

SPMet

Sociedade Portuguesa
de Metrologia

METROLOGIA / CONCEITOS BÁSICOS

ALGUNS CONCEITOS BÁSICOS DE METROLOGIA

**Nota
prévia**

A selecção de alguns dos conceitos básicos de Metrologia foi orientada no sentido de esclarecer alguns dos conceitos metrológicos mais correntes e que se referem em cadeia.

Adoptámos para a definição destes conceitos básicos a formulação consagrada internacionalmente na 3ª edição do VIM – “Vocabulário Internacional de Metrologia. Conceitos Básicos e Gerais e Termos Associados” (Guia ISO/IEC 99) [1], que foi publicado em 2007 e traduzido para português em 2008. A edição portuguesa [2] deste Vocabulário está disponível para *download* no *site* do Instituto Português da Qualidade (IPQ), www.ipq.pt. A edição internacional está disponível no *site* do *Bureau International de Pesos e Medidas* (BIPM), www.bipm.org.

A 3ª Edição internacional do VIM foi produzida pelo Grupo de Trabalho 2 do Comité Conjunto para os Guias de Metrologia (JCGM), presidido pelo Director do BIPM, e constituído pelo BIPM, Comité Electrotécnico Internacional (IEC), Federação Internacional de Química Clínica e Laboratórios Médicos (IFCC), Organização Internacional de Normalização (ISO), União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), União Internacional de Física Pura e Aplicada (IUPAP), Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML) e a organização para a Cooperação Internacional da Acreditação de Laboratórios (ILAC).

Índice

METROLOGIA	3
MEDIÇÃO	3
GRANDEZA	3
MENSURANDA	3
VALOR (DE UMA GRANDEZA)	3
RESULTADO DE MEDIÇÃO	4
VALOR MEDIDO OU VALOR MEDIDO DE UMA GRANDEZA	4
VALOR VERDADEIRO OU VALOR VERDADEIRO DE UMA GRANDEZA	4
VALOR CONVENCIONAL OU VALOR CONVENCIONAL DE UMA GRANDEZA	4
EXACTIDÃO OU EXACTIDÃO DE MEDIÇÃO	4
JUSTEZA DE MEDIÇÃO OU JUSTEZA	4
FIDELIDADE DE MEDIÇÃO	5
ERRO DE MEDIÇÃO OU ERRO	5
REPETIBILIDADE DE MEDIÇÃO OU REPETIBILIDADE	5
REPRODUTIBILIDADE DE MEDIÇÃO OU REPRODUTIBILIDADE	5
INCERTEZA DE MEDIÇÃO OU INCERTEZA	5
INCERTEZA DEFINICIONAL	5
AVALIAÇÃO DE TIPO A DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO OU AVALIAÇÃO DE TIPO A	5
AVALIAÇÃO DE TIPO B DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO OU AVALIAÇÃO DE TIPO B	6
CALIBRAÇÃO	6
HIERARQUIA DE CALIBRAÇÃO	6
RASTREABILIDADE METROLÓGICA	6
CADEIA DE RASTREABILIDADE METROLÓGICA OU CADEIA DE RASTREABILIDADE	6
VERIFICAÇÃO	6
VALIDAÇÃO	6
COMPARABILIDADE METROLÓGICA DE RESULTADOS DE MEDIÇÃO OU	
COMPARABILIDADE METROLÓGICA	7
INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO	7
SISTEMA DE MEDIÇÃO	7
MEDIDA MATERIALIZADA	7
TRANSDUTOR DE MEDIÇÃO	7
SENSOR	7
DETECTOR	7
CADEIA DE MEDIÇÃO	8
INDICAÇÃO	8
RESOLUÇÃO	8
PADRÃO	8
PADRÃO INTERNACIONAL	8
PADRÃO NACIONAL	8
PADRÃO PRIMÁRIO	9
PADRÃO SECUNDÁRIO	9
PADRÃO DE REFERÊNCIA	9
PADRÃO DE TRABALHO	9
MATERIAL DE REFERÊNCIA / MR	9
MATERIAL DE REFERÊNCIA CERTIFICADO / MRC	9
DADO DE REFERÊNCIA	9
VALOR DE REFERÊNCIA	9
REFERÊNCIAS	9

METROLOGIA

ciência da medição e suas aplicações

NOTA A metrologia compreende todos os aspectos teóricos e práticos da medição, qualquer que seja a incerteza de medição e o domínio de aplicação.

MEDIÇÃO

processo experimental para obter um ou mais valores razoavelmente atribuíveis a uma grandeza

GRANDEZA

propriedade de um fenómeno, corpo, ou substância, que se pode exprimir quantitativamente sob a forma de um número e de uma referência

MENSURANDA

grandeza que se pretende medir

NOTA A especificação de uma mensuranda exige conhecimento da natureza da grandeza, a descrição do estado do fenómeno, corpo ou substância de que a grandeza é uma propriedade, incluindo qualquer componente relevante e as entidades químicas envolvidas.

VALOR (DE UMA GRANDEZA)

conjunto de um número e de uma referência constituindo a expressão quantitativa de uma grandeza

EXEMPLOS:

Comprimento de uma dada barra: 5,34 m ou 534 cm

Massa de um dado corpo: 0,152 kg ou 152 g

Curvatura de um dado arco: 112 m^{-1}

Temperatura Celsius de uma dada amostra: $-5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Impedância eléctrica de um dado elemento de um circuito a uma dada frequência, em que j é a unidade imaginária: $(7 + 3j) \Omega$

Índice de refração de uma dada amostra de vidro: 1,32

Dureza Rockwell C de uma dada amostra (150 kg de carga): 43,5 HRC(150 kg)

Fracção mássica de cádmio numa dada amostra de cobre: $3 \mu\text{g}/\text{kg}$ ou 3×10^{-9}

Molalidade de Pb^{2+} numa dada amostra de água: $1,76 \mu\text{mol}/\text{kg}$

Concentração de quantidade de matéria arbitrária de lutropina numa dada amostra de plasma (norma internacional 80/552 da OMS): 5,0 UI/L

RESULTADO DE MEDIÇÃO

conjunto de valores que são atribuídos à mensuranda juntamente com qualquer outra informação relevante

NOTA Um resultado de medição geralmente contém ‘informação relevante’ acerca do conjunto de valores da grandeza, alguns dos quais podem ser mais representativos do que outros. Isto pode ser expresso na forma de uma função de densidade de probabilidade (FDP).

VALOR MEDIDO ou VALOR MEDIDO DE UMA GRANDEZA

valor de uma grandeza que representa um resultado de medição

VALOR VERDADEIRO ou VALOR VERDADEIRO DE UMA GRANDEZA

valor de uma grandeza consistente com a definição da grandeza

VALOR CONVENCIONAL ou VALOR CONVENCIONAL DE UMA GRANDEZA

valor de uma grandeza atribuído por convenção a uma grandeza para um dado fim

EXEMPLOS:

Valor convencional da gravidade (ou “aceleração devida à gravidade”):
 $g_n = 9,806\ 65\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

Valor convencional da constante de Josephson: $K_{J-90} = 483\ 597,9\ \text{GHz}\cdot\text{V}^{-1}$

Valor convencional de uma dada massa-padrão: $m = 100,003\ 47\ \text{g}$

EXACTIDÃO ou EXACTIDÃO DE MEDIÇÃO

aproximação entre um valor medido e um valor verdadeiro de uma mensuranda

NOTA O conceito ‘exactidão de medição’ não designa uma grandeza e não lhe é atribuído um valor numérico. Uma medição é dita mais exacta quando tem um menor erro de medição.

JUSTEZA DE MEDIÇÃO ou JUSTEZA

aproximação entre a média de um número infinito de valores medidos repetidos e um valor de referência

NOTA 1 A justeza de medição não é uma grandeza e portanto não pode ser expressa numericamente, mas na ISO 5725 são dadas características da justeza.

NOTA 2 A justeza de medição está inversamente relacionada com o erro sistemático de medição mas não está relacionada com o erro aleatório de medição.

NOTA 3 A “exactidão de medição” não pode confundir-se com a “justeza de medição” nem inversamente.

NOTA 4 Em português, seguiu-se a aproximação latina à língua francesa, tanto neste novo termo como no seguinte.

FIDELIDADE DE MEDIÇÃO ou FIDELIDADE

aproximação entre indicações ou valores medidos obtidos por medições repetidas no mesmo objecto ou objectos semelhantes em condições especificadas

- NOTA 5 A fidelidade de medição é usualmente expressa na forma numérica por características tais como, o desvio-padrão, a variância, ou o coeficiente de variação, nas condições especificadas.
- NOTA 6 As 'condições especificadas' podem ser, por exemplo, condições de repetibilidade, condições de fidelidade intermédia ou condições de reprodutibilidade (ver ISO 5725-3:1994).
- NOTA 7 A fidelidade de medição é usada para definir a repetibilidade de medição, a fidelidade intermédia de medição e a reprodutibilidade de medição.
- NOTA 8 Por vezes, o termo "fidelidade" é erradamente usado para designar a exactidão de medição.
- NOTA 9 O termo 'precisão' que desapareceu do VIM logo na 1ª edição internacional, em 1984, reaparece agora apenas na versão inglesa. Em português tal como em francês, optou-se pela sua não reintrodução, pela confusão generalizada desse termo com todos os vários conceitos usados para caracterizar a qualidade dos resultados da medição (exactidão, justeza e fidelidade).

ERRO DE MEDIÇÃO ou ERRO

diferença entre o valor medido de uma grandeza e um valor de referência

REPETIBILIDADE DE MEDIÇÃO ou REPETIBILIDADE

fidelidade de medição para um conjunto de condições de repetibilidade

REPRODUTIBILIDADE DE MEDIÇÃO ou REPRODUTIBILIDADE

fidelidade de medição para um conjunto de condições de reprodutibilidade

INCERTEZA DE MEDIÇÃO ou INCERTEZA

parâmetro não-negativo que caracteriza a dispersão dos valores da grandeza que são atribuídos à mensuranda a partir das informações usadas

INCERTEZA DEFINICIONAL

componente da incerteza de medição resultante da informação intrinsecamente finita da definição da mensuranda

AVALIAÇÃO DE TIPO A DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO ou AVALIAÇÃO DE TIPO A

avaliação de uma componente da incerteza de medição através de análise estatística dos valores medidos obtidos em condições de medição especificadas

AVALIAÇÃO DE TIPO B DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO ou AVALIAÇÃO DE TIPO B

avaliação de uma componente da incerteza de medição por outro processo que não a avaliação de tipo A

CALIBRAÇÃO

operação que, em condições especificadas, num primeiro passo, estabelece a relação entre os valores da grandeza com incertezas de medição provenientes de padrões e as indicações correspondentes com incertezas de medição associadas e, num segundo passo, usa esta informação para estabelecer uma relação para obter o resultado de medição de uma indicação

HIERARQUIA DE CALIBRAÇÃO

sequência de calibrações de uma referência determinada até ao sistema de medição final, em que o resultado de cada calibração depende da calibração prévia

RASTREABILIDADE METROLÓGICA

propriedade de um resultado de medição através da qual o resultado pode ser relacionado a uma referência por intermédio de uma cadeia ininterrupta e documentada de calibrações, cada uma contribuindo para a incerteza de medição

CADEIA DE RASTREABILIDADE METROLÓGICA ou CADEIA DE RASTREABILIDADE

sequência de padrões e calibrações que é usada para relacionar um resultado de medição a uma referência

VERIFICAÇÃO

obtenção de evidência objectiva de que uma dada entidade satisfaz requisitos especificados

EXEMPLOS:

Confirmação de que um dado material de referência, tal como indicado, é homogéneo para o valor da grandeza e para o procedimento de medição respectivos, para porções de 10 mg de massa.

Confirmação de que as propriedades metrológicas requeridas ou legalmente exigíveis são satisfeitas por um sistema de medição.

VALIDAÇÃO

verificação de que os requisitos especificados são adequados para determinado uso

EXEMPLO:

Um procedimento de medição, habitualmente utilizado para a medição da concentração mássica de azoto na água, pode também ser validado para medição no *sérum* humano.

COMPARABILIDADE METROLÓGICA DE RESULTADOS DE MEDIÇÃO ou
COMPARABILIDADE METROLÓGICA

comparabilidade de resultados de medição, para grandezas de uma dada natureza, que são rastreáveis a uma mesma referência

INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO

dispositivo usado para realizar medições, isolado ou em conjunto com dispositivos complementares

SISTEMA DE MEDIÇÃO

conjunto de um ou mais instrumentos de medição e frequentemente outros dispositivos, incluindo se necessário reagentes ou alimentações, associados e adaptados para fornecer informação destinada a obter valores medidos dentro de intervalos especificados para grandezas de naturezas determinadas

MEDIDA MATERIALIZADA

instrumento de medição que reproduz ou fornece, de uma forma permanente durante o seu uso, grandezas de uma ou mais naturezas, cada uma com um valor atribuído

EXEMPLOS:

Massa marcada, medida de capacidade (fornecendo um ou vários valores, com ou sem escala), resistência-padrão eléctrica, régua graduada, bloco-padrão, gerador de sinais-padrão, material de referência certificado.

TRANSDUTOR DE MEDIÇÃO

dispositivo, usado na medição, que faz corresponder a uma grandeza de entrada uma grandeza de saída segundo uma lei determinada

EXEMPLOS:

Termopar, transformador de corrente eléctrica, extensómetro, eléctrodo de pH, tubo de Bourdon, bimetal.

SENSOR

elemento de um sistema de medição que é directamente submetido ao fenómeno, corpo ou substância que fornece a grandeza a medir

EXEMPLOS:

Bobina de um termómetro de resistência de platina, rotor de um caudalímetro de turbina, tubo de Bourdon de um manómetro, bóia de um instrumento medidor de nível, fotocélula de um espectrómetro, cristal líquido termosensível cuja cor varia com a temperatura.

DETECTOR

dispositivo ou substância que indica a presença de um fenómeno, corpo ou substância quando um valor limiar da grandeza associada é excedido

CADEIA DE MEDIÇÃO

série de elementos de um sistema de medição que constitui o caminho de sinal desde o sensor até ao elemento de saída

INDICAÇÃO

valor de uma grandeza fornecido por um instrumento de medição ou um sistema de medição

RESOLUÇÃO

a menor variação numa grandeza a medir que provoca uma variação perceptível na correspondente indicação

PADRÃO ou PADRÃO DE MEDIÇÃO

realização da definição de uma dada grandeza, com um valor determinado e associado a uma incerteza de medição, tomado como referência

EXEMPLOS:

Massa-padrão de 1 kg com uma incerteza-padrão de medição associada de 3 μg .

Resistência-padrão de 100 Ω com uma incerteza-padrão de medição associada de 1 $\mu\Omega$.

Padrão de frequência de célio com uma incerteza-padrão relativa de medição associada de 2×10^{-15} .

Eléctrodo de referência de hidrogénio com um valor de 7,072 e com uma incerteza-padrão de medição associada de 0,006.

Conjunto de soluções de referência de cortisona no *serum* humano com um valor certificado e uma incerteza-padrão de medição para cada solução.

Material de referência fornecendo valores da grandeza com incertezas-padrão de medição para a concentração mássica para cada uma de dez proteínas diferentes.

PADRÃO INTERNACIONAL

padrão reconhecido pelos signatários de um acordo internacional e destinado a utilização universal

EXEMPLOS:

O protótipo internacional do quilograma.

Gonadotrofina coriónica, 4º padrão internacional da Organização Mundial da Saúde (OMS), 1999, 75/589, 650 unidades internacionais por ampola.

Água oceânica média normalizada de Viena VSMOW2 (Vienna Standard Mean Ocean Water) distribuída pela Agência Internacional de Energia Atómica (AIEA) para medições diferenciais das relações molares de diferentes isótopos estáveis.

PADRÃO NACIONAL

padrão reconhecido por uma entidade nacional para servir de referência num Estado ou economia, na atribuição de valores a outros padrões de grandezas da mesma natureza

PADRÃO PRIMÁRIO

padrão estabelecido através de um procedimento de medição primário ou criado como artefacto escolhido por convenção

PADRÃO SECUNDÁRIO

padrão estabelecido por intermédio de uma calibração com um padrão primário para uma grandeza da mesma natureza

PADRÃO DE REFERÊNCIA

padrão concebido para a calibração de outros padrões de grandezas da mesma natureza numa dada organização ou num dado local

PADRÃO DE TRABALHO

padrão que é usado correntemente para calibrar ou verificar instrumentos de medição ou sistemas de medição

MATERIAL DE REFERÊNCIA / MR

material, suficientemente homogéneo e estável em determinadas propriedades, que foi preparado para uma utilização prevista numa medição ou para o exame de propriedades nominais

MATERIAL DE REFERÊNCIA CERTIFICADO / MRC

material de referência acompanhado de documentação emitida por uma entidade qualificada fornecendo valores de uma ou mais propriedades especificadas e as incertezas e rastreabilidades associadas, usando procedimentos válidos

DADO DE REFERÊNCIA

dado relacionado com uma propriedade de um fenómeno, de um corpo ou substância ou de um sistema de constituintes, cuja composição ou estrutura é conhecida, obtido a partir de uma fonte identificada, avaliado de forma crítica e de exactidão verificada

VALOR DE REFERÊNCIA

valor de uma grandeza cuja incerteza associada é considerada suficientemente pequena para que o valor possa servir de base na comparação com outras grandezas da mesma natureza

REFERÊNCIAS

1. International Organization for Standardization, International Electrotechnical Commission - ISO/IEC GUIDE 99:2007(E/F) International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM). Genebra. 2007.
2. Instituto Português da Qualidade - Vocabulário Internacional de Metrologia. Conceitos Básicos e Gerais e Termos Associados. Caparica. 2008. ISBN 972-763-00-6.