

Nome: Bruno Rafael de Oliveira - 5793\_\_\_\_\_ 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 | 77.09 | 77.18 | 77.01 | 77.2  | 77.59 | 77    | 77.15 | 77.48 | 76.91 |
|            | Medição 2 | 77.08 | 77.16 | 77.3  | 77.37 | 77.34 | 77.2  | 77.29 | 77.17 | 77.16 |
|            | Medição 3 | 77.39 | 77.36 | 77.4  | 76.78 | 77.35 | 77.12 | 77.16 | 76.9  | 77.02 |
| B          | Medição 1 | 77.02 | 77.19 | 77.29 | 77.01 | 77.32 | 77.1  | 77.36 | 76.6  | 76.87 |
|            | Medição 2 | 77.53 | 77    | 77.03 | 76.98 | 77.16 | 77.44 | 77.24 | 77.04 | 77.11 |
|            | Medição 3 | 77.03 | 76.92 | 77.07 | 77.22 | 77.41 | 77    | 76.96 | 77.19 | 77.33 |
| C          | Medição 1 | 76.97 | 77.13 | 77.06 | 77.17 | 77.25 | 77.81 | 76.84 | 77.36 | 77.03 |
|            | Medição 2 | 76.84 | 77.2  | 77.27 | 77.4  | 77.39 | 77.17 | 77.28 | 77.13 | 76.97 |
|            | Medição 3 | 76.92 | 77.11 | 76.78 | 77.42 | 77.45 | 76.99 | 77.32 | 76.83 | 76.86 |

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) | 5.25 | 6.14 | 6.32 | 6.9 | 7.45 | 7.58 | 7.94 | 8.75 |

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  $23^\circ C$  e  $25^\circ C$ . 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)  | 9.66   | 9.97   | 10.25  | 9.32   | 9.22   | 8.71   | 10.37   | 10.17   |
| $I_a$ (mA) | 97.491 | 98.849 | 102.11 | 93.843 | 92.263 | 87.761 | 104.525 | 101.163 |

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  $< 75\%$ .