

PME 3463

Aula 04

15.05.2023

Turma 21-A

## CEP - Controle Estatístico de Processos

- Incerteza de Medição → ISO GUM  
para cada mensurando (peça)

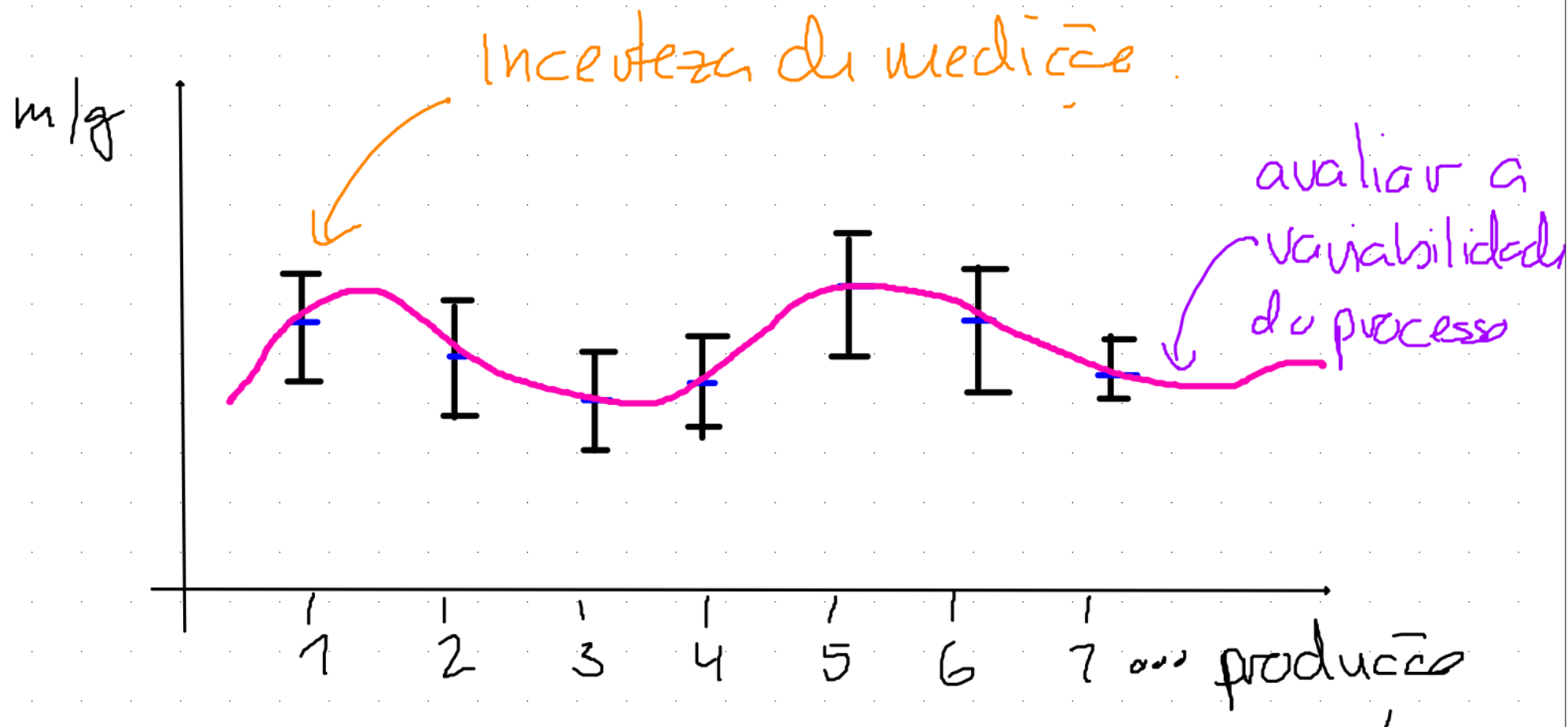
$$m = (2,5 \pm 0,2) \text{ g} \text{ c/ } 95\% \text{ g.c.}$$

↑ incerteza de medição

- Avaliação de capacidade do sistema de medição

Gage R & R ← reprodutibilidade

↑ repetitividade → ISO NBR 5725-1:2018



variabilidade entre (lotes) de peças  
ao longo da produção.

## Método Simplificado:

$$\hat{\sigma}_{\text{total}}^2 = \text{VAR}(\text{todas as medidas}) = \sum_{i=1}^{n \cdot o \cdot r} \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n \cdot o \cdot r - 1}$$

$n$  - n.º de peças

$o$  - n.º de operadores (fatores de medição)

$r$  - n.º de repetições de cada medição de um mesmo mensurando

$$\hat{\sigma}_{\text{total}}^2 = \hat{\sigma}_{\text{proc}}^2 + \hat{\sigma}_{\text{med}}^2 \Rightarrow \hat{\sigma}_{\text{proc}}^2 = \hat{\sigma}_{\text{total}}^2 - \hat{\sigma}_{\text{med}}^2$$

$$\sigma_{\text{med}}^2 = \sigma_{\text{repe}}^2 + \sigma_{\text{repro}}^2$$

↑ reprodutibilidade  
(variação dos fatores de  
medicção)

↑ repetitividade

(influência de diversos fatores que  
produzem a variabilidade de uma  
medicção - mantidos os fatores de  
medicção)

$$\hat{\sigma}_{\text{repe}} = \frac{\bar{R}}{d_2(r)}$$

↑ coefficient de Shewart

$$\hat{\sigma}_{\text{repro}} = \sqrt{\left(\frac{R_{\bar{x}}}{d_2(o)}\right)^2 - \frac{\hat{\sigma}_{\text{repe}}^2}{n \cdot r}}$$

$$\hat{\sigma}_{\text{med}}^2 = \hat{\sigma}_{\text{repe}}^2 + \hat{\sigma}_{\text{repro}}^2$$

$$\hat{\sigma}_{\text{proc}}^2 = \hat{\sigma}_{\text{total}}^2 - \hat{\sigma}_{\text{med}}^2$$

$$\% R\&R = \frac{\hat{\sigma}_{med}}{\hat{\sigma}_{total}} \quad 100\%$$

Índice de R&R

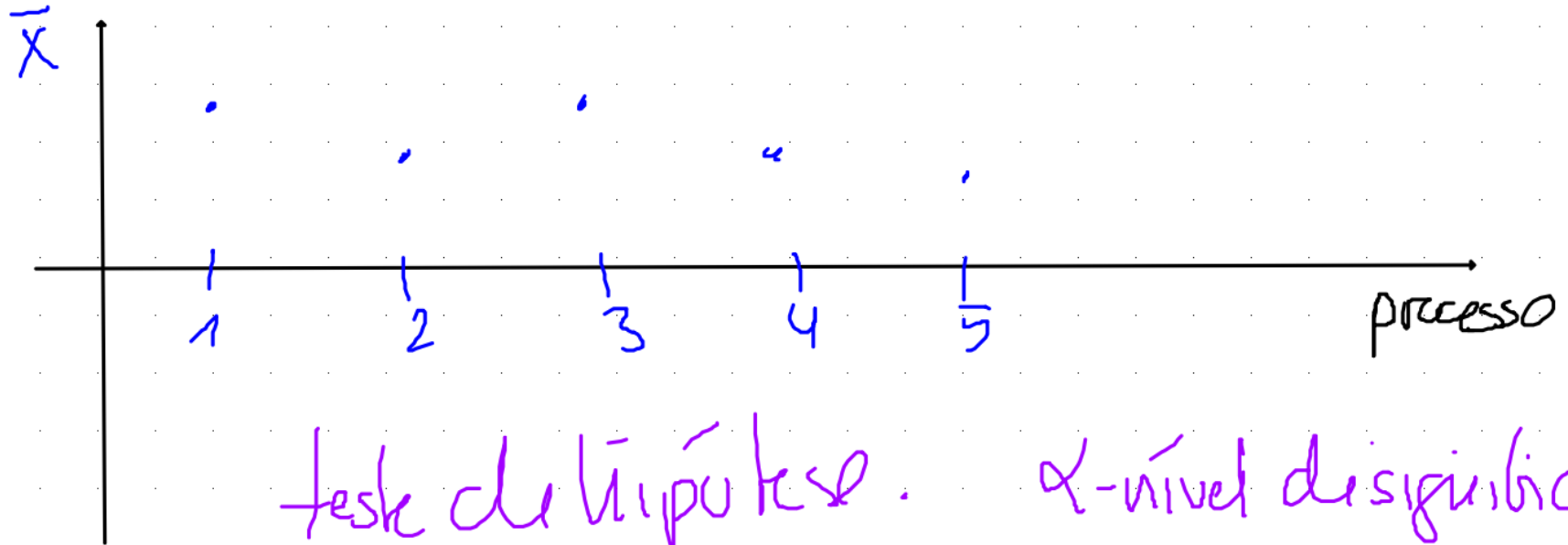
$$PT = \frac{6 \cdot \hat{\sigma}_{med}}{LSE - LIE}$$

tolerância de produção

Porcentagem de Tolerância.

6 $\sigma$  - largura de faixa.

# CEP - Controle Estatístico de Processos:



teste de hipótese.  $\alpha$ -nível de significância

	$H_0$ proc. estável	$H_1$ proc. instável (ocorreu uma causa especial)
há alarme	Erro tipo I $\alpha$	$1 - \beta$
sem alarme	$1 - \alpha$	Erro tipo II $\beta(w)$

*Falso Alarme?* (orange arrow pointing to the top-left cell)

*Falso Negativo* (red arrow pointing to the bottom-right cell)