



# ENGENHARIA DA QUALIDADE A ENG 09008

## AULA 1 APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA

**PROFESSORES:**

**CARLA SCHWENGBER TEN CATEN**

**ROGÉRIO FEROLDI MIORANDO**

**KARINA ROSSINI**

# Objetivos da disciplina

- Permitir aos alunos o entendimento dos conceitos que fundamentam o Controle Estatístico da Qualidade.
- Fornecer as bases para as atividades de estabilização de processos e melhoria da capacidade de processos.
- Apresentar e utilizar as ferramentas estatísticas de monitoramento e otimização experimental de processos.

# || Método

- Exposição teórica
- Trabalhos em grupo (sala de aula e aplicado)
- Ver na página da disciplina  
(388\_recomendacoes\_para\_os\_trabalhos.doc)

# || Avaliação

**Média =  $0,4 \cdot P1 + 0,4 \cdot P2 + 0,2 \cdot \text{Trabalhos em grupo}$**

- Trabalho em grupo (70% trabalho em sala de aula e 30% trabalho aplicado)

## Conceitos

- $M \geq 9$  (A)                       $7,5 \leq M < 9$  (B)                       $6 \leq M < 7,5$  (C)
- Aprovação se  $M \geq 6$ ; todos  $P \geq 4$  e 75% de frequência

## Exame

- $M < 6$  ou algum  $P < 4$ , mas com  $M \geq 3$
- $NF = (M + 2 \cdot \text{Exame}) / 3$
- Aprovação  $NF \geq 6$

# Súmula e Cronograma

DATA	ASSUNTO	DATA	ASSUNTO
27/08	Introdução à Engenharia da Qualidade	29/10	Introdução à otimização experimental e experimento de um fator
03/09	Revisão de estatística	05/11	Experimento com dois fatores
10/09	Introdução ao controle estatístico da qualidade	12/11	Quadrado latino
17/09	Cartas de controle para variáveis	19/11	Projetos 2k
24/09	Cartas de controle para variáveis	26/11	Seis Sigma
01/10	Cartas de controle para atributos	03/12	Aplicativos computacionais 2
08/10	Função de perda quadrática	10/12	Prova - P2
15/10	Aplicativos computacionais 1	17/12	Apresentação trabalho aplicado
22/10	Prova - P1	07/01	Exame

# || Tópicos desta aula

- Definição da Qualidade
- Características da qualidade
- Técnicas estatísticas
- Introdução ao CEP

# || O que é qualidade?

- American Society for Quality (ASQ) define qualidade com um termo subjetivo no qual cada pessoa tem a sua própria definição. No sentido técnico pode ter dois significados:

1) características de um produto/serviço que possuem habilidade em satisfazer necessidades diretas ou implícitas



- 2) Um produto/serviço livre de defeitos

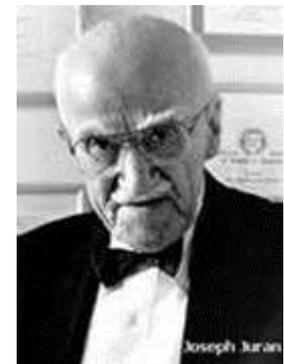


# Qualidade definida por especialistas

- Deming: qualidade consiste na capacidade de satisfazer vontades/desejos (The Meaning of Quality, 1968)



- Juran: qualidade é adequação ao uso (Juran's Quality Control Handbook, 1988)



# Qualidade definida por especialistas

## Definições baseadas na manufaturabilidade e no atendimento do serviço

- Crosby: qualidade significa conformidade aos requerimentos, ou seja, defeito zero. (Quality is free, 1979). Definição adotada pela ISO 9000



# Qualidade definida por especialistas

## Definições baseadas em valores

- Feigenbaum: qualidade é o grau no qual um produto é conforme ao seu desenho ou especificação, ou seja, o compromisso com a excelência (Total Quality Control, 1983)
- Taguchi: qualidade consiste em minimizar as perdas causadas pelo produto a longo prazo não apenas ao cliente, mas à sociedade. Isto pode ser alcançado através do atingimento do alvo com a menor variabilidade (Introduction to Quality Engineering, 1986)



# As 8 dimensões da qualidade de Garvin

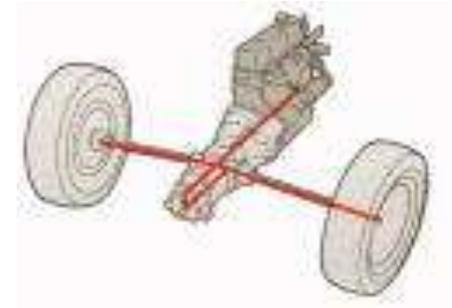
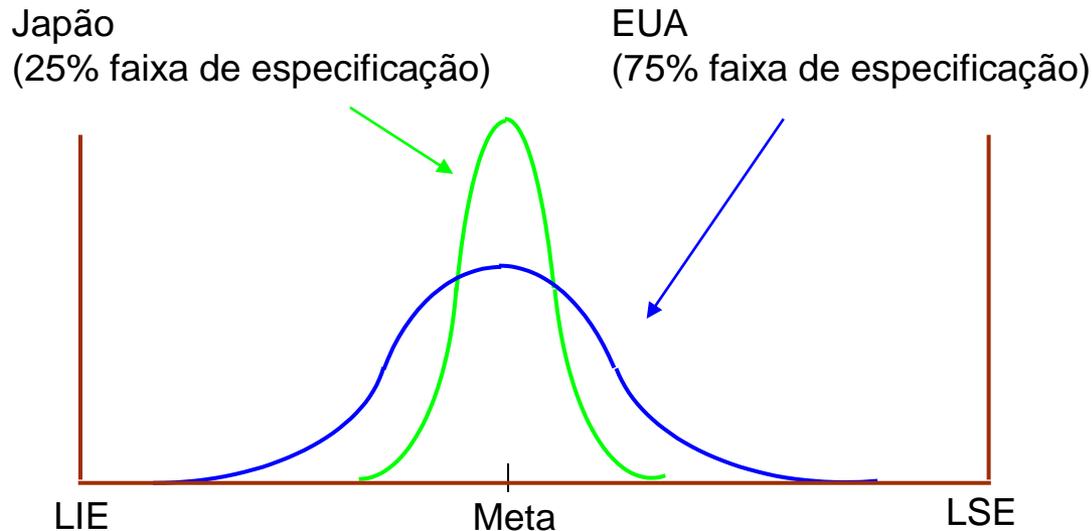
Dimensão	Significado	Pergunta
Desempenho	Aspecto operacional básico comparado com os concorrentes	O produto realizará a tarefa pretendida?
Confiabilidade	Grau de isenção de falhas/defeitos	Qual é a frequência de falhas no produto?
Durabilidade	Medida da vida útil, analisada técnica ou economicamente	Quanto tempo o produto durará?
Atendimento	Garantia da continuidade dos serviços (ou funções) após a venda	Qual é a facilidade para se consertar o produto?
Estética	Reação inicial quanto aparência, sensação ao tato, odor e gosto	Qual é aparência do produto?
Características	Fatores diferenciadores comparado com os concorrentes	O que o produto faz?
Qualidade percebida	Qualidade avaliada indiretamente (imagem, histórico, reputação, marca, país de origem)	Qual é a reputação da empresa ou do seu produto?
Conformidade	Grau de adequação às expectativas do cliente	O produto é feito como o projetista pretendia?

# Definições pela Engenharia da Qualidade

- **Qualidade** é inversamente proporcional à **variabilidade**
- Melhoria da qualidade é a redução da variabilidade nos processos e produtos

# Exemplo: transmissão de carros

- Análise dos custos de reparo com garantia
- Carros japoneses tinham menos da metade dos custos
- Menor variabilidade -> transmissão das marchas mais suaves e mais silenciosas



# Problemas da qualidade nos produtos

- Não-conformidade ou defeitos: contagem de defeitos na peça;
  - Refere-se a uma taxa de defeitos e varia de taxa=0,1,2,3
- Não-conformes ou defeituosos: contagem de peças defeituosas;
  - Refere-se a um percentual e varia entre 0 e 1

# Características da qualidade

- **Físicas:** comprimento, largura, voltagem, concentração
- **Sensoriais:** gosto, aparência, cor
- **Orientação temporal:** confiabilidade, durabilidade, praticidade
- Dois produtos nunca são idênticos nas características da qualidade

Diferenças resultam em variabilidade



# Avaliação das características da qualidade

- Especificação: medidas desejadas dos componentes do produto bem como do produto em si
  - Valor alvo ou nominal (ex: características dimensionais)
  - Limite inferior de especificação (LIE) (ex: resistência mecânica)
  - Limite superior de especificação (LSE) (ex: nível de ruído)



# Engenharia da Qualidade

Um exemplo...

- Um engenheiro está em dúvida sobre a diferença de resistência de uma peça que é produzida com quatro perfis de aço diferentes (A, B, C e D).
- São retiradas amostras de quatro lotes diferentes de perfis de aço, e a resistência de cada peça é medida em kgf/cm<sup>2</sup>.

# Engenharia da Qualidade

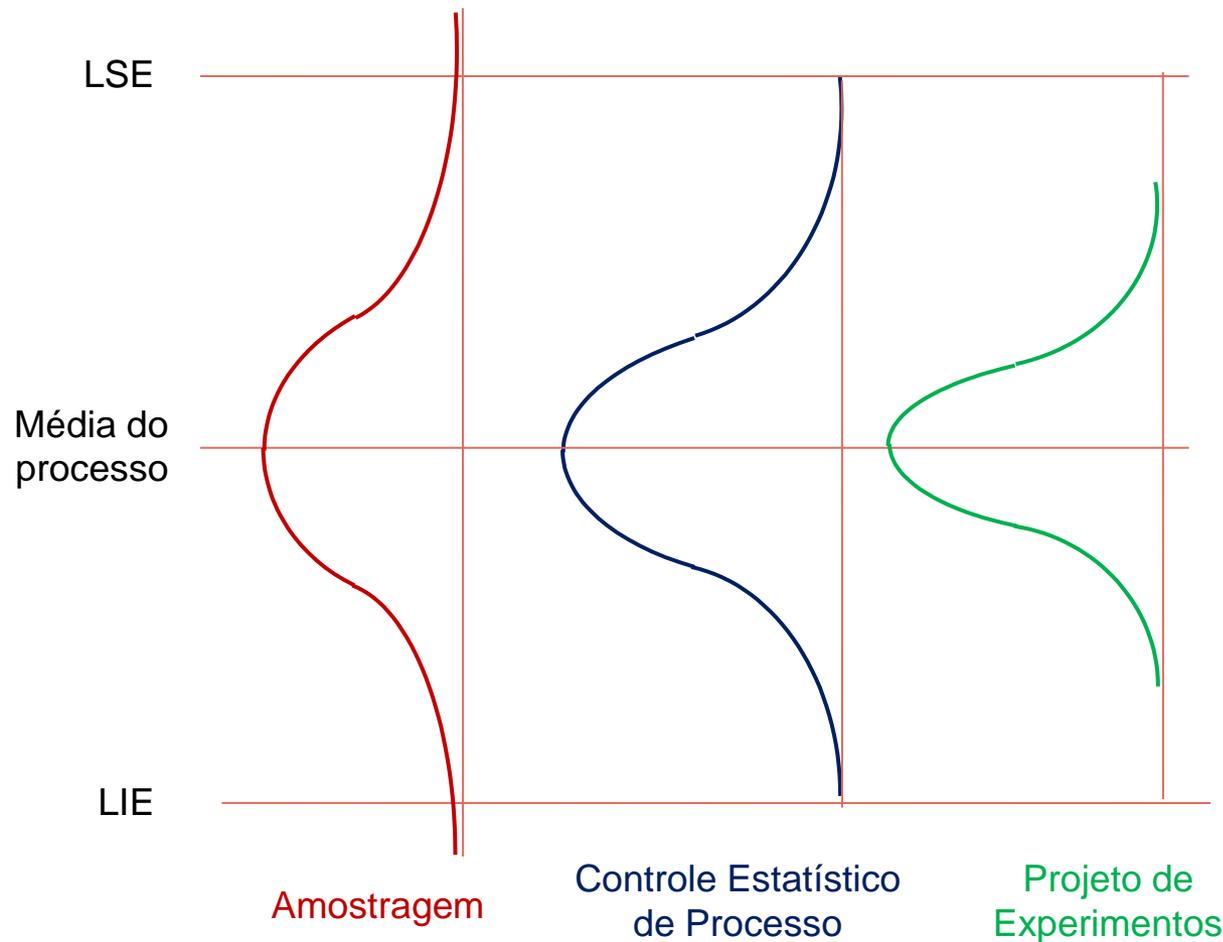
- São retiradas amostras de quatro lotes diferentes de perfis de aço, e a resistência de cada peça é medida em kgf/cm<sup>2</sup>.

Aços				
	A	B	C	D
	25	31	22	33
	26	25	26	29
	20	28	28	31
	23	27	25	34
	21	24	29	28
Médias	23	27	26	31

# Engenharia da Qualidade

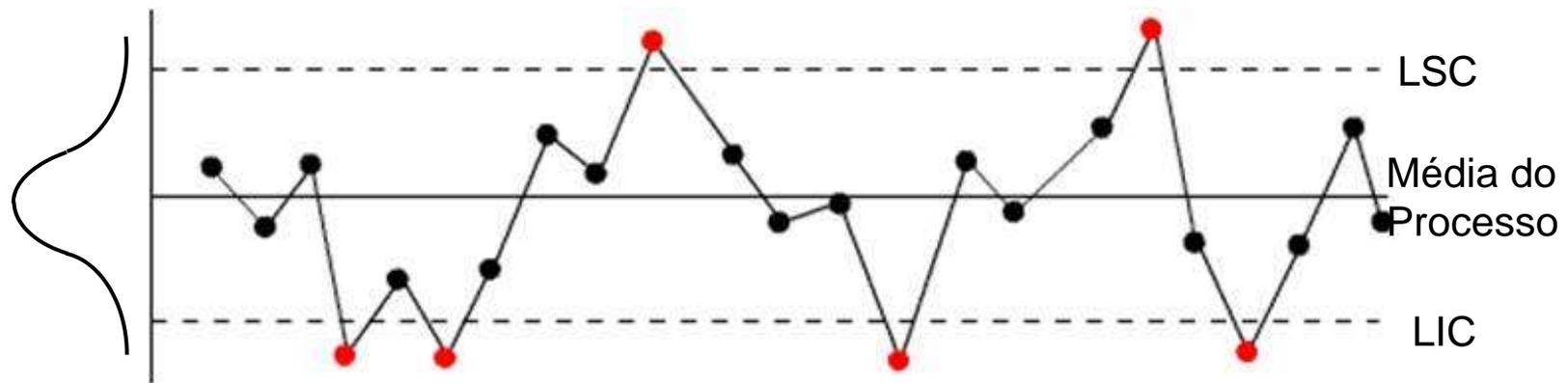
- Conjunto de atividades operacionais de gerenciamento e engenharia que uma empresa usa para garantir que as características da qualidade de um produto/serviço estejam nos níveis nominais ou exigidos.

# Métodos Estatísticos para Controle e Melhoria da Qualidade



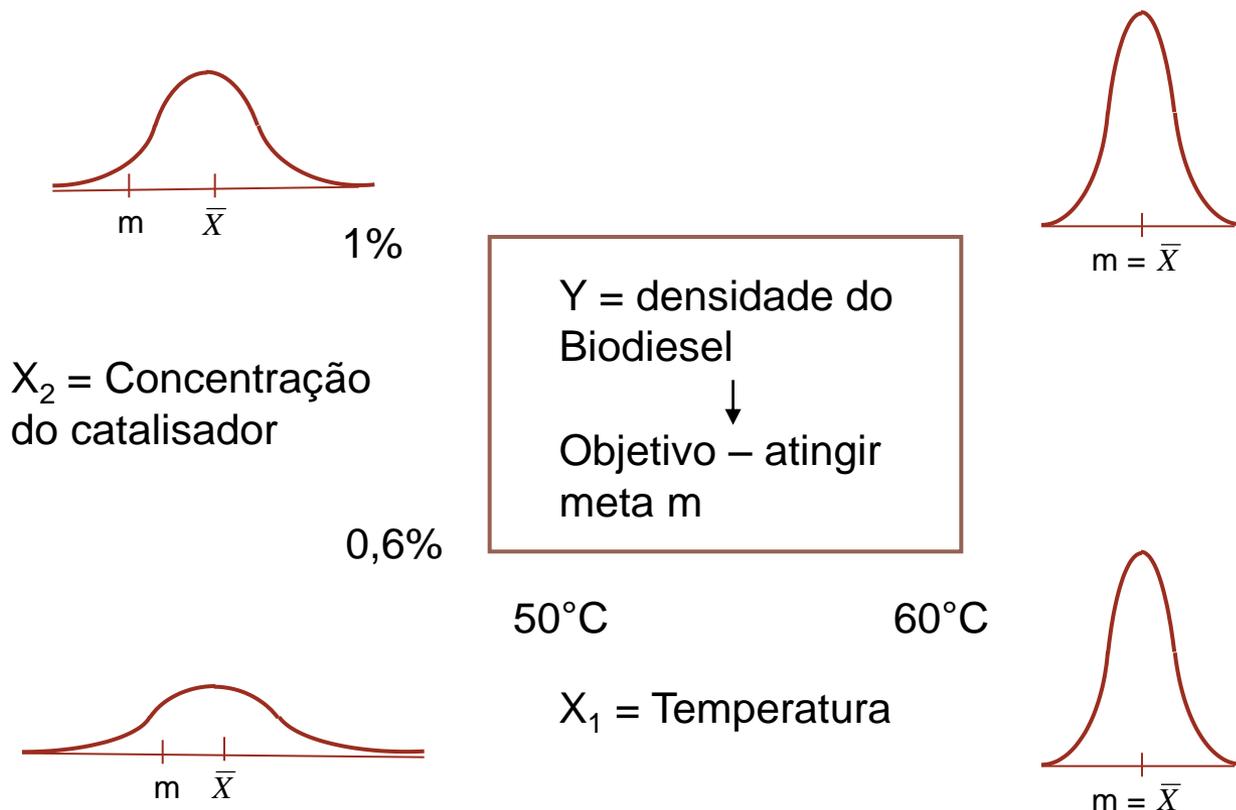
# Métodos Estatísticos para Controle e Melhoria da Qualidade

- Controle Estatístico de Processo – CEP
  - Cartas de Controle



# Métodos Estatísticos para Controle e Melhoria da Qualidade

## ▣ Projetos de Experimentos



# Introdução ao CEP

## Controle Estatístico de Processo:

- Conjunto de ferramentas de resolução de problemas para obter:
  - estabilidade (eliminação de causas especiais) dos processos
  - melhoria da sua capacidade

## 7 Ferramentas do CEP

- Histograma
- Folha de controle
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de causa e efeito
- Diagrama de concentração de defeito
- Diagrama de dispersão
- Carta de controle → Foco da disciplina

# Introdução ao CEP

## 7 Ferramentas do CEP

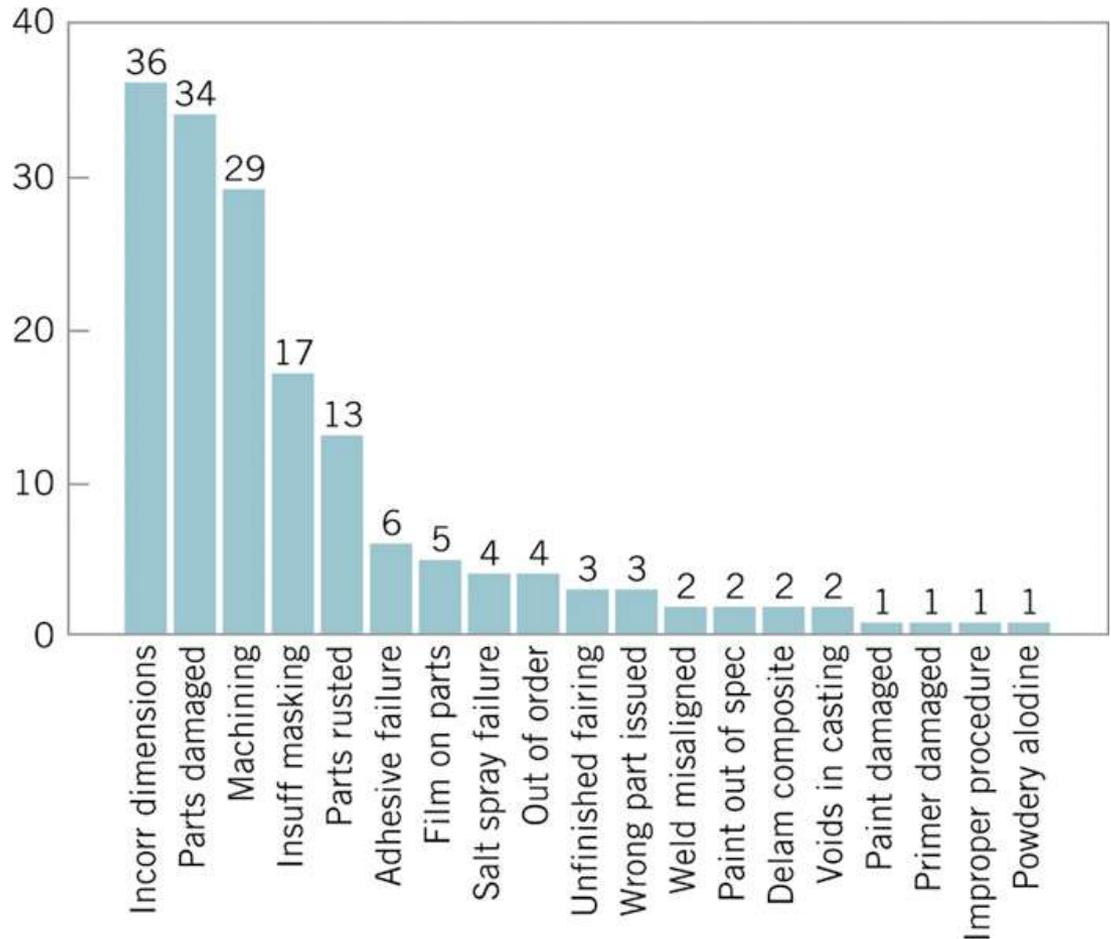
- ▣ Histograma
- ▣ Folha de controle

CHECK SHEET																		
DEFECT DATA FOR 2002-2003 YTD																		
Part No.:	TAX-41																	
Location:	Bellevue																	
Study Date:	6/5/03																	
Analyst:	TCB																	
Defect	2002												2003					Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	
Parts damaged		1		3	1	2		1		10	3		2	2	7	2	34	
Machining problems			3	3				1	8		3		8	3			29	
Supplied parts rusted				1	1		2	9									13	
Masking insufficient			3	6	4	3	1										17	
Misaligned weld	2																2	
Processing out of order	2														2		4	
Wrong part issued		1						2									3	
Unfinished fairing			3														3	
Adhesive failure				1							1		2		1	1	6	
Powdery alodine					1												1	
Paint out of limits						1								1			2	
Paint damaged by etching			1														1	
Film on parts						3		1	1								5	
Primer cans damaged								1									1	
Voids in casting									1	1							2	
Delaminated composite									2								2	
Incorrect dimensions											13	7	13	1		1	36	
Improper test procedure									1								1	
Salt-spray failure													4		2		4	
TOTAL	4	5	14	12	5	9	9	6	10	14	20	7	29	7	7	6	166	

# Introdução ao CEP

## 7 Ferramentas do CEP

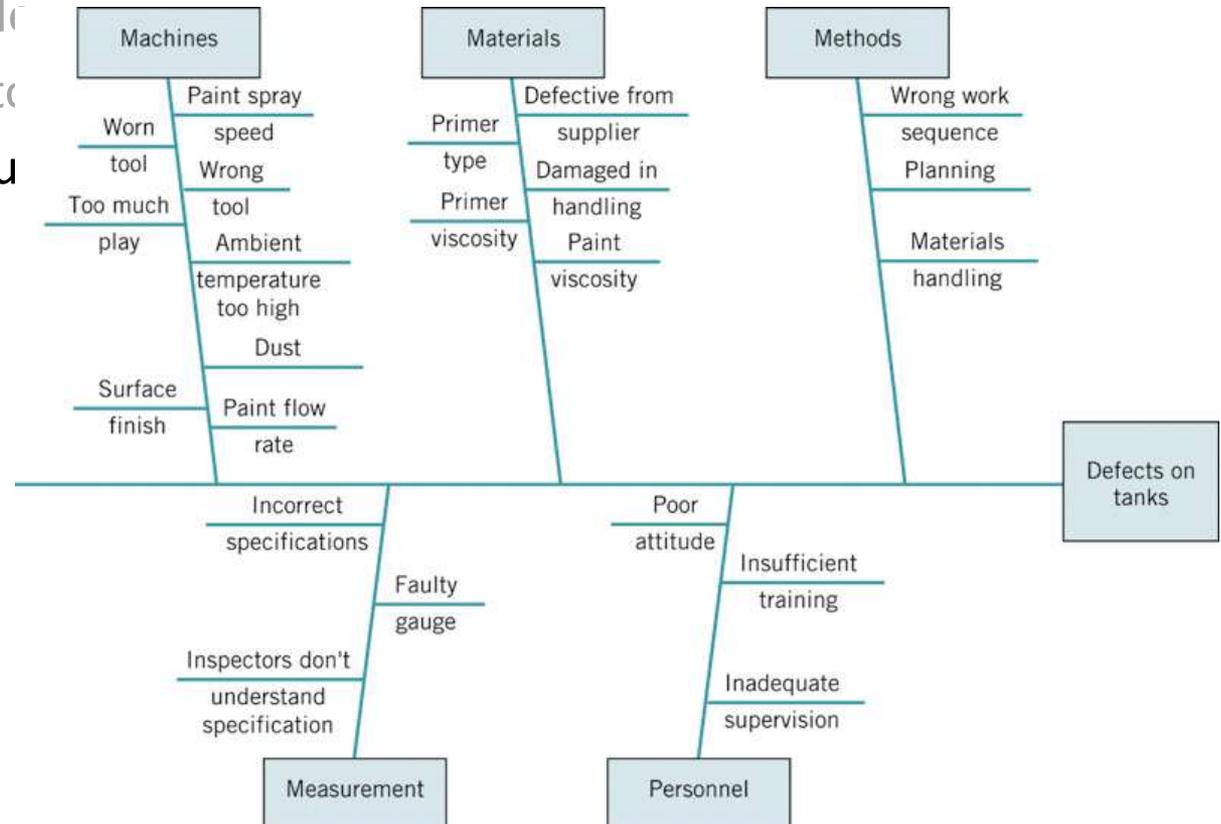
- ▣ Histograma
- ▣ Folha de controle
- ▣ Gráfico de Pareto



# Introdução ao CEP

## 7 Ferramentas do CEP

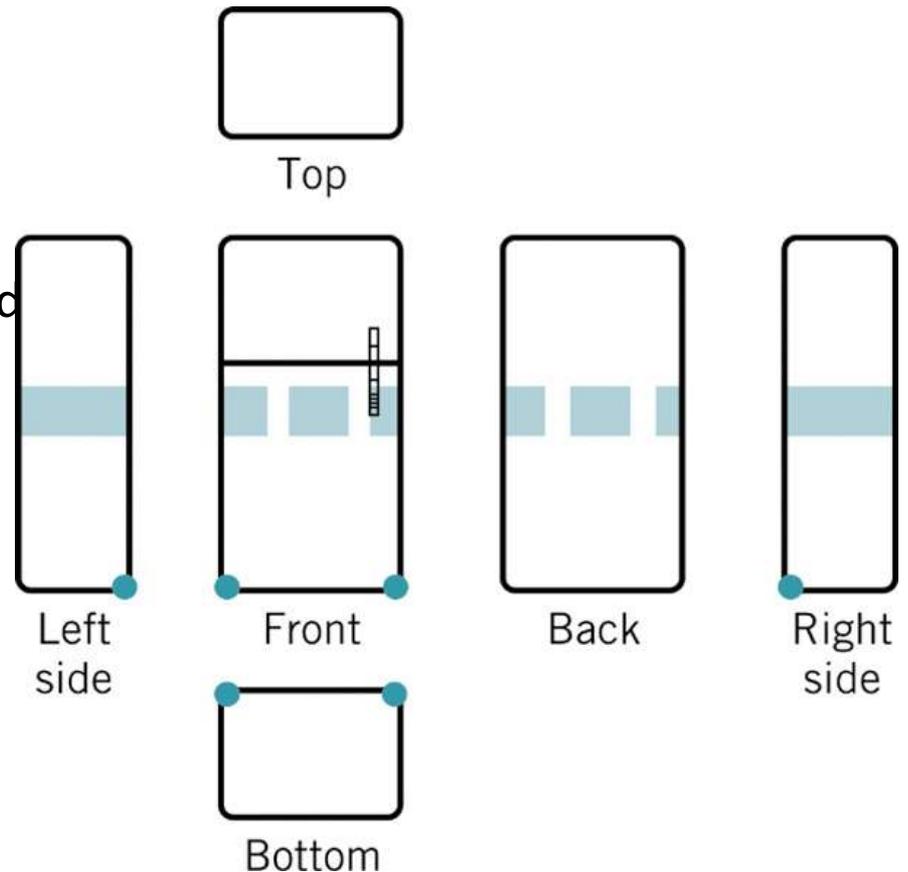
- Histograma
- Folha de controle
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de causa



# Introdução ao CEP

## 7 Ferramentas do CEP

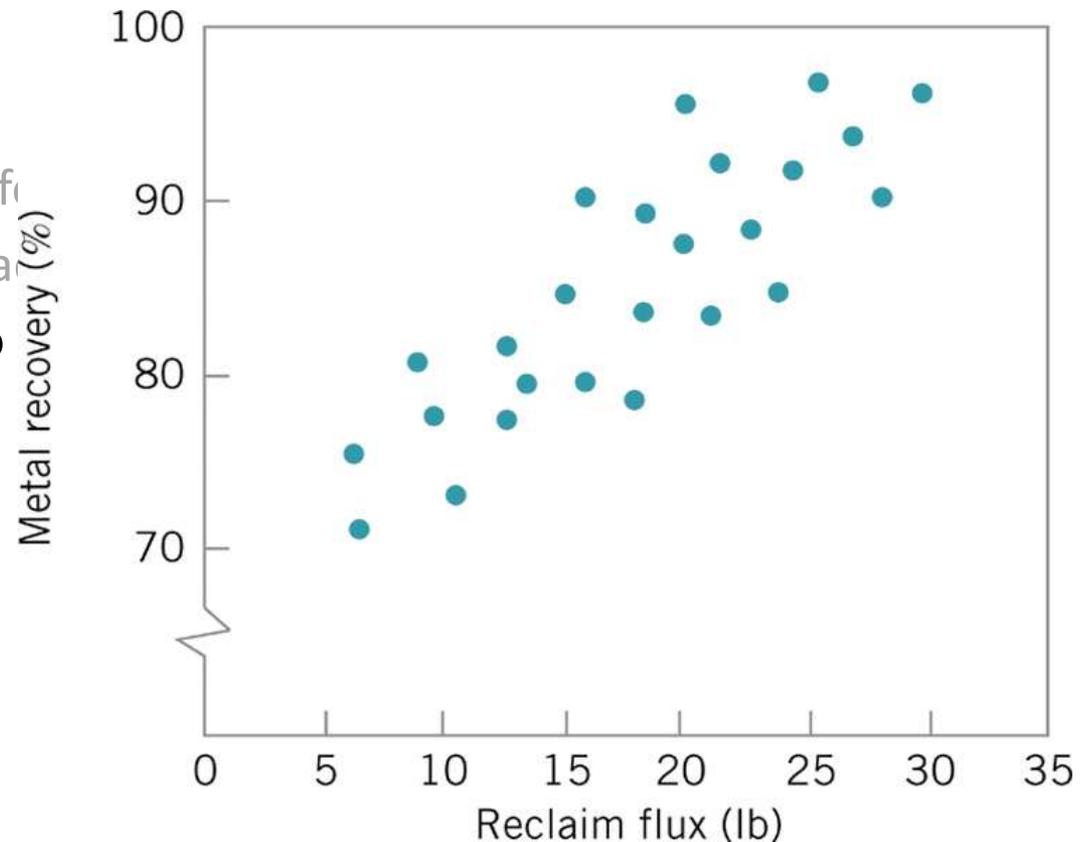
- Histograma
- Folha de controle
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de causa e efeito
- Diagrama de concentração de dados



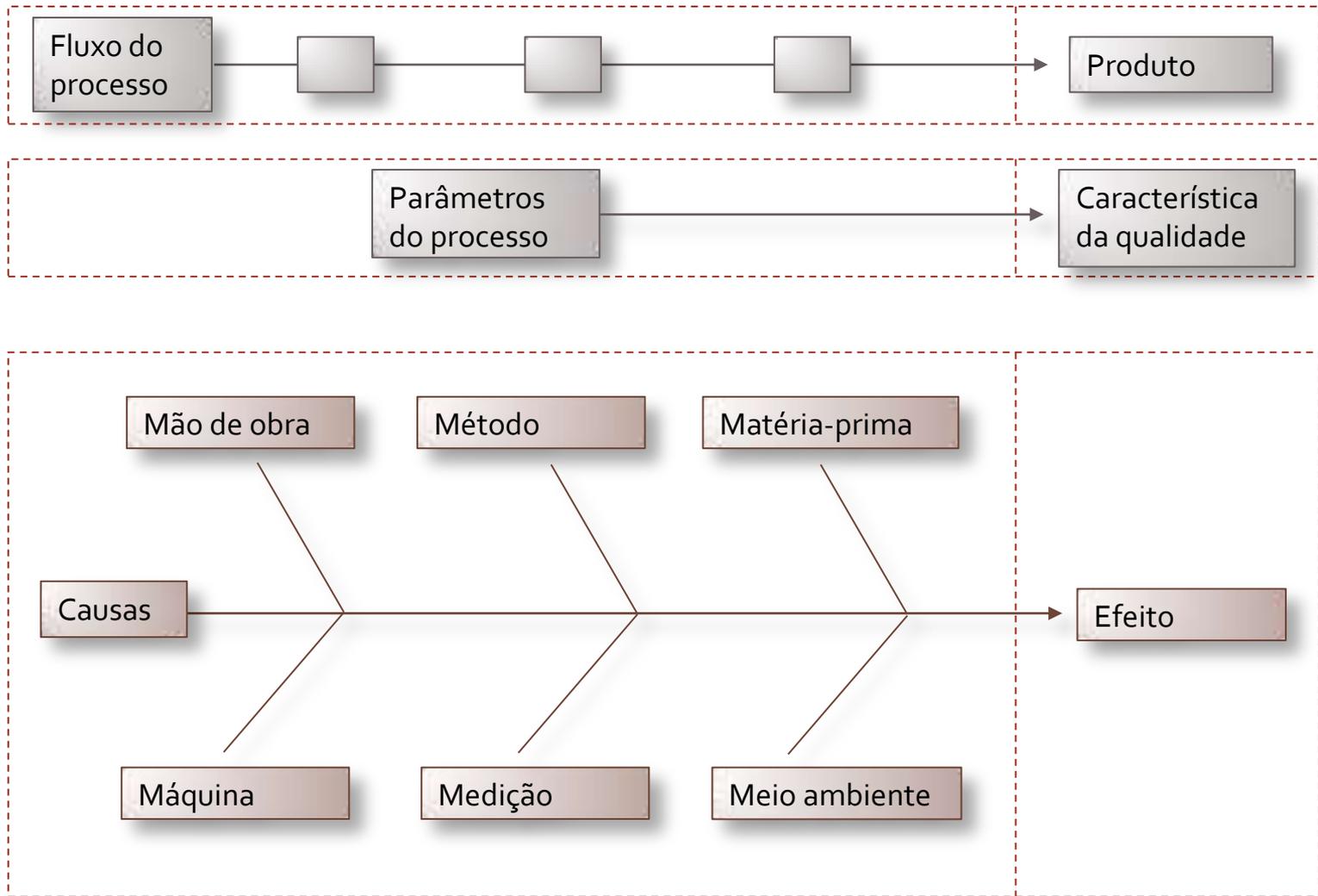
# Introdução ao CEP

## 7 Ferramentas do CEP

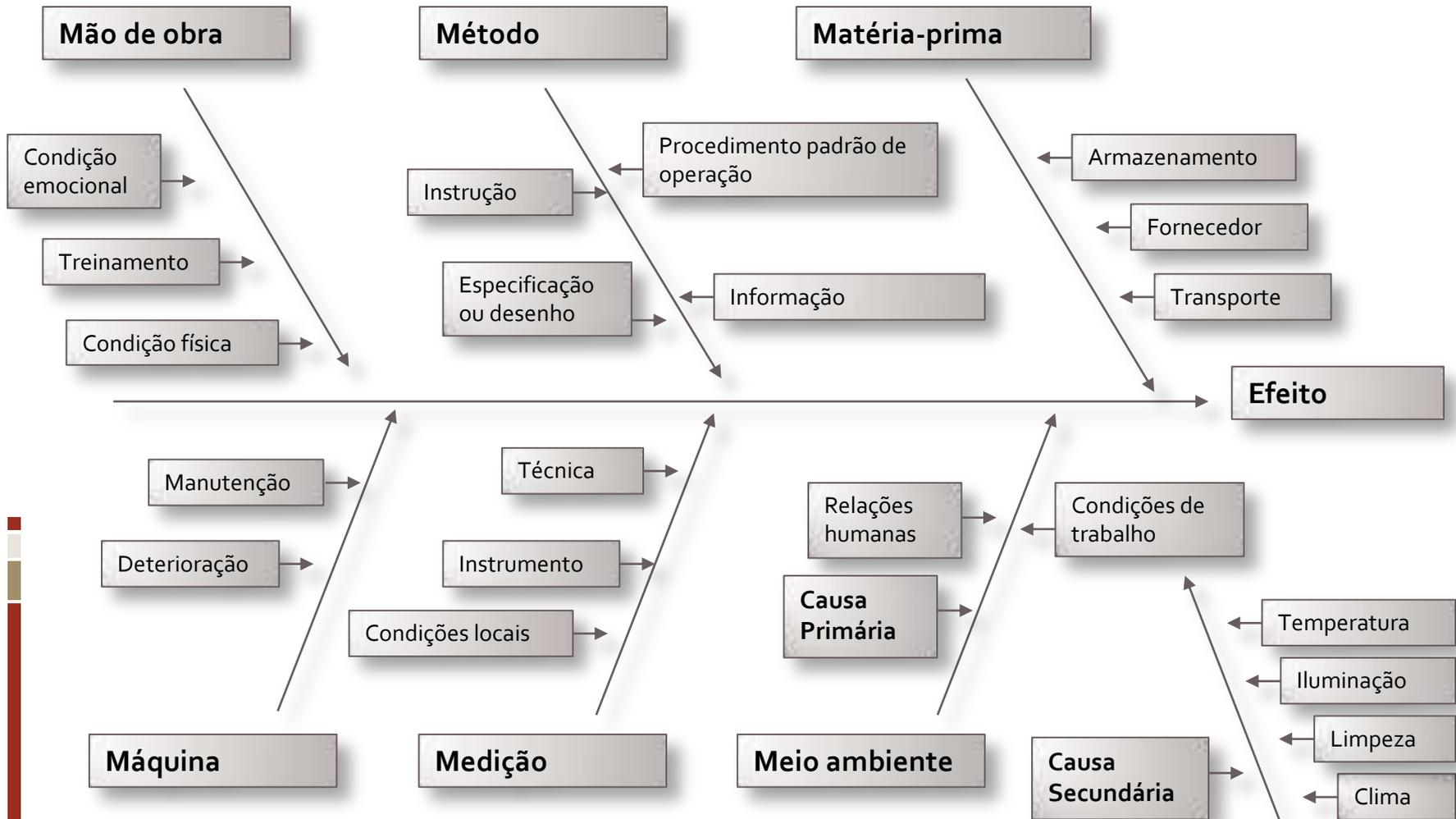
- Histograma
- Folha de controle
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de causa e efeito
- Diagrama de concentração
- Diagrama de dispersão



# Diagrama de causa e efeito



# Diagrama de causa e efeito



# || Tópicos da próxima aula

- Revisão de Estatística
  - Medidas de tendência central e de variabilidade
  - Histograma
  - Distribuição Normal
  - Teste de Hipóteses