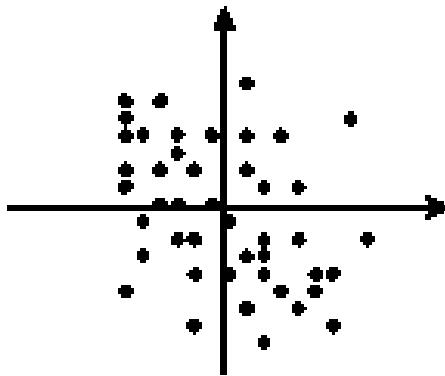
forte correlação negativa



possível correlação negativa



forte correlação positiva

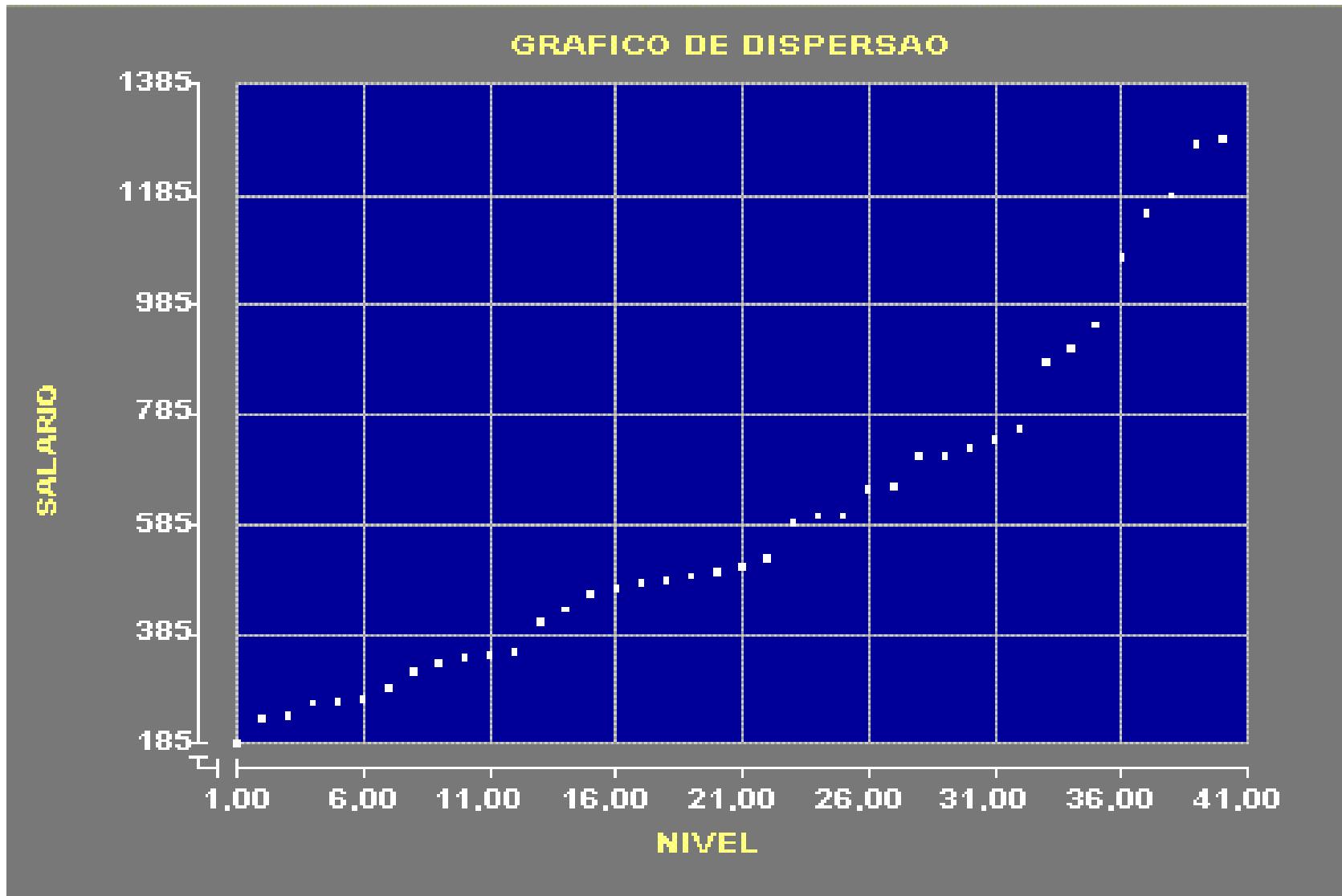


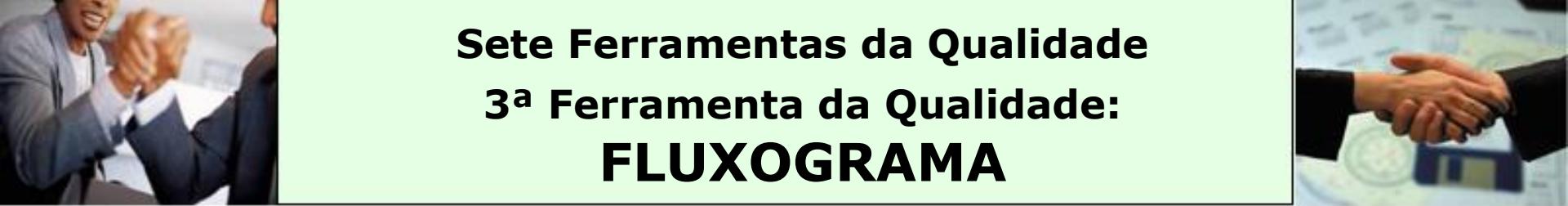
nenhuma correlação



Sete Ferramentas da Qualidade

2ª Ferramenta da Qualidade: GRÁFICOS DE DISPERSÃO OU GRÁFICO DE CORRELAÇÃO





Sete Ferramentas da Qualidade

3^a Ferramenta da Qualidade: FLUXOGRAMA



3^a Ferramenta da Qualidade:

Fluxograma ou Diagrama de Fluxograma do Processo.

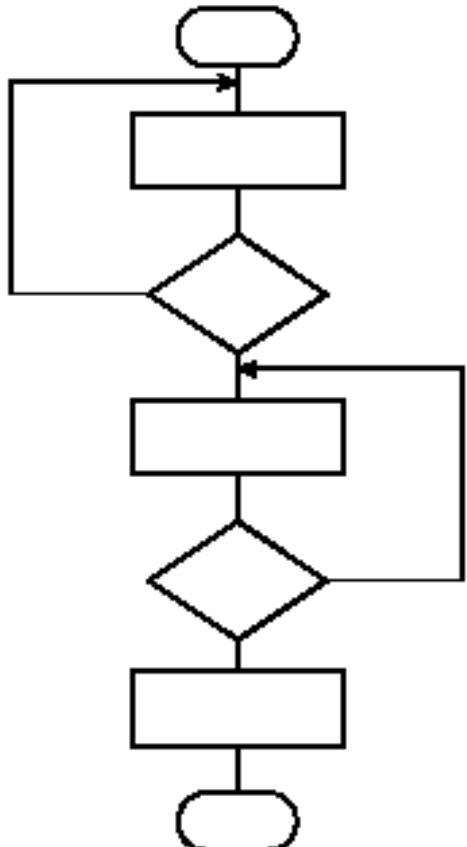


Sete Ferramentas da Qualidade

3ª Ferramenta da Qualidade: FLUXOGRAMA



Fluxograma: descrição do fluxo de materiais e operações, inspeções, armazenamentos e transporte por meio do processo, incluindo retrabalho e operações de reparo. Também chamado de Diagrama de Fluxograma do Processo.



Funções:

Padronização de procedimentos

Análise de procedimentos (enxugamento)



Sete Ferramentas da Qualidade

3ª Ferramenta da Qualidade: FLUXOGRAMA

Ferramenta extremamente útil para **registrar o fluxo de produção** de um produto ou o fluxo de **prestação de um serviço** adotando uma “*linguagem comum/linguagem universal*” para fins de **aprendizagem**, comunicação/diálogo e busca de oportunidades de **melhoria**.

Exibe o **retrato atual** da forma de execução de um processo, permitindo **compará-lo com** o projeto do processo idealmente **planejado** e desejado.

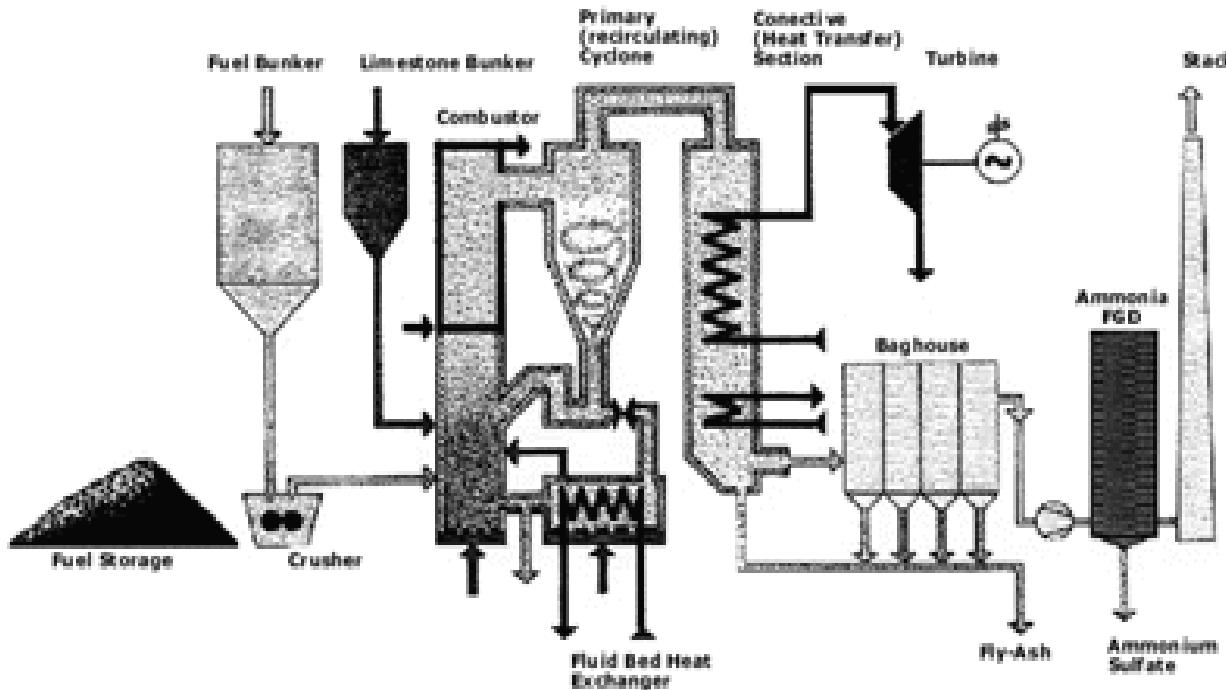
Fornece **evidências** concretas e objetivas de **vulnerabilidades** e fontes de **deficiências** do processo, viabilizando a realização de **análises críticas** e **auditorias** da saúde do processo em busca de alternativas de melhoria.



Sete Ferramentas da Qualidade

3ª Ferramenta da Qualidade: **FLUXOGRAMA**

Fluxograma de Processos





Sete Ferramentas da Qualidade

3ª Ferramenta da Qualidade:

FLUXOGRAMA

FLUXOGRAMA – Pontos Fundamentais

Pontos Fundamentais na Preparação de um Fluxograma do Processo:

Participação de todos os envolvidos no processo.

Quanto mais perguntas se faz, melhor o resultado da preparação do fluxograma do processo.

- ✓ O que acontece primeiro?
- ✓ De onde vem o material?
- ✓ Como o material chega até o local de processamento?
- ✓ Em que ponto são tomadas decisões?
- ✓ Para onde vai o produto/serviço dessa operação?
- ✓ Que controles são feitos durante a produção de um produto ou a prestação de um serviço?



Sete Ferramentas da Qualidade

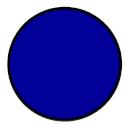
3ª Ferramenta da Qualidade: **FLUXOGRAMA**

FLUXOGRAMA – Aplicação e Simbologia

Áreas de aplicação do fluxograma

- ✓ Processos de Fabricação e
- ✓ Processos Administrativos

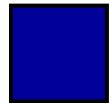
Símbolos clássicos presentes em um fluxograma:



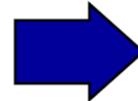
Operação



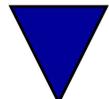
Espera



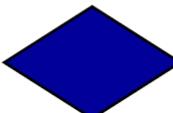
Inspeção



Movimentação

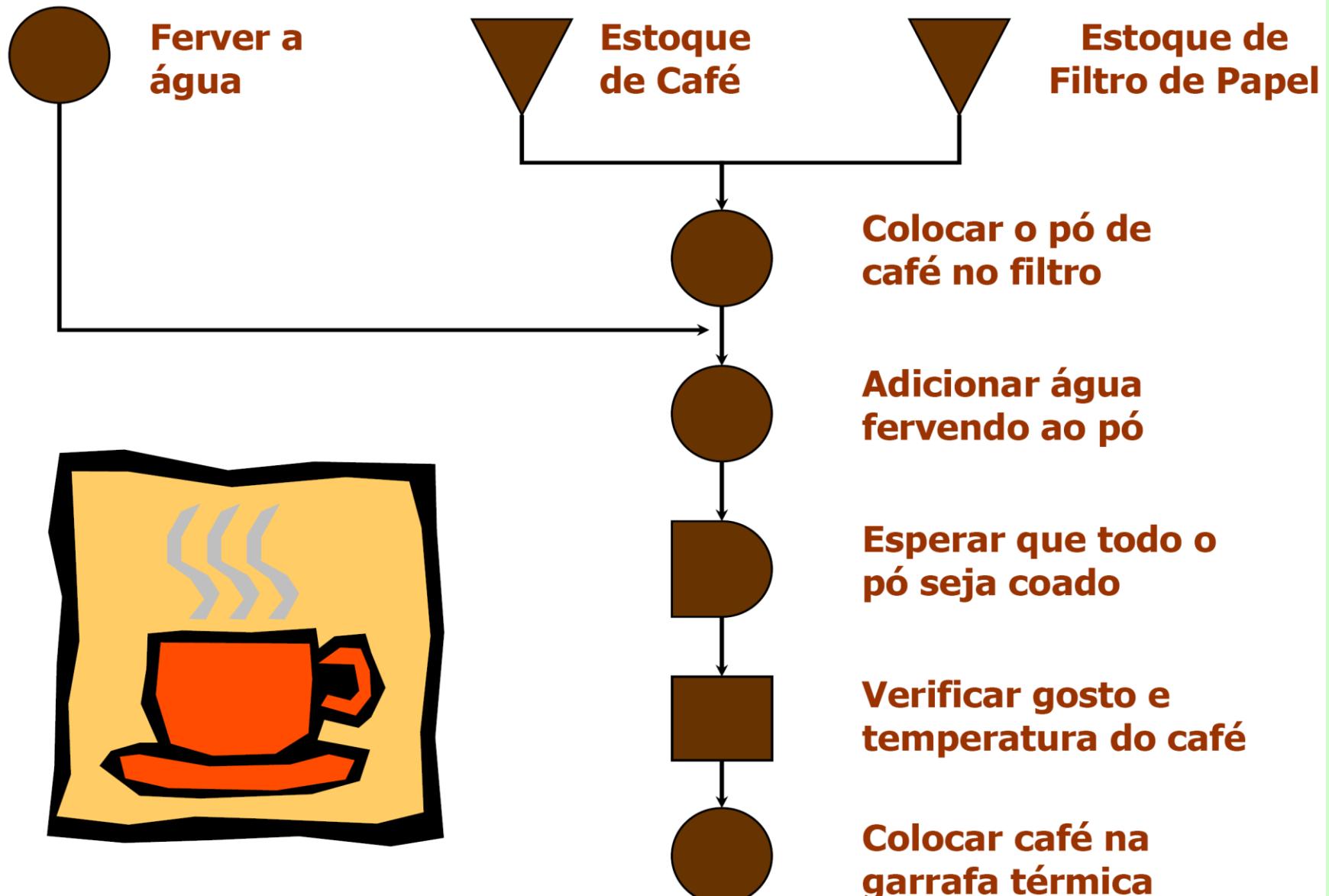


Armazenagem

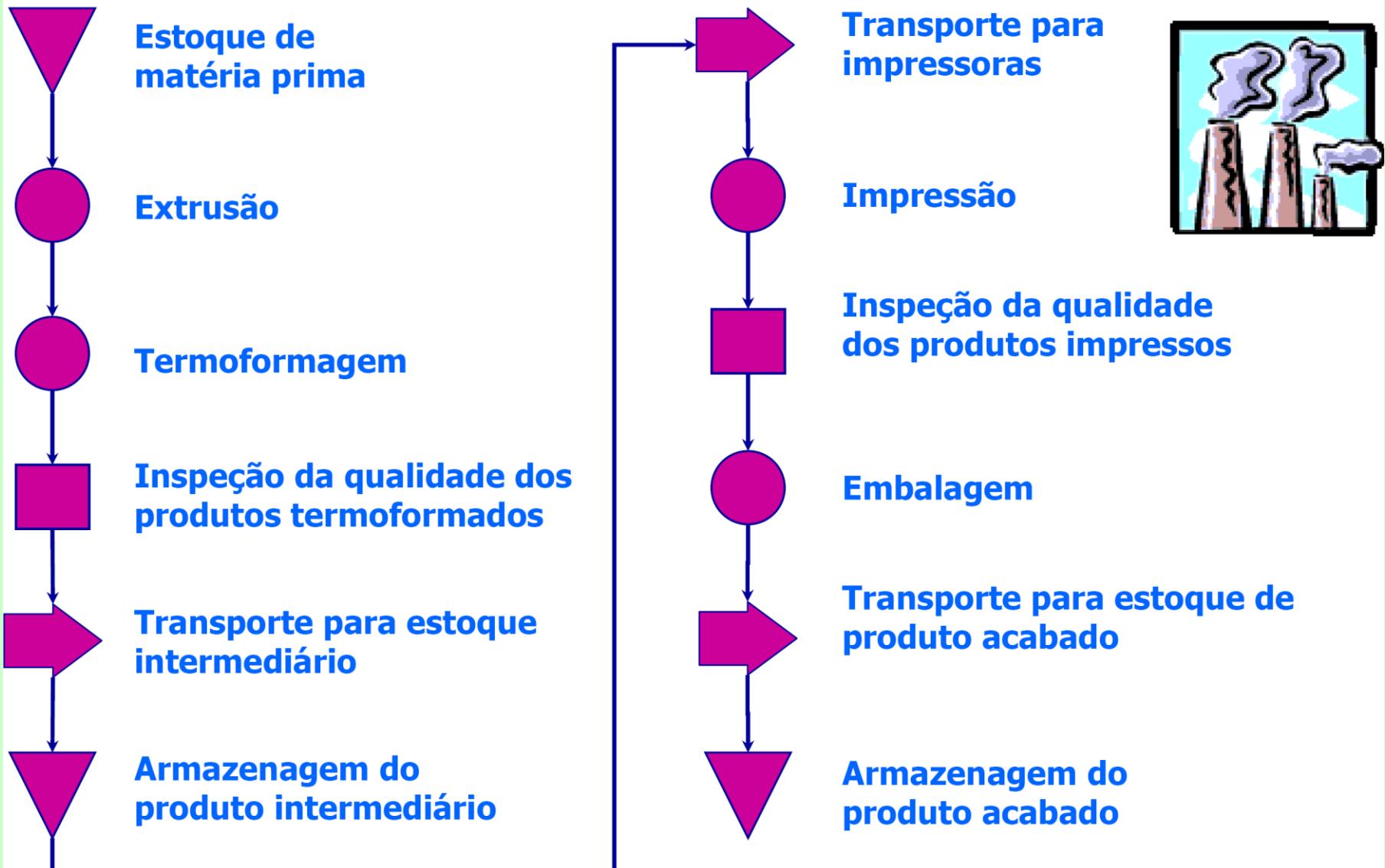


Ponto de Decisão

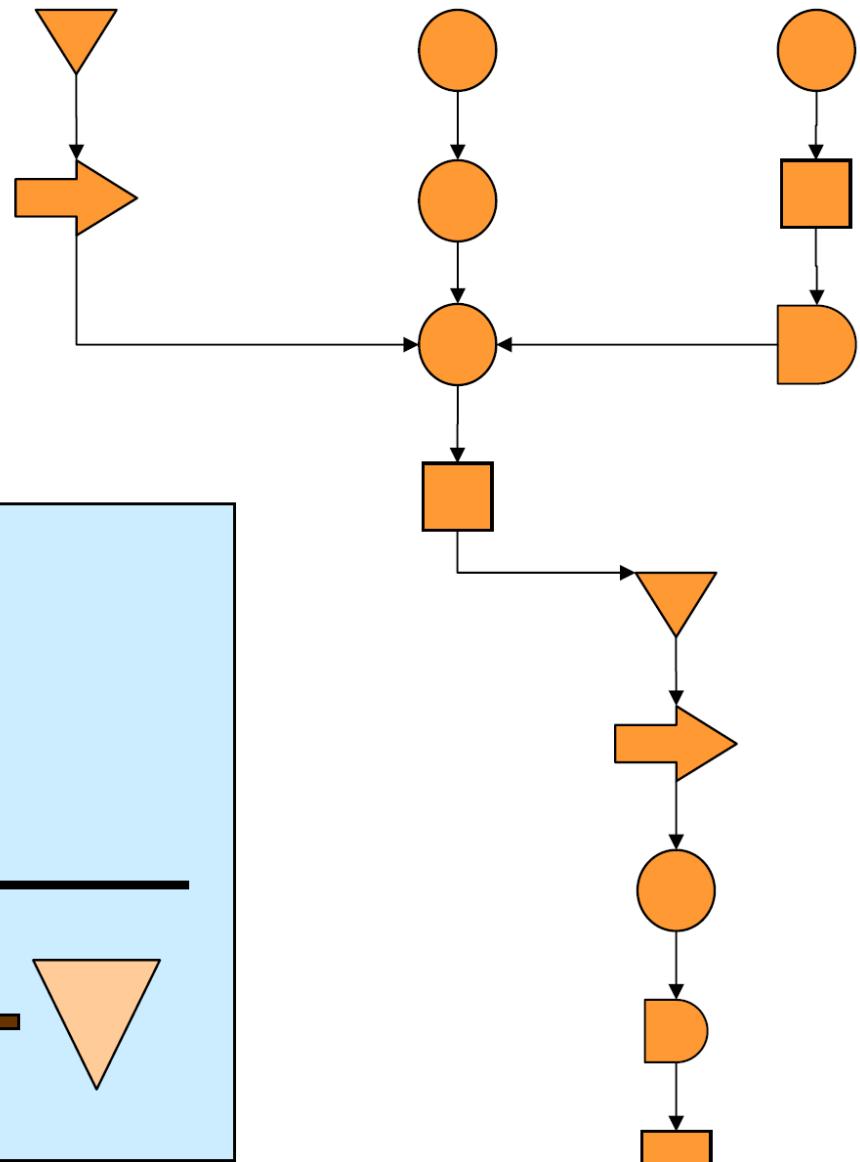
FLUXOGRAMA – Preparação de Café



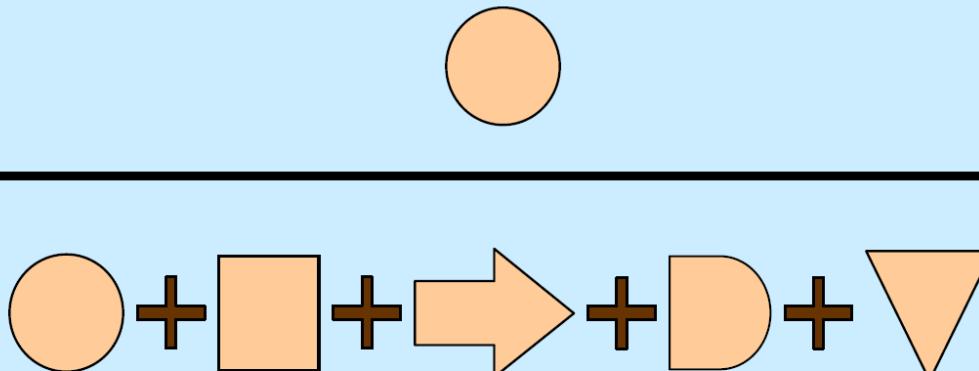
Fluxograma Resumido Termoformagem



FLUXOGRAMA - Eficiência



Eficiência do fluxo:





Sete Ferramentas da Qualidade
4ª Ferramenta da Qualidade:
DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC



4ª Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

PRINCÍPIO DE PARETO

Estabelece que para todo problema existem poucos itens (ou causas) vitais e muitos triviais. As principais e maiores causas dos problemas estão concentradas em poucos itens vitais e não em muitos itens triviais.

Lei de Pareto: “Poucos Vitais e Muitos triviais”



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

Gráfico de Pareto

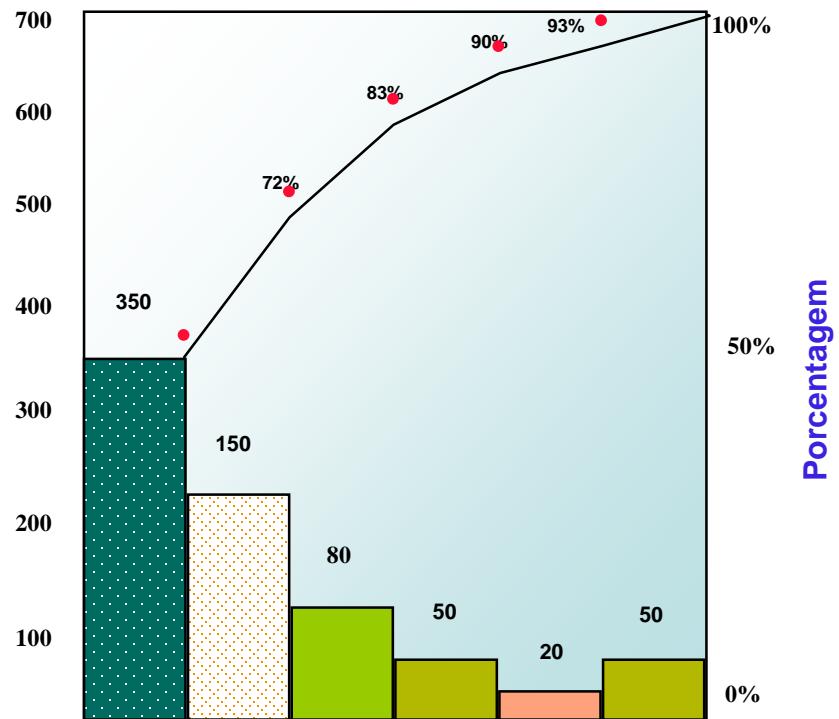


Diagrama de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas e projetos.

O que é ?

É um diagrama (gráfico de barras decrescente) que estabelece a forma de distribuição de perdas, muito utilizado para priorizar os efeitos ou as causas.



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

Histórico:

No final do século passado (1897), Vilfredo Pareto, um economista italiano, realizou estudos e desenvolveu modelos para descrever a distribuição desigual das riquezas. Ele chegou à conclusão de que 20% da população (poucos mas vitais) ficavam com 80% da arrecadação, enquanto para os outros 80% da população (muitos e triviais) restavam, apenas, 20% da arrecadação. Essa assertiva ficou conhecida como o Princípio de Pareto, também denominado de **Regra do 80-20.**

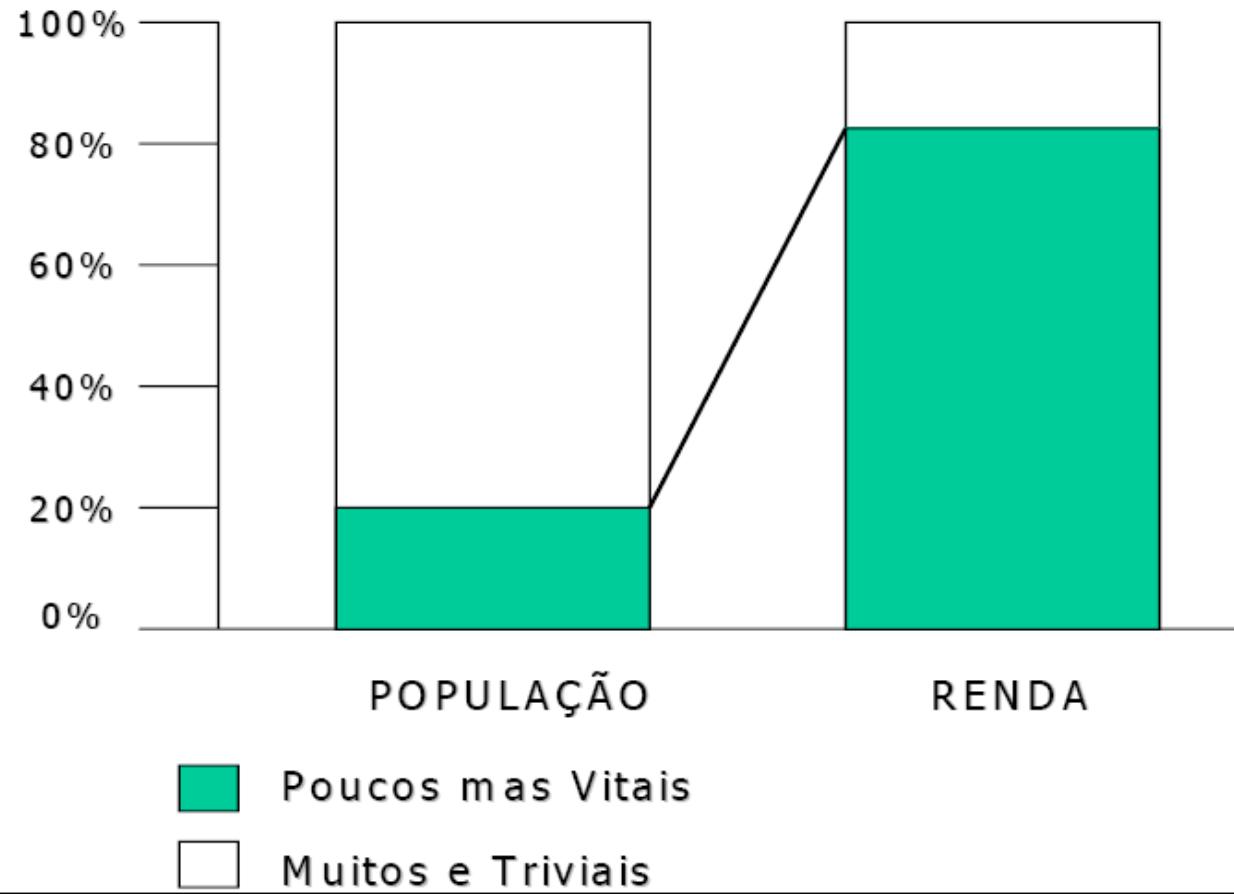


Sete Ferramentas da Qualidade

4^a Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

DIAGRAMA DE PARETO – Regra 80-20





Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

Curva ABC

- **Definição:**

Demonstração gráfica com eixos de valores e quantidades, que considera os materiais divididos em três grandes grupos, de acordo com seus valores de preço/custo e quantidades, onde materiais classe "A" representam a minoria da quantidade total e a maioria do valor total, classe "C" a maioria da quantidade total e a minoria do valor total e "B" valores e quantidades intermediários.



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

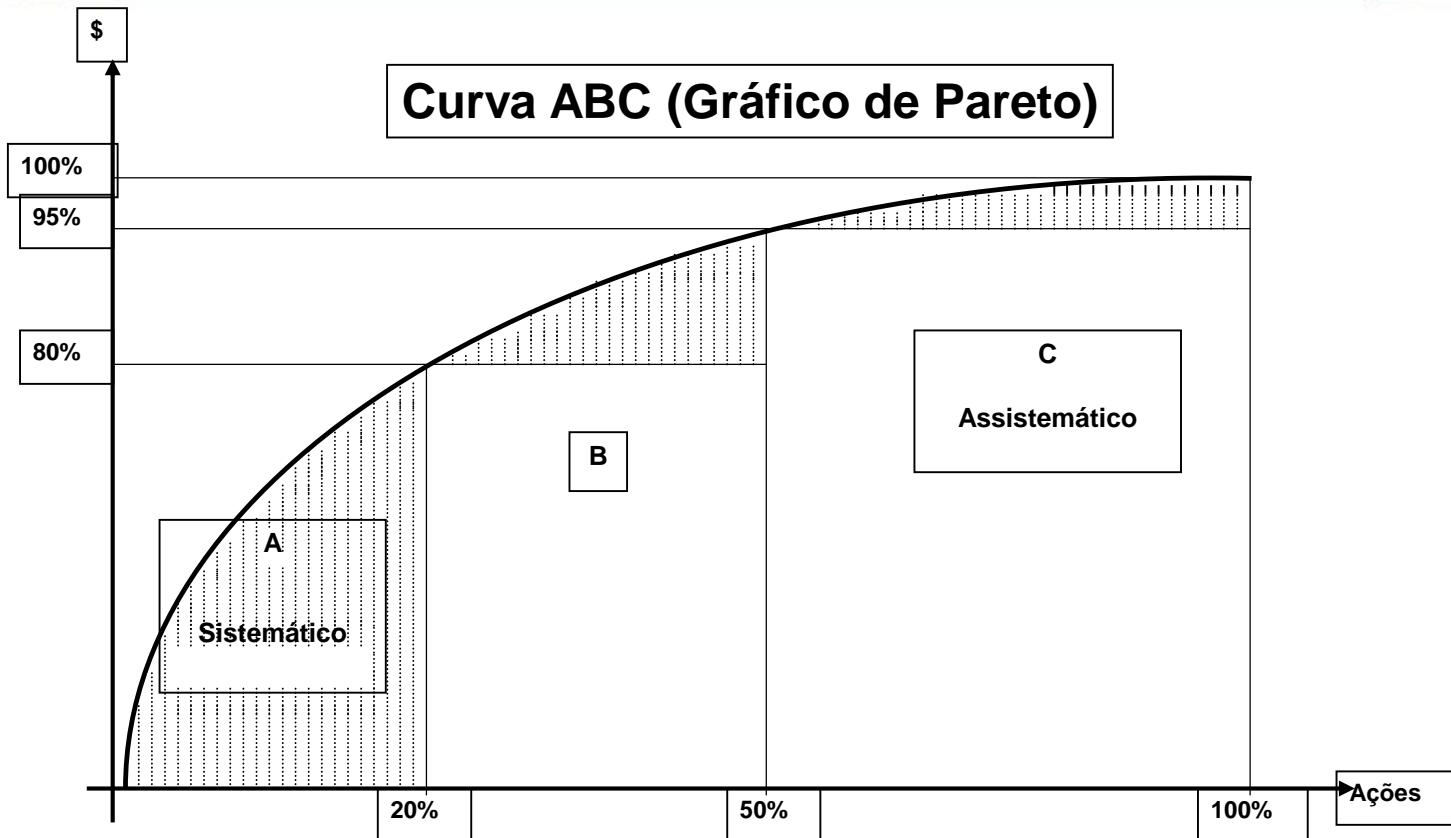
Gráfico de Pareto

Gráfico de barras que ordena as freqüências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas. Mostra ainda a curva de percentagens acumuladas. Sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos.



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC



A = 80% do valor = 20% Nº de itens
B = 15% do valor = 30% Nº de itens
C = 5% de valor = 50% Nº de itens



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

Curva ABC

Classificação da Curva ABC

- **Classe A** : Itens que possuem alto valor de demanda ou consumo anual.
- **Classe B** : Itens que possuem um valor de demanda ou consumo anual intermediário.
- **Classe C** : Itens que possuem um valor de demanda ou consumo anual baixo.



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

Construção de uma Curva ABC de valor.

A relação de produtos ordenados segundo a classificação ABC de valor para um certo período (por exemplo, um ano) é obtida seguindo-se os passos abaixo:

1. Calculam-se os valores globais de consumo para cada item de compra no período considerado. O valor global é resultado da multiplicação do custo unitário do produto pelo número de unidades consumidas ao longo do período.
2. Os valores de cada artigo são colocados em ordem decrescente.



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

Construção de uma Curva ABC de valor.

3. Calcula-se o total acumulado despendido somando-se os valores globais de cada item, anotando os valores após a adição de cada parcela, até se obter o valor total consumido.
4. Calcula-se o valor percentual de gasto de cada item dividindo-se o seu gasto pelo total de recursos gastos.
5. Da mesma forma que foi feito em 3, efetua-se o cálculo de percentagens acumuladas.
6. Definem-se os itens A, B e C.

Fr = (Número de ocorrências na Categoria / Número total de ocorrências) x 100



Sete Ferramentas da Qualidade

4^a Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

Método da Análise de Pareto



1. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

2. ESTRATIFICAÇÃO DO PROBLEMA

3. COLETA DE DADOS SOBRE OS ESTRATOS

4. PRIORIZAÇÃO

5. DESDOBRAMENTO



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

DIAGRAMA DE PARETO – Usos

O Diagrama ou Gráfico de Pareto pode ser utilizado nas seguintes situações, entre outras:

➤ **Definição de Projetos de Melhoria**

- identificação das principais fontes de custo;
- identificação das principais causas que afetam um processo;
- identificação das principais causas de não conformidades no processo.

➤ **Análise de Custo de Projetos**

- identificação da distribuição de recursos por projetos;
- identificação de áreas prioritárias para investimento.



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

DIAGRAMA DE PARETO – Exemplo

Tempo total de máquina parada no mês: 72 horas

Categorias de classificação:

- manutenção corretiva
- troca de ferramentas
- carga e descarga
- manutenção preventiva
- testes de engenharia
- falta de matéria-prima
- falta de programa
- falta de energia elétrica



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

DIAGRAMA DE PARETO – Exemplo

| CATEGORIAS | Nº de Ocorrências |
|---------------------------|-------------------|
| manutenção corretiva | 31 |
| troca de ferramentas | 18 |
| carga e descarga | 9 |
| manutenção preventiva | 8 |
| testes de engenharia | 1 |
| falta de matéria-prima | 2 |
| falta de programa | 2 |
| falta de energia elétrica | 1 |
| TOTAL | 72 |



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC

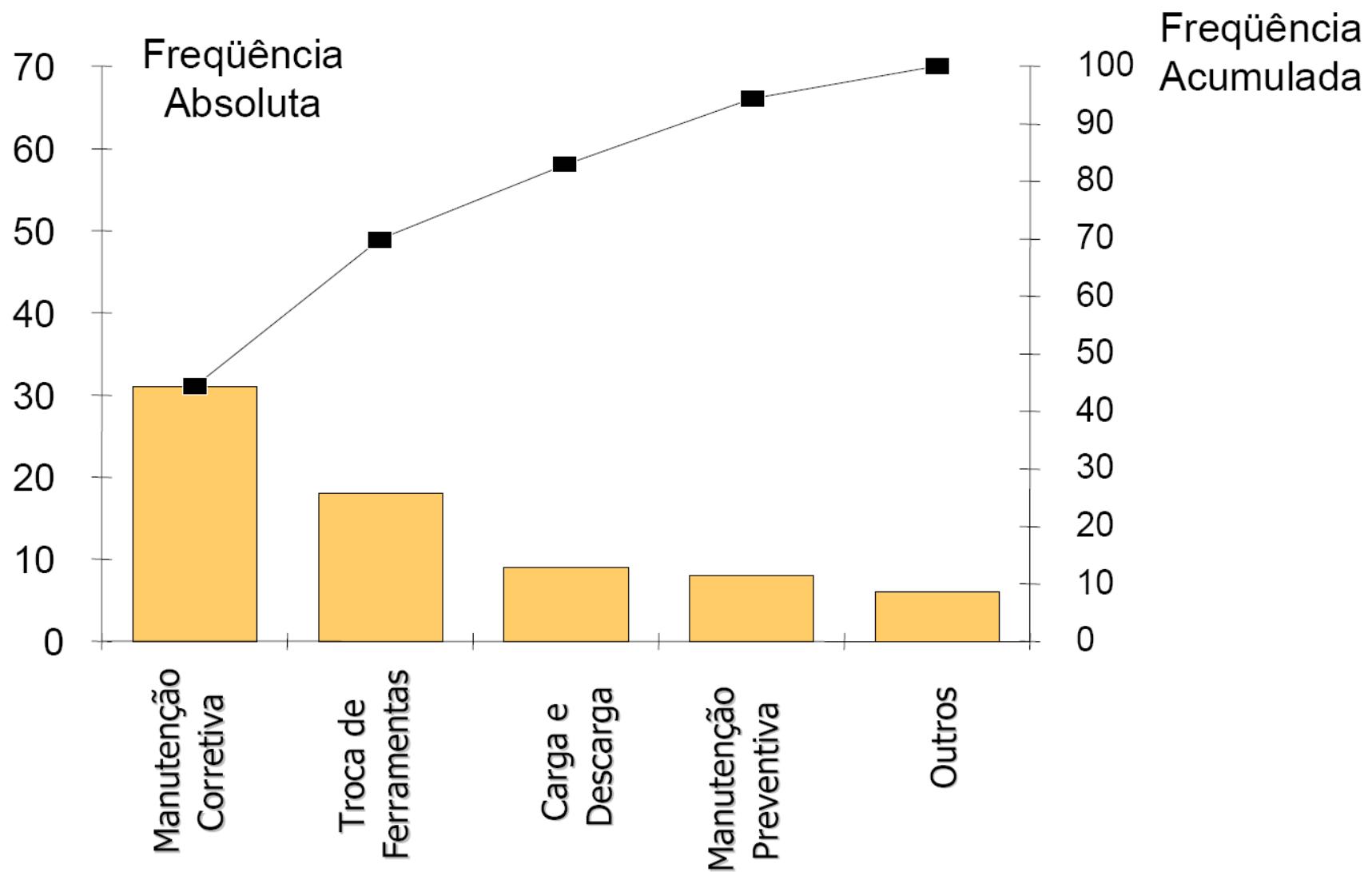
| CATEGORIAS | Freqüência Absoluta (Nº de Ocorrências) | Freqüência Relativa (%) | Freqüência Acumulada (%) |
|-----------------------|---|-------------------------|--------------------------|
| Manutenção Corretiva | 31 | 43,0 | 43,0 |
| Troca de Ferramentas | 18 | 25,0 | 68,0 |
| Carga e Descarga | 9 | 12,5 | 80,5 |
| Manutenção Preventiva | 8 | 11,1 | 81,6 |
| Outros | 6 | 8,4 | 100 |
| TOTAL | 72 | 100 | |



Sete Ferramentas da Qualidade

4ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE PARETO E CURVA ABC



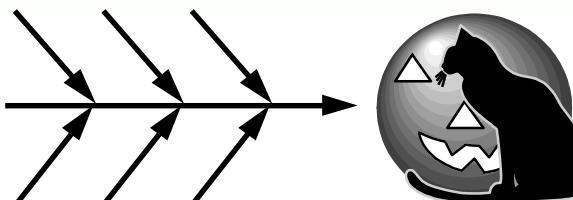


Sete Ferramentas da Qualidade
5^a Ferramenta da Qualidade:
DIAGRAMA DE ISHIKAWA
ou Espinha de Peixe



5^a Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE ISHIKAWA ou Espinha de Peixe

Estudo das Causas



Causas

Efeito



Sete Ferramentas da Qualidade
5ª Ferramenta da Qualidade:
DIAGRAMA DE ISHIKAWA
ou Espinha de Peixe

Definição de Causa

Causas ...

são todos os motivos que nos levam a ter um problema.



Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

ou Espinha de Peixe

Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa):

Também conhecido como Diagrama de Ishikawa, pois foi inventado por Kaoru Ishikawa e como Diagrama Espinha de Peixe, devido a sua aparência.

É uma representação gráfica que ajuda a identificar, explorar e mostrar as possíveis causas de uma situação ou problema específico.

Essa ferramenta é bastante eficaz, pois faz com que o grupo discuta, detalhadamente, sobre o funcionamento de um processo ou sobre um problema.



Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

ou Espinha de Peixe



Cada diagrama tem uma grande seta apontando para o nome de um problema.

Os ramos que saem dessa seta representam as categorias de causas, tais como: mão-de-obra, materiais, máquinas, meio ambiente, medidas, métodos.

As setas menores representam itens dentro de cada categoria.



Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE ISHIKAWA ou Espinha de Peixe

Como montar o Diagrama de Causa e Efeito



Formação do grupo de trabalho

Envolva todas as pessoas que possam contribuir na identificação das causas. As reuniões devem ser participativas.

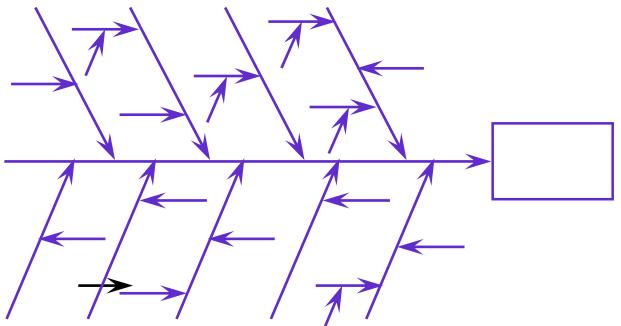


Diagrama de Causa e Efeito

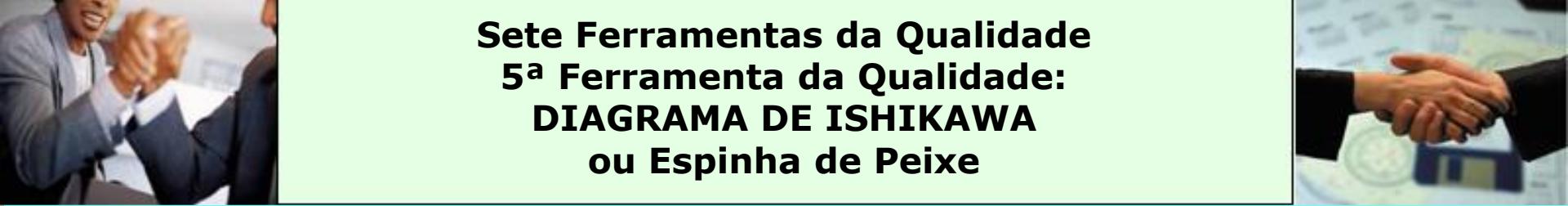
Anote o maior número possível de causas. Estabeleça a relação de causa e efeito entre as causas levantadas. Construa o diagrama de causa e efeito colocando as causas mais gerais nas espinhas maiores e causas secundárias, terciárias, etc., nas ramificações menores.



Sete Ferramentas da Qualidade
5^a Ferramenta da Qualidade:
DIAGRAMA DE ISHIKAWA
ou Espinha de Peixe

Montagem do Diagrama de Causa e Efeito

| ETAPAS | TAREFAS | OBSERVAÇÕES |
|---------------|---|--|
| 1 | Determine a característica da qualidade ou o problema que será analisado | Escreva a característica ou o problema dentro de um retângulo no lado direito de uma folha de papel |
| 2 | Defina as causas primárias que afetam a característica ou o problema | Trace a espinha dorsal do lado esquerdo da folha até o retângulo da característica ou do problema, colocando as causas primárias nas espinhas grandes |
| 3 | Determine as causas secundárias que afetam as causas primárias | Escreva as causas secundárias que afetam as causas primárias (espinhas grandes) como espinhas médias |



Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE ISHIKAWA ou Espinha de Peixe

ETAPAS

TAREFAS

OBSERVAÇÕES

4

Determine as causas terciárias que afetam as causas secundárias

Escreva as causas terciárias que afetam as causas secundárias (espinhas médias) como espinhas pequenas

5

Escolha as causas mais prováveis (hipóteses)

Assinale no diagrama as causas que pareçam ter forte relação com a característica ou o problema

6

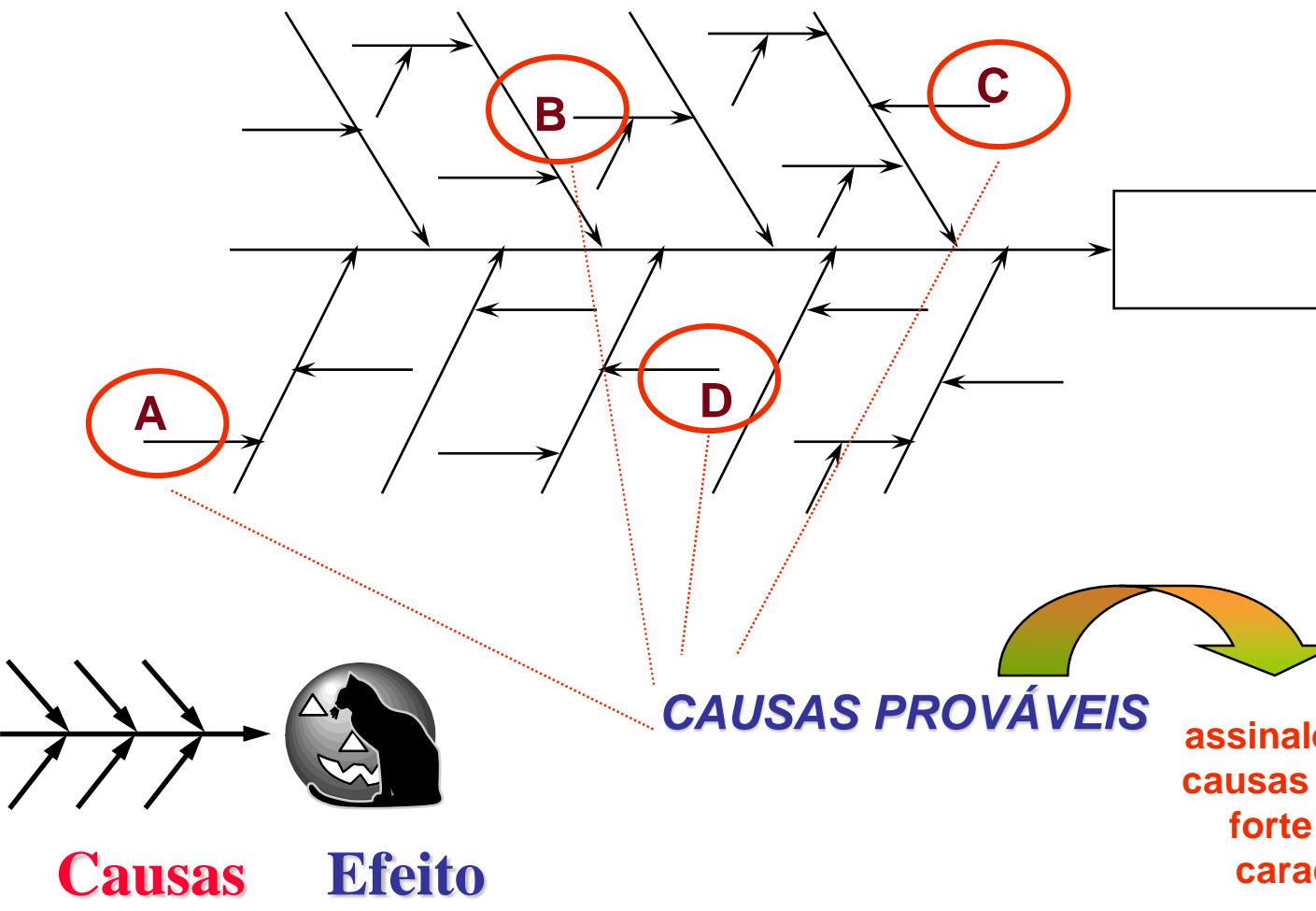
Registre outras informações

Por exemplo, o nome do grupo , data de elaboração do diagrama, título principal, etc...



Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE ISHIKAWA ou Espinha de Peixe



assinale no diagrama as causas que pareçam ter forte relação com a característica ou o problema



Sete Ferramentas da Qualidade
5ª Ferramenta da Qualidade:
DIAGRAMA DE ISHIKAWA
ou Espinha de Peixe



Método dos Cinco Por ques

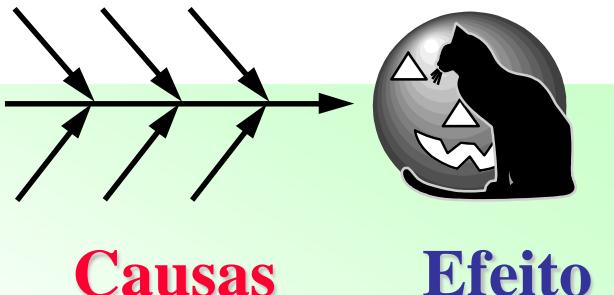


É UMA PRÁTICA UTILIZADA NA SOLUÇÃO DE ANOMALIAS COM A FINALIDADE DE DESCOBRIRMOS A SUA PRINCIPAL CAUSA. PERGUNTAMOS O PORQUÊ DA ANOMALIA E AO CHEGARMOS AO QUINTO “POR QUE” PROVAVELMENTE TEREMOS A CAUSA MAIS IMPORTANTE.



Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE ISHIKAWA ou Espinha de Peixe



Causa Fundamental...

é a origem do problema.



Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

ou Espinha de Peixe

DIAGRAMA CAUSA E EFEITO – 6 Ms

Na construção da estrutura do Diagrama de Causa e Efeito, principalmente para equipes que ainda estão se familiarizando com o diagrama, é comum buscar agrupar as várias causas nos agrupamentos clássicos (“famílias de causa”) conhecidos como os **4 Ms** :

- Máquinas**
- Método**
- Materiais**
- Mão-de-Obra**

Atualmente, costuma-se incorporar também os seguintes agrupamentos (“famílias de causa”), totalizando-se **6 Ms**:

- Manutenção**
- Meio Ambiente**



Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade:

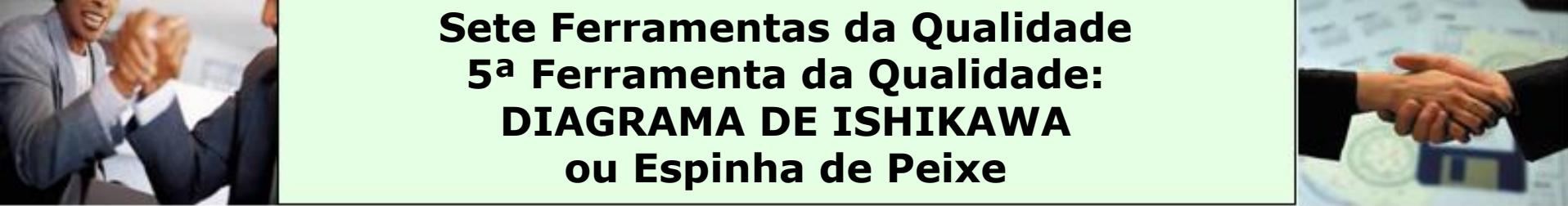
DIAGRAMA DE ISHIKAWA

ou Espinha de Peixe

Para conduzir com êxito a construção do Diagrama de Causa e Efeito é importante seguir as seguintes etapas:

- Analisar, discutir e encontrar a provável Causa-Raiz ou Causa Principal do efeito que está sendo estudado. Para a orientação da equipe que utiliza o Diagrama de Causa e Efeito, quanto ao momento de cessar o desdobramento das causas, deve-se ressaltar três características básicas da Causa-Raiz ou Causa Principal:

- é diretamente controlável;
- está objetivamente relacionada ao problema em estudo;
- sua eliminação implicará no desaparecimento ou redução do efeito



Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade:

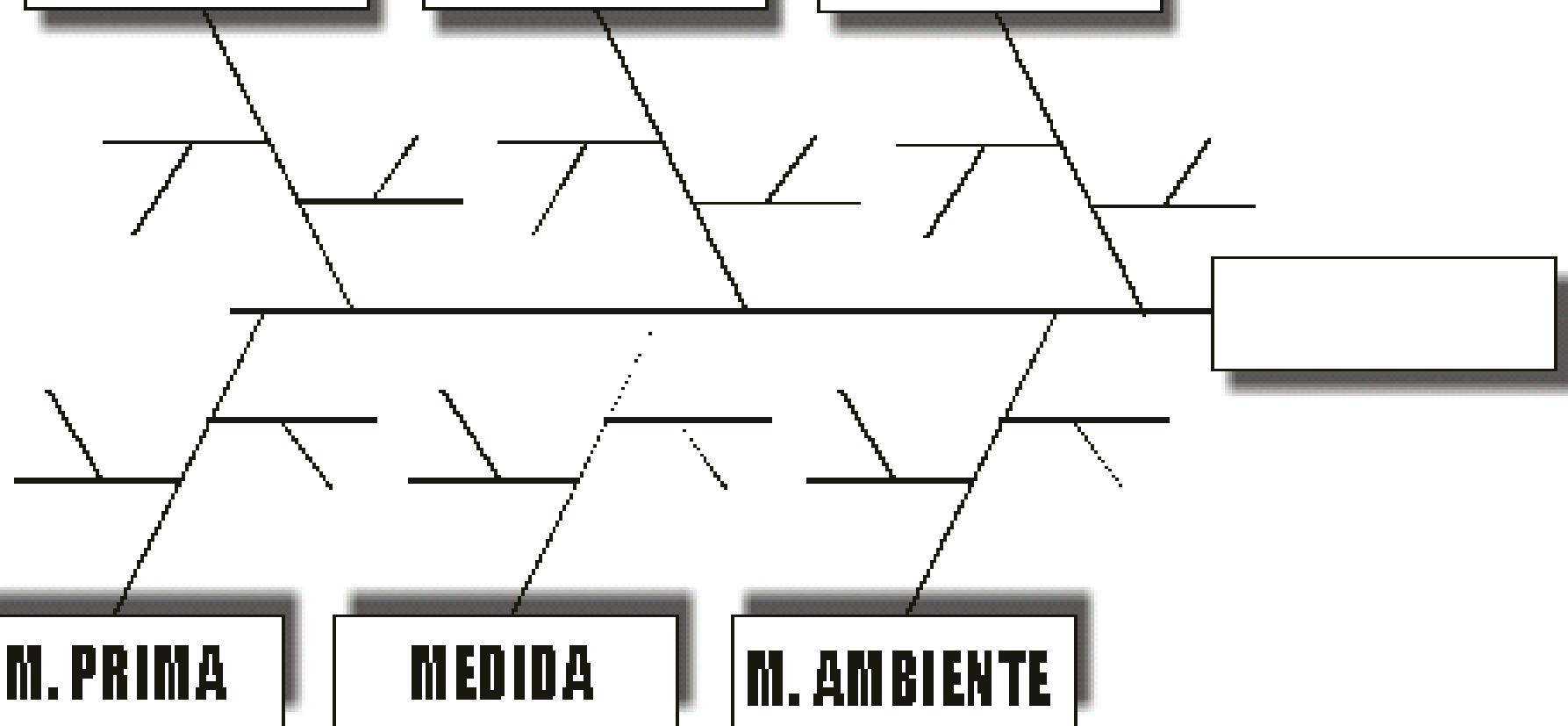
DIAGRAMA DE ISHIKAWA

ou Espinha de Peixe

MÉTODO

MÃO-DE-OBRA

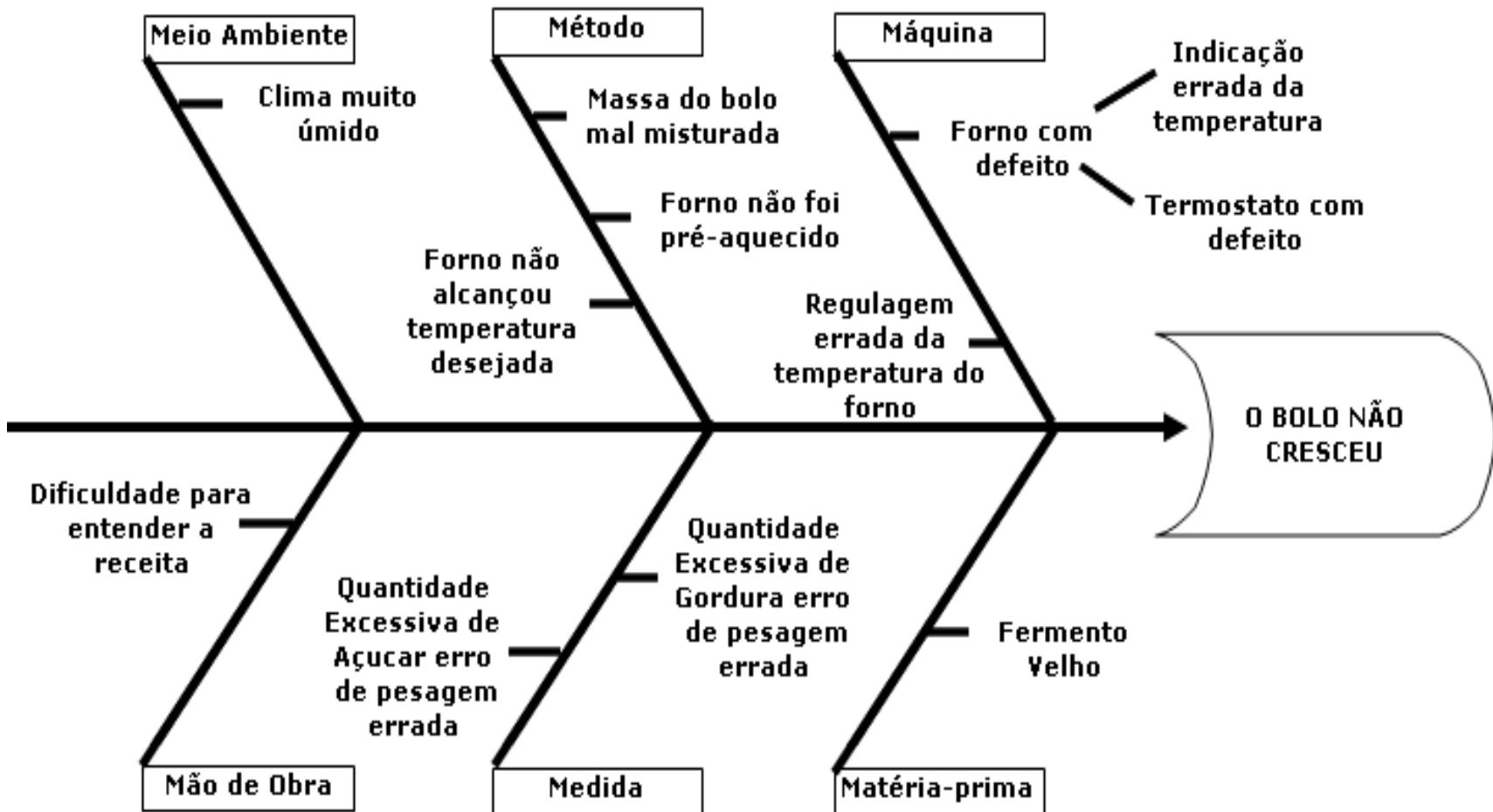
MÁQUINA





Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE ISHIKAWA ou Espinha de Peixe



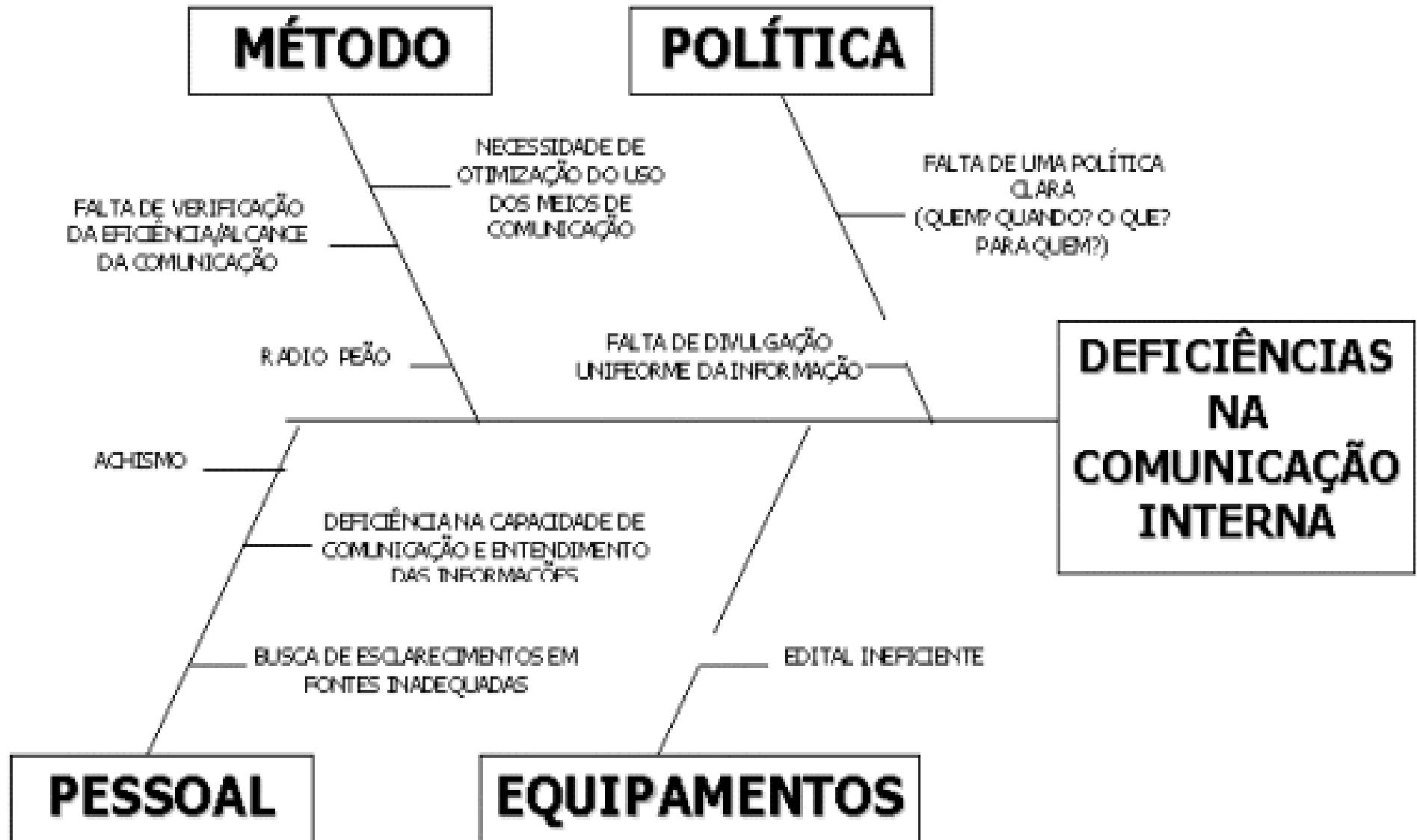


Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

ou Espinha de Peixe

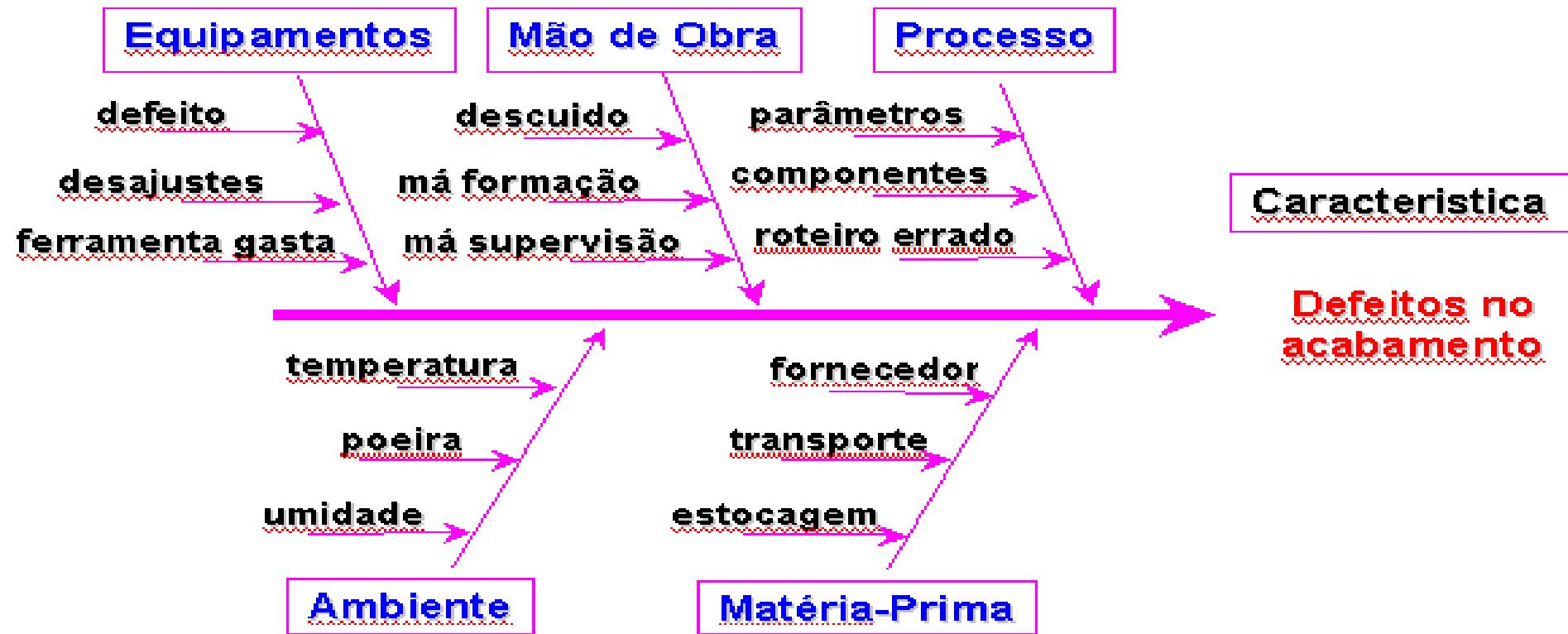




Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE ISHIKAWA ou Espinha de Peixe

Diagrama de Causa e Efeito





Sete Ferramentas da Qualidade

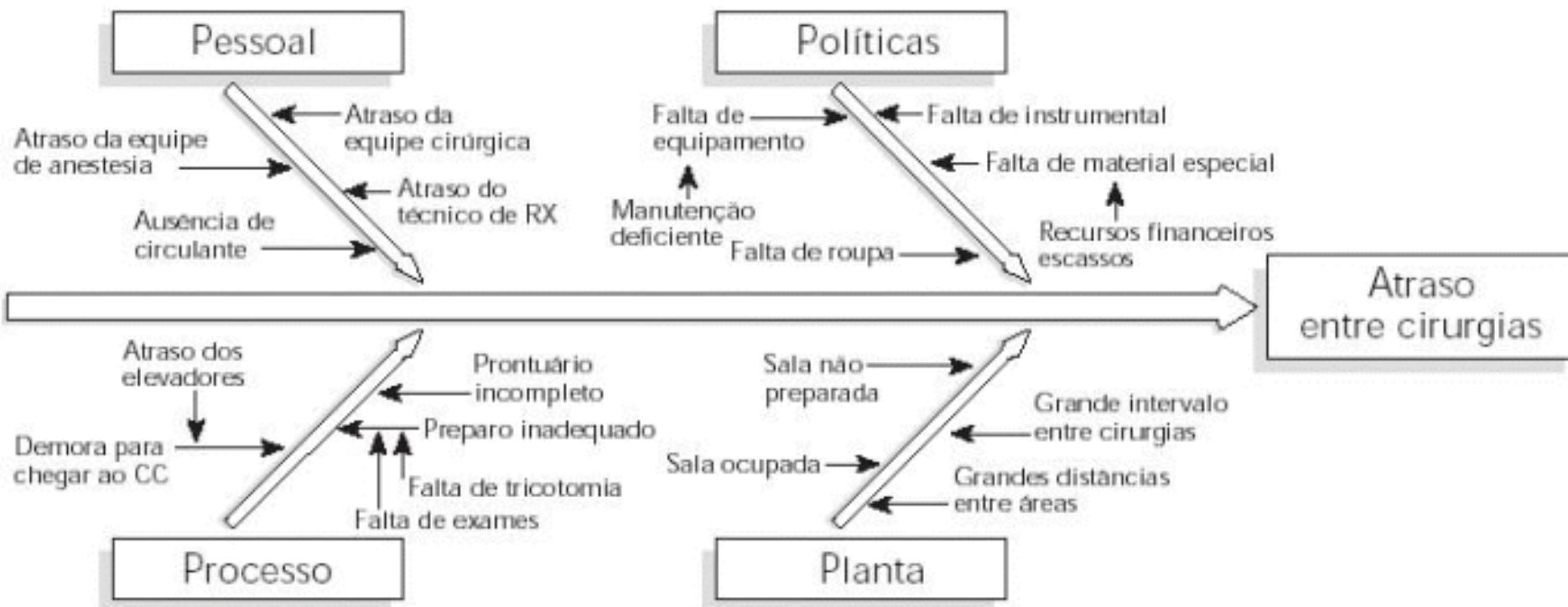
5ª Ferramenta da Qualidade:

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

ou Espinha de Peixe

Exemplo

Diagrama sobre as possíveis causas do atraso entre uma cirurgia e outra

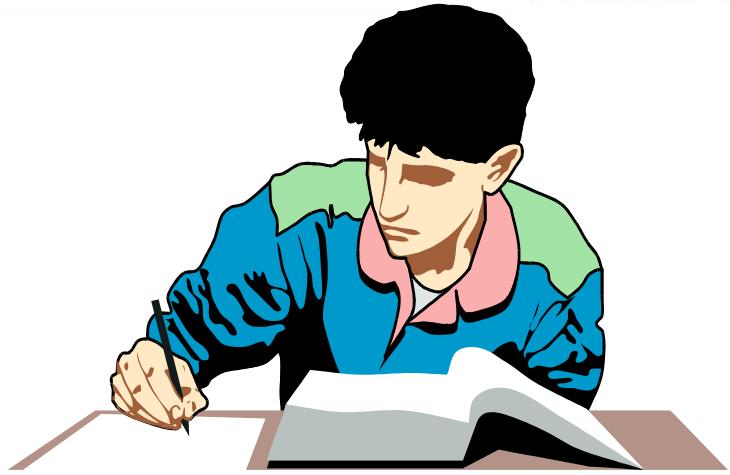




Sete Ferramentas da Qualidade

5ª Ferramenta da Qualidade: DIAGRAMA DE ISHIKAWA ou Espinha de Peixe

ATIVIDADE - 1



- ✓ **Forme equipe;**
- ✓ **Leia o artigo distribuído**
- ✓ **Escreva o PROBLEMA**
- ✓ **Construa um diagrama causa efeito com os dados fornecidos no artigo.**
- ✓ **Defina as causas fundamentais.**
- ✓ **Será sorteada uma pessoa de cada equipe para apresentar.**
- ✓ **Tempo de execução da atividade: 20 minutos.**



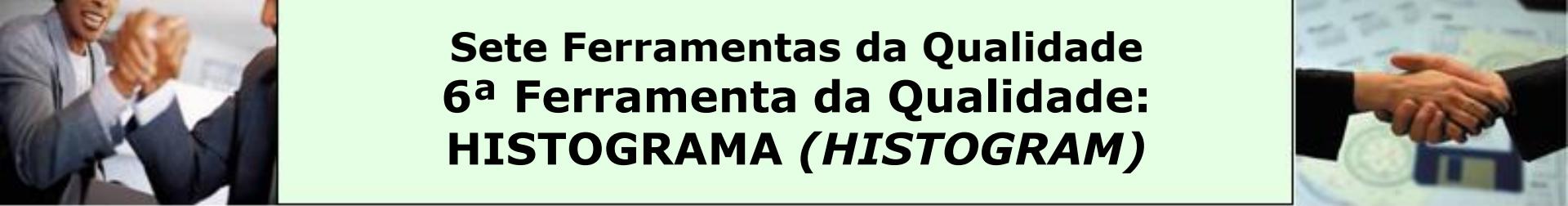
Sete Ferramentas da Qualidade

6^a Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

6^a Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

**Método gráfico para representar a dispersão
(variação) de um conjunto de dados.**

**Uma figura vale mais que uma centena de
números quando esta figura é um Histograma**



Sete Ferramentas da Qualidade

6ª Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

HISTOGRAMA – Principais Conceitos

A VARIAÇÃO ESTÁ EM TODA PARTE

- A variação ou dispersão é um fenômeno inevitável no resultado de qualquer processo: fabricação, serviço, administração.
- A variação em um processo se deve às variações em um enorme número de fatores que afetam o processo.
- É impossível manter todos os fatores em um estado constante o tempo todo.

Exemplos de variação:

- Número de passageiros em um avião 747
- Número de minutos para que o caixa de uma agência bancária atenda o cliente
- Quantidade exata de cerveja em uma garrafa



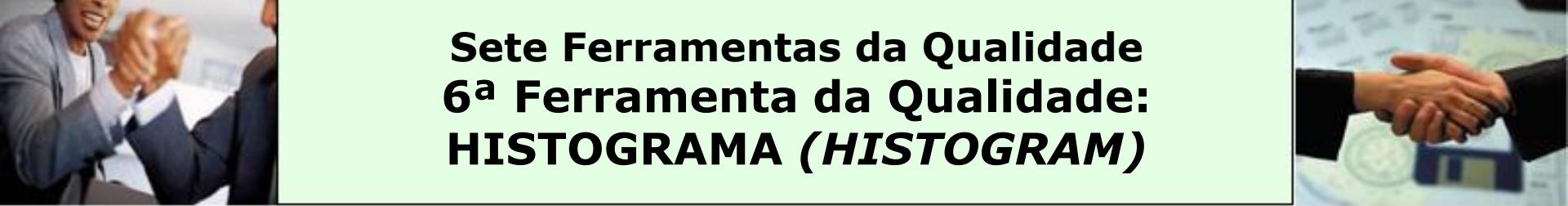
Sete Ferramentas da Qualidade

6^a Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

Definição:

HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

Gráfico de barras verticais contíguas que representam a distribuição da freqüência na qual os grupos ou classes de itens são relacionados no eixo x e os diferentes itens de cada classe no eixo y. Um histograma permite que as pessoas identifiquem padrões dificilmente perceptíveis em uma tabela numérica.



Sete Ferramentas da Qualidade

6^a Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

HISTOGRAMA – Principais Conceitos

VARIACÕES APRESENTAM PADRÕES

- Diferentes fenômenos apresentam diferentes tipos de variação, mas cada um sempre apresenta um padrão.

Exemplo: Altura de meninos e meninas com a idade de 10 anos

- Nós sabemos que a altura da maioria dos meninos e meninas desta idade está próxima de um valor médio, e que é relativamente difícil encontrar meninos ou meninas extremamente altos ou extremamente baixos.

É difícil reconhecer um padrão de variação através de simples tabelas de números

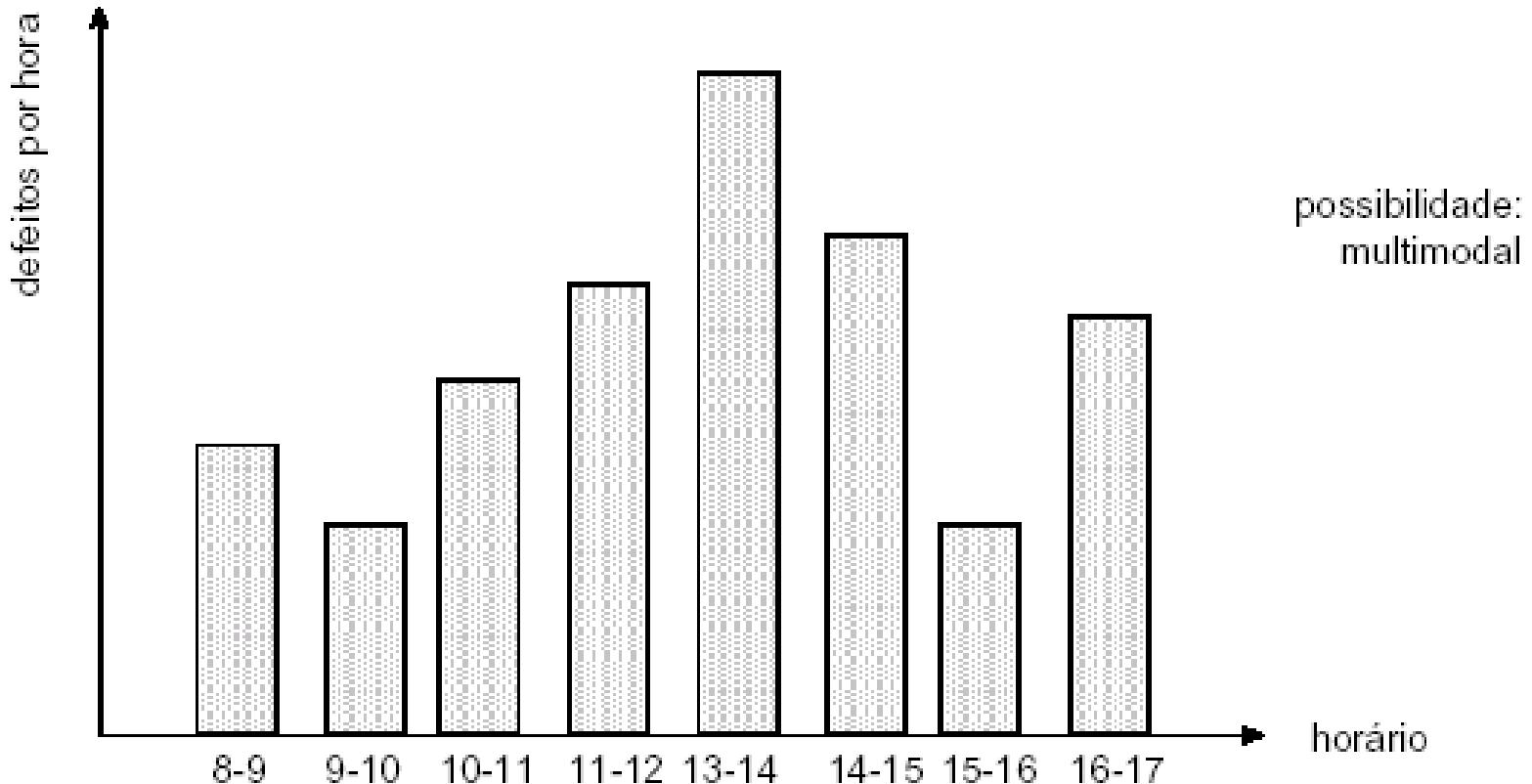
Padrões de variação são identificados com maior facilidade através de histogramas



Sete Ferramentas da Qualidade

6ª Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

Estratificar e plotar





Sete Ferramentas da Qualidade

6^a Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)



- Na estatística, um histograma é uma representação gráfica da distribuição de freqüências de uma massa de medições, normalmente um gráfico de barras.
- É uma das Sete Ferramentas da Qualidade.



Sete Ferramentas da Qualidade

6^a Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)



- O histograma é um gráfico composto por retângulos justapostos em que a base de cada um deles corresponde ao intervalo de classe e a sua altura à respectiva freqüência.
- A construção de histogramas tem caráter preliminar em qualquer estudo e é um importante indicador da distribuição de dados.



Sete Ferramentas da Qualidade

6ª Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)



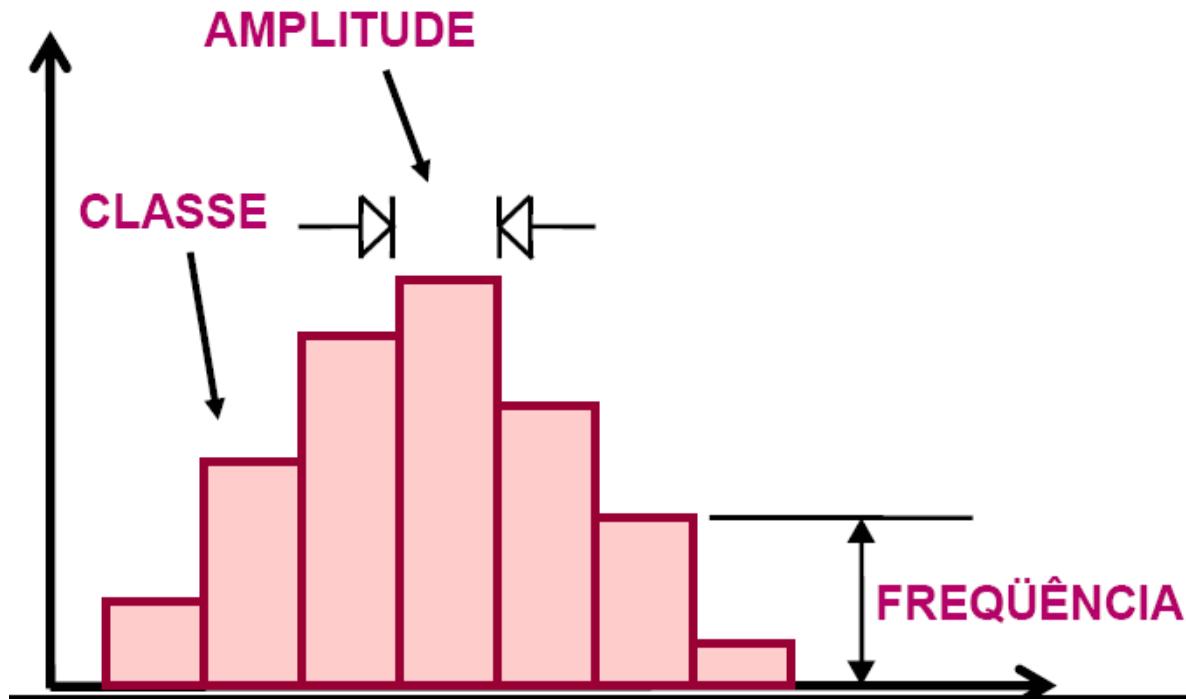
HISTOGRAMA – Elementos Constitutivos

Classe: cada barra

Limites de classe: são os valores máximo e mínimo de cada classe

Amplitude: intervalo entre os limites de uma classe

Freqüência: número de observações pertencentes a uma dada classe





Sete Ferramentas da Qualidade

6^a Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

HISTOGRAMA – Fases de preparação

Definir o número de Classes (K):

Ou:

$$K \cong \sqrt{N}$$

| Número de dados | Número de Classes (K) |
|-----------------|-----------------------|
| Menos de 50 | 5 – 7 |
| 50 – 100 | 6 – 10 |
| 100 – 250 | 7 – 12 |
| Mais de 250 | 10 – 20 |



Sete Ferramentas da Qualidade

6ª Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

HISTOGRAMA – Fases de preparação

Definir a amplitude das Classes (H):

Onde: R = (Valor Máximo – Valor Mínimo)

$$H = \frac{R}{K}$$

Definir Limites de Classes:

| Classe | Limite Inferior | Limite Superior |
|-----------------------|-------------------------------------|--|
| 1ª Classe | Valor mínimo | Valor mínimo + Amplitude da classe (H) |
| Demais Classes | Limite superior da classes anterior | Valor mínimo + Amplitude da classe (H) |



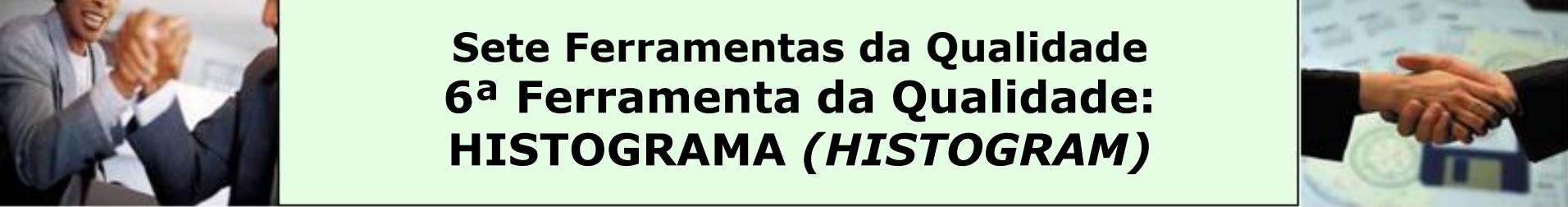
Sete Ferramentas da Qualidade

6^a Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

HISTOGRAMA – Fases de preparação

Classificar os dados por classe apurando a freqüência de cada classe, por exemplo:

| Classe | Limites | Freqüência |
|---------------|----------------|-------------------|
| 1 | 3.30-3.35 | 5 |
| 2 | 3.35-3.40 | 3 |
| 3 | 3.40-3.45 | 14 |
| 4 | 3.45-3.50 | 44 |
| 5 | 3.50-3.55 | 23 |
| 6 | 3.55-3.60 | 8 |
| 7 | 3.60-3.65 | 2 |
| 8 | 3.65-3.70 | 1 |
| Total | | 100 |

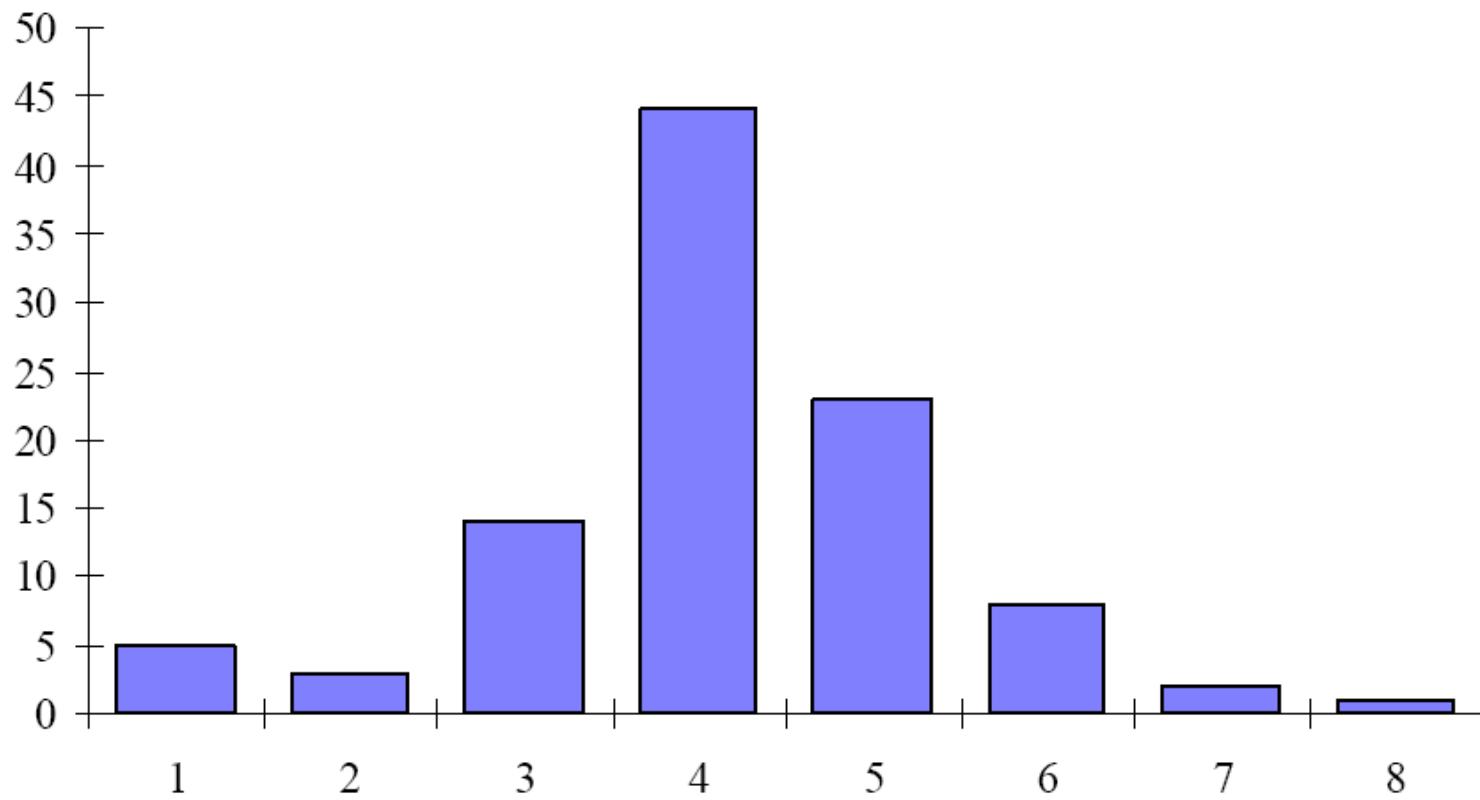


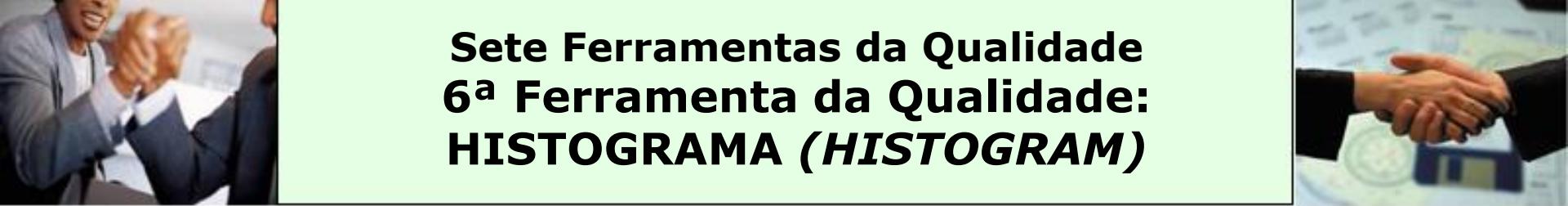
Sete Ferramentas da Qualidade

6^a Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

HISTOGRAMA – Fases de preparação

Desenhar o Histograma:



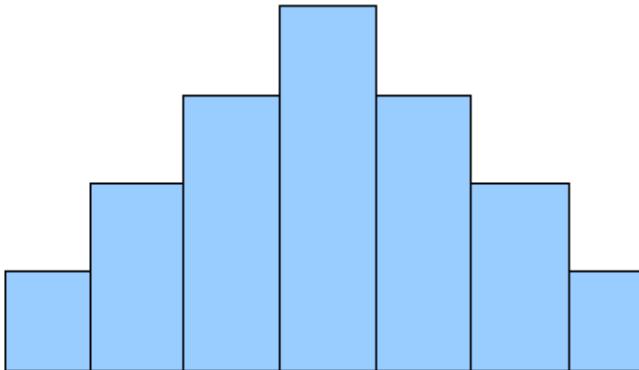


Sete Ferramentas da Qualidade

6ª Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (HISTOGRAM)

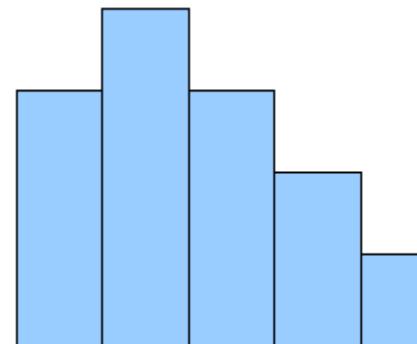
HISTOGRAMA – Conclusões

Analizar a forma do histograma estabelecer conclusões :



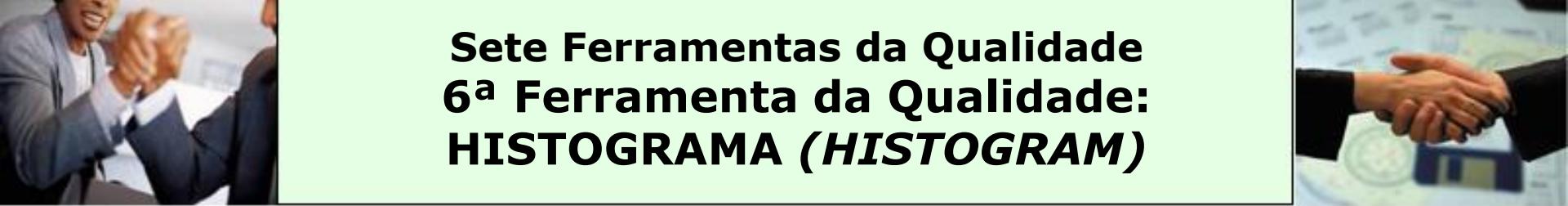
Histograma Simétrico:

Distribuição unimodal,
característica de um
processo no qual atuam
Causas Aleatórias:
Distribuição Normal



Histograma Truncado:

Provavelmente, resultado
de algum método de
inspeção final que
descarta os itens
produzidos além dos
limites de especificação

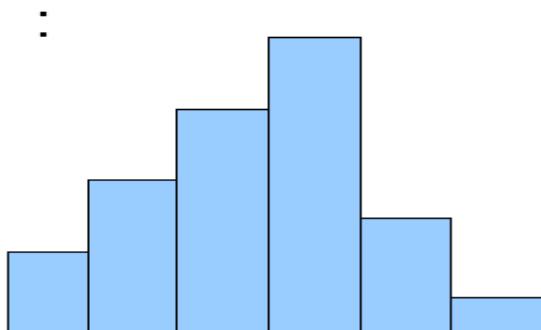


Sete Ferramentas da Qualidade

6^a Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

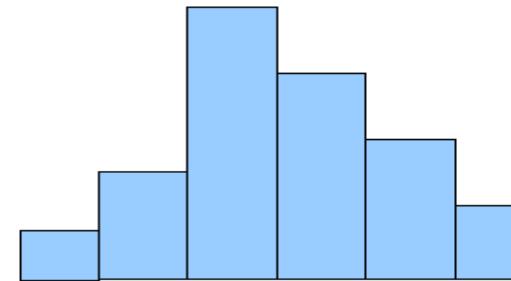
HISTOGRAMA – Conclusões

Analisar a forma do histograma e estabelecer conclusões



Histograma Assimétrico à Direita:

Distribuição influenciada pela interferência de limitações para valores altos que possam ser assumidos pelo processo



Histograma Assimétrico à Esquerda:

Distribuição influenciada pela interferência de limitações para valores baixos que possam ser assumidos pelo processo



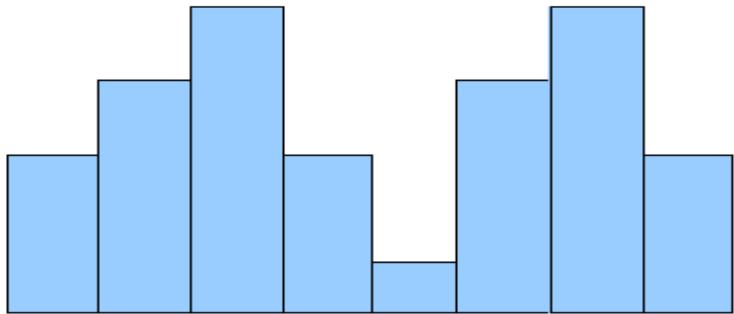
Sete Ferramentas da Qualidade

6ª Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

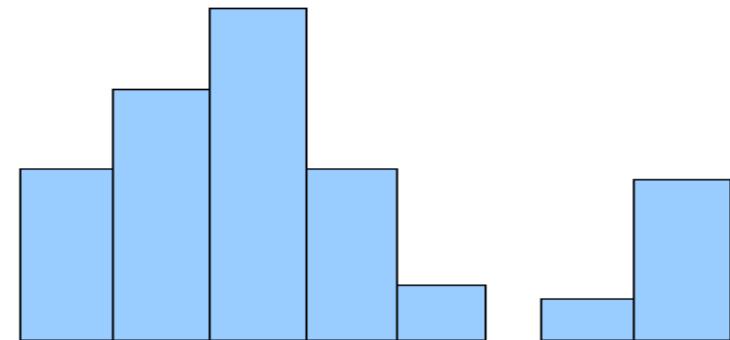


HISTOGRAMA – Conclusões

Analizar a forma do histograma e estabelecer conclusões :



Histograma Bimodal:
Os dois picos (modas) revelam, provavelmente, que os dados utilizados são oriundos de processos diferentes: duas máquinas, dois turnos, dois operadores

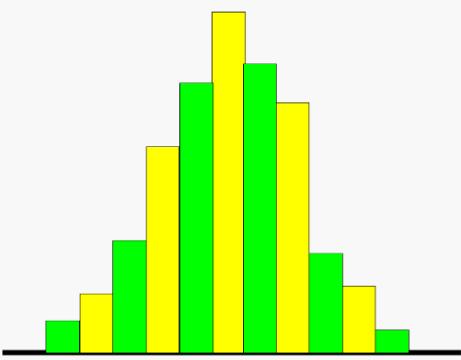


Histograma com Pico Isolado:

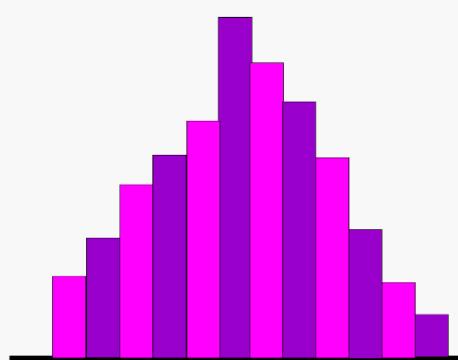
O pequeno tamanho do segundo pico indica certa modalidade. É possível que tenha ocorrido erro na coleta de dados ou na construção do histograma

Sete Ferramentas da Qualidade

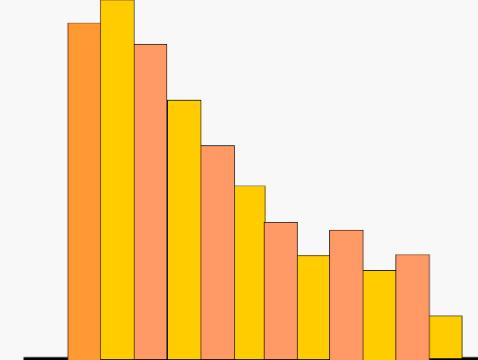
6ª Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)



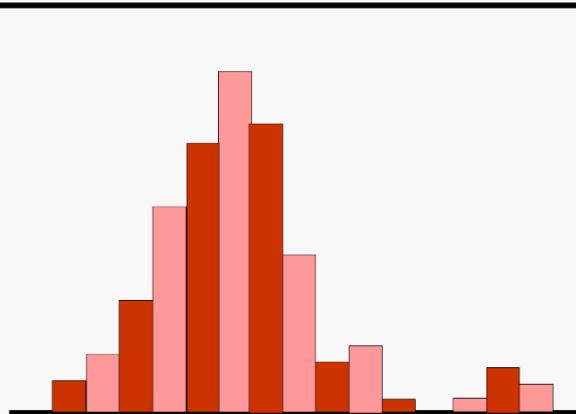
TIPO GERAL



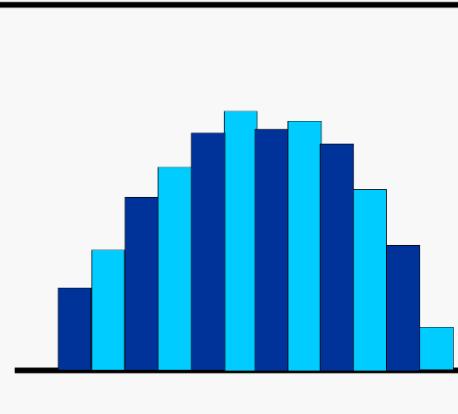
TIPO ASSIMÉTRICO



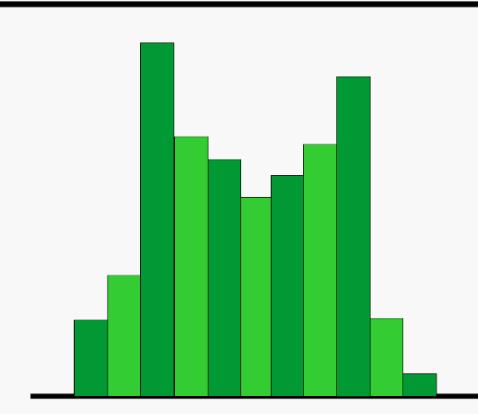
TIPO DESPENHADEIRO



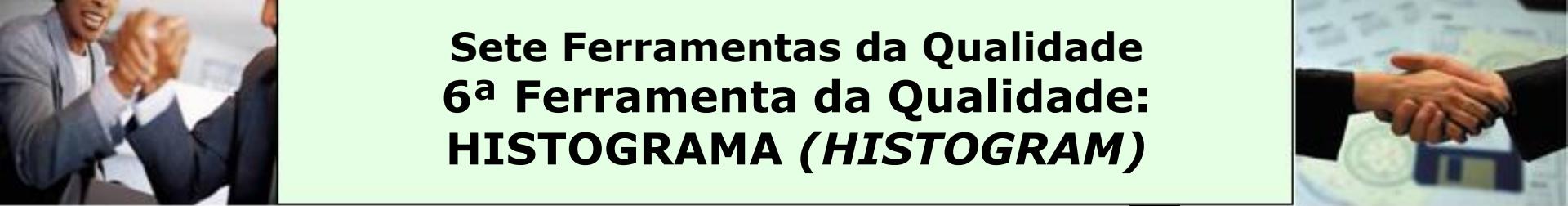
TIPO PICO ISOLADO



TIPO ACHATADO



TIPO PICOS DUPLOS



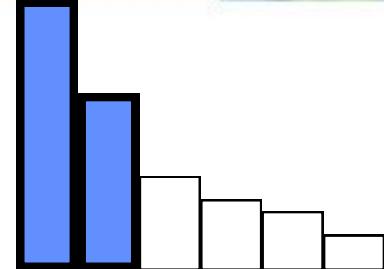
Sete Ferramentas da Qualidade

6ª Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

Histograma

Procedimento para construção:

- 1 Elabore uma Folha de Verificação;**
- 2 Ordene os itens em ordem crescente de quantidade. O item "outros " deve ficar na última linha, qualquer que seja a sua grandeza;**
- 3 Trace os eixos vertical (escala 0% a 100%) e horizontal (divida este eixo num número de intervalos igual ao número de itens da classificação);**
- 4 Construa o diagrama de barras;**
- 5 Anote as informações necessárias (Diagrama: título, quantidades significativas, unidades, nome do elaborador - dados: período, assunto, local do levantamento, quantidade e total de dados).**





Sete Ferramentas da Qualidade

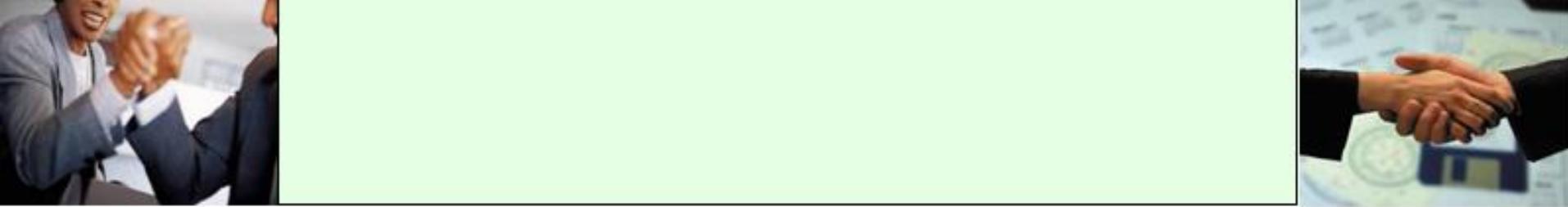
6^a Ferramenta da Qualidade:

HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

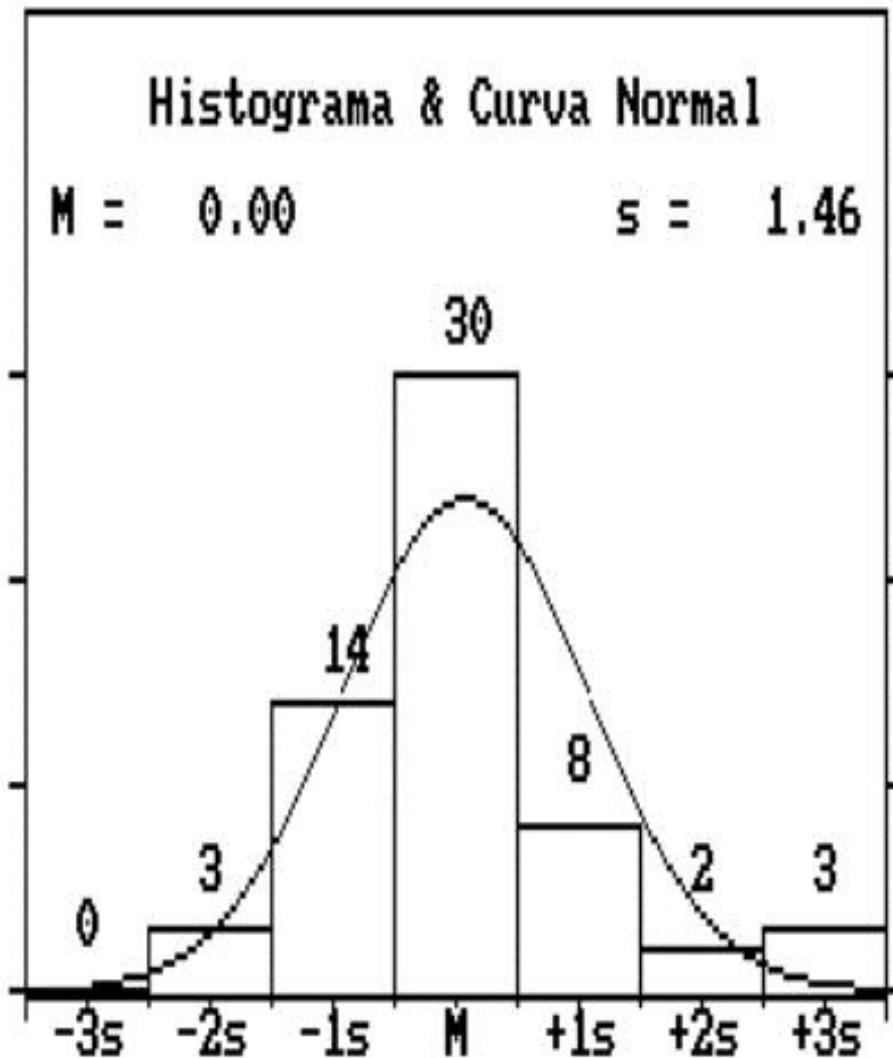
Histograma

**Introdução ao
CEP**

**Controle Estatístico de Processo
Distribuição Normal**



- Quando o número de dados aumenta indefinidamente e o intervalo de classe tende a zero, a distribuição de freqüência passa para uma distribuição de densidade de probabilidades.
- Podem indicar se uma distribuição aproxima-se de uma função normal, como pode indicar mistura de populações quando se apresentam bimodais.



Interpretação do Desvio Padrão

Quando uma curva de freqüência representativa da série é perfeitamente simétrica, podemos afirmar que:

1º Desvio Padrão:

O intervalo

$$[X - 1\delta, X + 1\delta]$$

contém aproximadamente 68% dos valores da série

2º Desvio Padrão:

O intervalo

$$[X - 2\delta, X + 2\delta]$$

contém aproximadamente 95% dos valores da série

3º Desvio Padrão:

O intervalo

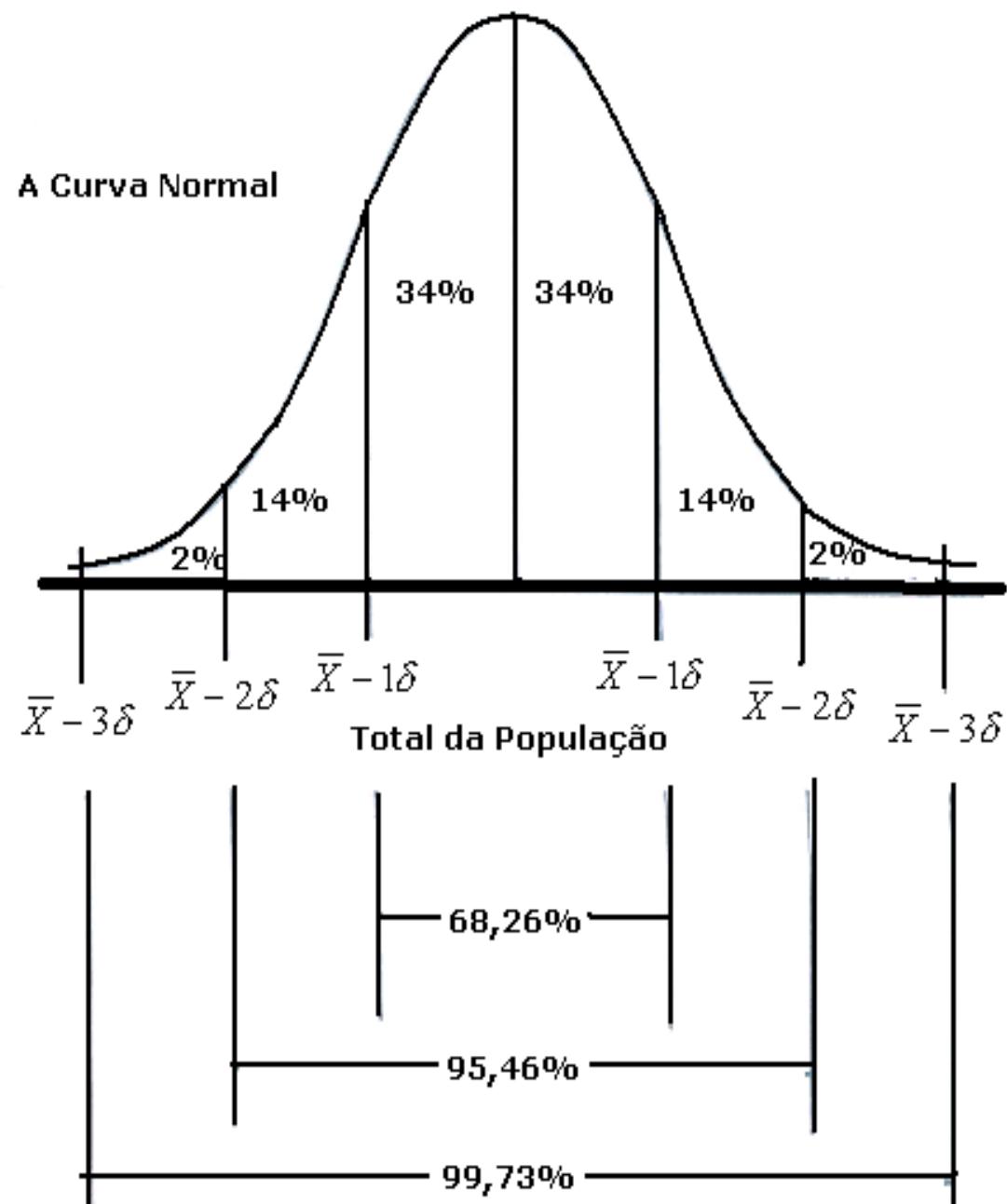
$$[X - 3\delta, X + 3\delta]$$

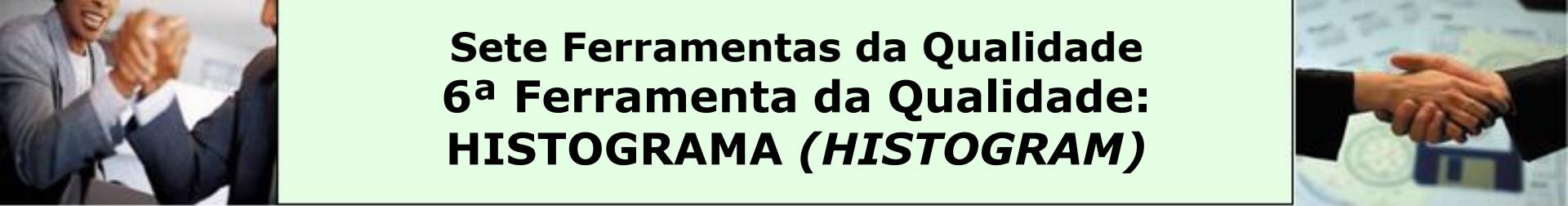
contém aproximadamente 99,73% dos valores da série

Média = \bar{X}

Desvio Padrão = δ

A Curva Normal

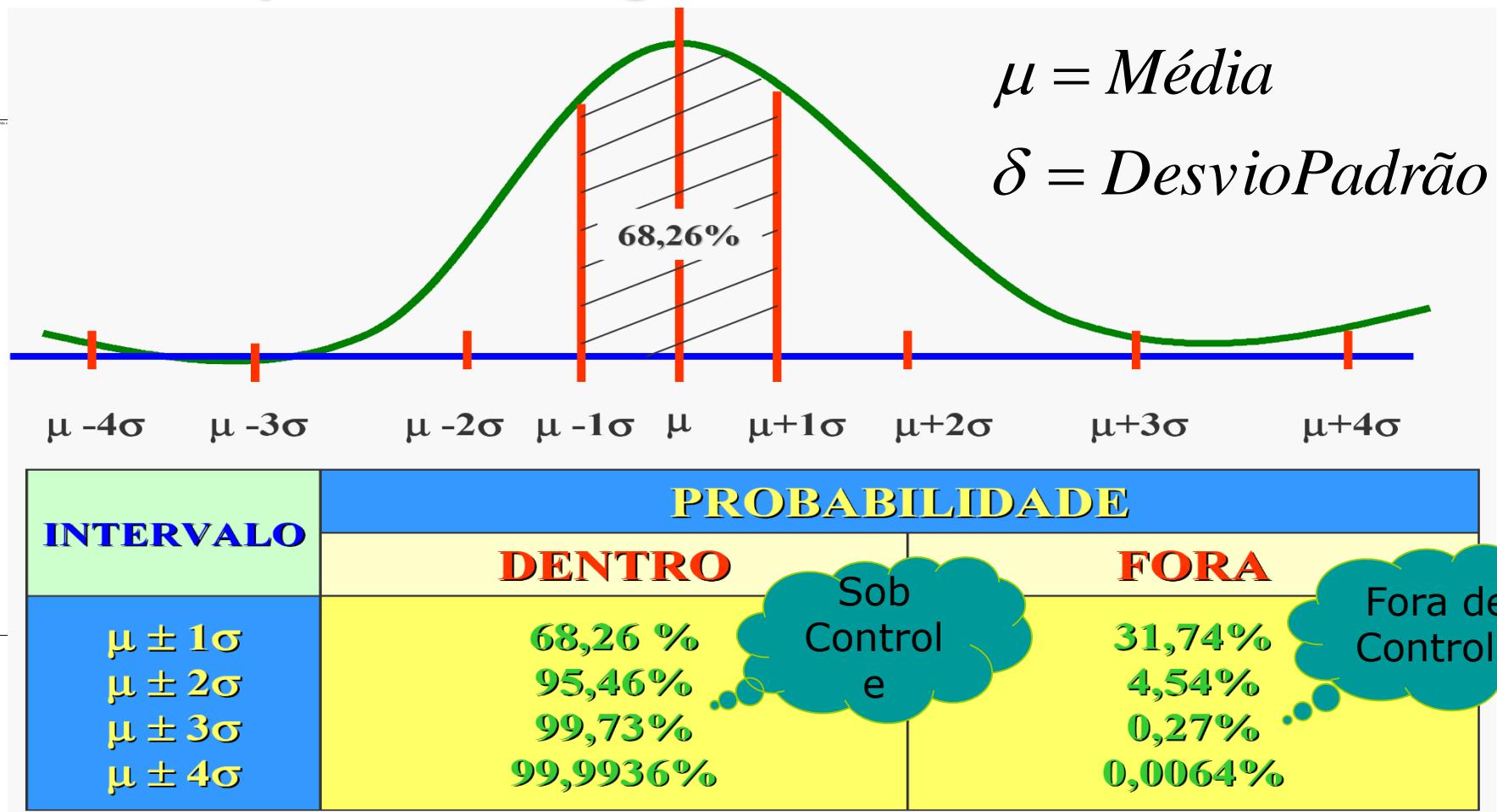


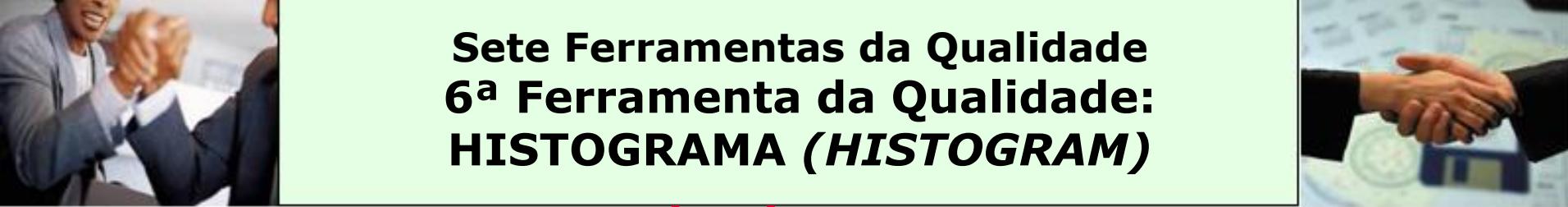


Sete Ferramentas da Qualidade

6ª Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (HISTOGRAM)

Exemplo de Histograma

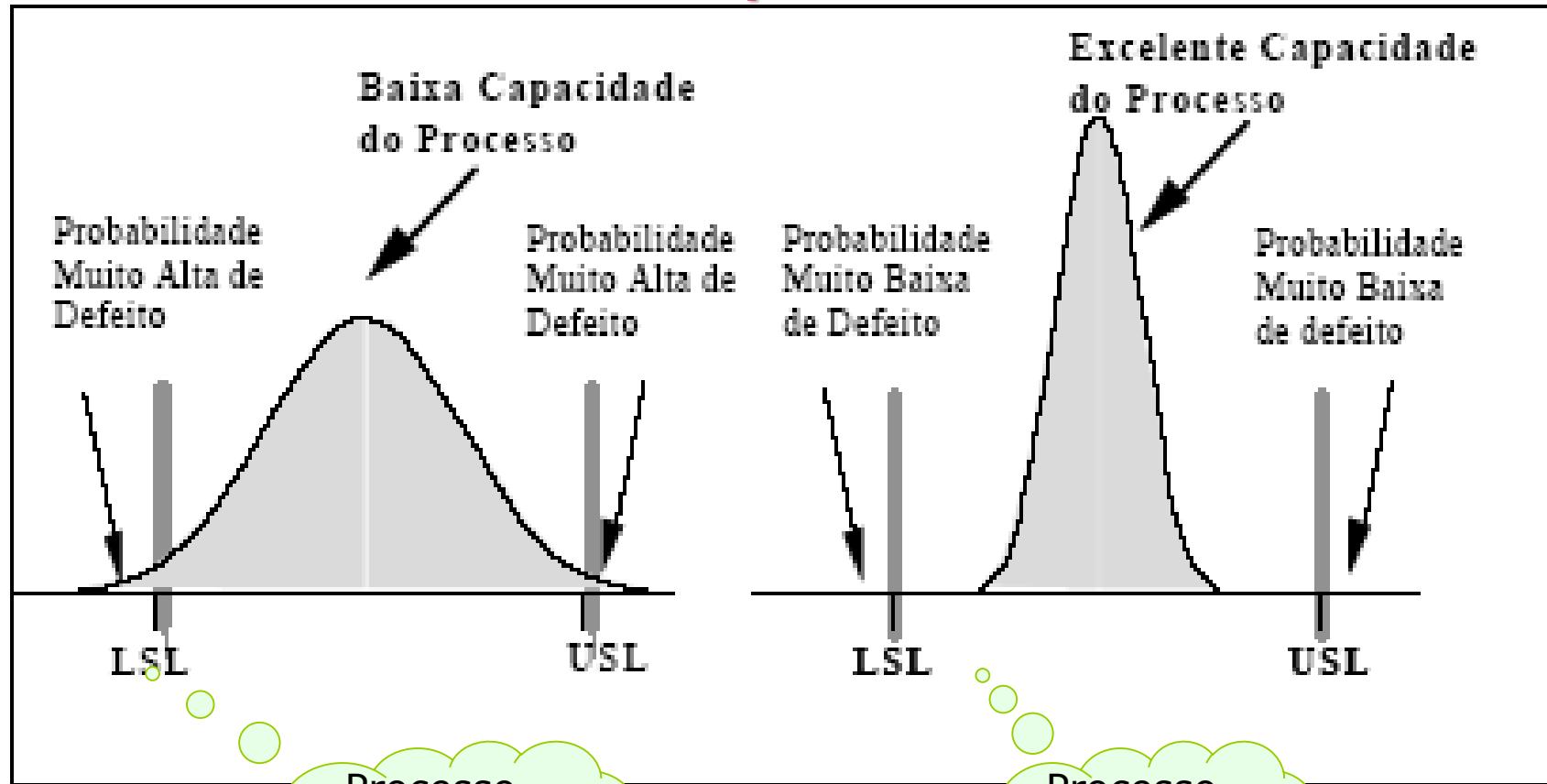




Sete Ferramentas da Qualidade

6ª Ferramenta da Qualidade: HISTOGRAMA (*HISTOGRAM*)

Ex. de Histograma Fundamentos da Capacidade do Processo



Processo
fora de
controle ou
incapaz

Processo
controlado
ou capaz



Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade:

CEP - Controle Estatístico de Processo

CEP
Controle Estatístico de
Processo



Sete Ferramentas da Qualidade
7ª Ferramenta da Qualidade:
CEP - Controle Estatístico de Processo

**Definindo Os
Limites da Nossa Estrada**





Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade: CEP - Controle Estatístico de Processo

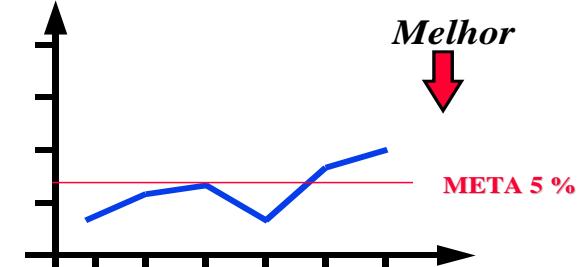
CEP - Carta de Controle

O que é ?

É um gráfico cartesiano(X-Y) seqüencial que controla graficamente um indicador qualquer (característica de controle)

Qual sua finalidade ?

- Acompanhar o comportamento do processo ao longo do tempo;
- Reconhecer o aparecimento das Causas Especiais.
- Medir o efeito de intervenções no processo.
- Visualizar a META.



Quais são os cuidados necessários ?

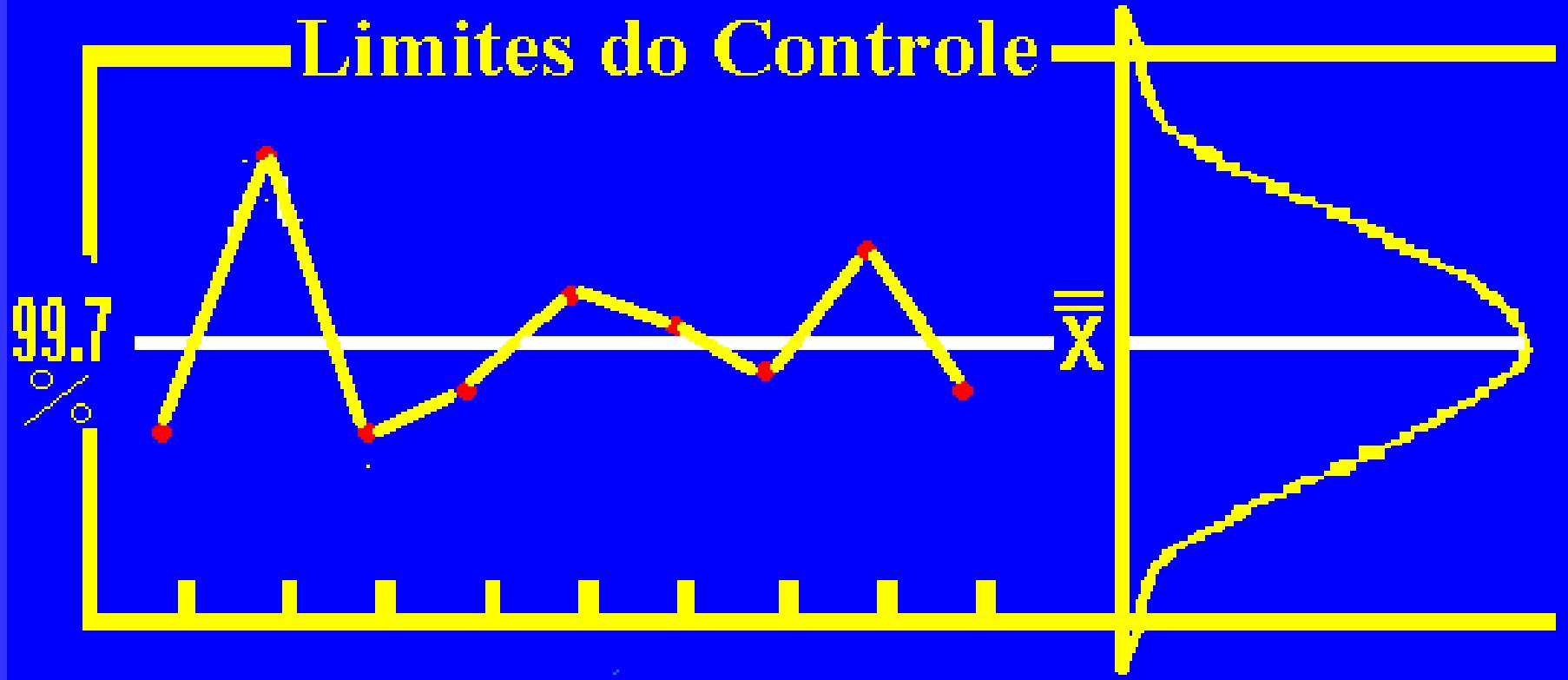
- ↑ Escalas compatíveis - normalmente (variação deve estar entre 4 e 5 cm);
- ↑ Os eixos com nome e unidade;
- ↑ Gráfico de Controle com título;
- ↑ Os dados representados (se possível) devem estar evidentes;
- ↑ Informações complementares devem ser escritas (nome do elaborador, período, meta, tendência de melhoria, etc.)



Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade: CEP - Controle Estatístico de Processo

Limites do Controle





Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade: CEP - Controle Estatístico de Processo

O uso dessa ferramenta na melhoria do processo é um procedimento interativo, em que as fases de coleta, **controle e análise** são **repetidas**.

Primeiro, os dados são coletados de acordo com um plano; baseado nesses dados são calculados os **limites de controle** que são a **base da interpretação estatística**.

Para implementar melhorias no controle e na capacidade, **causas comuns** e **especiais** devem ser **identificadas** e o **processo deve ser alterado para eliminá-las**, quando possível.

O ciclo, então, se reinicia, visto que mais dados serão coletados, interpretados e usados como base para a ação.



Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade: CEP - Controle Estatístico de Processo



- Uma carta de controle é composta por:
 - um gráfico cartesiano, onde o eixo horizontal representa o tempo e, o vertical, o valor da característica;
 - um conjunto de valores (pontos) unidos por segmentos de reta;
 - três linhas horizontais: limite inferior de controle, limite controle e linha média;



Sete Ferramentas da Qualidade

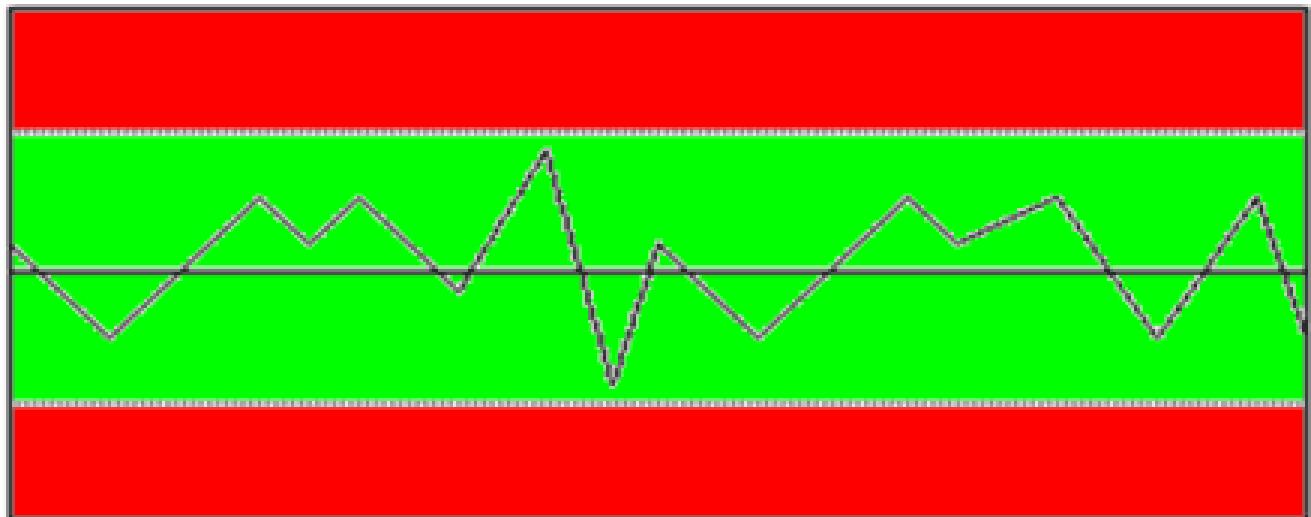
7ª Ferramenta da Qualidade:

CEP - Controle Estatístico de Processo

Limite Superior de
Controle

Linha Central

Limite Inferior de
Controle





Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade:

CEP - Controle Estatístico de Processo

FASES:

- 1. Coleta**
- 2. Controle**
- 3. Análise e Melhoria**



Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade:

CEP - Controle Estatístico de Processo

1ª Fase:

Coleta: Dados para a característica (processo ou produto) em estudo são reunidos e convertidos para uma maneira em que possam ser marcados numa Carta de Controle. Esses dados poderiam ser, por exemplo, valores de dimensão de uma peça, número de falhas em um produto, horários, variáveis físicas (temperatura, pressão, etc.).



Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade:

CEP - Controle Estatístico de Processo

2ª Fase:

Controle: Os limites preliminares de controle são calculados baseados nos dados. Eles são desenhados na carta como um guia para análise. Limites de controle não são limites de especificação ou objetivos, mas estão baseados na variabilidade natural do processo e no plano de amostragem.



Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade: CEP - Controle Estatístico de Processo

3ª Fase

Análise e Melhoria: Depois que todas as causas especiais tenham sido corrigidas e o processo esteja operando em controle, a carta continua como uma ferramenta de monitoração. A capacidade do processo pode ser calculada, também. Se a variação decorrente de causas comuns é excessiva, o processo pode não ser capaz de produzir resultados que estejam consistentemente em conformidade com os requisitos do cliente. Nesse caso, ações gerenciais podem ser necessárias para a melhoria do sistema.



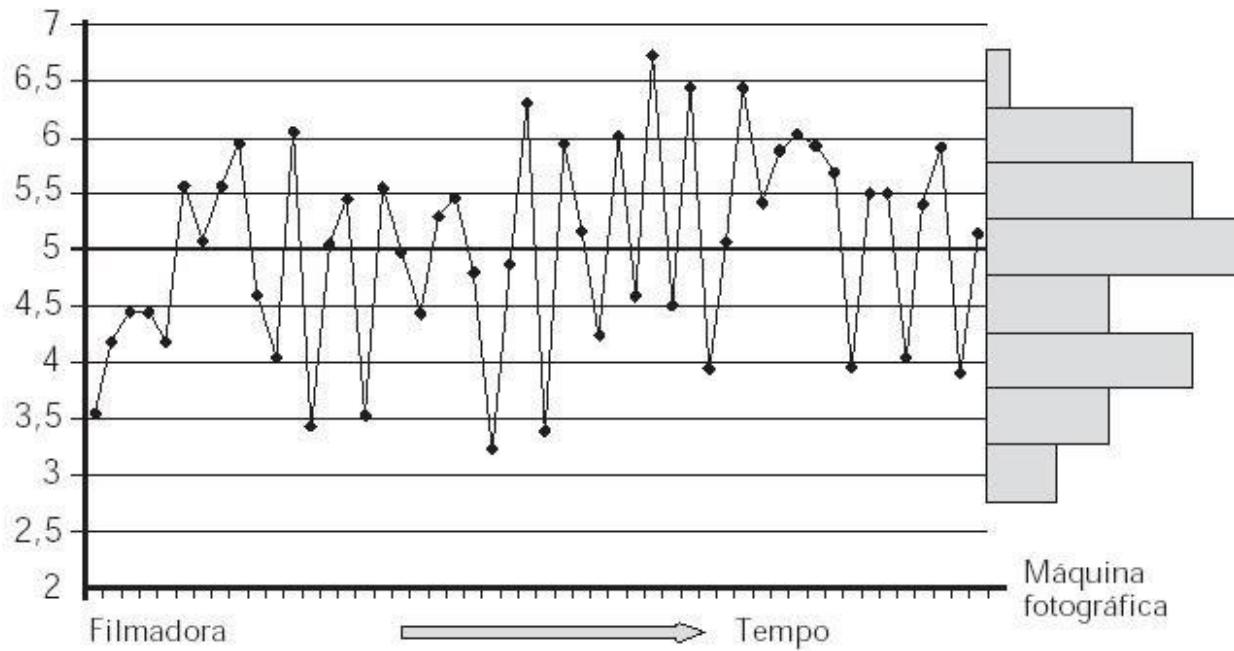
Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade: CEP - Controle Estatístico de Processo

Representação de um Gráfico CEP evidenciando o Histograma e representação da Curva Normal formada a partir dos dados apontados no CEP.

Exemplo

**Tempo de atendimento por paciente num guichê da drogaria
(em minutos) – dados hipotéticos**





Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade:

CEP - Controle Estatístico de Processo

Benefícios

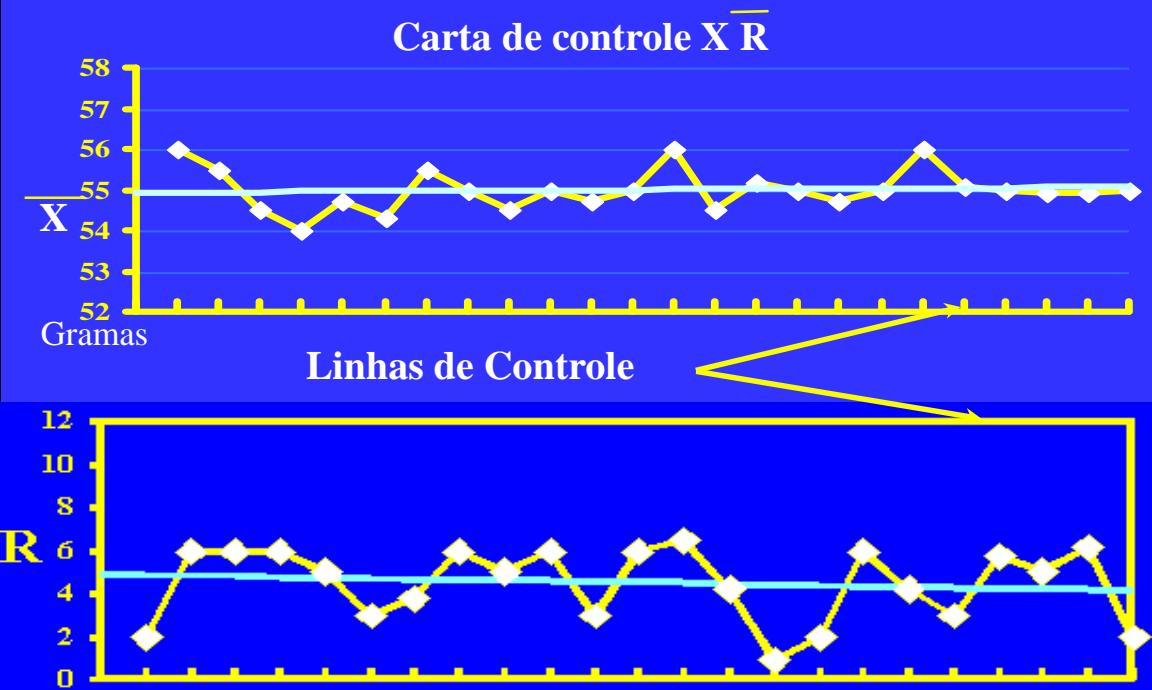
- Usadas adequadamente, as cartas de controle podem:
 1. Servir aos operadores para o controle contínuo do processo;
 2. Ajustar o processo para que produza de forma consistente, previsível, com qualidade e custo adequados;
 3. Obter do processo, resultados com:
 - melhor qualidade;
 - menor custo por unidade;
 - maior capacidade instalada;
 4. Fornecer uma linguagem comum para a análise do desempenho do processo, separando causas especiais de variação das comuns, como um guia para ações locais sobre o sistema.

Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade:

CEP - Controle Estatístico de Processo

CEP Cartas de Controle das Médias e das Amplitudes e Fórmulas dos Limites



Ref: IMAN -1995

Carta $\bar{X} \bar{R}$

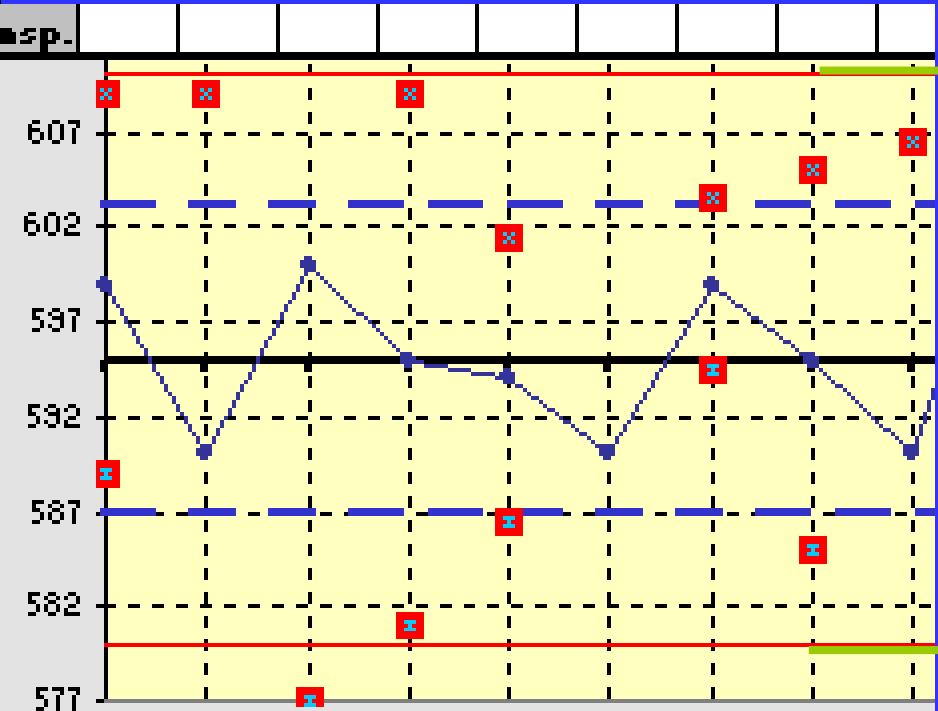
CÁLCULO DOS LIMITES DE CONTROLE

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

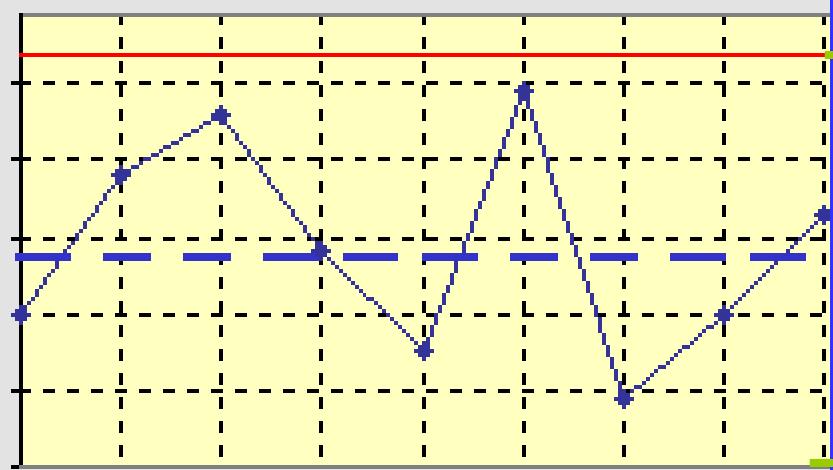
$$LIC_R = 0 \quad (n = 6)$$



$$LSC\bar{x} = \bar{X} + A_2\bar{R}$$

**Gráfico das
Médias X**

$$LIC\bar{x} = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

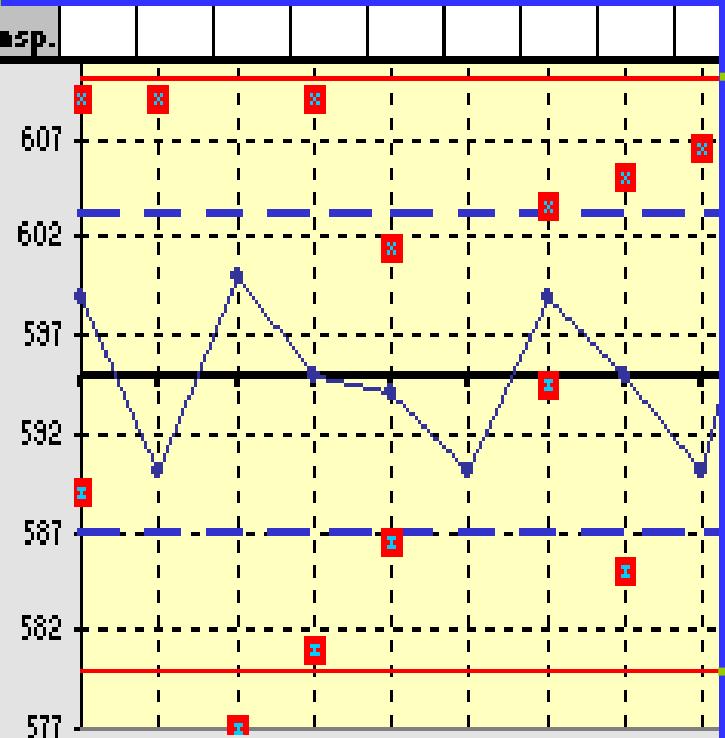


$$LSC_R = D_4\bar{R}$$

**Gráfico das
Amplitudes R**

$$LIC_R = D_3\bar{R}$$

Valores do cálculo CEP Limites

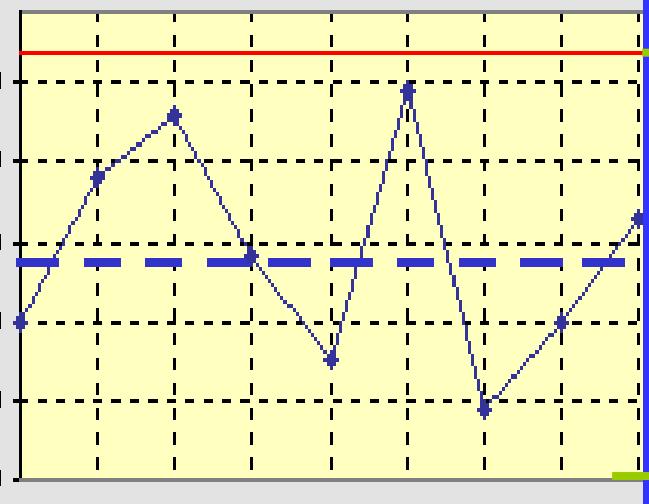


| Cálculo: Limite Inferior Calculado - Gráfico das Médias | | | | | | |
|---|---|-------|---|----|---|---------|
| $LIC\bar{x} = \bar{X} - A_2\bar{R}$ | | | | | | |
| 593 | - | 0,577 | x | 28 | = | 576,844 |

Média das Médias = 593

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Gráfico das Médias X



| Cálculo: Limite Superior Calculado - Gráfico das Médias | | | | | | |
|---|---|-------|---|----|---|---------|
| $LSC\bar{x} = \bar{X} + A_2\bar{R}$ | | | | | | |
| 593 | + | 0,577 | x | 28 | = | 609,156 |

| Cálculo: Limite Superior Calculado - Gráfico da Amplitude | | | | | | |
|---|---|----|---|--------|--|--|
| $LSC_R = D_4\bar{R}$ | | | | | | |
| 2,114 | x | 28 | = | 59,192 | | |

Amplitude R – Maior Valor – Menor Valor = 28

| Cálculo: Limite Inferior Calculado - Gráfico da Amplitude | | | | | | |
|---|---|----|---|---|--|--|
| $LIC_R = D_3\bar{R}$ | | | | | | |
| 0 | x | 28 | = | 0 | | |

Gráfico das Amplitudes R



Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade:

CEP - Controle Estatístico de Processo

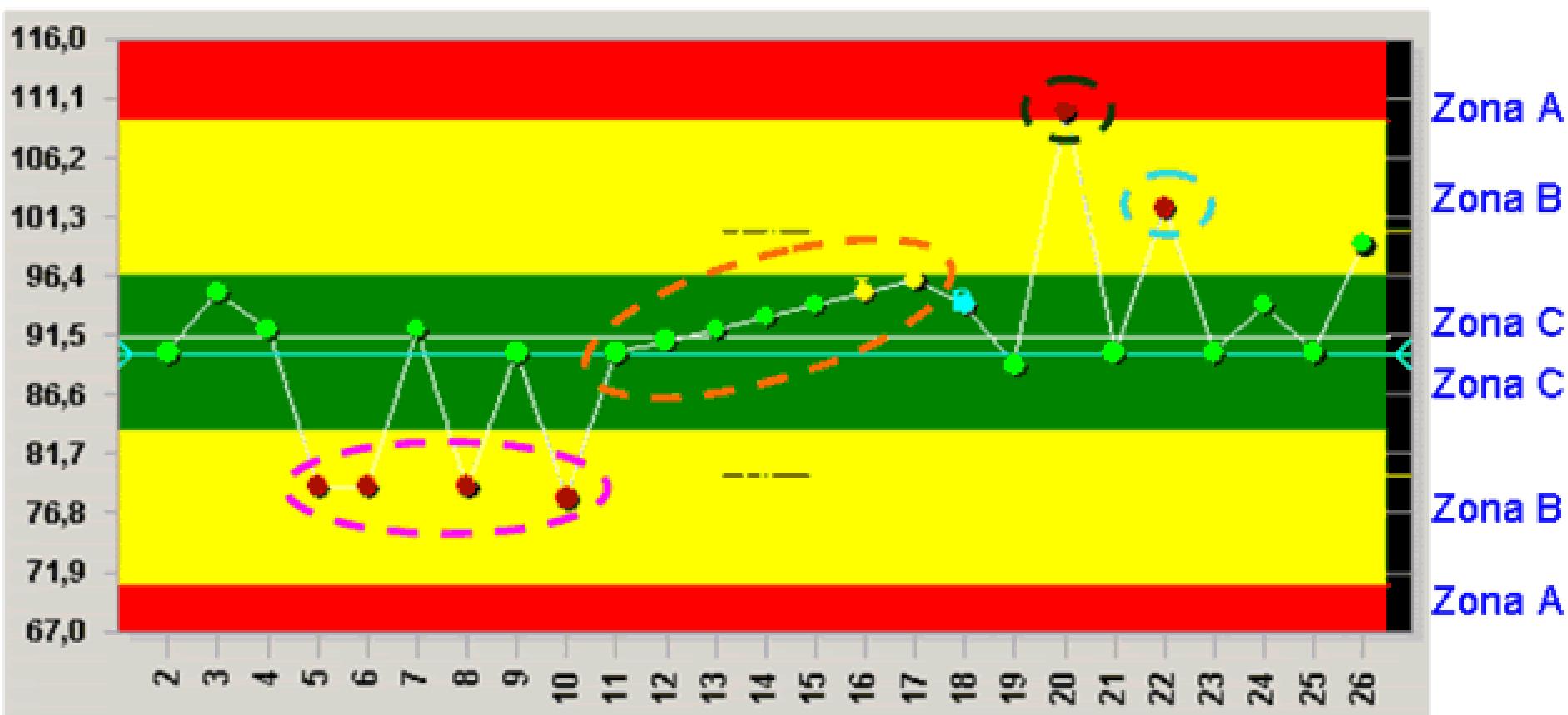
Construção

1. Comece planejando como e onde você adquirirá seus dados (escreva uma Definição Operacional).
2. Complete a informação de identificação da carta (o que está sendo medido, datas, local, coletor).
3. Calcule a média de processo (somente para Cartas de Controle).
4. Calcule os limites de controle superior e inferior (somente para Cartas de Controle).
5. Determine a escala para a carta de controle, esboce o centro e as linhas de controle.
6. Interprete o gráfico.



Sete Ferramentas da Qualidade

7ª Ferramenta da Qualidade: CEP - Controle Estatístico de Processo



■ 4 pontos na Zona B

■ 7 pontos consecutivos no mesmo lado da linha central.

■ 1 ponto na Zona A

□ 1 ponto na Zona B



Revisão Sete Ferramentas da Qualidade



As Sete ferramentas da qualidade:

1. Lista de Verificação
2. Gráfico de Dispersão
3. Fluxograma
4. Gráfico de Pareto e Curva ABC
5. Diagrama de Ishikawa
6. Histograma
7. Carta de Controle de Processo – CEP