

## Roteiro da apresentação

- 1 Qualidade na empresa
- 2 Fundamentos de CEP
- 3 Gráfico por variáveis
- 4 Capacidade do processo
- 5 Gráficos por atributos
- 6 Inspeção de qualidade
- 7 Referências Bibliográficas

# Controle de Qualidade

Lupércio França Bessegato

UFMG  
Especialização em Estatística

Abril/2007

## Gráfico por variáveis

## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

# *Melhoria da Qualidade na Empresa*



Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Conceito de Qualidade

Não há uma única definição.

- “Adequação ao uso.”  
**Juran, 1999**
- “Atender e, se possível, exceder as expectativas do consumidor”  
**Deming, 2000**
- “Atender às especificações”  
**Crosby, 1995**



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Conceito de Qualidade - Taguchi

- A produção, o uso e o descarte de um produto sempre acarretam prejuízo (perdas) para a sociedade. Quanto menor for o prejuízo, melhor será a qualidade do produto.
- Perdas para a sociedade:  
Prejuízo para o meio ambiente, prejuízos diretos para os compradores do produto (quebras, consumo excessivo, etc.)



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Conceito de Qualidade - Branco Costa e outros

- O valor do bem - ou do serviço, que quantifica o grau de satisfação do consumidor com respeito a vários quesitos.



## Qualidade na empresa

### Dimensões da Qualidade Garvin, 1987

- **Desempenho:**  
O produto realizará a tarefa pretendida?
- **Confiabilidade:**  
Qual a frequência de falhas do produto?
- **Durabilidade:**  
Quanto tempo o produto durará?
- **Assistência Técnica:**  
Qual a facilidade para consertar o produto?



## Qualidade na empresa

### Dimensões da Qualidade Garvin, 1987

- **Estética:**  
Qual a aparência do produto?
- **Características:**  
O que o produto faz?
- **Qualidade percebida:**  
Qual a reputação da empresa ou de seu produto?
- **Conformidade com especificação:**  
O produto é feito como o projetista pretendia?



## Qualidade na empresa

### Aspectos Gerais da Adequação ao Uso

- **Qualidade de projeto:**  
Determinação das condições ótimas dos parâmetros  
(Planejamento de Experimentos)
- **Qualidade de conformação:**  
Como o produto corresponde às especificações exigidas  
pelo projeto  
(Controle Estatístico de Processo)
- Esta definição tradicional está mais associada ao aspecto  
de conformação que ao de projeto  
(menos ênfase no consumidor e mais ao “ajustamento às  
especificações”)

## Qualidade na empresa

### Conceito de Qualidade - Montgomery

- Qualidade é inversamente proporcional à variabilidade.



## Qualidade na empresa

### Característica da Qualidade

Descreve o que o consumidor considera como qualidade

- **Física**  
comprimento, largura, viscosidade
- **Sensorial**  
gosto, aparência, cor
- **Orientação Temporal**  
confiabilidade, durabilidade, praticidade
- **Variável**  
medidas contínuas
- **Atributo**  
dados discretos



## Qualidade na empresa

### Outros Conceitos

- **Engenharia da Qualidade:**  
conjunto de atividades para garantir as características de qualidade.
- **Objetivo:**  
Redução sistemática da variabilidade em características de qualidade.
- **Métodos Estatísticos:**  
Essenciais para melhoria da qualidade (redução de variabilidade)



## Qualidade na empresa

### Outros Conceitos

- **Especificações**  
medidas desejadas para as características de qualidade
- **Valor nominal (Valor-alvo)**  
valor desejado para a característica de qualidade
- **Limite Superior de Especificação (LSE)**  
maior valor permitido para a característica de qualidade
- **Limite Inferior de Especificação (LIE)**  
menor valor permitido para a característica de qualidade
- **Produto Não-conforme (ou fora do padrão)**  
deixa de corresponder a uma ou mais de suas especificações
- **Produto Defeituoso**



## Qualidade na empresa

### Evolução da Qualidade

- **Inspeção do Produto**
- **Controle do Processo**
- **Garantia da Qualidade**
- **Gestão da Qualidade Total**





# Qualidade na empresa

- Qualidade na empresa
- Fundamentos de CEP
- Gráfico por variáveis
- Capacidade do processo
- Gráficos por atributos
- Inspeção de qualidade
- Referências Bibliográficas

## Processo de Produção

Figura: Entradas e Saídas de Processo de Produção

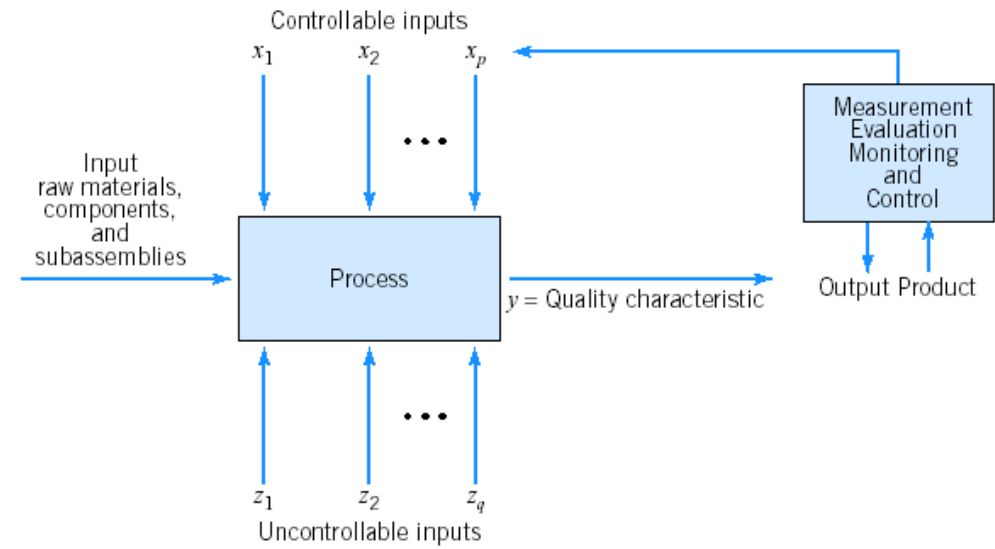


Figure 1-3 Production process inputs and outputs.

## Qualidade na empresa

### Controle de Qualidade

- **Procedimento off-line:**  
usado em atividade de desenvolvimento ou nos estágios iniciais de manufatura.
- **Procedimento on-line:**  
usado durante o processo
- **Controle Estatístico do Processo:**  
Acompanhamento contínuo de um fluxo de atividades, onde podem ser realizados ajustes, para que o resultado do esforço esteja em conformidade com um padrão definido.

## Qualidade na empresa

### Gráfico de Controle

Plota médias das medidas de característica de qualidade em amostras do processo versus tempo (ou número da amostra)

- Uma das principais técnicas de CEP;
- **Eficácia:**  
medida da rapidez com que detecta alterações no processo;
- **Parâmetros de implementação:**  
tamanho das amostras, intervalo de tempo entre amostragens, limites de controle.
- **Escolha dos parâmetros:**  
Baseada na análise da relação entre o custo de operação e a eficácia do gráfico de controle.

## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Inspeção para Aceitação

inspeção de amostra aleatória de unidades e decisão final sobre destino do lote

- Em geral, ocorre por ocasião da entrada de insumos e/ou na produção final;
- Os programas de melhoria contínua sugerem a redução no uso de técnicas de inspeção para aceitação (“fazer certo” da primeira vez e não em verificar após agregar valor ao produto);



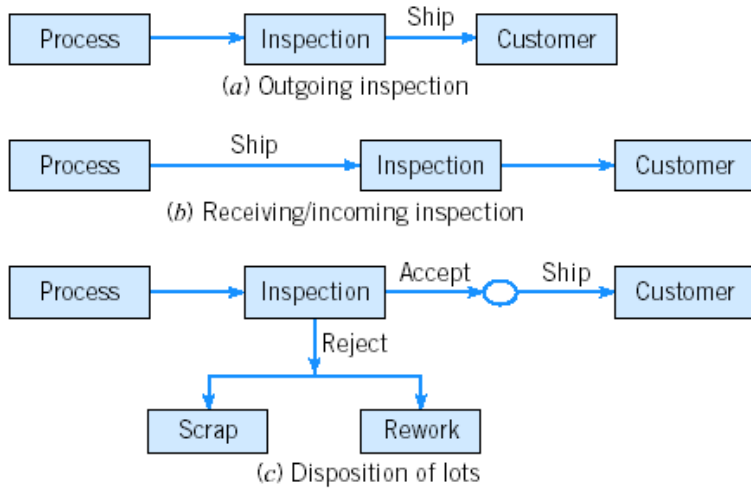
## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Amostragem de Aceitação

Figura: Variações da amostragem de aceitação





**Figure 1-6** Variations of acceptance sampling.

## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

## Métodos de Engenharia de Qualidade

Figura: Diagrama das fases do uso

## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Redução de Variabilidade do Processo

Figura: Técnicas de engenharia de qualidade e redução de variabilidade



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Ampliação da Gestão de Qualidade

- Pela cadeia de valor: Gestão da Qualidade de todas as atividades que de alguma forma influem na satisfação do cliente;
- Surgimento dos primeiros sistemas de garantia da qualidade (setor militar, energia, indústria petrolífera, etc);
- Ampliação do foco: de questões puramente técnicas para questões gerenciais.



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### A Visão de Deming

- A maioria dos problemas de qualidade são decorrentes de problemas de gerenciamento;
- Necessidade de visão empresarial comprometida com a qualidade;
- Necessidade de cultura organizacional voltada para a qualidade;
- Contribuições: 14 pontos e ciclo PDCA.



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Conceituação de TQM

- “TQM é o sistema de atividades dirigidas para se atingir clientes satisfeitos (delighted), empregados com responsabilidade e autoridade (empowered), maior faturamento e menor custo”  
**Juran, Quality Analysis and Planning**
- “TQM é uma estratégia de fazer negócios que objetiva maximizar a competitividade de uma empresa através da melhoria contínua da qualidade dos seus produtos, serviços, pessoas, processos e ambiente.”  
**Goetsch, Introd. to Total Quality**



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Evolução das Normas série ISO 9000

- Primeira edição lançada em 1987 e revisada em 1994;
- Última revisão em 2000;
- Próxima revisão prevista para 2008.



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Normas ISO 9000

- A ISO define modelos de sistemas de gestão da qualidade que são usadas pela empresa para:  
“demonstrar sua capacidade (para garantir a qualidade de seus produtos) junto a seus clientes e também para avaliação por organismos certificadores ”
- Última revisão em 2000;
- Próxima revisão prevista para 2008.



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Lista Completa de normas e guias da série ISO 9000

- ABNT - CB25:  
<http://www.abntcb25.com.br>



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Seis Sigma

- Produtos com muitos componentes complexos têm, em geral, muitas oportunidades para **falhas e defeitos**;
- Foco:  
Reduzir a variabilidade nas principais características de qualidade a um nível tal que falhas e defeitos sejam extremamente improváveis.
- Conceito:  
Atuar na variabilidade do processo de modo que os limites de especificação estejam a 6 desvios-padrão da média





## Qualidade na empresa

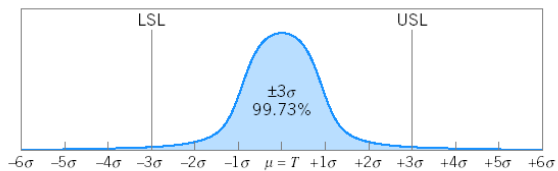
### Seis Sigma - Exemplo

- Produto com 100 componentes. Todos os componentes devem ser não-defeituosos para o produto funcionar satisfatoriamente.
- Desempenho 3-sigma: 2.700 ppm  
 $P\{\text{componente não-defeituoso}\} = 0,9973$   
 $P\{\text{produto não-defeituoso}\} = (0,9973)^{100} = 0,763.$
- Desempenho 6-sigma: 0,2 ppm  
 $P\{\text{componente não-defeituoso}\} = 0,9999998$   
 $P\{\text{produto não-defeituoso}\} = (0,9999998)^{100} = 0,99998.$

## Qualidade na empresa

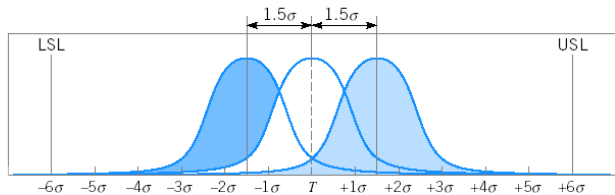
### Comparação de Desempenhos

Figura: O conceito seis sigma da Motorola



Spec. Limit	Percent Inside Specs	ppm Defective
±1 Sigma	68.27	317300
±2 Sigma	95.45	45500
±3 Sigma	99.73	2700
±4 Sigma	99.9937	63
±5 Sigma	99.999943	0.57
±6 Sigma	99.9999998	0.002

(a) Normal distribution centered at the target ( $T$ )



Spec. Limit	Percent inside specs	ppm Defective
±1 Sigma	30.23	697700
±2 Sigma	69.13	608700
±3 Sigma	93.32	66810
±4 Sigma	99.3790	6210
±5 Sigma	99.97670	233
±6 Sigma	99.999660	3.4

(b) Normal distribution with the mean shifted by  $\pm 1.5\sigma$  from the target

Figure 1-11 The Motorola six-sigma concept.

## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa

Fundamentos de CEP

Gráfico por variáveis

Capacidade do processo

Gráficos por atributos

Inspeção de qualidade

Referências Bibliográficas

### Custos da Qualidade

Categorias de custo associadas à produção, identificação, reparação de produtos que não correspondam às especificações.

## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Custos de Prevenção

associados a esforços no projeto e fabricação e que se dirigem à prevenção de não-conformidade

- Planejamento e engenharia da qualidade;
- Exame de novos produtos;
- Controle da produção;
- Burn-in;
- Aquisição e análise de dados de qualidade.



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Custos de Avaliação

Associados à medida, avaliação ou auditoria de produtos, componentes e materiais para garantir a conformidade aos padrões impostos.

- Inspeção e teste de material de insumo;
- Inspeção e teste de produto;
- Materiais e serviços gastos;
- Manutenção da precisão de equipamento de teste;



## Qualidade na empresa

### Custos de Falha Interna

Assumidos quando produtos, componentes ou materiais deixam de corresponder às exigências de qualidade e a falha é descoberta antes da entrega do produto ao cliente.

- Sucata;
- Retrabalho;
- Reteste;
- Análise de falha;
- Tempo ocioso;
- Perdas de rendimento;
- Depreciação.



## Qualidade na empresa

### Custos de Falha Externa

Ocorrem quando o produto não funciona satisfatoriamente depois de entregue ao cliente.

- Adaptação à reclamação;
- Produto/material devolvido;
- Despesas de garantia;
- Custos de responsabilidade;
- Custos indiretos.



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Fontes de Pesquisa - Congressos

- *Encontro Nacional de Engenharia de Produção (Enegep)*  
Associação Brasileira de Engenharia de Produção (Abepro);
- *Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística (Sinape)*  
Associação Brasileira de Estatística (ABE);
- *Simpósio Nacional de Pesquisa Operacional (SBPO)*  
Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (Sobapro).



## Qualidade na empresa

Qualidade na empresa  
Fundamentos de CEP  
Gráfico por variáveis  
Capacidade do processo  
Gráficos por atributos  
Inspeção de qualidade  
Referências Bibliográficas

### Fontes de Pesquisa - Periódicos Nacionais

- *Gestão & Produção*  
Editado pela UFSCar;
- *Produto & Produção*  
Editado pela UFRGS;
- *Produção*  
Editado pela Sobrapo;





