

Nome: Rafael Vanzella Pontes - 40979 _____ 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 | 65.55 | 65.61 | 65.59 | 65.61 | 65.48 | 65.52 | 65.5 | 65.74 | 65.73 |
| | Medição 2 | 65.39 | 65.54 | 65.47 | 65.59 | 65.43 | 65.54 | 65.61 | 65.59 | 65.6 |
| | Medição 3 | 65.61 | 65.59 | 65.51 | 65.39 | 65.35 | 65.47 | 65.45 | 65.65 | 65.46 |
| B | Medição 1 | 65.74 | 65.51 | 65.64 | 65.65 | 65.8 | 65.68 | 65.6 | 65.47 | 65.55 |
| | Medição 2 | 65.58 | 65.51 | 65.77 | 65.62 | 65.34 | 65.26 | 65.47 | 65.43 | 65.49 |
| | Medição 3 | 65.62 | 65.53 | 65.65 | 65.67 | 65.4 | 65.55 | 65.41 | 65.49 | 65.42 |
| C | Medição 1 | 65.32 | 65.55 | 65.42 | 65.49 | 65.52 | 65.65 | 65.44 | 65.61 | 65.5 |
| | Medição 2 | 65.75 | 65.57 | 65.56 | 65.71 | 65.49 | 65.54 | 65.43 | 65.55 | 65.44 |
| | Medição 3 | 65.58 | 65.63 | 65.7 | 65.7 | 65.51 | 65.57 | 65.35 | 65.44 | 65.54 |

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) | 4.39 | 7.64 | 8.48 | 8.55 | 8.91 | 9.16 | 9.17 | 10.37 |

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) | 10.48 | 10.3 | 10.28 | 10.82 | 10.47 | 9.11 | 9.51 | 10.29 |
| I_a (mA) | 104.545 | 103.981 | 102.378 | 107.672 | 105.686 | 90.912 | 96.07 | 102.567 |

Tabela 2: Medições simultâneas de voltagem e corrente

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

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 $40^\circ C$.

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

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 $< 75\%$.