

Conceitos básicos: Medição

- *É o conjunto de operações que tem por objetivo determinar o valor de uma grandeza.*
- Medições, mesmo que bem controladas, estão sujeitas a variações causadas por inúmeras fontes.
- Cabe ao experimentalista identificar as fontes de desvio que podem afetar o processo de medição, quantificá-los e atuar de modo a trazê-los para níveis aceitáveis.
- A falta de repetibilidade de uma medida está relacionada com a **incerteza**. Já o termo **erro** é mais utilizado para designar o afastamento entre o valor medido e o valor verdadeiro.

Conceitos básicos:

- **Exatidão (*accuracy*)** :Indica o grau de concordância entre o resultado de uma medição e um valor verdadeiro do mensurando.

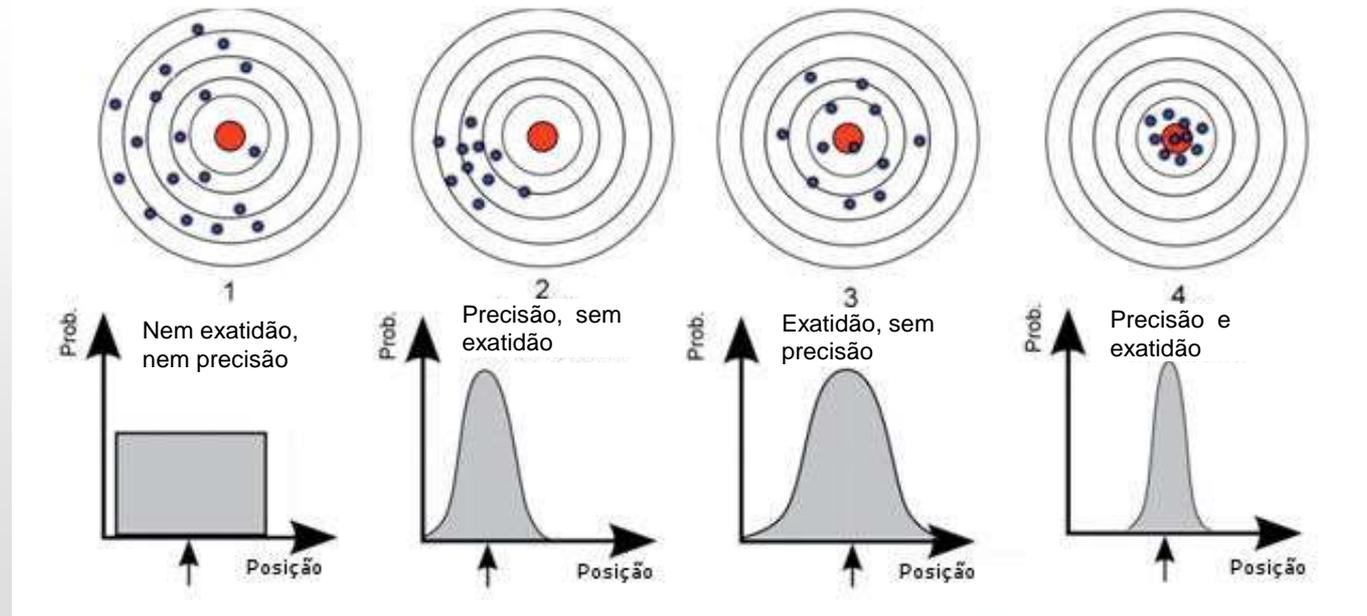
Conceitos básicos:

- **Precisão:** Indica o grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando, efetuadas sob as mesmas condições de medição. Estas condições incluem:
 - mesmo procedimento de medição
 - mesmo observador
 - mesmo instrumento de medição
 - mesmo local
 - repetição em curto período de tempo

A precisão de medição é geralmente expressa numericamente por características como o desvio-padrão, a variância ou o coeficiente de variação, sob condições especificadas de medição

Conceitos básicos: Exatidão e Precisão

- Fazendo uma analogia com o disparo de um projétil contra um alvo, podemos dizer que a exatidão corresponde a acertar na média o centro do alvo e repetibilidade está relacionada ao nível de dispersão dos disparos.



Conceitos básicos:

- **Reprodutibilidade dos Resultados da Medição:**
Indica o grau de concordância entre os resultados das medições de um mesmo mensurando, efetuadas sob condições variadas de medição. As condições alteradas de medição podem incluir:
 - princípios de medição distintos
 - métodos de medição
 - observador
 - instrumento de medição
 - local
 - padrão de referência
 - repetição com longo intervalo de tempo

Conceitos básicos:

- **Sensibilidade de um Instrumento:**

Indica a variação da resposta de um instrumento de medição dividida pela correspondente variação do estímulo, de acordo com a equação abaixo:

$$S = \frac{\partial z}{\partial x}$$

onde x é a variável que está sendo medida e z é a saída do instrumento.

- **Resolução:** É a menor diferença entre indicações de um dispositivo mostrador que pode ser significativamente percebida.

Conceitos básicos:

- **Calibração:** É o conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre valores indicados por um instrumento de medição e os valores correspondentes das grandezas estabelecidas por padrões. De acordo com o VIM/INMETRO-2005, o termo aferição pode ser usado como sinônimo de calibração
- **Rastreabilidade:** É a propriedade do resultado de uma medição ou do valor de um padrão de estar relacionado a referências estabelecidas, geralmente padrões nacionais ou internacionais, através de uma cadeia contínua de comparações, todas tendo incertezas estabelecidas

Conceitos básicos:

- **Padrões:** Definição dada pelo INMETRO: *“Medida materializada, instrumento de medição, material de referência ou sistema de medição destinado a definir, realizar, conservar ou reproduzir uma unidade ou um ou mais valores de uma grandeza para servir como referência”*.
- Os padrões foram criados para que profissionais em diferentes partes do mundo possam comparar os resultados de suas experiências em uma base consistente.

Conceitos básicos:

- **Unidades Base (Sistema Internacional):**As definições das unidades do Sistema Internacional de unidades – SI podem ser encontradas na página do INMETRO no endereço:

<http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/Si.pdf>

- A seguir apresentamos as unidades de base deste sistema.

Métodos Experimentais em Termociências

I.B De Paula

Conceitos básicos:

- **Unidades Base (Sistema Internacional):** INMETRO
<http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/Si.pdf>
- **Unidade de comprimento (m):** A definição do metro baseada inicialmente no protótipo internacional em platina, está em vigor desde 1889. Com a finalidade de aumentar a exatidão, em 1983 foi adotada a definição atual como sendo: “O metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de $1/299\,792\,458$ de segundo.”
- Essa definição tem o efeito de fixar a velocidade da luz em $299\,792\,458\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, exatamente.
- O antigo protótipo internacional do metro, é conservado no Bureau Internacional de Pesos e Medidas

Conceitos básicos: Unidades Base (SI)

- **Unidade de massa (kg):** O protótipo internacional do quilograma foi sancionado em 1889 com base na massa de um protótipo feito em platina iridiada e que é conservado no Bureau Internacional (Sèvres, França), nas condições que foram fixadas pela convenção de 1889.
- **Unidade de Quantidade de Matéria, mol (mol):** quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos em 0,012 kg de Carbono 12 (1971).

Conceitos básicos: Unidades Base (SI)

- **Unidade de tempo (s):** Primitivamente, o segundo, unidade de tempo, era definido como a fração $1/86\,400$ do dia solar médio. Porém trabalhos demonstraram que o dia solar médio não apresentava as garantias de exatidão requeridas, por causa das irregularidades da rotação da Terra.
- Para conferir maior exatidão à definição da unidade de tempo, em 1967 decidiu-se substituir a definição do segundo pela seguinte:
- “O segundo é a duração de $9\,192\,631\,770$ períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.”

Conceitos básicos: Unidades Base (SI)

- **Unidade de corrente (A):** Em 1948 foi adotado para o ampère, unidade de corrente elétrica, a seguinte definição:
- *“O ampère é a intensidade de uma corrente elétrica constante que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível, e situados à distância de 1 metro entre si, no vácuo, produz entre estes condutores uma força igual a 2×10^{-7} Newton por metro de comprimento.”*

Conceitos básicos: Unidades Base (SI)

- **Unidade de temperatura (K):** foi escolhido o ponto tríplice da água como ponto fixo fundamental, como se segue a definição:
- *“O kelvin, unidade de temperatura termodinâmica, é a fração 1/273,16 da temperatura termodinâmica no ponto tríplice da água.”.*
- **Unidade de Intensidade Luminosa, candela (cd):** intensidade luminosa, numa direção dada, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e cuja intensidade energética naquela direção é 1/683 Watt por esteroradiano (Ratificada pela 16a CGPM, 1979).

Conceitos básicos: Unidades Derivadas (SI)

- Outras dimensões e suas unidades associadas podem ser definidas em termos das dimensões de base.

Ex: Força: $1N = massa \times aceleração = \frac{kg \cdot m}{s^2}$

– Pressão: $1Pa = \frac{Força}{Área} = \frac{kg}{m \cdot s^2} = \frac{N}{m^2}$

– Energia: $1J = Força \times comprimento = \frac{kg \cdot m^2}{s^2} = N \cdot m$

– Potência: $1W = \frac{energia}{tempo} = \frac{kg \cdot m^2}{s^3} = \frac{J}{s}$

- Etc...

Conceitos básicos: Hierarquia de Padrões

- O valor conhecido aplicado a um sistema de medição durante sua calibração torna-se o padrão em relação ao qual a calibração é feita.
- Não é conveniente utilizar o padrão original (França) para calibrar uma balança, por exemplo.
- Logo, por razões práticas existe uma hierarquia de padrões secundários e de referências para reproduzir o padrão primário.

Métodos Experimentais em Termociências

I.B De Paula

Conceitos básicos: Hierarquia de Padrões

| Hierarquia | |
|-------------------------|---|
| Padrão Primário | Mantido como padrão absoluto de unidade |
| Padrão de Transferência | Usado para calibrar padrões locais |
| Padrão Local | Usado para calibrar padrões de trabalho |
| Padrão de Trabalho | Usado para calibrar instrumentos locais |

Obs: Podem existir padrões intermediários suplementares entre os níveis de hierarquia.

- Cada nível subsequente da hierarquia é derivado por uma calibração contra o padrão no nível precedente. A rastreabilidade da calibração de um instrumento é obtida quando essa hierarquia é seguida e uma metodologia reconhecida é adotada na calibração.

Métodos Experimentais em Termociências

I.B De Paula

Conceitos básicos: Hierarquia de Padrões

| Padrão | | |
|-------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Nível | Método | Incerteza (°C) |
| Padrão Primário | Pontos termodinâmicos fixos | 0 |
| Padrão de Transferência | Termômetro de resistência de platina | $\pm 0,005$ |
| Padrão Local | Termômetro de resistência de platina | $\pm 0,05$ |
| Padrão de Trabalho | Termopar | $\pm 0,5$ |

Ex.: Rastreabilidade da hierarquia de um padrão de temperatura.

Obs: Cada um dos padrões intermediários, devem ser periodicamente calibrados contra o padrão no nível imediatamente superior na hierarquia.

Métodos Experimentais em Termociências

I.B De Paula

Conceitos básicos: Hierarquia de Padrões

