

Nome: Gustavo Peres Bernartt - 186948 \_\_\_\_\_ Data: 19 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 | 71.73 | 71.64 | 71.78 | 71.54 | 71.62 | 71.49 | 71.49 | 71.6  | 71.44 |
|            | Medição 2 | 71.54 | 71.74 | 71.62 | 71.71 | 71.48 | 71.4  | 71.62 | 71.69 | 71.36 |
|            | Medição 3 | 71.57 | 71.75 | 71.61 | 71.88 | 71.47 | 71.57 | 71.51 | 71.71 | 71.63 |
| B          | Medição 1 | 71.52 | 71.51 | 71.6  | 71.51 | 71.66 | 71.83 | 71.72 | 71.55 | 71.59 |
|            | Medição 2 | 71.73 | 71.62 | 71.61 | 71.55 | 71.65 | 71.53 | 71.62 | 71.77 | 71.53 |
|            | Medição 3 | 71.89 | 71.5  | 71.73 | 71.8  | 71.66 | 71.51 | 71.63 | 71.76 | 71.47 |
| C          | Medição 1 | 71.81 | 71.43 | 71.56 | 71.58 | 71.53 | 71.8  | 71.61 | 71.6  | 71.64 |
|            | Medição 2 | 71.73 | 71.6  | 71.65 | 71.66 | 71.59 | 71.63 | 71.57 | 71.64 | 71.66 |
|            | Medição 3 | 71.45 | 71.67 | 71.77 | 71.65 | 71.54 | 71.7  | 71.53 | 71.59 | 71.64 |

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) | 4.21 | 4.8 | 4.81 | 5.57 | 7.28 | 7.79 | 9.46 | 10.13 |

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  $18^\circ C$  e  $23^\circ C$ . 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)  | 11.12   | 8.9    | 9.87   | 8.46   | 11.51   | 8.45   | 8.61   | 10.27   |
| $I_a$ (mA) | 110.967 | 88.436 | 97.882 | 85.476 | 114.188 | 85.384 | 85.757 | 103.395 |

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  $< 75\%$ .