

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

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

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

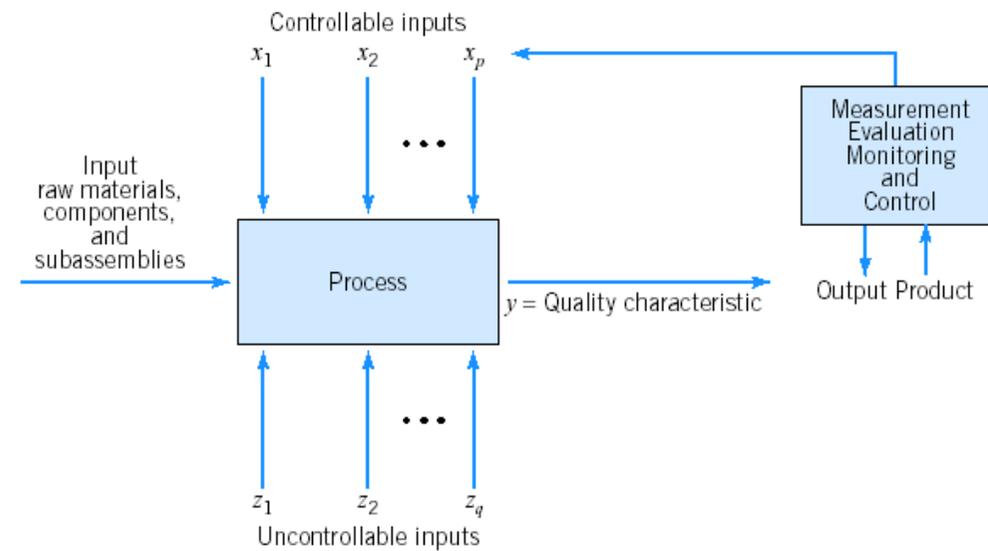


Figure 1-3 Production process inputs and outputs.

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



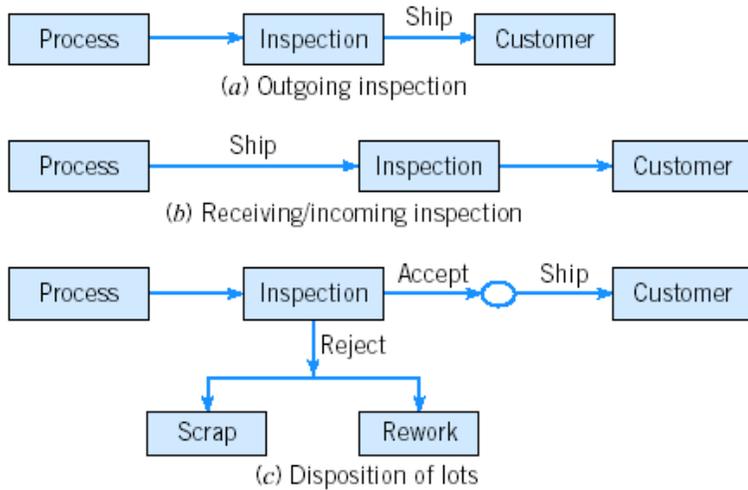


Figure 1-6 Variations of acceptance sampling.

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

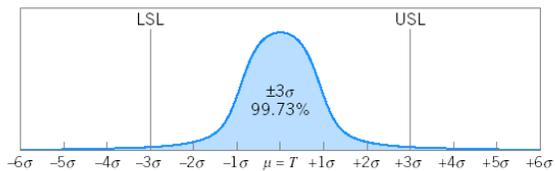
Seis Sigma - Exemplo

- 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

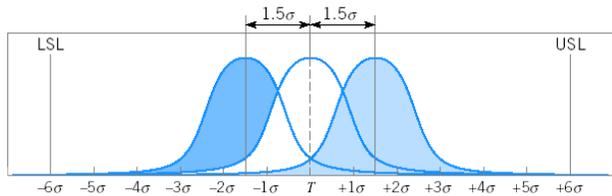
Comparação de Desempenhos

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;



Qualidade na empresa

Fontes de Pesquisa - Periódicos Internacionais

- *Journal of Quality Technology*
Editado pela American Society for Quality (ASQ);
- *Quality Engineering*
Editado pela ASQ e Marcel Dekker;
- *IIE Transactions*
Editado pelo f Industrial Engineers (IIE);
- *Technometrics*
Editado pela American Society for Quality e American Statistical Association;



Referências bibliográficas

-  COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K. e CARPINETTI, L. C. R. *Controle estatístico de qualidade*. Atlas, 2004.
-  MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao controle estatístico de qualidade*. 4a. Edição LTC, 2004.
-  WERKEMA, M. C. C. *Ferramentas estatísticas básicas*. Fundação Cristiano Ottoni, 1995.
-  WERKEMA, M. C. C. *Avaliação da qualidade de medidas*. Fundação Cristiano Ottoni, 1996.



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

Controle de Qualidade

Lupércio França Bessegato

UFMG
Especialização em Estatística

Abril/2007

