


Introdução ao Controlo de Qualidade

Controlo de Qualidade e Fiabilidade

Mestrado/Pós-Graduação em Matemática e Aplicações

Ano lectivo 2005/06

Qualidade

- Indústria, serviços, ..., vida
 - Factor determinante na selecção de produtos e serviços
 - Papel fundamental nas estratégias competitivas de muitas empresas
 - Sobrevivência de muitas empresas
 - ⇒ qualidade permanentemente melhorada
- 
- **Redução da variabilidade** - Uma das chaves para melhorar a qualidade de um produto



Qualidade

□ **Senso comum**

- **Um produto tem qualidade quando satisfaz uma ou mais características que nele se pretende encontrar**

□ **Qualidade tem a ver com:**

- “materiais”
- métodos
- máquinas
- medidas
- mão-de-obra
- ...



Preocupação com a “Qualidade”

- **APQ** – Associação Portuguesa para a Qualidade
- **EOQ** – European Organization for Quality
- **EFQM** – European Foundation for Quality Management

- **DECO** – Associação de Defesa do Consumidor

- Certificação
- Níveis de Excelência
-



Crescente de Importância

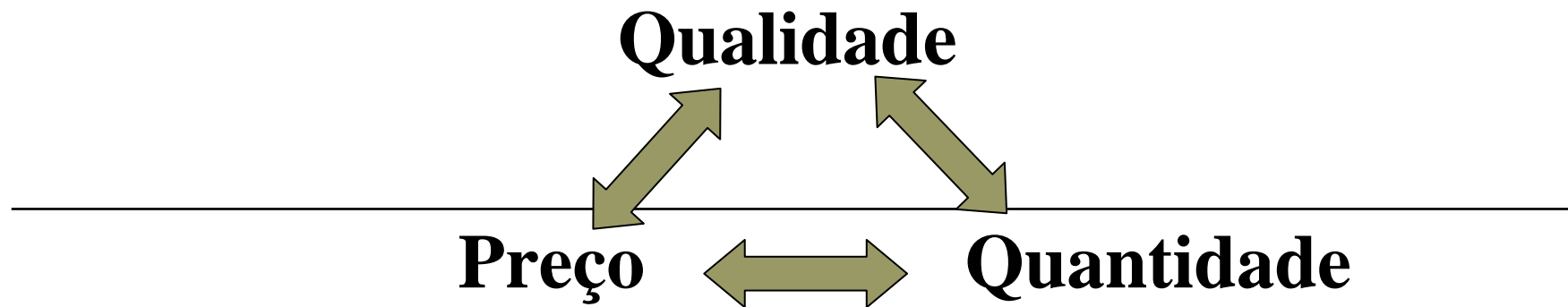
- Shewhart (1930)
 - Controlo de qualidade começa a assumir um papel importante
- Duncan (1956)
 - Controlo de qualidade começa a assumir importância do ponto de vista dos decisores empresariais
- Introdução de normas e consequente adopção a nível mundial (MIL STD, ISO)



Variabilidade

- Variabilidade Intrínseca (“natural”)
 - Causas aleatórias** – inerentes ao processo
- Variabilidade Não Intrínseca
 - Causas assinaláveis** – detectadas e eliminadas

- ❖ **Controlo de Qualidade**
 - Conhecer o nível da qualidade
 - Corrigir / melhorar a qualidade
 - Perspectiva preventiva / correctiva e não punitiva



- **Nível óptimo de qualidade**
- **Controlo Estatístico de Qualidade**
- **Controlo total (integrado) de qualidade (ex: TQM)**
 - Recursos humanos
 - Relações com fornecedores
 - Introdução de novos produtos
 - Gestão dos processos produtivos
 - Enfoque do cliente



Controlo Estatístico de Qualidade

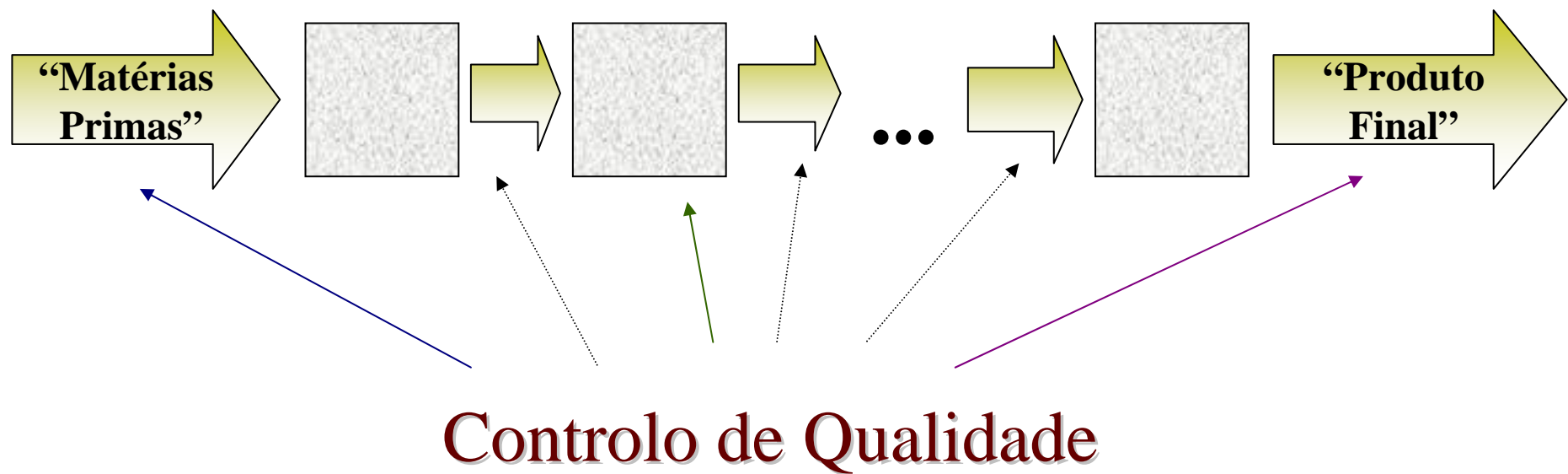
- **Controlo estatístico do processo (SPC)**
 - Detecção de alterações no processo ao longo do tempo
- **Delineamento experimental**
 - Identificação de factores importantes que afectam as características da qualidade
- **Amostragem por aceitação**
 - Amostra e critério de decisão para aceitar ou rejeitar um determinado lote
- **Análise de capacidade do processo**
 - Avaliar se o processo satisfaz especificações
 - Analisar desempenho de sistemas de medição



Avaliar uma ou mais características:

- **Índole Quantitativa – Controle por Variáveis**
 - Qualidade expressa por um número (mensurável)
(ex: volume, peso, diâmetro, resistência,...)
- **Índole Qualitativa – Controle por Atributos**
 - Proporção de elementos defeituosos
(possui ou não determinado atributo – defeituoso ou não defeituoso)
(ex: sabor, cor, aspecto,...)
 - Número de defeitos por unidade
(ex: número de defeitos numa peça de tecido)

Fases do Controlo de Qualidade



- ❑ na recepção
- ❑ durante a produção
- ❑ na comercialização

Na Recepção

- Verificar se o que está recebendo corresponde ao nível de qualidade que acordou com o fornecedor



- **Impossibilidade prática** (custos, tempo, testes destrutivos, ...) **de analisar todos os produtos** (inspecção a 100%)



- **Analisar amostras**, definindo regras e limites de aceitação (e de rejeição) da qualidade da produção em causa → **Planos de Controle**

(MIL STD 105D / MIL STD 414)

Na Recepção

- $N \uparrow \Rightarrow n \uparrow$
- $NQA \uparrow \Rightarrow n \downarrow$
- **Maior (menor) convicção do cliente, obtida a partir de dados anteriores, menor (maior) é a exigência ao nível da dimensão das amostras extraídas, associada ao controlo dito reduzido (reforçado).**
- **Risco fornecedor (cliente rejeitar um lote bom)**
- **Risco do Cliente (aceitar um lote mau)**



Durante a Produção (de um qualquer bem ou serviço)

□ **Fase inicial**

- Verificar se está sob controlo e estimar os parâmetros

□ **Fase de normal funcionamento**

- Detectar eventuais alterações como resultado do aparecimento de causas assinaláveis

- (Avaliar se a qualidade corresponde ou não ao que foi previamente definido – impacto em decisões administrativas incluindo acordos contratuais)

Durante a Produção

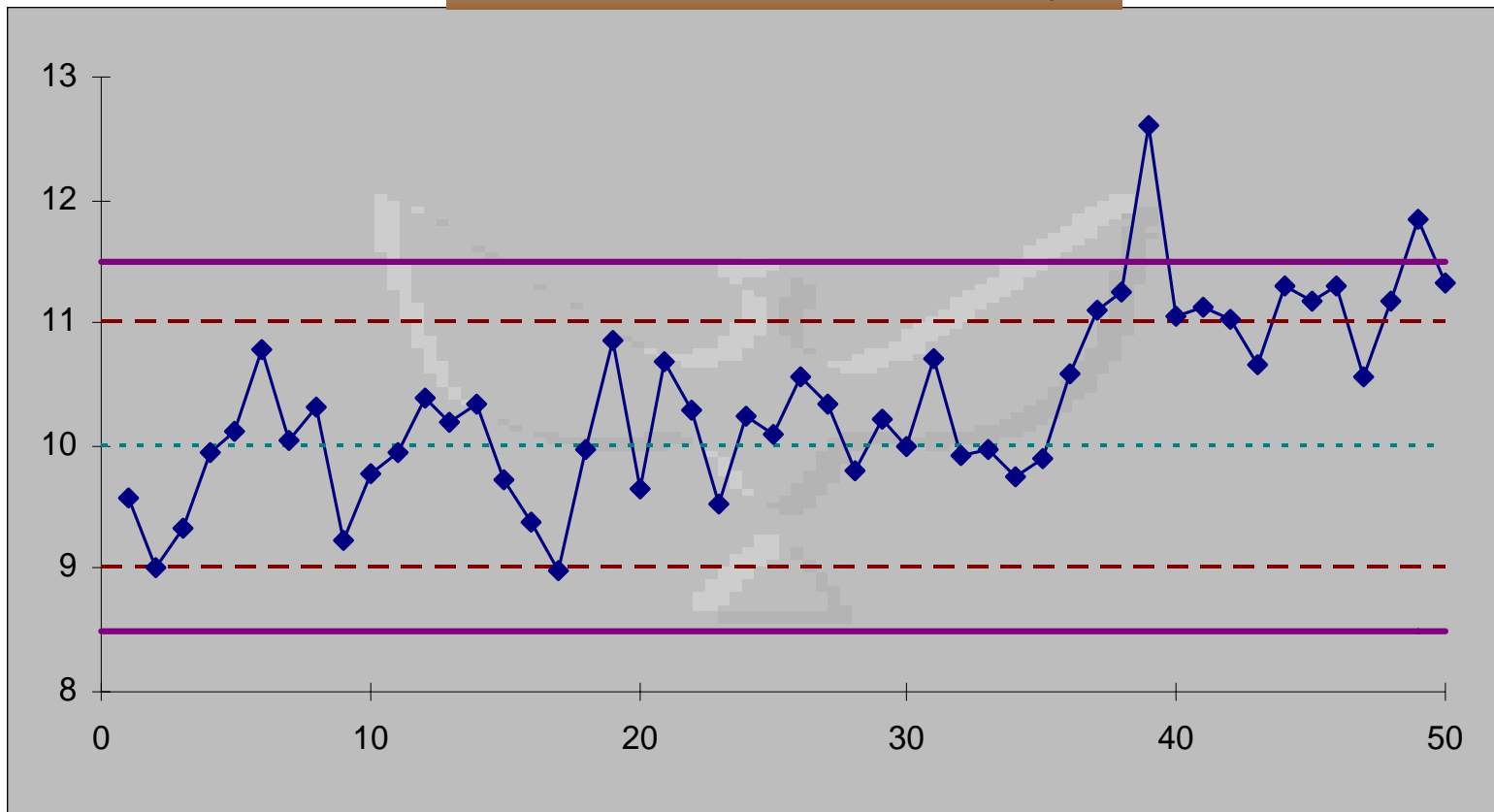
- **Sistema (produtivo)** ⇒ **Falhas** (produção defeituosa) ⇒ **Vigilância** ⇒ **Obtenção de Amostras**
↓
T v.a.

Cartas de Controlo

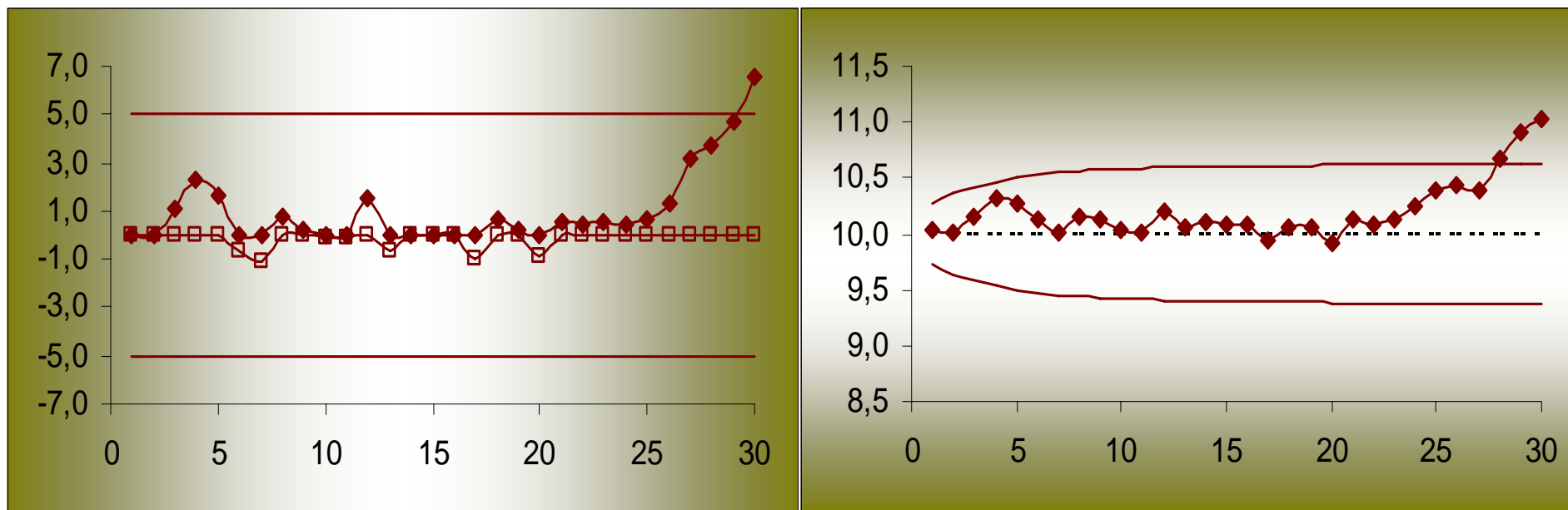
- Distinguir entre causas aleatórias e causas assinaláveis
- Avaliar e controlar o desempenho do processo ao longo do tempo
- Estimar parâmetros

Carta de Controlo para a Média (Tipo Shewhart)

$$\mu_0 \rightarrow \mu_1 = \mu_0 \pm \lambda\sigma_0, \quad \lambda = \frac{|\mu_0 - \mu_1|}{\sigma_0}$$



Cartas CUSUM e EWMA



- Outras Cartas de Controlo: Q, T^2 , ...

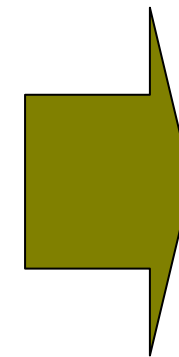


Aplicações das Cartas de Controlo

- **Indústria**
- **Administração**
- **Epidemiologia**
- **Saúde**
- **Biologia**
- **Ciências do ambiente**
- **Finanças**
- **Laboratórios clínicos**
- **Desempenho atlético**
- **Educação**
- **Engenharia Civil**
- **Ecologia**
- **Genética**
- **Gestão de pessoal**
- **... “quase tudo”**

Fase de Normal Funcionamento

- **Distribuição Normal** – grande parte das aplicações práticas – Teorema do Limite Central
- **Processo está sob controlo?**
 - **Erro de 1ª espécie** (falso alarme)
 - **Erro de 2ª espécie** (considerar que está sob controlo quando, de facto, não está)
- **Quando recolher as amostras?**
- **Quantos elementos analisar?**
- **Quais os limites das cartas?**



Optimização



Procedimentos de Amostragem

□ Clássico

Carta com **limites fixos** ("3-sigma"), **amostras de tamanho fixo** (4 a 9) retiradas **periodicamente**.

□ Parâmetros Predefinidos

Parâmetros fixos, mas **não constantes** durante o controlo do processo. Os seus **valores são obtidos no início do processo produtivo**, não sendo **actualizados**.

□ Parâmetros Adaptativos

Pelo menos um **parâmetro varia em função** dos valores **da estatística amostral**. **Informação** do estado do processo **actualizada em cada instante de amostragem**.

Desempenho Económico/Optimização

- C_1 – Custo de inspecção de uma amostra
- C_2 – Custo médio associado a um falso alarme
- C_3 – Custo médio de mau funcionamento por unidade de tempo
- $E(N_0)$ – número médio de amostras inspeccionadas sob controlo
- α - erro tipo I $\Rightarrow \alpha = 2[1 - \Phi(L)]$
- β - erro tipo II $\Rightarrow \beta = \Phi(L - \lambda\sqrt{n}) - \Phi(-L - \lambda\sqrt{n})$
- Custo total médio por unidade de tempo

$$E(C) = \frac{C_1[E(N_0) + 1/(1 - \beta)] + C_2E(N_0)\alpha + C_3AATS}{E(T) + AATS}$$

Na Comercialização

- Eventualmente aquando da constituição de lotes
- O produtor deverá ter uma informação final global do produto que está colocando no mercado.
- Cliente (ou consumidor) tem uma palavra importante, que poderá ser decisiva para a aceitação do produto



- Reflexos directos, imediatos ou não, no sucesso do produtor
- **Destinatário:** fábrica, departamento, grande público
- Em certo sentido, esta terceira fase pode considerar-se como sendo coincidente com a primeira – **Fecha-se o ciclo.**



FIMM

