

**UFCD 1710:** *Estatística e controlo da qualidade em análise físico-química*

***Metrologia e controlo de qualidade***

Em cada lua cheia, enfrentavam a pena de morte todos aqueles que se esqueciam ou negligenciavam o dever de calibrar o padrão da unidade do comprimento. Tal era a pena aplicada em 3000 AC, no antigo Egipto, aos arquitetos reais, responsáveis pela construção dos templos e pirâmides dos Faraós. O primeiro cúbito real, foi definido como o comprimento do antebraço do Faraó reinante, do cotovelo à ponta do dedo médio, mais a largura da sua mão. A medida original era transferida e gravada em granito negro. Os trabalhadores detinham, nos locais de construção, cópias em granito ou em madeira e a sua manutenção era da responsabilidade dos arquitetos.

Mais recentemente, em Paris, no ano de 1799, foi criado o Sistema Métrico Decimal pelo depósito de dois padrões de platina, que representavam o metro e o quilograma – o início do atual Sistema Internacional de Unidades (sistema SI).

Na Europa de hoje, as medições e as pesagens representam um valor equivalente a 6% do Produto Interno Bruto! A metrologia tornou-se uma atividade normal no nosso dia-a-dia. As tábuas de madeira e o café são comprados pela sua dimensão e peso; a água e a eletricidade são medidas através de contadores. As balanças onde nos pesamos afetam o nosso bom humor – tal como o controlo de velocidade efetuado pela Brigada de Transito. A quantidade de substâncias ativas em medicina, a medição de amostras de sangue e o efeito laser do cirurgião, devem ser exatos de modo a não pôr em causa a saúde dos pacientes.

A medição sistemática com graus de incerteza conhecidos é um dos fundamentos do controlo da qualidade industrial, representando os custos das medições, na maioria das indústrias modernas, 10-15% dos custos de produção.

**O Sistema Português da Qualidade**

Na metrologia definem-se três categorias com características afins às quais correspondem instituições próprias, por vezes com estatutos completamente distintos. Estas categorias, com níveis de complexidade e exatidão distintos, são designadas na União Europeia de:

**Metrologia Legal** – controlo metrológico dos instrumentos de medição regulamentados, mediante o seu acompanhamento desde a conceção e fabrico até à sua utilização, em domínios como as transações comerciais, saúde, segurança, defesa do consumidor, fiscalização, proteção do ambiente, economia de energia, etc.

**Metrologia Industrial** – apoio às atividades de controlo de processo e de produtos, mediante a integração em cadeias hierarquizadas de padrões dos meios metrológicos existentes nas empresas, laboratórios e outros organismos e à definição dos sistemas de calibração internos.

**Metrologia Científica** – realização física das unidades de medida e das constantes fundamentais, mediante a conservação e desenvolvimento de padrões e instrumentação em laboratórios adequados.

Além das três categorias de metrologia caracterizadas anteriormente, considera-se também a **Metrologia Fundamental**, a qual apesar de não ter nenhuma definição internacional, pode ser descrita como a metrologia científica, complementada pelas partes da metrologia legal e industrial que requerem competência científica.

**Organização Internacional**

Em meados do século XIX, e particularmente durante a primeira exposição universal, tornou-se necessária a adoção de um sistema métrico universal. Em 1875 decorreu em Paris a Conferência Diplomática sobre o metro, onde 17 governos assinaram o tratado “A Convenção do Metro”. Os signatários decidiram então criar um instituto científico permanente, o “Bureau International des Poids et Mesures” (BIPM).

Atualmente, a “Conférence Général des Poids et Mesures” (CGPM) tem como incumbência a análise e discussão do trabalho executado pelos Laboratórios Nacionais de Metrologia, enquanto que o BIPM faz recomendações sobre novas determinações da metrologia fundamental, além de outros domínios de atuação. Hoje em dia, o número de Estados signatários da Convenção do Metro ascende a 48 membros.

**Laboratórios Nacionais de Metrologia**

Para cada país, o Laboratório Nacional de Metrologia (LNM) é definido pelo EUROMET como o laboratório considerado por decisão nacional para desenvolver e manter os padrões nacionais para uma ou várias grandezas.

**Laboratórios Primários**

Um laboratório é considerado como primário quando:

- For reconhecido internacionalmente pela realização metrológica de uma unidade de base do SI ao nível primário, ou pela realização de uma unidade derivada do SI ao mais alto nível internacional possível;

- Realiza investigação reconhecida internacionalmente em subdomínios específicos;

- Mantém e desenvolve uma determinada unidade através da correspondente manutenção e desenvolvimento dos padrões primários;

- For membro participante nas comparações ao mais alto nível internacional.

Os laboratórios primários são nomeados pelo LNM de acordo com o plano de ação metrológico para os diversos domínios e de acordo com a política metrológica do país.

**Laboratórios de Referência**

Um laboratório é considerado de referência quando seja capaz de executar calibrações de uma grandeza ao mais elevado nível de exatidão no país, sendo rastreado a um laboratório primário.

**Laboratórios Acreditados**

Um laboratório acreditado é reconhecido pela sua competência, respetivo sistema de gestão da qualidade, e sua imparcialidade por um organismo independente. A acreditação é voluntária e é concedida pelo Organismo de Acreditação de cada país, tendo por base a avaliação do laboratório e auditorias regulares. A acreditação é geralmente efetuada de acordo com a norma europeia NP EN ISO/IEC 17025, além de um conjunto de especificações e guias técnicos.

**Sistema Português da Qualidade**

O Instituto Português da Qualidade (IPQ) é o organismo nacional que gere e desenvolve o Sistema Português da Qualidade (SPQ) - enquadramento legal de adesão voluntária para os assuntos da qualidade em Portugal.

O IPQ é responsável em Portugal pela acreditação de entidades, pela normalização nacional, assegurando a articulação com os organismos europeus e internacionais de normalização, pelo Laboratório Central de Metrologia, pela informação técnica na área da qualidade. O Instituto também assegura a gestão de programas de apoio financeiro e intervém na cooperação com outros países, no domínio da Qualidade. No âmbito regulamentar, o IPQ é ainda responsável pelo controlo metrológico em Portugal e pelo processo comunitário de notificação prévia de normas e regras técnicas.

**O SPQ**

Estabelecido em 1983, o SPQ, foi posteriormente atualizado pelo DL 234/93, de 2 de Julho, sendo organizado em três subsistemas - Metrologia, Normalização e Qualificação, e por cujas atividades o IPQ é responsável.

**Normalização**

A Normalização é uma atividade conducente à obtenção de soluções para problemas de carácter repetitivo, essencialmente no âmbito da ciência da técnica e da economia, com vista à realização do grau ótimo de organização num dado domínio.

Consiste em geral, da elaboração, publicação e promoção do emprego das normas.

A elaboração e aprovação de normas tem por finalidade a racionalização e a simplificação de processos, componentes, produtos e serviços.

Permite uma maior facilidade de entendimento e visa o estabelecimento de parâmetros a utilizar em ações de avaliação da conformidade.

**Acreditação**

A Acreditação de Entidades, gerida pelo IPQ insere-se no Subsistema da Qualificação do Sistema Português da Qualidade (SPQ) Este Subsistema visa a demonstração da conformidade de produtos, de serviços e de sistemas da qualidade com requisitos previamente fixados, assim como a acreditação de entidades para fins específicos.

**As Unidades Base do Sistema Internacional**

O Sistema Internacional de Unidades é uma versão do Sistema Métrico internacionalmente aceite. Tem 6 Unidades Primárias cujos nomes e símbolos foram também aceites internacionalmente:



Existem outras unidades muito utilizadas na Indústria em geral, que se encontram relacionadas com as Unidades Primárias:



Regras para a escrita dos nomes e símbolos das unidades:

•Os símbolos das unidades são impressos em caracteres romanos (direitos). Em geral os símbolos das unidades são escritos em minúsculas, mas, se o nome da unidade deriva de um nome próprio, a primeira letra do símbolo é maiúscula. O nome da unidade propriamente dita começa sempre por uma minúscula, salvo se se trata do primeiro nome de uma frase ou do nome “grau Celsius”.

•Os símbolos das unidades ficam invariáveis no plural.

•Os símbolos das unidades não são seguidos de um ponto, salvo se estão no fim de uma frase e o ponto tem a função habitual da pontuação.

**Expressão algébrica dos símbolos das unidades SI**

•Quando uma unidade derivada é formada pelo produto de duas ou mais unidades, pode ser indicado com os símbolos das unidades separadas por pontos a meia altura ou por um espaço.

Por exemplo: N m ou N · m

•Quando uma unidade derivada é formada dividindo uma unidade por outra, pode utilizar-se uma barra oblíqua (/), uma barra horizontal ou também expoentes negativos.

Por exemplo: m/s ou ou m.s-1

•Nunca deve ser utilizado na mesma linha mais que uma barra oblíqua, a menos que sejam adicionados parêntesis, a fim de evitar qualquer ambiguidade. Em casos complicados devem ser utilizados expoentes negativos ou parênteses.

Por exemplo: m/s2 ou m · s-2 mas não: m/s/s

**Regras de utilização dos prefixos SI**

•Os símbolos dos prefixos são impressos em caracteres romanos direitos, sem espaço entre o símbolo do prefixo e o símbolo da unidade.

•O conjunto formado pela junção do símbolo de um prefixo ao símbolo de uma unidade constitui um novo símbolo inseparável, que pode ser elevado a uma potência positiva ou negativa e que pode ser combinado com outros símbolos de unidades para formar símbolos de unidades compostas.

 Por exemplo: 1 cm3 = (10-2 m)3 = 10-6 m3

1 cm-1 = (10-2 m)-1 = 102 m-1

•Não são empregues prefixos compostos, ou seja, formados pela justaposição de vários prefixos. Por exemplo: 1 nm mas não: 1 m­ m

•Um prefixo não pode ser empregue sem uma unidade a que se refira.

Por exemplo: 106/m3 mas não: M/m3

**Termos e Definições - Vocabulário Internacional**

Em todos os domínios da ciência e da tecnologia a terminologia deve ser cuidadosamente escolhida. Cada termo deve ter o mesmo significado para todos os utilizadores, deve exprimir um conceito definido, sem entrar em conflito com a linguagem comum. Para tentar resolver este problema a nível internacional, o Grupo de Metrologia da ISO propôs às principais organizações internacionais que se ocupam da Metrologia o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM). Os termos e as definições seguintes constam do VIM e das normas ISO 9000 e ISO 10012.

**Ajuste**

Operação destinada a levar um instrumento de medição a um funcionamento adequado à sua utilização. NOTA: O ajuste pode ser automático, semi-automático ou manual.

**Amplitude de medição**

Módulo da diferença entre os dois limites da gama nominal.

Exemplo: Para uma gama nominal -10 V a +10 V: a amplitude de medição é de 20 V.

**Calibração**

Conjunto de operações que estabelecem, em condições especificadas, a relação entre valores de grandezas indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição, ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência e os correspondentes valores realizados por padrões.

NOTAS: 1. O resultado de uma calibração tanto permite a atribuição de valores das mensurandas às indicações como a determinação de correções relativas às indicações.

2. A calibração pode também determinar outras propriedades metrológicas, tal como o efeito das grandezas de influência.

O resultado da calibração pode ser registado num documento, por vezes chamado certificado de calibração ou relatório de calibração.

**Característica metrológica**

Característica particular que pode influenciar os resultados da medição.

NOTAS: 1. Um equipamento de medição tem geralmente várias características metrológicas.

2. As características metrológicas podem ser sujeitas a calibração.

**Confirmação metrológica**

Conjunto de operações necessárias para assegurar que um equipamento de medição responde às exigências correspondentes à utilização prevista.

**Correção**

Valor acrescentado algebricamente ao resultado bruto da medição, para compensar o erro sistemático. NOTAS: 1. A correção é igual e de sinal contrário ao erro sistemático estimado.

2. Dado que o erro sistemático não pode ser conhecido perfeitamente, a compensação não é completa.

**Desvio-padrão experimental**

Parâmetro s que caracteriza a dispersão dos resultados obtidos numa série de n medições da mesma mensuranda, dado pela formula:



NOTAS: 1. Considerando a série de x medições como amostra de uma distribuição, $\overbar{x}$ é um estimador não enviesado da média µ e s2 é um estimador não enviesado da variância σ2 dessa distribuição.

2. A expressão $s/\sqrt{n}$ é uma estimativa do desvio padrão da distribuição de $\overbar{x}$ e é designada por desvio padrão experimental da média.

3. O desvio padrão experimental da média é por vezes incorretamente chamado erro padrão da média.

**Equipamento de medição**

Instrumento de medição, ferramenta informática, padrão de medição, material de referência, equipamento auxiliar ou uma combinação destes, necessária para a realização de um processo de medição.

**Erros Máximos Admissíveis** **(de um instrumento de medição)**

Valores extremos de um erro admitido pelas especificações, regulamentos, etc., relativos a um dado instrumento de medição.

**Erro de medição**

Diferença algébrica entre o resultado da medição e o valor verdadeiro da mensuranda.

NOTAS: 1. Uma vez que o valor verdadeiro não pode ser determinado, na prática é usado um valor convencionalmente verdadeiro.

2. Quando é necessário distinguir “erro” de “erro relativo”, o primeiro é por vezes chamado “erro absoluto de medição”. Este não deve confundir-se com valor absoluto do erro, que é o módulo do erro.

**Exatidão (de um instrumento de medição)**

Aptidão de um instrumento de medição para dar indicações próximas do verdadeiro valor da grandeza medida.

NOTA: A exatidão é um conceito qualitativo.

**Fator de correção**

Fator numérico pelo qual se multiplica o resultado bruto da medição para compensar o erro sistemático. NOTA: Dado que o erro sistemático não pode ser conhecido perfeitamente, a compensação não é completa.

**Fidelidade (de um instrumento de medição)**

Aptidão de um instrumento de medição para dar indicações isentas de erro sistemático.