

Universidade Federal do Paraná - Departamento de Estatística
CE323: Controle Estatístico de Qualidade
Exercícios - Módulo 3

Nota 1- Recomendo que antes de iniciar a resolução desta lista, os alunos revejam a primeira lista de exercícios e avaliem suas respostas com base no conhecimento adquirido até o momento.

Nota 2- Boa parte dos exercícios propostos foram extraídos na íntegra ou adaptados de Montgomery (2016).

1. Discuta a relação entre um gráfico de controle e um teste estatístico de hipóteses.
2. Discuta os erros do tipo I e do tipo II relativos ao gráfico de controle. Em termos de operação do processo, quais implicações práticas esses dois tipos de erros têm?
3. Discuta a lógica subjacente ao uso dos limites três sigmas nos gráficos de controle de Shewart. Como o gráfico responderá se forem escolhidos limites mais estreitos? E se forem escolhidos limites mais amplos?
4. O que são limites de alerta em gráficos de controle? Como podem ser usados?
5. Discuta o conceito de subgrupo racional. Que papel ele desempenha no delineamento de gráficos de controle?
6. Ao tomar amostras ou subgrupos de um processo, você desejaria que ocorressem causas atribuíveis dentro dos subgrupos ou entre eles? Justifique.
7. Qual informação é fornecida pela curva característica de operação de um gráfico de controle?
8. O que é o comprimento de sequência? Qual a sua distribuição? Como podemos usá-lo para avaliar o desempenho de um gráfico de controle?
9. O que é o comprimento médio de sequência? Qual o seu significado para um processo operando sob controle? E para um processo fora de controle?
10. Quais as duas fases de um gráfico de controle? Quais os principais objetivos de cada uma delas?
11. Como os custos de amostragem, os custos da produção de um número excessivo de unidades defeituosas e os custos de investigação de causas atribuíveis influenciam na escolha dos parâmetros de um gráfico de controle?
12. Um processo de moldagem usa um molde com cinco cavidades para uma peça usada em uma montagem automotiva. A espessura das paredes da peça é a característica crítica da qualidade. Foi sugerido o gráfico \bar{x} para monitorar esse processo e o uso, como subgrupo ou amostra, de todas as cinco peças resultantes de uma única “saída” da máquina. O que você acha dessa estratégia de amostragem?
13. Um processo de manufatura produz 500 peças por hora. Uma peça amostral é selecionada a cada meia hora e, depois de obtidas cinco peças, a média dessas cinco medidas é marcada em um gráfico de controle \bar{x} .
 - a) Esse esquema de amostragem é apropriado se a causa atribuível no processo resultar em uma elevação instantânea da média, de duração muito curta? Se sua resposta for não, proponha um procedimento alternativo.
 - b) Esse esquema é apropriado se a causa atribuível resultar em uma lenta e prolongada elevação da média? Se sua resposta for não, proponha um procedimento alternativo.

Em todos os exercícios apresentados na sequência, considere um gráfico de controle \bar{x} com limites de controle três sigma. Considere, adicionalmente, μ_0 e σ_0 a média e o desvio padrão do processo operando sob controle, que a variável aleatória monitorada tem distribuição normal, e que, na presença de alguma causa de variação atribuível, a média do processo se desloque para $\mu_1 = \mu_0 + k\sigma_0$.

14. Qual o menor tamanho de amostra (n) tal que a probabilidade de detectar uma alteração na média do processo para $\mu_1 = \mu_0 + \sigma_0$ numa próxima amostra seja superior a 0,70?

a) 5 b) 8 c) 10 d) 13 e) 15

Resposta: (d)

15. Qual o menor tamanho de amostra (n) tal que a probabilidade de detectar uma alteração na média do processo para $\mu_1 = \mu_0 + 1,5\sigma_0$ numa próxima amostra seja superior a 0,60?

a) 5 b) 8 c) 10 d) 13 e) 15

Resposta: (a)

16. Qual o menor tamanho de amostra (n) tal que a probabilidade de detectar uma alteração na média do processo para $\mu_1 = \mu_0 + 0,6\sigma_0$ até a quinta amostra (inclusive a quinta) seja superior a 0,50?

a) 5 b) 8 c) 10 d) 13 e) 15

Resposta: (c)

17. Qual o menor tamanho de amostra (n) tal que a probabilidade de detectar uma alteração na média do processo para $\mu_1 = \mu_0 + \sigma_0$ até a quinta amostra seja superior a 0,70?

a) 5 b) 8 c) 10 d) 13 e) 15

Resposta: (a)

18. Qual o menor tamanho de amostra (n) tal que o comprimento médio de sequência para uma alteração na média do processo para $\mu_1 = \mu_0 + 0,8\sigma_0$ seja inferior a 5?

a) 5 b) 8 c) 10 d) 13 e) 15

Resposta: (b)

19. Qual o menor tamanho de amostra (n) tal que o comprimento médio de sequência para uma alteração na média do processo para $\mu_1 = \mu_0 + 0,8\sigma_0$ seja inferior a 2?

a) 5 b) 8 c) 10 d) 13 e) 15

Resposta: (e)

20. Para quais dos planos relacionados abaixo o tempo médio para alerta, para uma alteração na média do processo para $\mu_1 = \mu_0 + \sigma_0$, é inferior a duas horas? Qual o plano mais econômico, em relação ao total de peças amostradas, dentre aqueles que satisfazem $TMA < 2hs$?

- a) $n = 3$; $h = 20min$;
- b) $n = 4$; $h = 20min$;
- c) $n = 5$; $h = 20min$;
- d) $n = 3$; $h = 15min$;
- e) $n = 4$; $h = 15min$;
- f) $n = 5$; $h = 15min$.

Resposta: Os valores de TMA para os seis planos são 3.25, 2.1, 1.5, 2.44, 1.575 e 1.125. Dentre os planos que satisfazem $TMA < 2$, o total de peças amostradas (calculado por $n \times CMS$), é menor no item (c).

21. Os dados disponíveis no arquivo Ex6_9.csv (na página da disciplina) referem-se aos desvios em relação ao diâmetro nominal de orifícios feitos em um material composto de fibra de carbono usado na fabricação de aviões. Os valores são expressos em décimos de milhares de uma polegada.
- Determine os limites de controle e os limites de atenção para o gráfico \bar{x} assumindo que, sob controle, tenhamos $\mu_0 = 0$ e $\sigma_0 = 25$ (considere $n = 5$);
 - Usando a função `qcc` (pacote `qcc`) do R, obtenha o gráfico de controle \bar{x} com limites de controle três sigma.
 - Avalie o gráfico obtido quanto a possíveis indicadores de descontrole.

Códigos para importação e conversão de formato dos dados:

```
dados_longo <- read.csv2('https://docs.ufpr.br/~taconeli/CE21917/Ex6_9.csv')
attach(dados_longo)
dados_wide <- qcc.groups(data = Diametro, sample = Amostra)
```

MONTGOMERY, Douglas C. Introdução ao controle estatístico da qualidade. 7.ed. Grupo Gen-LTC, 2016.