

Metrologia Industrial

Terminologia da Metrologia

Origem

O termo “*metrologia*” vem do grego “*metron*” que significa “*medida*”, e “*logos*” que significa “*ciência ou estudo*”.

História da Metrologia

Na antiguidade já eram muito comuns as trocas e o comércio entre povos. Essas práticas fizeram com que fossem criadas unidades de medida para as mercadorias, isso trouxe como consequência o aparecimento de uma grande diversidade de unidades de medida e suas denominações entre uma e outra região, os valores dessas unidades também variavam de uma região para a outra.

Segundo Vaz e Guimarães (2002), a necessidade de medidas-padrão passou a existir logo que os homens começaram a fazer negócios em grande escala, na construção de casas, navios e utensílios no geral. Era importante que os mercadores, os artífices e os trabalhadores de uma maneira geral soubessem, por exemplo, que uma vara de tecido da Babilônia deveria ter mais ou menos o mesmo comprimento que uma vara de tecido em Jerusalém.

No início, comparava-se peso equilibrando dois corpos, um em cada mão. Muito tempo se passou até alguém pensar em uma máquina de pesar.



Figura 1 – Medição de peso no mundo antigo

Conceito

A **Metrologia** é a ciência das medições, abrangendo todos os aspectos teóricos e práticos que asseguram a precisão exigida no processo produtivo, procurando garantir a qualidade de produtos e serviços através da calibração de instrumento de medição e da realização de ensaios, sendo a base fundamental para a competitividade das empresas.

A metrologia engloba todos os aspectos teóricos e práticos de medição, qualquer que seja a incerteza de medição e o campo de aplicação.



Figura 2 – Medição de uma roda dentada

A metrologia aplica-se a todas as grandezas determinadas e, em particular, às dimensões lineares e angulares das peças mecânicas.

Medição

Existe uma imensa variedade de coisas diferentes que podem ser medidas sob vários aspectos. Imagine uma lata de refrigerante. Você pode medir a sua altura, pode medir o seu peso e quanto líquido ela pode comportar. Cada um desses aspectos (*comprimento*, *massa*, *volume*) implica uma grandeza física diferente.



Figura 3 - Grandezas físicas numa lata de refrigerante

Medir é um procedimento experimental através do qual o valor momentâneo de uma grandeza física (mensurando) é determinado com um múltiplo e/ou uma fração de uma unidade estabelecida por um padrão, e reconhecida internacionalmente.

Medição é, portanto, o conjunto de operações que têm por objectivo determinar o valor de uma grandeza.



Figura 4 - Medição de uma engrenagem com paquímetro digital

Grandeza

O conceito de grandeza é fundamental para se efectuar qualquer medição. Grandeza pode ser definida, resumidamente, como sendo o atributo físico de um corpo que pode ser qualitativamente distinguido e quantitativamente determinado. Por exemplo, a altura de uma lata de refrigerante é um dos atributos desse corpo, definido pela grandeza *comprimento*, qualitativamente distinto de outros atributos (diferente de *massa*, por exemplo) e quantitativamente determinável (pode ser expresso por um número).

Unidades de Medição

Para determinar o valor numérico de uma grandeza, é necessário que se disponha de outra grandeza da mesma natureza, definida e adoptada por convenção, para fazer a comparação com a primeira.

Para saber a altura daquela lata, por exemplo, é necessário adoptar um comprimento definido para ser usado como unidade. O comprimento definido como unidade de medida pelo Sistema Internacional de Unidades - SI, é o Metro, seus múltiplos e submúltiplos.

O metro é definido como sendo o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante um intervalo de tempo de $1/299.792.458$ de segundo.

GRANDEZA	UNIDADE	
	Nome	Símbolo
Comprimento	metro	<i>m</i>
Massa	quilograma	<i>kg</i>
Tempo	segundo	<i>s</i>
Intensidade de corrente elétrica	Ampere	<i>A</i>
Temperatura termodinâmica	Kelvin	<i>K</i>
Quantidade de matéria	candela	<i>cd</i>

Sistema Imperial de Unidades

Os primeiros padrões empregues foram elaborados a partir das dimensões do corpo humano, como o pé, passos, polegadas, jardas entre outras.

Unidades do sistema imperial (inglês):

As divisões da jarda (3 pés, cada pé com 12 polegadas).

- 1 jarda = 3 ft (feet)
- 1 jarda = 36 in (inches)
- 1 ft (pé) = 12 in
- 1 in (polegada) = 0,08 ft

A polegada (*inch*) é uma unidade de medida muito utilizada em Mecânica, principalmente nos conjuntos mecânicos fabricados em países como os Estados Unidos e Inglaterra. A Birmânia e a Libéria também ainda usam o sistema imperial de unidades.

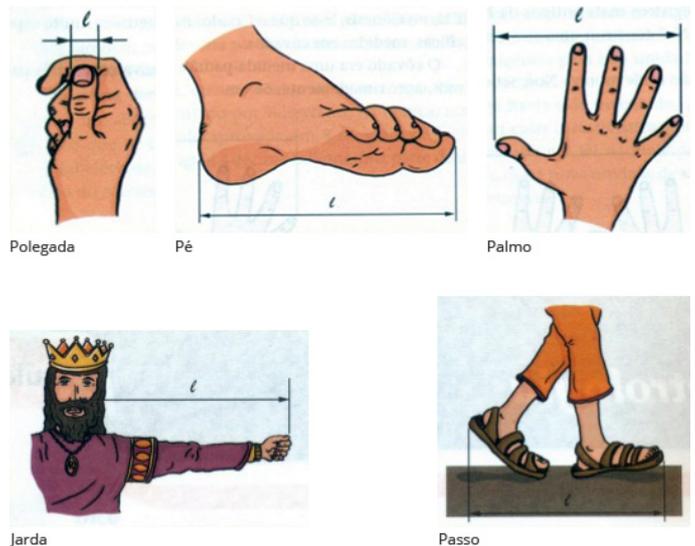


Figura 5 - Unidades no Sistema Imperial

Normas Gerais de Medição

A medição é uma operação simples, porém só poderá ser bem efectuada por aqueles que se prepararam para tal fim. Ela é influenciada pelos seguintes factores principais:

- a) Tranquilidade
- b) Limpeza
- c) Cuidado
- d) Paciência
- e) Senso de responsabilidade
- f) Sensibilidade
- g) Finalidade da posição medida
- h) Instrumento adequado
- i) Domínio sobre o instrumento

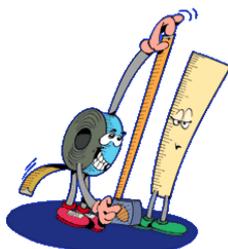


Figura 6 - Normas gerais de medição

Recomendações

Os instrumentos de medição são utilizados para determinar grandezas. A grandeza pode ser determinada por comparação e por leitura em escala ou régua graduada. É dever de todos os profissionais zelar pelo bom estado dos instrumentos de medição, mantendo-se assim, por maior tempo, sua real precisão. Evite:

1. Choques, quedas, arranhões, oxidação e sujeira;
2. Misturar instrumentos;
3. Cargas excessivas no uso; medir provocando atrito entre a peça e o instrumento;
4. Medir peças cuja temperatura, quer pela usinagem quer por exposição a uma fonte de calor, esteja fora da temperatura de referência;
5. Medir peças sem importância com instrumentos caros.

Erros de medição e suas causas

Os erros podem ser influenciados pela acção isolada ou combinada de vários factores que são envolvidos no sistema de medição, como operador, instrumento, método, ambiente, mensurando, etc.



Figura 7 – Causas dos erros de medição.

Padrão

Seria bem complicado medir a altura de uma lata usando apenas a definição do Metro. Por isso existem os *Padrões Metrológicos*. Um *padrão metrológico* é, em resumo, um instrumento de medir ou uma medida materializada destinada a produzir uma unidade de medir para servir como referência.

O padrão (de qualquer grandeza) reconhecido como tendo a mais alta qualidade metrológica e cujo valor é aceito sem referência a outro padrão, é chamado de Padrão Primário. Um padrão cujo valor é estabelecido pela comparação directa com o padrão primário é chamado Padrão Secundário, e assim sucessivamente, criando uma cadeia de padrões onde um padrão de maior qualidade metrológica é usado como referência para o de menor qualidade metrológica.

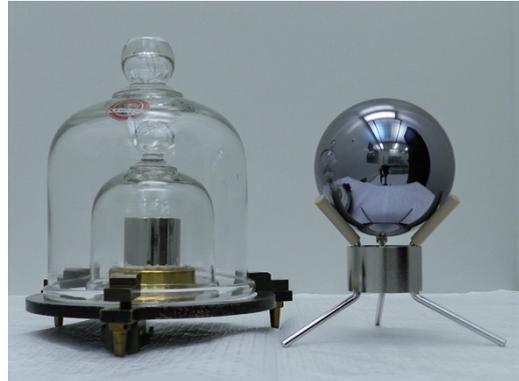


Figura 8 – Padrão do quilograma (à direita temos a esfera a base de isótopos silício)

Motivos de Implementação da Metrologia Industrial

- A ISO¹ série 9000 define explicitamente a relação entre a garantia de qualidade e a metrologia: controle sobre os instrumentos de medição – *Certificação*.
- Globalização dos mercados - traduz a confiabilidade nos sistemas de medição e garantem que especificações técnicas, regulamentos e normas, proporcionem as mesmas condições de perfeita aceitabilidade na fabricação de produtos (montagem e encaixe), independente de onde sejam produzidos.
- Melhoria do nível de vida das populações por meio do consumo de produtos com qualidade, da preservação da segurança, saúde e do meio ambiente.

Divisão da Metrologia

A metrologia é dividida em 3 grandes áreas, a saber:

- I. **Metrologia científica** – utiliza instrumentos laboratoriais, pesquisas e metodologias científicas, que têm por base **padrões** de medições nacionais e internacionais, para o alcance de altos níveis de qualidade metrológica.
- II. **Metrologia Industrial** – usa sistemas de medição para controlar processos produtivos industriais e são responsáveis pela garantia da qualidade dos produtos acabados.

¹ International Organization for Standardization

III. **Metrologia Legal** – controla e fiscaliza todos aqueles *instrumentos e medidas* que estão relacionados com o consumidor.

Qualidade de produto e serviços

1. No que concerne aos produtos e/ou serviços vendidos no mercado, há varias definições para qualidade:
 - Conformidade com as exigências dos clientes
 - Relação custo-benefício, adequação ao uso
 - Valor agregado, que produtos similares não possuem a mesma qualidade
 - Fazer certo à primeira vez, produtos e/ou serviços com efectividade
2. A qualidade de um produto ou serviço pode ser analisada de duas formas: a do *produtor* e a do *cliente*:
 - **Produtor:** a qualidade se associa à concepção e produção de um produto que vai ao encontro das necessidades do cliente.
 - **Cliente:** a qualidade está associada ao valor e à utilidade reconhecidas ao produto, estando em alguns casos ligada ao preço.

Empresa

Se o objectivo é oferecer produtos e serviços (realmente) de qualidade, o conceito não pode ser deixado ao acaso. Tem de ser definido de forma clara e objectiva.

Isso significa que a empresa deve apurar quais são as necessidades dos clientes e, em função destas, definir os requisitos de qualidade do produto. Os requisitos são definidos em termos de variáveis como:

- Comprimento, largura, altura, peso, cor
- Resistência, durabilidade, funções desempenhadas
- Tempo de entrega, simpatia de quem atende ao cliente
- Rapidez do atendimento, eficácia do serviço e outros

Função da Metrologia

A Metrologia é baseada em normas que definem requisitos, padrões e também em desenhos e procedimentos para ter base na avaliação de um produto. Ela auxilia as empresas na utilização e interpretação dos seus conceitos e sua aplicação:

- Nas medições empregues em laboratórios
- Nas avaliações de conformidade do produto
- Nas calibrações de equipamentos e instrumentos ou
- No dia-a-dia do controle de um processo de fabricação

Para além disso, a metrologia consiste em:

- Medir, pesar e comparar;

- Controlar o fabrico de um produto durante e após o seu desenvolvimento e acompanhar a qualidade dos serviços.

Diversos instrumentos e métodos são utilizados pela Metrologia com o objectivo de:

- Avaliar se o produto está conforme ou atende os requisitos de uma norma, desenho ou especificações do cliente
- Avaliar o produto após algum tempo de uso, verificando se o mesmo mantém a sua função de uso.

Factores de contribuição da Metrologia nas empresas

- Controlo de equipamentos e meios de medição e/ou ensaios
- Reduzir o tempo de manufactura (usinagem)
- Melhorar o controlo dos processos

Relação Metrologia e Produção

Para a produção precisa-se ter parâmetros, medidas e meios de produção. A Metrologia está intimamente ligada ao processo produtivo, sem ela não seria possível produzir algo. Os factores de controlo e padronização (normalização) passaram a fazer parte dos sistemas produtivos. Na busca da qualidade, foram introduzidas na indústria normas para atingir este grande objectivo, como por exemplo a norma **ISO 9000**.

A Organização Internacional de Normas (**ISO – International Standards Organization**) ([ISO, 1997]) concebeu um modelo (reconhecido internacionalmente) para o desenvolvimento de sistemas de qualidade – o *modelo ISO 9000*. Um sistema de qualidade define a estrutura organizacional, as responsabilidades, os procedimentos, os processos e os recursos para implementar gestão da qualidade. Esse modelo, o *ISO 9000*, é um conjunto genérico de normas, aplicável a um vasto leque de empresas e indústrias.

As normas *ISO 9000* foram originalmente publicadas em 1987 pela *ISO* estando disponíveis, hoje em dia, em versões de diversas línguas, exatamente de acordo com os documentos originais. Alguns exemplos são:

Tabela 2 – Normas ISO 9000 em diferentes países

PAÍS	NORMA
Moçambique	NM ISO 900X ²
Alemanha	DIN ISO 900X
EUA	ANSI/ASQC Q900X - 1994
Portugal	NP EM 2900X
Holanda	NEN-ISO 900X
Brasil	ABNT NBR ISO 900X

Hierarquia das Normas ISO 9000

O modelo *ISO 9000* consiste num conjunto de normas, cada um com um propósito específico. A relação entre estes documentos esta expressa na figura abaixo.

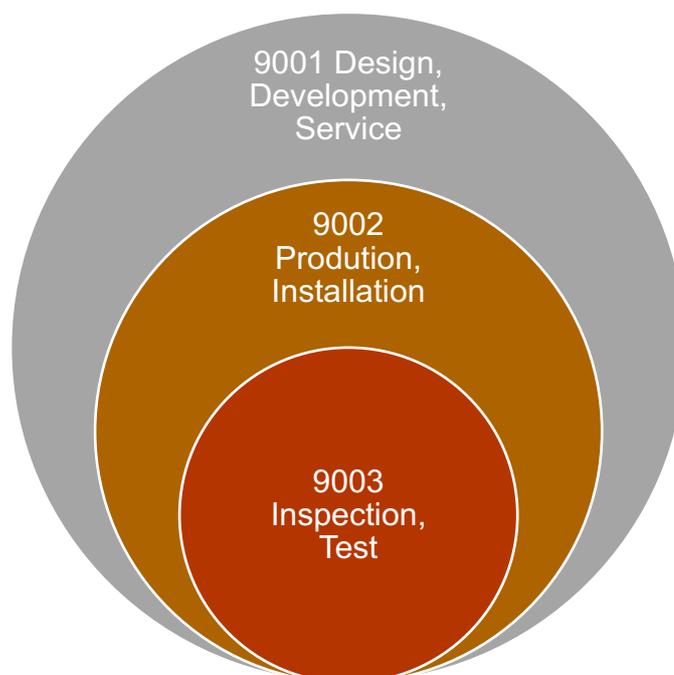


Figura 9 – Estrutura das normas ISO 9000 [FLUKE, 1997c]

9000 – Guidelines for Selection and Use

9004 – Quality Management – Quality System Elements

- As normas *ISO 9000* e *ISO 9004* são documentos descritivos.
- As normas *ISO 9000* são normas de Gestão e Garantia de Qualidade: Linhas de Orientação para a Selecção e Utilização (*Guidelines for Selection*

² X representa o dígito apropriado, de 0 a 4

and Use of Quality Management and Quality Assurance Standards), fornecem informação sobre a aplicação das normas *ISO 9000*.

- As normas *ISO 9004* são de Gestão da Qualidade e Elementos do Sistema de Qualidade: Linhas de Orientação (*Guidelines to Quality Management and Quality System Elements*), contêm informação geral sobre conceitos e terminologia na área da qualidade.
- As normas *ISO 9001*, *9002* e *9003* são os modelos para os sistemas de qualidade e são as normas às quais as empresas se registam ou certificam.
- Norma *ISO 9001* – Sistemas de Qualidade: Modelo de Garantia de Qualidade no Projecto/Desenvolvimento, Produção, Instalação e Serviço Após Venda (*Model for Quality Assurance in Design, Development, Production, Installation and Servicing*), é o modelo mais abrangente, cobrindo todos os aspectos de uma operação, desde o projecto até ao serviço após venda.
- Norma *ISO 9002* – Sistemas de Qualidade: Modelo de Garantia de Qualidade na Produção e na Instalação (*Model for Quality Assurance in Production and Installation*), inclui todos os elementos da *ISO 9003* e adiciona a cobertura da produção e instalação.
- Norma *ISO 9003* – Sistemas de Qualidade: Modelo de Garantia da Qualidade na Inspeção e Ensaios Finais (*Model for Quality Assurance in Final Inspection and Test*) é, dos três, o documento menos abrangente.

O registo consiste apenas numa auditoria e numa aprovação dos sistemas de qualidade da empresa, de acordo com as normas *ISO 9000*, efectuadas por um auditor independente.

O facto de uma empresa estar em conformidade com as normas *ISO 9000* trás diversas vantagens:

1. As normas *ISO 9000* podem ajudar a empresa a atingir e manter o nível de qualidade desejado.
2. As normas *ISO 9000* poderão simplificar o negócio através da redução da frequência e/ou intensidade das auditorias executadas por clientes ou agências reguladoras.
3. Empresas sem a certificação *ISO 9000* terão mais dificuldades de vender, particularmente nos países da União Europeia (UE), nas categorias de equipamento cobertas pelas directivas da UE. Os produtos que já dispuserem

de um selo de qualidade não necessitam de ser novamente testados quando entram no Mercado de um dos estados membros da UE.

4. As empresas que implementarem as normas *ISO 9000* revelam uma mudança cultural positiva, levando os seus empregados a assumirem cada vez mais o compromisso da qualidade.

A Metrologia e as Normas ISO 9000

A certificação segundo o modelo *ISO 9001* envolve a avaliação da empresa em diversas áreas, das quais as seguintes estão relacionadas com os instrumentos de medição e a manutenção da sua qualidade:

- Inspeção e Teste
- Equipamento de Inspeção, Medição e Teste

Esta última sugere:

- Selecionar o equipamento apropriado às medições a efectuar.
- Calibrar esse equipamento em intervalos regulares, segundo padrões reconhecidos
- Utilizar procedimentos documentados
- Assegurar que o equipamento dispõe da exactidão exigida
- O equipamento deve indicar o estado de calibração, devendo ser mantidos os certificados de calibração
- Quando o equipamento tiver sido calibrado, a validade dos resultados deve ser julgada
- As condições ambientais, o armazenamento e manuseamento e a segurança devem ser adequados, de modo a manter a validade das calibrações

É, portanto, notória a preocupação da comunidade internacional em fazer vingar os padrões de qualidade a nível dos instrumentos de medição. Para isso, as empresas devem cuidar do seu equipamento de medição, procedendo à sua calibração a intervalos regulares.