P1 Q4 (12 pontos)

a) $\hat{\sigma}^2_{total} = \sqrt{\dfrac{\sum^{c}\sum^{n}\sum^{r}(x_{ijk}-\bar{\bar{x}})^2}{c.n.r-1}} = s^2_{total}$

1/2

c = 3 (instrumentos)
n = 10 (grandezas)
r = 2 (repetições)

$\hat{\sigma}^2_{total} = 0{,}2813$

b) $\bar{\bar{R}} = \dfrac{\bar{R}_1+\bar{R}_2+\bar{R}_3}{3} = \dfrac{0{,}44+0{,}32+0{,}88}{2} = 0{,}58$ //

1/4

$\hat{\sigma}_{repe} = \dfrac{\bar{\bar{R}}}{d_2(2)}$ ⌣ 1,13

$\hat{\sigma}^2_{repe} = 0{,}1134$ //

c) $\hat{\sigma}^2_{repro} = \left(\dfrac{R_{\bar{\bar{x}}}}{d_2(3)}\right)^2 - \left(\dfrac{\hat{\sigma}_{repe}}{nr}\right)^2$

1/4

$\tilde{R}_{\bar{\bar{x}}} = \max(\bar{\bar{x}}) - \min(\bar{\bar{x}}) = 20{,}638 - 20{,}35 = 0{,}288$

$d_2(3) = 1{,}69$

$\hat{\sigma}^2_{repro} = 0{,}0232823$ //

1/4 d) $\hat{\sigma}^2_{med} = \hat{\sigma}^2_{repe} + \hat{\sigma}^2_{repro} = 0{,}1367$ //

e) $\hat{\sigma}^2_{proc} = \hat{\sigma}_{total} - \sigma^2_{med} = 0{,}14464$ //

1/2

1/4 f) $\%R\&R = \dfrac{\hat{\sigma}_{med}}{\hat{\sigma}_{total}} = 0{,}697$ //

P1Q5: (2 pontos)

a) (1/4) 2 fatores $\begin{cases} \text{tipo de resfriamento: } \overbrace{\text{água , óleo}}^{\text{2 níveis}} \\ \text{\% antimônio: } \underbrace{3\%, 5\%, 10\%}_{\text{3 níveis}} \end{cases}$

3 replicações

b) (1/2) $n=18$ da figura 6 -> $\begin{cases} \bar{x} = 19{,}306 \\ \sigma = 2{,}05 \end{cases}$ distribuição normal

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2{,}05}{\sqrt{18}} = 0{,}4831$$

$n$ é grande => $U_{\bar{x}} = 2 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{x}} = 0{,}9664$

$$\therefore \boxed{\bar{x} = (19{,}3 \pm 1{,}0)\ \text{kN} \text{ com } 95\% \text{ g.c.}}$$

(1/4) c) aumento da resistência de 18,7 kN (água) p/ 19,9 kN (óleo)

d) (1/2) da análise realizada e apresentada não é possível verificar o efeito da interação entre os fatores (resfriamento x teor de antimônio).
Entretanto é possível fazer essa análise com os dados fornecidos.

e) (1/2) Não, do teste de hipótese de diferença entre as médias (tabela 3) não há evidência estatística para rejeitar a hipótese $H_0$ de que as duas médias sejam iguais.

Q3 (2 pontos)

$\left.\begin{array}{l} k=80 \\ n=4 \end{array}\right\} n \cdot k = 320$

$L = 20{,}00\,H14 \begin{cases} L = 20{,}50\ mm \\ e_i = 0\ \mu m \\ es = +520\ \mu m \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{l} LSL = 20{,}50\ mm \\ USL = 21{,}02\ mm \end{array}$

$\sigma = 220\ \mu m \Rightarrow \sigma_{LT}$

a) dos dados da tolerância: $LSL = 20{,}50\ mm$, $USL = 21{,}02\ mm$

(1/4)

b) do gráfico de controle de $\bar{x}$:

(1/4)

$CL_{\bar{x}} = 20{,}9\ mm$

$LCL_{\bar{x}} = 20{,}6\ mm$

$UCL_{\bar{x}} = 21{,}2\ mm$

c) do gráfico de controle de R:

(1/4)

$CL_R = 0{,}434$

$LCL_R = 0$

$UCL_R = 0{,}551$

d) do gráfico de capacidade:

(1/4)

$Cp = 0{,}411$

$\left.\begin{array}{l} CpkL = 0{,}616 \\ CpkU = 0{,}205 \end{array}\right] Cpk = 0{,}205$

$Cpkm = 0{,}35$

e) o processo não é estável, porque existe um ponto abaixo do $LCL_{\bar{x}}$.

(1/2)

$Cp = \dfrac{USL - LSL}{6\,\sigma_{ST}}$ mede a relação entre largura da faixa de especificação e dispersão

$CpkL, CpkU = \dfrac{USL - \bar{X}}{3\,\sigma_{ST}}$ mede a relação entre largura da semi-faixa de espec. e dispersão

$Cpkm = \dfrac{Cpk}{\sqrt{1 + \left(\dfrac{\bar{X} - X_0}{\sigma_{ST}}\right)^2}}$

$< 1$ (incapaz)

f) $Cp,\ Cpk,\ Cpkm \ll 1 \Rightarrow$ processo é incapaz (ST)

(1/2) $Pp = \dfrac{USL - LSL}{6\,\sigma_{LT}} = \dfrac{21{,}02 - 20{,}50}{6 \cdot 0{,}220} = \dfrac{520}{1320} = 0{,}39 \ll 1$

processo não tem desempenho satisfatório

(LT)