

Nome: Gezheng Liu - 47772 _____ 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 | 58.41 | 58.26 | 58.31 | 58.16 | 58.33 | 58.3 | 58.36 | 58.22 | 58.32 |
| | Medição 2 | 58.24 | 58.5 | 58.29 | 58.28 | 58.29 | 58.41 | 58.14 | 58.27 | 58.21 |
| | Medição 3 | 58.29 | 58.44 | 58.41 | 58.47 | 58.19 | 58.21 | 58.41 | 58.42 | 58.33 |
| B | Medição 1 | 58.34 | 58.12 | 58.18 | 58.32 | 58.05 | 58.28 | 58.37 | 58.53 | 58.24 |
| | Medição 2 | 58.29 | 58.24 | 58.3 | 58.35 | 58.31 | 58.34 | 58.28 | 58.54 | 58.37 |
| | Medição 3 | 58.36 | 58.22 | 58.32 | 58.5 | 58.43 | 58.37 | 58.28 | 58.56 | 58.22 |
| C | Medição 1 | 58.25 | 58.29 | 58.47 | 58.16 | 58.4 | 58.4 | 58.37 | 58.36 | 58.49 |
| | Medição 2 | 58.33 | 58.23 | 58.37 | 58.27 | 58.19 | 58.31 | 58.53 | 58.28 | 58.4 |
| | Medição 3 | 58.25 | 58.21 | 58.14 | 58.23 | 58.2 | 58.16 | 58.23 | 58.24 | 58.5 |

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 | 5.05 | 5.45 | 6.39 | 7.24 | 7.66 | 9.77 | 9.95 |

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°C e 20°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.

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

| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| V_a (V) | 11.4 | 9.85 | 9.37 | 8.6 | 10.09 | 11.3 | 8.38 | 9.66 |
| I_a (mA) | 114.214 | 98.068 | 93.632 | 85.154 | 101.283 | 112.405 | 83.256 | 96.951 |

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 $< 75\%$.