

Nome: Christian Fraga Casalino de Souza Lobo - 39454 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 | 77.8 | 77.66 | 77.62 | 78.07 | 78.11 | 77.84 | 77.94 | 78.1 | 77.66 |
| | Medição 2 | 77.8 | 78 | 78.01 | 78.01 | 77.64 | 77.58 | 78.12 | 77.7 | 77.82 |
| | Medição 3 | 78.14 | 77.99 | 77.82 | 77.97 | 77.93 | 77.96 | 77.79 | 77.72 | 77.8 |
| B | Medição 1 | 77.98 | 77.88 | 77.55 | 78.32 | 77.92 | 77.74 | 77.79 | 77.47 | 77.53 |
| | Medição 2 | 77.66 | 77.65 | 77.58 | 78 | 77.96 | 78.09 | 77.9 | 77.56 | 77.47 |
| | Medição 3 | 77.62 | 77.79 | 77.74 | 77.63 | 77.72 | 77.88 | 77.59 | 77.37 | 77.66 |
| C | Medição 1 | 77.83 | 77.74 | 77.88 | 77.99 | 77.67 | 77.53 | 77.73 | 78.12 | 78.1 |
| | Medição 2 | 77.69 | 78.16 | 77.95 | 77.83 | 78.02 | 78.05 | 77.59 | 77.88 | 77.62 |
| | Medição 3 | 77.95 | 77.54 | 77.71 | 78.18 | 77.84 | 77.73 | 77.23 | 77.66 | 77.81 |

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) | 5.19 | 5.54 | 6.5 | 7.3 | 7.61 | 8.87 | 8.97 | 10.36 |

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 21°C e 25°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) | 9.88 | 10.84 | 8.88 | 11.63 | 8.68 | 10.06 | 11.56 | 9.63 |
| I_a (mA) | 99.671 | 108.021 | 88.89 | 115.538 | 87.25 | 99.702 | 116.449 | 95.519 |

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°C e 40°C .

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