

**Lista de Exercícios nº 4 – Gráficos de Controle por Variáveis**

- 1- (Montgomery – Ex. 5.6) O peso líquido (em onças, oz) de um alvejante em pó deve ser monitorado pelos gráficos de controle  $\bar{X}$  e R usando amostras de tamanho  $n=5$ . Dados para 20 amostras preliminares são os seguintes:

x1	x2	x3	x4	x5
15,8	16,3	16,2	16,1	16,6
16,3	15,9	15,9	16,2	16,4
16,1	16,2	16,5	16,4	16,3
16,3	16,2	15,9	16,4	16,2
16,1	16,1	16,4	16,5	16,0
16,1	15,8	16,7	16,6	16,4
16,1	16,3	16,5	16,1	16,5
16,2	16,1	16,2	16,1	16,3
16,3	16,2	16,4	16,3	16,5
16,6	16,3	16,4	16,1	16,5
16,2	16,4	15,9	16,3	16,4
15,9	16,6	16,7	16,2	16,5
16,4	16,1	16,6	16,4	16,1
16,5	16,3	16,2	16,3	16,4
16,4	16,1	16,3	16,2	16,2
16,0	16,2	16,3	16,3	16,2
16,4	16,2	16,4	16,3	16,2
16,0	16,2	16,4	16,5	16,1
16,4	16,0	16,3	16,4	16,4

- Construa gráficos de controle  $\bar{X}$  e R usando esses dados. O processo está sob controle estatístico?
  - Estime a média e o desvio-padrão do processo.
  - O peso do enchimento parece seguir uma distribuição normal?
  - Se as especificações são  $16,2 \pm 0,5$ , quais suas conclusões sobre a capacidade do processo produzir itens conformes?
  - Que fração de recipientes produzidos por esse processo estará provavelmente abaixo do limite inferior de especificação de 15,7 oz?
- 2- (Montgomery – Ex. 5.29) Duas peças são montadas conforme exibido na figura. Suponha que as dimensões  $x$  e  $y$  sejam normalmente distribuídas com médias  $\mu_x$  e  $\mu_y$  e desvios-padrão  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$ , respectivamente. As peças são produzidas em máquinas diferentes e são montadas aleatoriamente. Gráficos de controle devem ser mantidos sobre cada dimensão para a amplitude de cada amostra ( $n = 5$ ). Ambos os gráficos de amplitude estão sob controle.
- Para 20 amostras no gráfico de amplitude controlando  $x$  e 10 amostras no gráfico de amplitude controlando  $y$  temos que:

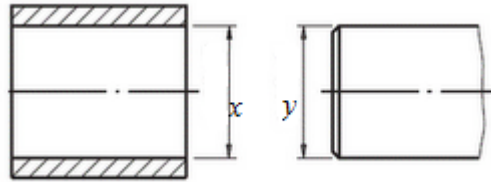
$$\sum_{i=1}^{20} R_{x_i} = 18,608 \text{ e } \sum_{i=1}^{10} R_{y_i} = 6,978$$

Estime  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$ .

## EST042 – Controle Estatístico de Qualidade

Prof. Lupércio França Bessegato

- b. Se a probabilidade de uma folga (isto é,  $x - y$ ) menor que 0,09 deve ser 0,006, que distância entre as dimensões médias (isto é,  $\mu_X - \mu_Y$ ) deve ser especificada?



- 3- (Branco Costa – Ex. 3.3) Os dados da Tabela 3.18 são a média amostral  $\bar{X}$  e a amplitude amostral ( $R$ ) de 30 amostras de tamanho 5, referentes ao diâmetro de um eixo.

- Calcule os limites de controle para os gráficos de amplitude ( $R$ ) e da média ( $\bar{X}$ );
- Se a média do processo se desloca para 7,50, qual a probabilidade de que descubramos tal mudança com o gráfico de ( $\bar{X}$ ), na primeira amostra após a mudança?
- Se a média do processo se desloca para 7,50, qual a probabilidade de que descubramos tal mudança com o gráfico de  $\bar{X}$ , antes da quarta amostra após a mudança;
- Se o desvio-padrão do processo muda para 3,61, qual a probabilidade de que descubramos tal mudança com o gráfico da amplitude, na primeira amostra após a mudança?
- Se o desvio-padrão do processo muda para 3,61, qual a probabilidade de que descubramos tal mudança com o gráfico da média, na primeira amostra após a mudança?
- Como fica o item (e) se, além de o desvio-padrão mudar para 3,61, a média deslocar-se para 6,00?

- 4- (Branco Costa – Ex. 3.5) Os volumes em centímetros cúbicos de três garrafas de refrigerante foram medidos a cada meia hora de produção durante 15 horas. Os volumes estão na Tabela 3.20.

- Obtenha os limites de controle para os gráficos da média e da amplitude;
- Caso a média do processo aumente para 250,8, qual a probabilidade de o gráfico da média sinalizar tal desajuste? (supor que o desvio-padrão do processo não se alterou) E qual a probabilidade de o gráfico da amplitude sinalizar tal desajuste?
- Caso a média do processo aumente para 250,8 qual a probabilidade de o gráfico da média e/ou o da amplitude sinalizar tal desajuste? (Suponha que o desvio-padrão do processo se alterou para 1,5).
- Caso o desvio-padrão do processo aumente em 30%, qual a probabilidade de o gráfico da média sinalizar tal desajuste? (Suponha

## EST042 – Controle Estatístico de Qualidade

Prof. Lupércio França Bessegato

que a média do processo não se altera e que o risco  $\alpha$  foi fixado em 0,1%).

5- (Branco Costa – Ex. 3.10) Os dados da Tabela 3.24 correspondem a um mês de amostras, cada uma com  $n = 6$ , de um processo de produção de anéis de vedação. As medidas correspondem aos últimos três dígitos. Por exemplo,  $\bar{X} = 297$  significa 1,4297 cm e  $R = 16$  significa 0,0016 cm. Foram calculados  $\bar{R} = 25,73$  e  $\bar{\bar{X}} = 259,59$ .

- Calcule os limites de controle para os gráficos de  $\bar{X}$  e R que você passará a monitorar o processo;
- É retirada uma amostra por dia. Suponha que ocorra alteração da média do processo para 1,4268 cm. Qual a probabilidade de que se passem quatro dias seguidos sem que o gráfico sinalize essa alteração ocorrida? (Suponha que o desvio-padrão do processo não se altere; apenas a média).
- Para melhorar o desempenho dos gráficos, o supervisor decidiu que, daqui para a frente, as amostras passarão a ser de 12 unidades. Quais devem ser os novos limites para os gráficos?
- Algumas pessoas criticaram a decisão do supervisor, dizendo que seria melhor manter as amostras de 6 unidades cada uma, passando porém a retirar 2 amostras por dia, em vez de apenas uma. Qual das duas alternativas (uma amostra de 12 unidades por dia, ou 2 amostras de 6 unidades por dia) leva ao menor tempo médio de detecção, pelo gráfico de  $\bar{X}$ , de eventuais alterações da média do processo para 1,4268 cm?

6- (Branco Costa – Ex. 3.12 e 3.13)

- Compare o poder dos gráficos da amplitude e ~~da variância~~ do desvio-padrão em sinalizar um aumento de 100% do desvio-padrão do processo. Adotar  $n = 5, 10, 15$ .
- Repita os exemplos **A** e **B** da **subseção 3.2.3.2**, considerando, porém o gráfico ~~da variância~~ do desvio-padrão ao invés do gráfico da amplitude. Compare os resultados.