

1. Cálculo de Incerteza de um Relógio Comparador

Um laboratório realiza a calibração de um relógio comparador com resolução de 0,01 mm. A calibração é feita por comparação através de um calibrador de relógios. O calibrador possui resolução de 0,001mm com incerteza expandida de 0,001mm para $k=2$.

Os valores medidos são apresentados na Tabela 1.

Ref (mm)	Leituras (mm)									
	Avanço	Retorno	Avanço	Retorno	Avanço	Retorno	Avanço	Retorno	Avanço	Retorno
0,1	0,101	0,098	0,102	0,1	0,102	0,099	0,103	0,099	0,101	0,1
0,5	0,503	0,502	0,504	0,501	0,502	0,5	0,502	0,501	0,503	0,502
1	1,005	1,002	1,004	1	1,006	1,003	1,005	1,001	1,004	1,002

Tabela 1. Valores das medições

Considerando os dados do problema, determine:

- As fontes de incerteza mais apropriadas;
- O modelo matemático;
- O erro sistemático para cada valor de referência;
- A verificação do pressuposto de estabilidade dos valores medidos;
- A incerteza padrão associada em todas as fontes de incerteza;
- A incerteza combinada para cada ponto da escala (valor de referência);
- A incerteza expandida para cada ponto da escala;
- O resultado da medição corrigido para cada ponto da escala.

Resposta Final

RESULTADO				
Faixa	RB (média)		Incerteza Expandida	unidade
0,1	0,1005	±	0,0062	mm
0,5	0,5020	±	0,0060	mm
1,0	1,0032	±	0,0063	mm

2. Cálculo de Incerteza de uma balança de precisão Digital

Um laboratório realiza a calibração de uma balança digital através de pesos padrões. Os dados dos certificados de cada peso padrão são apresentados na Tabela 1.

A resolução da balança é de 0,001 mg e a faixa de operação é de 0 a 100mg.

Nominal (mg)	Valor Certificado (mg)	U (mg)	k	Veff	Deriva (mg)
1	1,00001	0,00001	2	∞	0,00001
50	50,00000	0,00001	2	∞	0,00001
100	100,00000	0,00002	2,52	6	0,00001

Tabela 1. Dados do Certificado de Calibração dos pesos Padrão

A Tabela 2 apresenta os valores medidos dos padrões com a balança a ser calibrada. As medições foram realizadas dentro das condições normais de temperatura, umidade e pressão.

Valor de referência	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
1	1,000	1,001	1,000	1,000	1,001
50	50,000	50,001	50,001	50,000	50,001
100	100,000	100,000	100,000	100,001	100,000

Tabela 2. Valores medidos em mg

Considerando os dados do problema e os possíveis efeitos aplicáveis das condições ambientais, determine:

- As fontes de incerteza mais apropriadas;
- O modelo matemático;
- O erro sistemático para cada valor de referência;
- A incerteza padrão associada em todas as fontes de incerteza;
- A incerteza combinada para cada ponto da escala (valor de referência);
- A incerteza expandida para cada ponto da escala;
- O resultado da medição corrigido para cada ponto da escala.

Resposta Final

RESULTADO				
Faixa	RB		IM	
1	1,0004	±	0,0008	mg
50	50,0006	±	0,0008	mg
100	100,0002	±	0,0007	mg

3. Um laboratório realiza a calibração de um voltímetro digital por comparação, conforme os dados abaixo.

Características do Equipamento		Características do Padrão	
Resolução (mV):	0,1	Resolução (mV):	0,01
Faixa de Indicação (mV):	0 - 100	Faixa de Indicação (mV):	0 - 100
Valor de Referência (mV):	25	Incerteza Expandida (mV):	$\pm 0,001\%$ ($k = 2$)

Os valores medidos são apresentados na Tabela abaixo.

Valor de referência	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Leitura 4	Leitura 5
25	25,0900	25,1100	25,0800	25,0700	25,0900

Considerando os dados do problema e os possíveis efeitos aplicáveis das condições ambientais, determine:

- As fontes de incerteza mais apropriadas;
- O modelo matemático;
- O erro sistemático para cada valor de referência;
- A incerteza padrão associada em todas as fontes de incerteza;
- A incerteza combinada para cada ponto da escala (valor de referência);
- A incerteza expandida para cada ponto da escala;
- O resultado da medição corrigido para cada ponto da escala.

Resposta para Incerteza Expandida

V_{eff}	k (95,45%)	Incerteza Expandida U
1.622	2,00	0,05953