

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS - CEP

Profa. Ghislaine Miranda
Bonduelle
UFPR/DETF

CEP

- Pode ser definido como um método **preventivo** de se comparar continuamente os resultados de um processo com um padrão, identificando, a partir de dados estatísticos, as tendências para variações significativas, eliminando ou controlando estas variações com o objetivo de reduzi-las cada vez mais.

CEP

- É o conjunto de técnicas utilizadas para o controle da qualidade do produto durante cada etapa de fabricação.



FERRAMENTAS

- Histogramas
- Diagramas
- Curva de Distribuição Normal
- Cartas de Controle
- Capacidade do Processo
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de Causa-Efeito/Ishikawa

VARIAÇÕES NO PROCESSO

- Comuns ou aleatórias
 - Intrinsecas ao processo



Variações aleatórias: intrínsecas ao processo

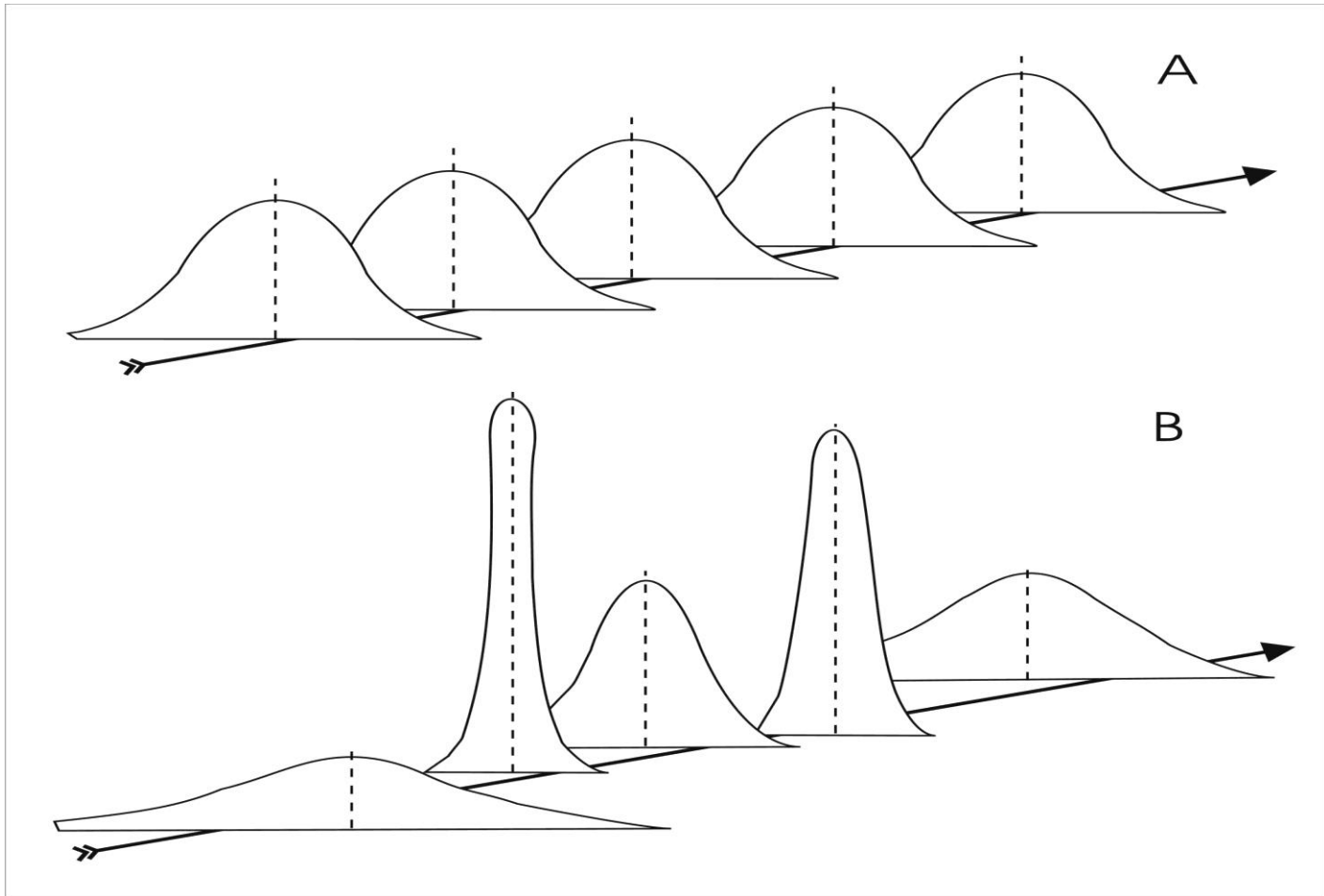


VARIAÇÕES NO PROCESSO

- **Causais : podemos interferir**



CEP



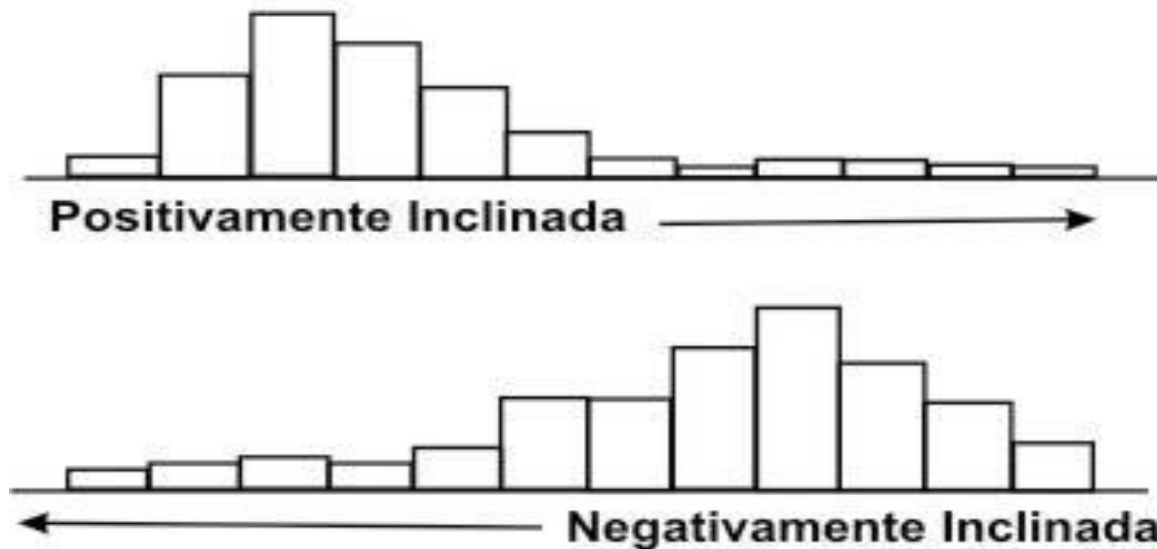
HISTOGRAMAS

- ► É um tipo de gráfico de barras que apresenta de forma clara a distribuição de um grupo de dados.
- ► A altura ou o comprimento das barras em um histograma correspondem ao número de vezes ou frequência que um determinado dado ocorre.
- ► Os histogramas são muito úteis na visualização do padrão de distribuição dos valores observados. Eles mostram tanto o grau de dispersão quanto a localização (tendência central) das amostras coletadas.

Ilustrações de Variabilidade



Ilustrações de Inclinações



CONSTRUÇÃO

- Colete os dados
- ► Determine a Amplitude das Amostras Coletadas
- Amplitude = Maior Valor – Menor Valor
- ► Determine o Intervalo de Classe (h)

- $$h = \frac{\text{Amplitude}}{k}$$
-
- K = número de classes
-

HISTOGRAMAS

- ► Estabeleça os intervalos de classe e classifique os dados coletados.
- ► Determine as frequências relativas e construa o histograma.
- Anote no gráfico todas as informações disponíveis (fornecedor, média, desvio padrão, especificações, etc).

CARTAS DE CONTROLE

- São gráficos de análise e ajuste da variação de um processo em função do tempo, através de duas características básicas: sua centralização e sua dispersão.
- A Centralização pode ser verificada através da média do processo e a Dispersão estimada através do desvio-padrão ou da amplitude dos dados.

CARTAS DE CONTROLE

- **CARTAS DE CONTROLE POR VARIÁVEIS**
- Baseadas nas distribuições contínuas apresentam dados que podem ser medidos ou que sofrem variações contínuas.
- Exemplos: variações na altura de um talhão, resistência a tração.

CARTAS DE CONTROLE

- **CARTAS DE CONTROLE POR ATRIBUTOS**
- Baseadas em distribuições discretas, possuem um caráter dicotômico , ou seja, os dados só podem ser contados ou classificados.
- Exemplos|: passa/não passa; mole/duro; conforme/não-conforme.

PRINCIPAIS TIPOS DE CARTAS DE CONTROLE POR VARIÁVEIS

- - carta de média e desvio-padrão (\bar{x} e s);
- - carta de média e amplitude (\bar{x} e R)
- Observa-se que a análise deve ser feita aos pares, observando a centralização e a dispersão.

CARTA DE CONTROLE PARA MÉDIAS E DESVIO PADRÃO

- Estas cartas são construídas a partir de dados do processo. Observa-se que o desvio-padrão é um melhor indicador da dispersão do processo que a amplitude, porém o seu cálculo é mais complexo.

CARTAS DE CONTROLE- CONSTRUÇÃO

- **1. Coleta de dados**
- **$k \cdot n > 100$**
- **K=número de amostras**
- **N=tamanho das amostras**

CARTAS DE CONTROLE - Construção

- 2. Cálculo das médias das amostras (\bar{x})

$$\bar{X}_i = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

- n = número de itens da amostra-tamanho da amostra
- x_i = valor individual do item “i”.

CARTAS DE CONTROLE – Construção

- 3. Cálculo da média do processo (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \dots + \bar{x}_k}{k}$$

- k = número de amostras
- \bar{x}_i = média das amostras “ i ”

CARTAS DE CONTROLE-

Construção

- **4. Cálculo do desvio-padrão**

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- x_i = valor de cada item da amostra para o qual se quer obter o desvio-padrão.
- \bar{x} = média da amostra em questão
- n = tamanho da amostra

CARTAS DE CONTROLE - Construção

- **. Cálculo do desvio padrão médio do processo**

$$\bar{s} = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + \dots + s_k}{k}$$

- k= número de amostras
- si = desvio-padrão da mostra “i”.

- **6. Cálculo dos limites de controle (LSC e LIC)**
- 6.1. Para a média :
 - Limite Superior de Controle (LSC) = $\bar{x} + A3 * S$
 - Limite Inferior de Controle (LIC) = $\bar{x} - A3 * S$
- 6.2. Para o desvio padrão:
 - Limite Superior de Controle = $\bar{x} + B4 * S$
 - Limite Inferior de Controle = $\bar{x} - B3 * S$
- S = desvio-padrão médio do processo
- A3, B3 e B4 são fatores que dependem do tamanho da amostra (Tabela

Tamanho Da Amostra <i>n</i>	Gráfico da Média Limite de Controle			Gráfico da Amplitude						Gráfico do Desvio-Padrão					
				Linha Média		Limites de Controle				Linha Média		Limites de Controle			
	A	A ₁	A ₂	d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	C ₂	1/c ₂	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
2	2,121	3,760	1,880	1,128	0,853	0	3,686	0	3,267	0,5642	1,7725	0	1,843	0	3,267
3	1,732	2,394	1,023	1,693	0,888	0	4,358	0	2,575	0,7236	1,3820	0	1,858	0	2,568
4	1,500	1,880	0,729	2,059	0,880	0	4,698	0	2,282	0,7979	1,2533	0	1,808	0	2,266
5	1,342	1,596	0,577	2,326	0,864	0	4,918	0	2,115	0,8407	1,1894	0	1,756	0	2,089
6	1,225	1,410	0,483	2,534	0,848	0	5,078	0	2,004	0,8686	1,1512	0,026	1,711	0,030	1,970
7	1,134	1,277	0,419	2,704	0,833	0,205	5,203	0,076	1,924	0,8882	1,1259	0,105	1,672	0,118	1,882
8	1,061	1,175	0,373	2,847	0,820	0,387	5,307	0,136	1,864	0,9027	1,1078	0,167	1,638	0,185	1,815
9	1,000	1,094	0,337	2,970	0,808	0,546	5,394	0,184	1,816	0,9139	1,0942	0,219	1,609	0,239	1,761
10	0,949	1,028	0,308	3,078	0,797	0,687	5,569	0,223	1,777	0,9227	1,0837	0,262	1,584	0,284	1,716

(Reprodução parcial do "ASTM" – Manual on Quality Control of Material", 1951)

Valores médios das amostras, das características que estão sendo observadas

