

Lista de Exercícios 3

Controle Estatístico de Qualidade - 02/2020

1. (5.5) Em um processo metalúrgico, deseja-se avaliar a capacidade de medição de um durômetro para monitorar a dureza do material fabricado. Para isso, 10 peças extraídas do processo e representativas da variabilidade dos resultados são medidas três vezes por um mesmo operador. Os dados são apresentados na tabela 5.5. Estime a variância de vida ao instrumento de medição e a variância devida ao processo. Calcule qual porcentagem da variabilidade de total dos dados é devida ao instrumento.

Tabela 5.5 Dados do exercício 5.5.

Peça	Medidas		
	1	2	3
1	227	225	210
2	235	237	240
3	281	302	294
4	306	282	292
5	219	244	232
6	302	285	287
7	299	302	282
8	265	280	260
9	301	300	275
10	255	235	242

$$R: (\hat{\sigma}_{med}^2 = 132,7 \quad \hat{\sigma}_{processo}^2 = 784,1 \quad \%R\&R = 38,04\%)$$

2. (5.6) Para a avaliação do erro sistemático de leitura de um micrômetro usado para medir peças com dimensão nominal de 20,000 mm, um bloco-padrão de dimensão 20,000 mm foi usado como padrão de referência. Esse bloco foi, então, medido 10 vezes por um mesmo operador com o uso do micrômetro em questão. Os resultados das medições são apresentados na tabela 5.6.
- Calcule o erro sistemático do instrumento. ($\bar{d} = 0,0018mm$)
 - Para um intervalo de confiança de 95%, avalie se o erro sistemático é significativamente diferente de zero. ($-0,0006 \leq erro \leq 0,0042$)

Tabela 5.6 Dados do exercício 5.6.

Medição	Leitura (mm)	Medição	Leitura (mm)
1	20,007	6	20,003
2	20,005	7	20,001
3	19,997	8	20,004
4	20,003	9	20,002
5	19,998	10	19,998

3. (5.7) Para analisar a capacidade de um micrômetro, 25 peças foram medidas por quatro operadores; cada peça foi medida 3 vezes por operador. Obtiveram-se os resultados na tabela 5.7.
- Qual o desvio padrão do erro da medida? ($\hat{\sigma}_{med} = 0,00423$)
 - Pelas especificações, a dimensão da peça deve estar compreendida entre 19,78 e 20,36. A capacidade do sistema de medição é adequada (satisfatória) em relação às especificações? Justifique. ($PT = 4,38\%$)

Tabela 5.7 Dados do exercício 5.7.

	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4
$\bar{\bar{x}}$	20,07545	20,07935	20,07140	20,07680
\bar{R}	0,0039	0,0017	0,0038	0,0027

4. (5.8) Para analisar a capacidade de um instrumento de medida, 25 peças foram medidas por dois operadores; cada peça foi medida três vezes por operador. Obtiveram-se os resultados na tabela 5.8.
- Estime a *repetitividade* e *reprodutibilidade* desse método/instrumento de medida (isto é, os desvios-padrão associados a cada uma dessas propriedades). E qual é o desvio-padrão do erro de medição? ($\hat{\sigma}_{repe} = 0,1063$, $\hat{\sigma}_{repro} = 0,0140$, $\hat{\sigma}_{med} = 0,1072$)
 - O desvio-padrão total dos dados foi calculado, é igual a 0,47. A capacidade do sistema de medição é adequada em relação à variabilidade dos dados? Justifique. ($\%R\&R = 22,8\%$)
 - As especificações para a dimensão da peça são 35 ± 6 . A capacidade do sistema de medição é adequada em relação às especificações? Justifique. ($PT = 5,36\%$)

Tabela 5.8 Dados do exercício 5.8.

	Operador 1	Operador 2
$\bar{\bar{x}}$	35,014	34,993
\bar{R}	0,19	0,17

5. (5.9) Uma empresa, modernizando seus processos, adquiriu um equipamento de medida mais sofisticado que o anterior. Num estudo da repetitividade e da reprodutibilidade do processo de medida com o equipamento, inicialmente, o Operador 1 utilizou-o para medir uma dimensão crítica em 10 peças. Cada peça foi medida três vezes pelo operador. Os dados estão na tabela 5.9.
- Considerando apenas os dados do operador 1, verifique se o instrumento é adequado para o efeito de medir a variabilidade entre peças. Qual a sua conclusão? ($\%R\&R = 65\%$)
 - Posteriormente, outro operador (Operador 2) foi utilizado para medir as mesmas peças. Utilizando os dados de ambos os operadores, estime a repetitividade e a reprodutibilidade desse método/instrumento de medida (isto é, os desvios-padrão associados a cada uma dessas propriedades). ($\hat{\sigma}_{repe} = 1,18$, **repetitividade = 7,1**; $\hat{\sigma}_{repro} = 0$, **reprodutibilidade = 0**)
 - Estime o desvio-padrão total do erro de medição. ($\hat{\sigma}_{med} = 1,18$)
 - O desvio-padrão total dos dados foi calculado e é igual a 1,67. Qual a sua estimativa do desvio padrão da dimensão crítica X das peças? ($\hat{\sigma}_{proc} = 1,18$)
 - As especificações para a dimensão da peça são $30 \pm 7,5$. considerando as especificações, a capacidade do sistema de medição é adequada? Justifique. ($PT = 47\%$)
 - Calcule a $\%R\&R$. O instrumento é adequado em relação à variabilidade do conjunto de dados? Por quê? ($\%R\&R = 70,7$)

Tabela 5.9 Dados do exercício 5.9.

Número da peça	Medidas feitas pelo operador 1					Medidas feitas pelo operador 2				
	1	2	3	Média	R	1	2	3	Média	R
1	31 ¹	31 ¹	31 ¹	31,0	0	31	30	30	30,3	1
2	29 ¹	31 ¹	30 [~]	30,0	2	28	30	31	29,7	3
3	33 ³	30 [~]	30 [~]	31,0	3	34	32	31	32,3	3
4	30 [~]	31 ¹	30 [~]	30,3	1	31	28	29	29,3	3
5	27 ³	26 ⁴	29 ¹	27,3	3	26	27	28	27,0	2
6	30 [~]	29 ¹	30 [~]	29,7	1	30	28	31	29,7	3
7	32 ²	30 [~]	30 [~]	30,7	2	32	30	30	30,7	2
8	32 ²	32 ²	31 ¹	31,7	1	31	31	31	31,0	0
9	32 ²	30 [~]	29 ¹	30,3	3	33	28	30	30,3	5
10	28 ²	29 ¹	28 ²	28,3	1	28	29	28	28,3	1