



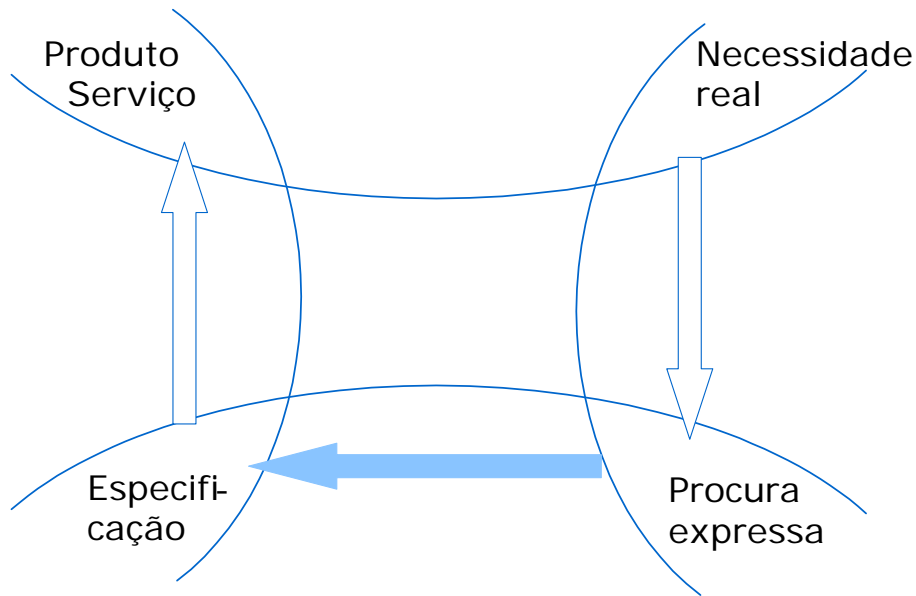
Gestão da Qualidade

- Marc Jacquinet
- Notas para os alunos

Conceito e Evolução da Qualidade

- Aspectos da gestão da qualidade e sua evolução
- Processo de sedimentação
 - Inspeção
 - Controlo Estatístico da Qualidade
 - Garantia da Qualidade
 - Gestão da Qualidade

Conceito de Qualidade



- (ver livro adoptado)
- Conformidade dos produtos ou serviços às necessidades expressas pelos clientes externos e internos.

Conceito de Qualidade

QUADRO 3.1 EVOLUÇÃO E CONCEITO DE QUALIDADE

<i>Conceito Antigo</i>	<i>Conceito Moderno</i>
A qualidade é da responsabilidade do Departamento de Controle da Qualidade	A qualidade é da responsabilidade de todos
Visão defensiva da qualidade: impedir que saiam produtos defeituosos	Visão ofensiva da qualidade: é um factor de competitividade; vamos ultrapassar a qualidade da concorrência
O conceito qualidade aplica-se aos produtos	O conceito qualidade e os princípios da melhoria contínua aplicam-se aos produtos, aos serviços e à organização

Qualidade para o Cliente

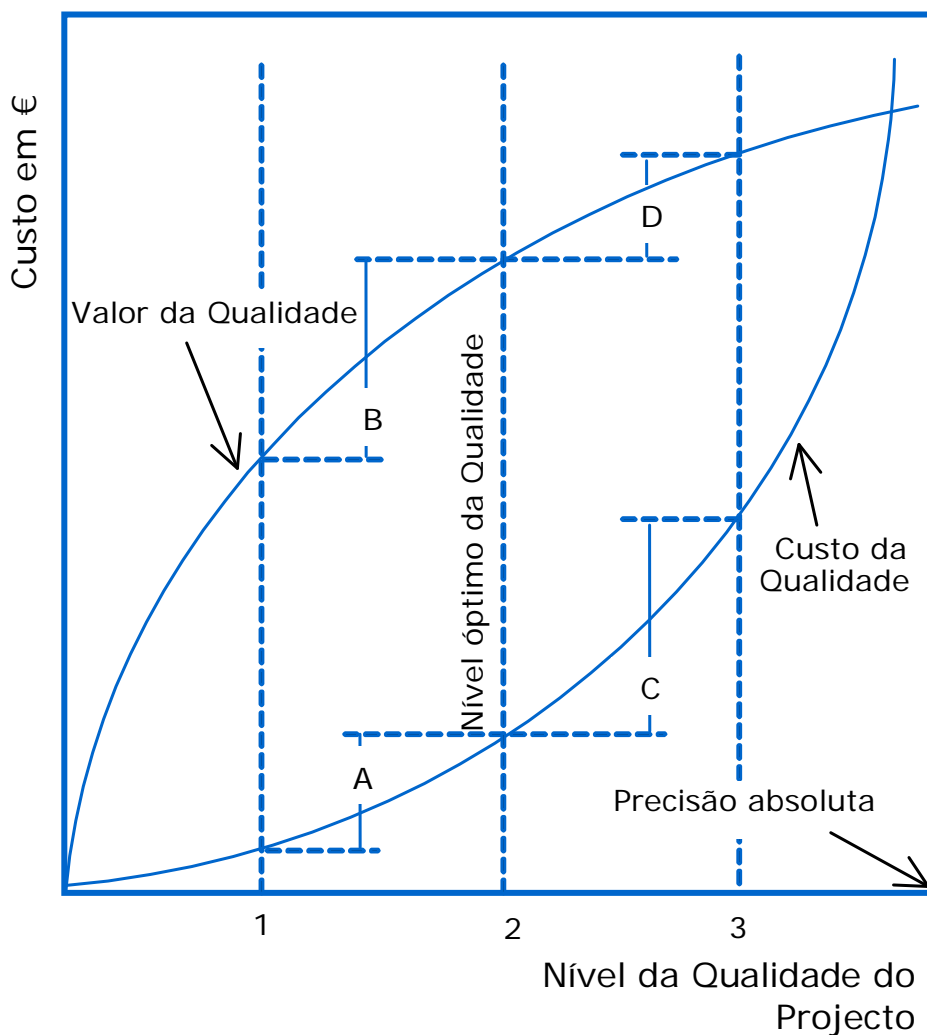
QUADRO 3.2 – Check-list sobre Qualidade para o Cliente

	5	4	3	2	1	Sugestões de Melhoria
Qualidade dos Produtos em Geral						
Relação Qualidade / Preço						
Nível de Assistência Prestada pelos chefes de Produto						
Rapidez no Atendimento de Encomendas						
Capacidade do Serviço de Clientes para Resolução dos Problemas						
Cumprimento de Prazos de Entrega						
Correspondência entre Produtos Encomendados e Produtos Recebidos						
Qualidade de assistência dos Serviços Técnicos						
Prontidão de Resposta dos Serviços Técnicos						
Informação quanto à Utilização do Produto						
Tratamento das Reclamações						
Melhoria Continuada dos Produtos Actuais						
Reputação da Marca						
Apreciação Global do Serviço da Empresa						

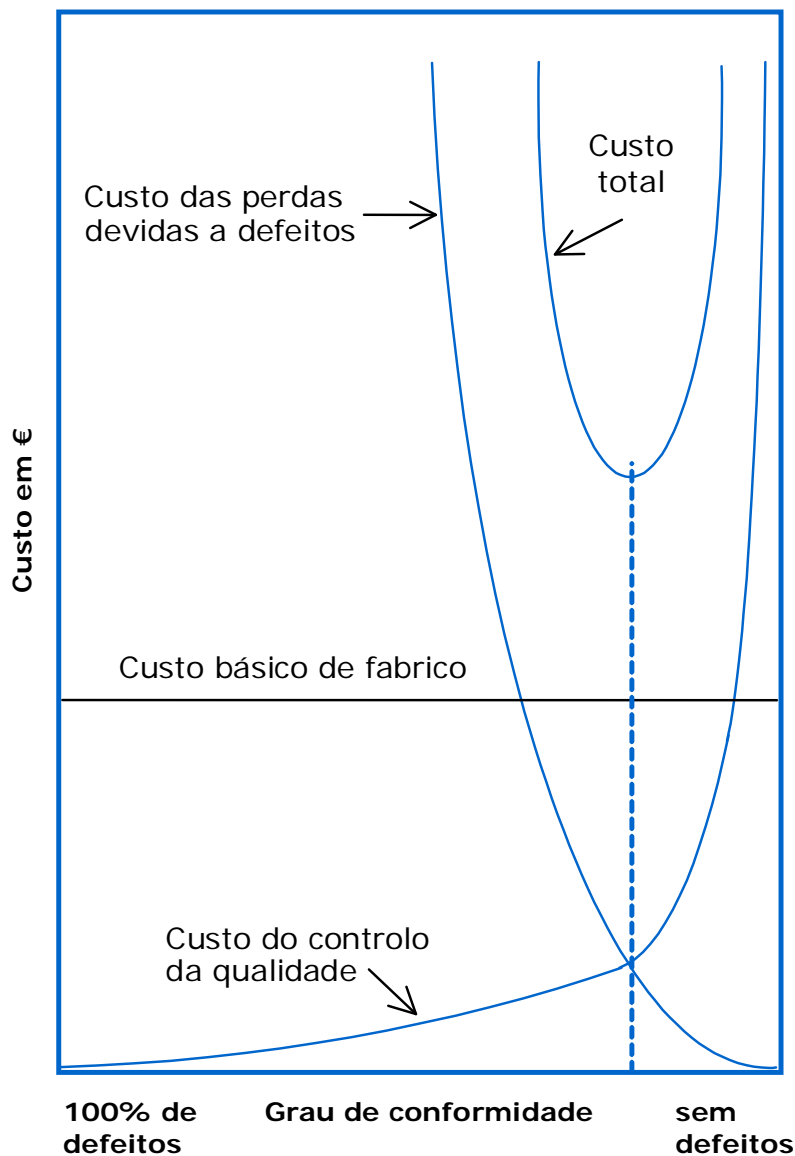
Classificação:

- 5 – Muito Bom
- 4 – Bom
- 3 – Suficiente
- 2 – Medíocre

Valor da Qualidade do Projecto e o seu Custo



Custos de Obtenção da Qualidade



Custos de Obtenção da Qualidade

QUADRO 3.3 - CUSTOS DA QUALIDADE

Custos de Conformidade

A) Prevenção

- Educação / Formação
- Protótipos
- Simulações
- Métodos
- Garantia de Qualidade
- Avaliação de Fornecedores
- Programas Zero Defeitos
- Manutenção Preventiva

B) Avaliação ou Inspeção

- Testes
- Controle de Recepção
- Auditoria
- Inspeção de Fornecedores
- Aceitação de Produtos

Custos da Não Conformidade

C) Falhas Internas

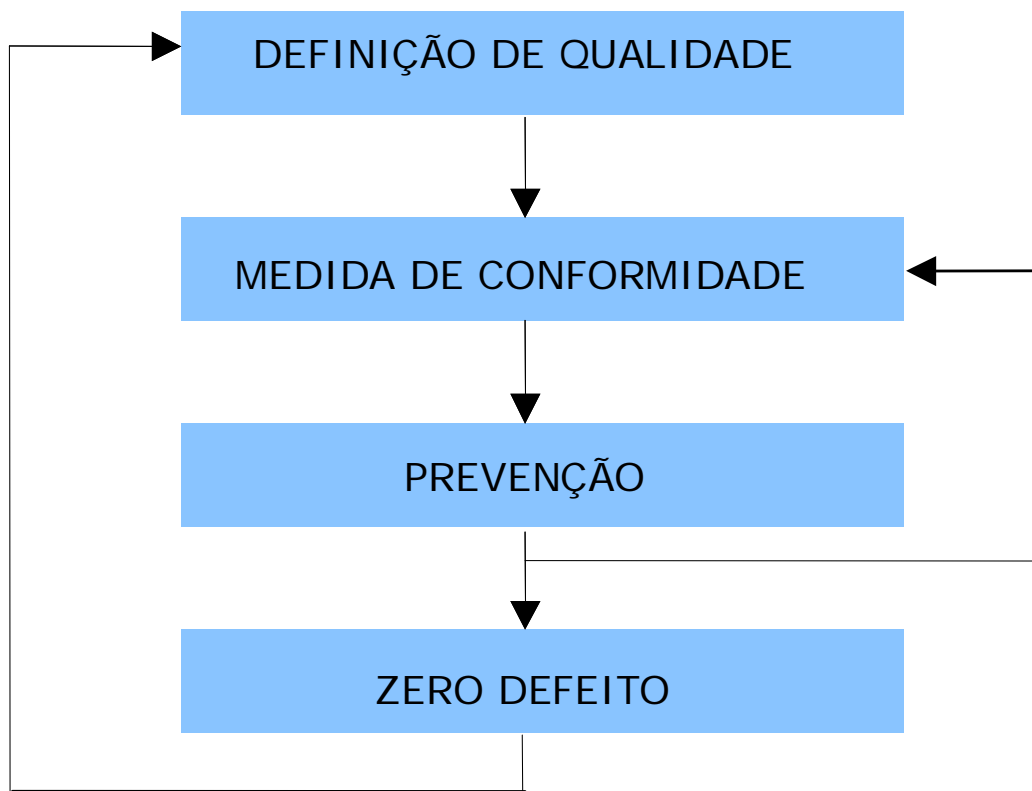
- Modificações de Engenharia
- Desperdícios
- Perdas em Linha
- Imobilizações
- Acidentes de trabalho

D) Falhas Externas

- Quebras de Vendas
- Reparações
- Garantias
- Reclamações
- Troca de Peças
- Penalidades

COQ = Custos de Conformidade + Custos de Não Conformidade

Objectivo, Medida e Prevenção



Exercício 1

- Considere os seguintes custos:

■ Inspeção de materiais	20.000
■ Formação.....	40.000
■ Seguros.....	45.000
■ Planeamento do Processo de Qualidade	15.000
■ Desperdício.....	13.000
■ Laboratório de Qualidade.....	30.000
■ Reciclagem de Produtos	25.000
■ Garantias.....	10.000
■ Queixas.....	14.000

Quais são Prevenção, Avaliação, Falhas Externas e Internas.

Exercício 2

- Supondo as seguintes funções de Custo:

- Custo da Falha $F = 1.500 + 40x$

- Custo do Controlo $C = \frac{3.080}{x}$

(X = percentagem de defeitos)

- Qual o custo mínimo da qualidade?
- E a percentagem óptima de defeitos?

Identificação e Resolução de Problemas

- Identificar Problemas
 - Brainstorming

- Seleccionar Problemas
 - Histograma
 - Diagrama de Pareto
 - Análise Multicritério
 - FMEA

- Detectar causas e encontrar soluções
 - Diagrama Causa-Efeito
 - Diagrama de Correlação

- Encontrar e aplicar soluções

- Aplicar soluções

Exemplo de Listagem de Áreas de Problemas

- **Tarefas Inúteis**
 - Principalmente quando são repetidas frequentemente
- **Custos Excessivos**
 - Os tempos de execução são muito longos?
 - Os consumos de matérias primas são muito elevados?
 - Os refugos são muito importantes?
 - Há efectivos a mais?
- **Estrangulamentos**

Encontrar causas de falta de fluidez no escoamento dos produtos

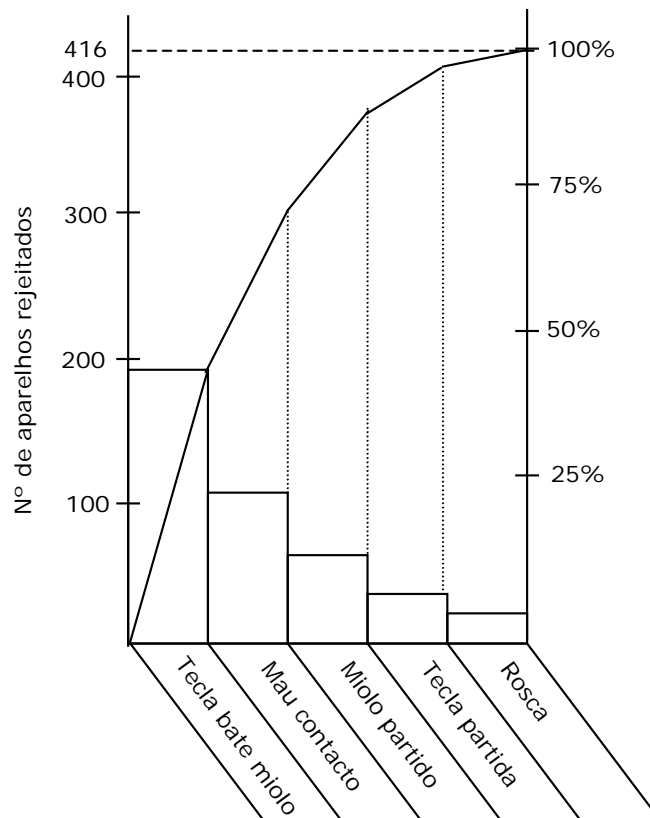
 - Os tempos de espera são excessivos?
 - Materiais e métodos de trabalho são as causas?
 - Qualidade de matérias primas é a causa?
- **Defeitos na Qualidade**
 - Deficiência de operação?
 - Material inadequado?
- **Movimentação**
 - O agrupamento de operações permite eliminar a movimentação?
 - O fluxo de materiais e informação ocorre normalmente?
 - Existe duplicação de operações?
- **Consumos e Desperdícios**
 - O consumo de certos materiais é muito grande?
 - Os desperdícios podem ser reciclados?
- **Condições de Trabalho**
 - Existem condições de trabalho perigosas?
- **Burocracia Inútil**
 - Formulários inúteis
 - Pedidos de autorização muito numerosos
- **Oportunidades de Melhoria Não Exploradas**

Identificar Problemas: *Diagrama de Pareto*

- No quadro seguinte é apresentado o número de aparelhos rejeitados na verificação, de um total de 2165 interruptores.

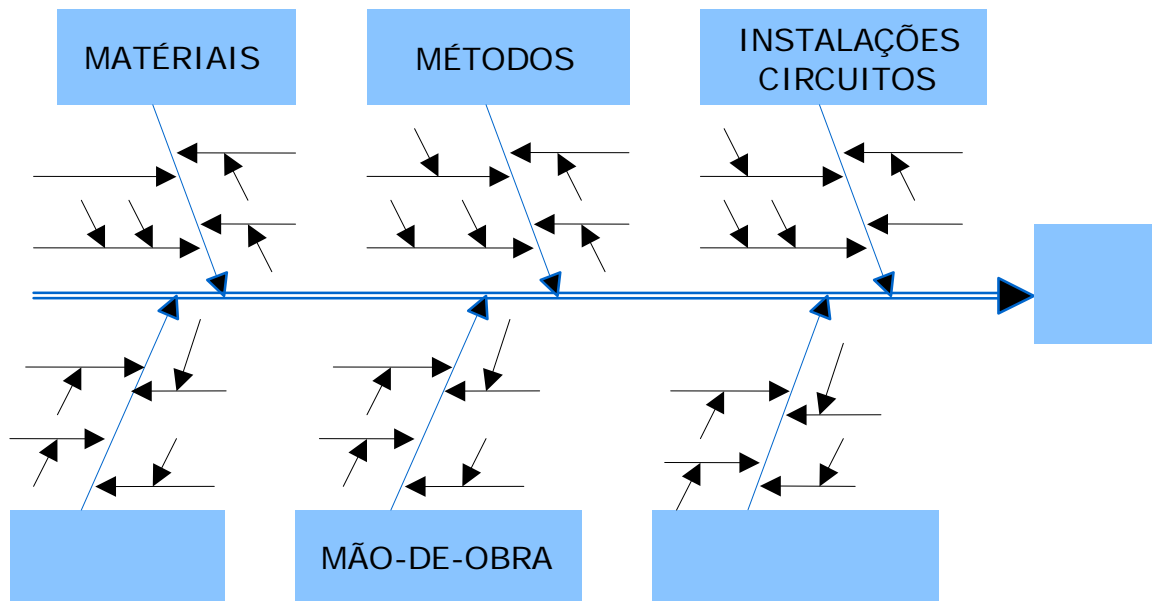
Descrição do Defeito	Nº de Aparelhos Defeituosos	Percentagem (do total)	Percentagem Ponderada
Tecla bate no miolo	198	9,1	47,6
Tecla partida	25	1,2	6,0
Mau contacto eléctrico	103	4,8	24,7
Chassis mal roscados	18	0,8	4,3
Miolo partido	72	3,3	17,3
TOTAL	416	19,2	99,9

- Os dados da tabela podem ser visualizados num gráfico de barras em que no eixo horizontal (abcissas) se descrevem os vários tipos de defeitos, começando pelo que aparece com mais frequência e no eixo vertical (ordenadas) indica-se o número de aparelhos rejeitados. Num segundo eixo vertical (à direita) pode inscrever-se a percentagem de defeituosos.

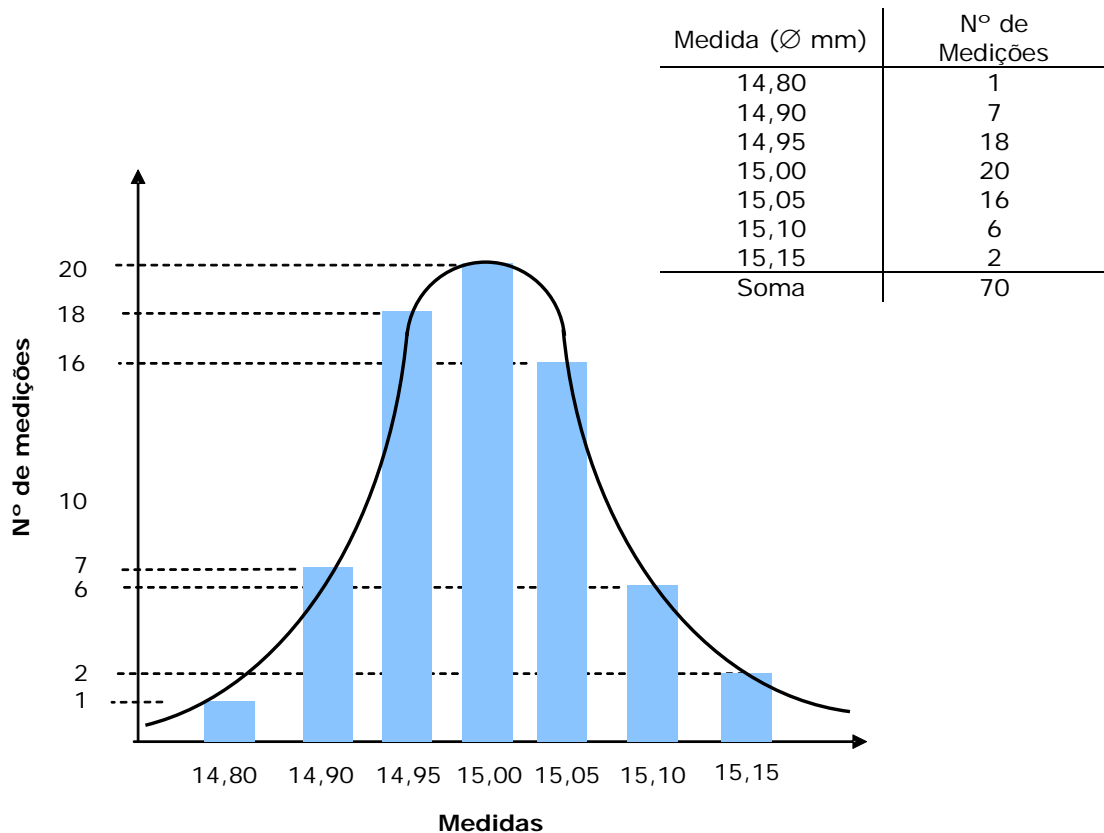


- No exemplo o defeito mais frequente é “tecla bate no miolo”.
- A linha quebrada representa a soma dos defeitos – linha cumulativa.
- Um diagrama de Pareto permite uma visualização rápida de qual o problema que devemos abordar em primeiro lugar.

Detectar Causas: *Diagrama Causa-Efeito*



Histograma de Distribuição



Controlo por Variáveis

■ *I – Extracção da Amostra*

- Realizada por várias formas tais como: (a) extracção de peças consecutivas em intervalos fixos; (b) extracção casual de um determinado número de peças de pequenos lotes consecutivos; (c) extracção de amostra com o auxílio da tabela de números casuais.

■ *II – Medição da Amostra*

- Nesta fase, as medidas são executadas através de um conjunto de instrumentos de medida e de acordo com a tolerância em causa, sendo de seguida registadas num quadro.

■ *III – Cálculo de \bar{X} e R e de $\bar{\bar{X}}$ e \bar{R}*

- \bar{X} é a média de cada amostra e R a amplitude de cada amostra. Se tivermos 20 amostras cada uma com 5 peças, determinamos a média \bar{X} de cada amostra e depois a média das médias $\bar{\bar{X}}$. De igual forma se calculam os diagramas R .

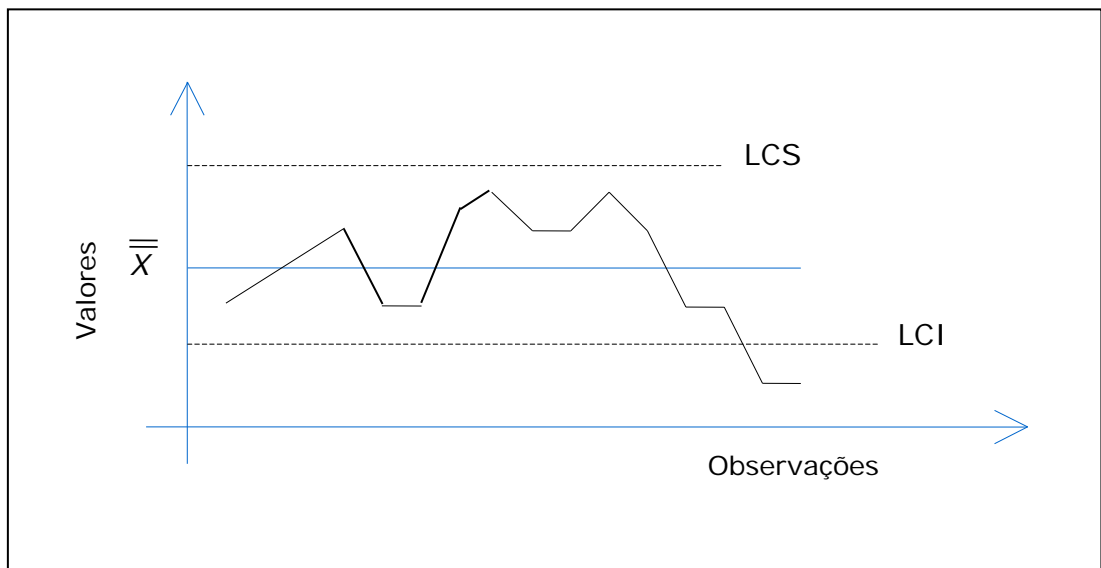
■ *IV – Cálculo dos limites de controlo e Elaboração do Diagrama*

- Com base em $\bar{\bar{X}}$ e \bar{R} são determinados os limites de controlo.

	Diagrama $\bar{\bar{X}}$	Diagrama \bar{R}
LCS – Limite do controlo superior	$\bar{\bar{X}} + (A2 \times \bar{R})$	$D4 \times \bar{R}$
LCI – Limite do controlo inferior	$\bar{\bar{X}} - (A2 \times \bar{R})$	$D3 \times \bar{R}$

- A2, D4, D3 são coeficientes calculados por tabela (Quadro 3.6), dependentes do número de peças que compõem a amostra.

Diagrama de Controlo por variáveis



Exemplo – Construção de diagramas \bar{X} e R

- Um centro de maquinagem está a produzir continuamente peças, sendo em cada hora retiradas 8 peças para controlo.
- O registo das medições efectuadas é o seguinte.

Hora	Dimensão da amostra	Média	Amplitude
09H00	8	20,10	3,20
10H00	8	19,80	2,10
11H00	8	20,00	2,80
12H00	8	20,20	3,30
14H00	8	20,10	2,60
15H00	8	19,70	3,00
16H00	8	19,50	2,70
17H00	8	18,40	2,90

- Determine os limites de controlo e elabore os diagramas \bar{X} e R .

Solução

Cálculo dos limites de controlo.

$$\bar{X} = 19,73$$

$$R = 2,83$$

Diagrama \bar{X}

Da tabela de constantes para cálculo dos limites de controlo:

$$A_2 = 0,373$$

$$LCS = \bar{X} + (A_2 \times R) = 19,73 + (0,373 \times 2,83) = 20,78$$

$$LCI = \bar{X} - (A_2 \times R) = 19,73 - (0,373 \times 2,83) = 18,67$$

Diagrama R

Da tabela de constantes para cálculo dos limites de controlo:

$$D_4 = 1,864$$

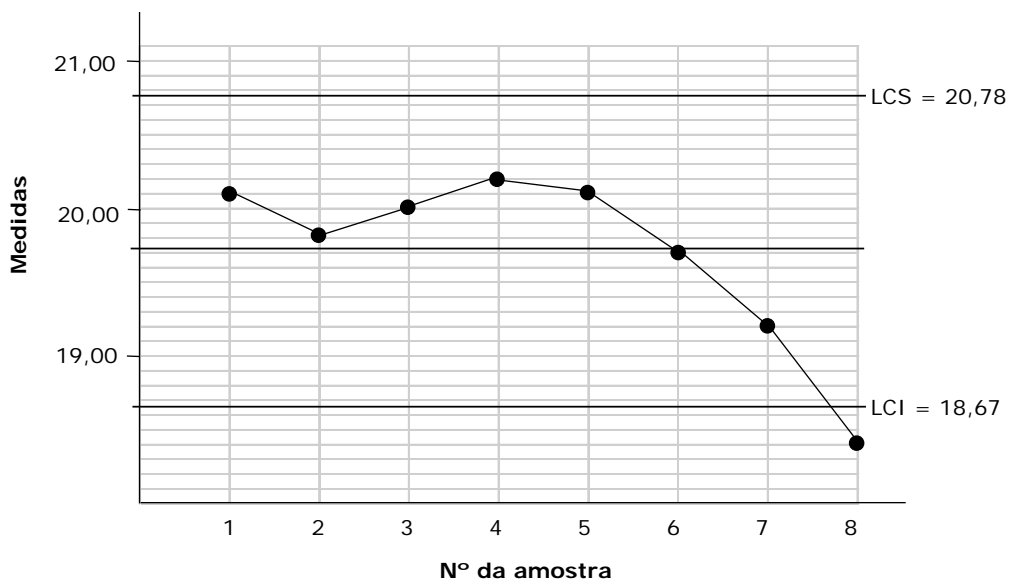
$$D_3 = 0,136$$

$$LCS = D_4 \times \bar{R} = 1,864 \times 2,83 = 5,27$$

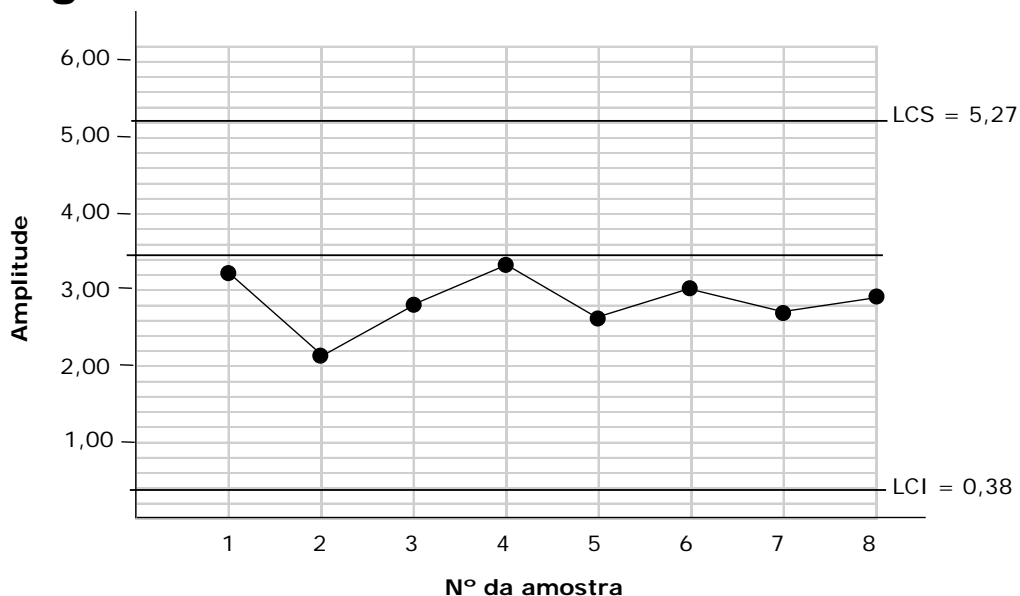
$$LCI = D_3 \times \bar{R} = 0,136 \times 2,83 = 0,38$$

Traçados dos diagramas

■ Diagrama X



■ Diagrama R



Controlo por Atributos

Dimensão do lote	Dimensão da amostra	NÍVEL DE QUALIDADE ACEITÁVEL Inspeção normal										Inspeção reduzida				
		0,1	0,3	0,6	1	2	3	4	5	6	8	Dimensão da amostra	Dimensão do lote			
		Número de aceitação Número máximo de peças defeituosas admitido na amostra														
	5	*	↓	↓	0	↓	↓	↓	↓	1	1	5	25	49		
0	10	↓	↓	0	↓	↓	↓	1	1	2	2	10	50	99		
25	15	↓	↓	↓	↓	1	1	2	2	3	3	15	100	199		
50	20	↓	↓	0	↓	1	1	2	2	3	3	20	200	299		
100	30	↓	↓	↓	1	2	2	3	3	4	5	30	300	499		
200	40	↓	↓	↓	1	2	3	3	4	5	6	40	500	799		
300	55	↓	↓	0	1	2	3	3	4	5	6	8	800	1299		
500	75	↓	↓	↓	1	2	3	4	6	7	8	10	1300	3199		
800	125	↓	↓	↓	2	3	5	6	8	10	11	14	3200	7999		
1300	150	↓	↓	↓	1	2	4	6	8	10	12	14	8000	21999		
3200	225	↓	↓	↓	2	3	5	8	11	14	17	21	22000	110000		
8000	300	↓	↓	↓	2	4	7	10	14	18	22	27	Inspeção reduzida			
22000	450	↓	↓	↓	1	3	5	9	14	20	26	↑			Inspeção reforçada	
		0,6	1	2	3	4	5	6	8							
NÍVEL DE QUALIDADE ACEITÁVEL																

* Neste caso tem de se efectuar a inspeção a 100%

Sequência para uma amostragem dupla

AMOSTRAGEM DUPLA

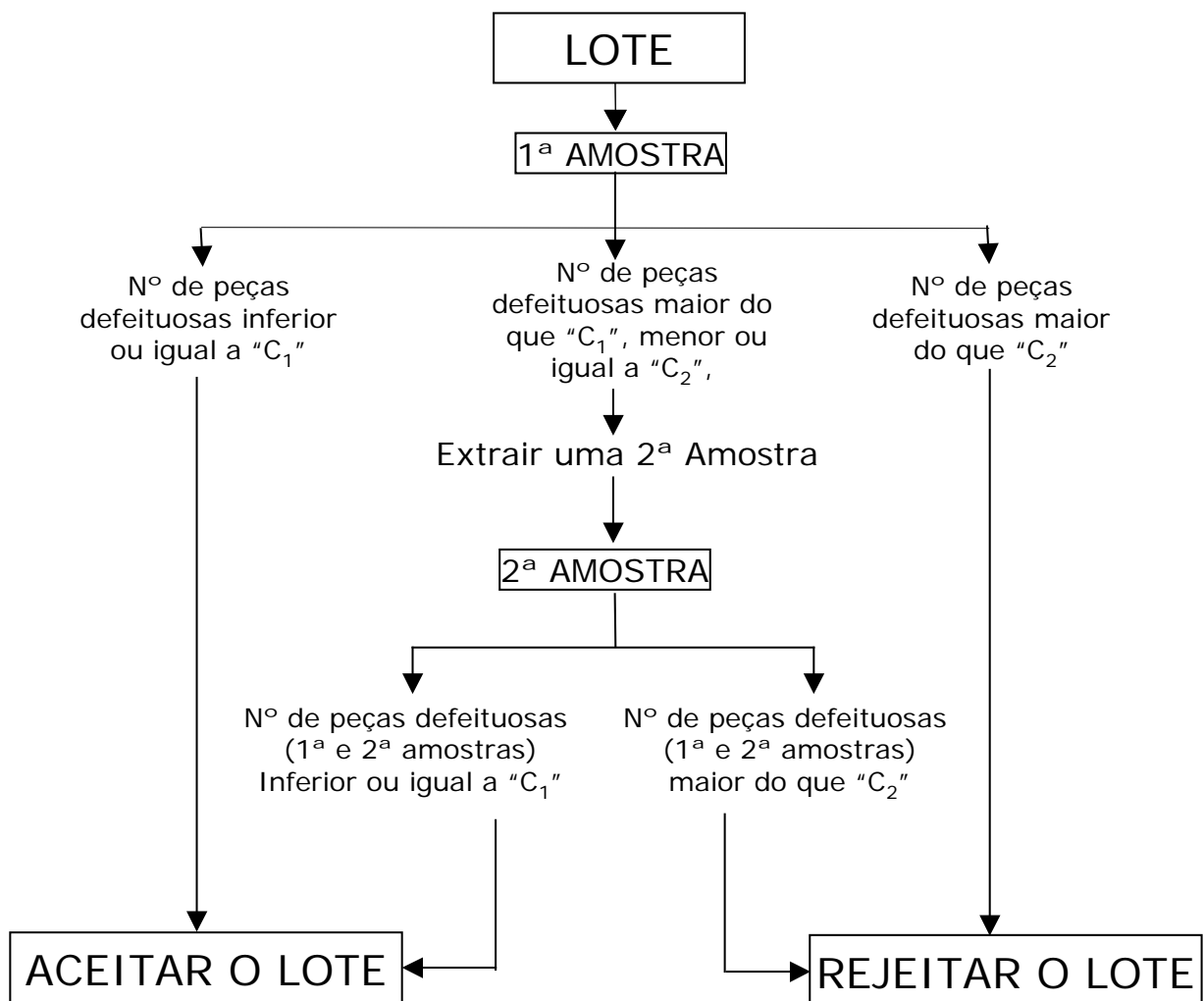


Diagrama para controlo de atributos

■ Diagrama “p”

- Calcula-se o valor médio dividindo o número total de peças defeituosas de-tectadas num determinado número de amostras, pelo número total de peças inspeccionadas:

$$\bar{p} = \frac{n^{\circ} \text{ total de peças defeituosas}}{n^{\circ} \text{ total de peças inspeccionadas}}$$

- Os limites de controlo, considerando os cálculos para 3 desvios padrão, são calculados através das expressões:

$$LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCI = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

- O “n” representa o número de peças que constitui cada amostra.
- Se as amostras não são constituídas pelo mesmo número de peças, mas apresetam variações, pode adoptar-se para “n” um valor médio:

$$n \text{ (médio)} = \frac{\text{total de peças inspeccionadas}}{n^{\circ} \text{ de amostras}}$$

Construção do diagrama “P”

- No quadro seguinte são apresentados os registos de um controlo por atributos:

Hora	Peças inspeccionadas	Peças rejeitadas	"p"
09H00	60,00	2,00	0,03
10H00	58,00	1,00	0,02
11H00	62,00	12,00	0,19
12H00	70,00	1,00	0,01
14H00	65,00	4,00	0,06
15H00	61,00	5,00	0,08
16H00	60,00	2,00	0,03
17H00	59,00	0,00	0,00

- Determine os limites de controlo e elabore o diagrama “p”.

Solução

- Cálculo dos limites de controlo
- N° total de peças defeituosas = 27
- N° de peças inspeccionadas = 495

$$\bar{p} = \frac{n^{\circ} \text{ total de peças defeituosas}}{n^{\circ} \text{ total de peças inspeccionadas}} = \frac{27}{495} = 0,05$$

$$n \text{ (médio)} = \frac{\text{Total de peças inspeccionadas}}{N^{\circ} \text{ de amostras}} = \frac{495}{8} = 61,88$$

$$LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,05 + 3 \sqrt{\frac{0,05(1-0,05)}{61,88}} = 0,05 + 3 \times 0,03 = 0,14$$

$$LCI = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,05 - 3 \sqrt{\frac{0,05(1-0,05)}{61,88}} = 0,05 - 3 \times 0,03 = -0,04$$

Traçado do diagrama “p”

