

Nome: Luan Felipe Junqueira - 39449 \_\_\_\_\_ Data: 18 de junho de 2018

1. **Controle de Qualidade.** Os dados a seguir foram obtidos em um ensaio  $R\&R$ . Determine os parâmetros  $\%R\&R_{VT}$  e  $\%R\&R_{TOL}$  desses processos de medição e indique se eles são adequados ou não e o motivo (Extraído do livro *Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial* de Armando Albertazzi G. Jr. e André R. de Souza, 2ª edição, página 409).

|            |           | Peças |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Operadores |           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| A          | Medição 1 | 65.52 | 65.67 | 65.57 | 65.61 | 65.59 | 65.48 | 65.63 | 65.6  | 65.47 |
|            | Medição 2 | 65.69 | 65.6  | 65.44 | 65.51 | 65.55 | 65.56 | 65.64 | 65.61 | 65.52 |
|            | Medição 3 | 65.47 | 65.59 | 65.52 | 65.58 | 65.45 | 65.57 | 65.52 | 65.58 | 65.69 |
| B          | Medição 1 | 65.56 | 65.54 | 65.63 | 65.54 | 65.55 | 65.6  | 65.47 | 65.47 | 65.76 |
|            | Medição 2 | 65.44 | 65.63 | 65.62 | 65.59 | 65.53 | 65.55 | 65.6  | 65.61 | 65.47 |
|            | Medição 3 | 65.56 | 65.67 | 65.39 | 65.54 | 65.55 | 65.7  | 65.61 | 65.52 | 65.51 |
| C          | Medição 1 | 65.58 | 65.61 | 65.49 | 65.46 | 65.57 | 65.61 | 65.58 | 65.5  | 65.61 |
|            | Medição 2 | 65.61 | 65.64 | 65.48 | 65.55 | 65.52 | 65.72 | 65.55 | 65.5  | 65.63 |
|            | Medição 3 | 65.26 | 65.44 | 65.49 | 65.49 | 65.62 | 65.7  | 65.5  | 65.53 | 65.45 |

2. **Ajuste Linear.** Para determinar a constante de elasticidade de uma mola, um estudante pendura várias massas  $M$  em uma extremidade da mola e mede a sua correspondente dimensão  $l$ . Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1. Como a força  $mg = k(l - l_0)$  é o comprimento da mola sem distensão, esses dados devem se ajustar a uma reta,  $l = l_0 + (g/k)m$ . Faça um ajuste por mínimos quadrados para essa reta, considerando os dados apresentados, e determine as melhores estimativas para  $l_0$  e para  $k$ . Calcule o comprimento  $l$  e sua incerteza para o peso de 1kg (Extraído do livro *Introdução à análise de erros* de John R. Taylor, 2ª edição, página 200).

| Peso $m$ (gramas)    | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 700   | 800   | 900   |
|----------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Comprimento $l$ (cm) | 4.07 | 5.64 | 6.56 | 8.12 | 9.09 | 10.16 | 10.17 | 10.61 |

Tabela 1: Comprimento *versus* peso para uma mola  $M$ .

3. **Medidas Correlacionadas.** Considere o modelo matemático abaixo para medição de uma resistência com base nos valores simultaneamente observados de corrente e voltagem sob condições ambientais idênticas, utilizando um voltímetro e um amperímetro (ambos os instrumentos estavam com escala selecionada visando a menor incerteza associada ao conjunto de medições em questão, ver Tabelas 3 e 4), considerando a influência de correlação entre as variáveis e tendo ciência de que a temperatura ambiente estava oscilando entre  $20^\circ C$  e  $22^\circ C$ . Determine a incerteza no cálculo de  $R$  com 99.73% de confiança de acordo com a quantidade de algarismos significativos de acordo com o Método de Monte Carlo.

$R = (V_a + V_{resol} + V_{calib} + V_{temp}) / (I_a + I_{resol} + I_{calib} + I_{temp})$ , sendo:

| N          | 1       | 2       | 3       | 4      | 5       | 6       | 7       | 8       |
|------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| $V_a$ (V)  | 10.76   | 10.89   | 10.18   | 9.02   | 10.46   | 10.76   | 10.32   | 10.66   |
| $I_a$ (mA) | 107.108 | 109.817 | 102.347 | 89.673 | 104.958 | 106.688 | 102.588 | 106.555 |

Tabela 2: Medições simultâneas de voltagem e corrente

| Faixa                | Precisão          |
|----------------------|-------------------|
| 200mV, 2V, 20V, 200V | $\pm(0.5\% + 3D)$ |
| 1000V                | $\pm(1.0\% + 5D)$ |

| Faixa | Incerteza         |
|-------|-------------------|
| 20mA  | $\pm(0.8\% + 3D)$ |
| 200mA | $\pm(1.2\% + 4D)$ |
| 20A   | $\pm(2.0\% + 5D)$ |

Tabela 3: Incerteza do voltímetro de 3 1/2 dígitos, segundo o certificado de calibração, válida para temperatura ambiente oscilando entre  $-10^\circ C$  e  $40^\circ C$ .

Tabela 4: Incerteza do amperímetro de 5 1/2 dígitos, segundo o certificado de calibração, válida para temperatura de  $23^\circ C \pm 5^\circ C$  e umidade relativa  $< 75\%$ .