Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

AULA
1

Metrologia

Um problema

Um comerciante foi multado porque sua balança não pesava corretamente as mercadorias vendidas. Como já era a terceira multa, o comerciante resolveu ajustar sua balança. Nervoso, disse ao homem do conserto:

– Não sei por que essa perseguição. Uns gramas a menos ou a mais, que diferença faz?

Imagine se todos pensassem assim. Como ficaria o consumidor?

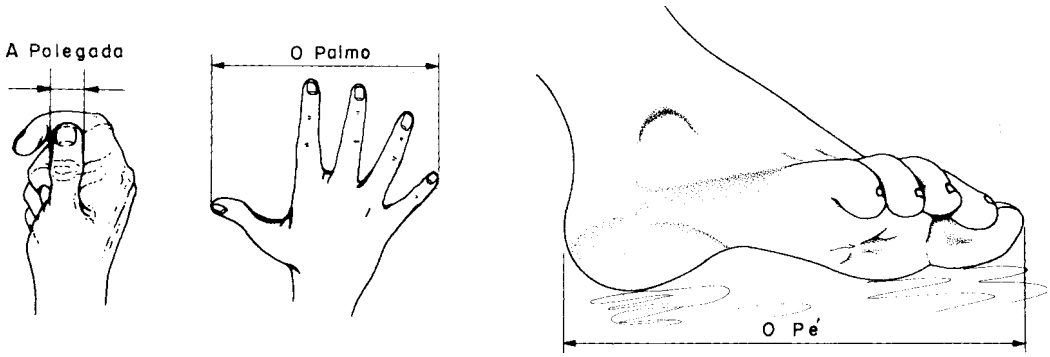
E, no caso da indústria mecânica que fabrica peças com medidas exatas, como conseguir essas peças sem um aparelho ou instrumento de medidas?

Neste módulo você vai entender a importância das medidas em mecânica. Por isso o título do livro é **Metrologia,** que é a ciência das medidas e das medições.

Antes de iniciarmos o estudo de metrologia, vamos mostrar como se desenvolveu a necessidade de medir, e os instrumentos de medição. Você vai perceber que esses instrumentos evoluíram com o tempo e com as novas necessidades.

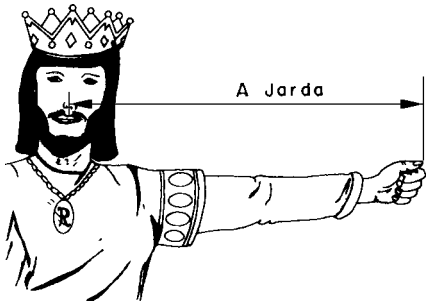
Um breve histórico das medidas

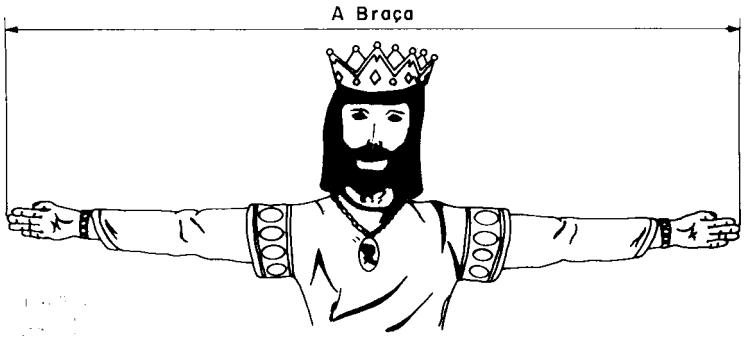
Como fazia o homem, cerca de 4.000 anos atrás, para medir comprimentos? As unidades de medição primitivas estavam baseadas em partes do corpo humano, que eram referências **universais**, pois ficava fácil chegar-se a uma medida que podia ser verificada por qualquer pessoa. Foi assim que surgiram medidas padrão como a polegada, o palmo, o pé, a jarda, a braça e o passo.



P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/



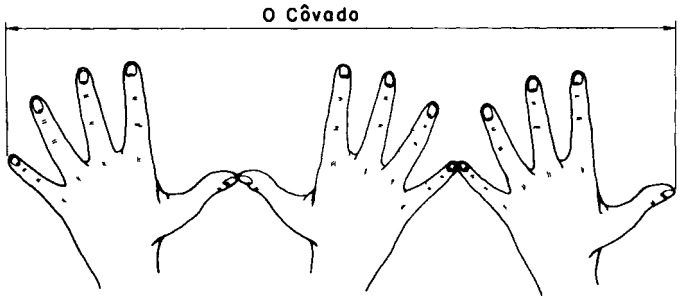


Algumas dessas medidas-padrão continuam sendo empregadas até hoje. Veja os seus correspondentes em centímetros:

1 polegada = 2,54 cm
1 pé = 30,48 cm
1 jarda = 91,44 cm

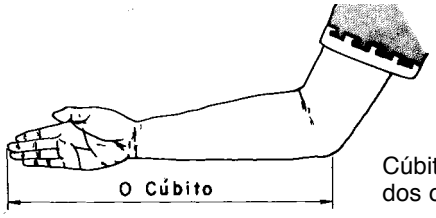
O Antigo Testamento da Bíblia é um dos registros mais antigos da história da humanidade. E lá, no Gênesis, lê-se que o Criador mandou Noé construir uma arca com dimensões muito específicas, medidas em **côvados**.

O côvado era uma medida-padrão da região onde morava Noé, e é equivalente a três palmos, aproximadamente, 66 cm.



Em geral, essas unidades eram baseadas nas medidas do corpo do rei, sendo que tais padrões deveriam ser respeitados por todas as pessoas que, naquele reino, fizessem as medições.

Há cerca de 4.000 anos, os egípcios usavam, como padrão de medida de comprimento, o **cúbito**: distância do cotovelo à ponta do dedo médio.



Cúbito é o nome de um dos ossos do antebraço

P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

Como as pessoas têm tamanhos diferentes, o cúbito variava de uma pessoa para outra, ocasionando as maiores confusões nos resultados nas medidas. Para serem úteis, era necessário que os padrões fossem iguais para todos. Diante desse problema, os egípcios resolveram criar um padrão único: em lugar do próprio corpo, eles passaram a usar, em suas medições, barras de **pedra** com o mesmo comprimento. Foi assim que surgiu o cúbito-padrão.

Com o tempo, as barras passaram a ser construídas de madeira, para facilitar o transporte. Como a **madeira** logo se gastava, foram gravados comprimentos equivalentes a um cúbito-padrão nas paredes dos principais templos. Desse modo, cada um podia conferir periodicamente sua barra ou mesmo fazer outras, quando necessário.

Nos séculos XV e XVI, os padrões mais usados na Inglaterra para medir comprimentos eram a polegada, o pé, a jarda e a milha.

Na França, no século XVII, ocorreu um avanço importante na questão de medidas. A **Toesa**, que era então utilizada como unidade de medida linear, foi padronizada em uma **barra de ferro** com dois pinos nas extremidades e, em seguida, chumbada na parede externa do Grand Chatelet, nas proximidades de Paris. Dessa forma, assim como o cúbito-padrão, cada interessado poderia conferir seus próprios instrumentos. Uma toesa é equivalente a seis pés, aproximadamente, 182,9 cm.

Entretanto, esse padrão também foi se desgastando com o tempo e teve que ser refeito. Surgiu, então, um movimento no sentido de estabelecer uma unidade natural, isto é, que pudesse ser encontrada na natureza e, assim, ser facilmente copiada, constituindo um padrão de medida. Havia também outra exigência para essa unidade: ela deveria ter seus submúltiplos estabelecidos segundo o **sistema decimal**. O sistema decimal já havia sido inventado na Índia, quatro séculos antes de Cristo. Finalmente, um sistema com essas características foi apresentado por Talleyrand, na França, num projeto que se transformou em lei naquele país, sendo aprovada em 8 de maio de 1790.

Estabelecia-se, então, que a nova unidade deveria ser igual à décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre.

P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

Essa nova unidade passou a ser chamada **metro** (o termo grego *metron* significa medir).

Os astrônomos franceses Delambre e Mechain foram incumbidos de medir o meridiano. Utilizando a toesa como unidade, mediram a distância entre Dunkerque (França) e Montjuich (Espanha). Feitos os cálculos, chegou-se a uma distância que foi materializada numa barra de platina de secção retangular de 4,05 x 25 mm. O comprimento dessa barra era equivalente ao comprimento da unidade padrão **metro**, que assim foi definido:

Metro é a décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre.

Foi esse metro transformado em barra de platina que passou a ser denominado **metro dos arquivos**.

Com o desenvolvimento da ciência, verificou-se que uma medição mais precisa do meridiano fatalmente daria um **metro** um pouco diferente. Assim, a primeira definição foi substituída por uma segunda:

Metro é a distância entre os dois extremos da barra de platina depositada nos Arquivos da França e apoiada nos pontos de mínima flexão na temperatura de zero grau Celsius.

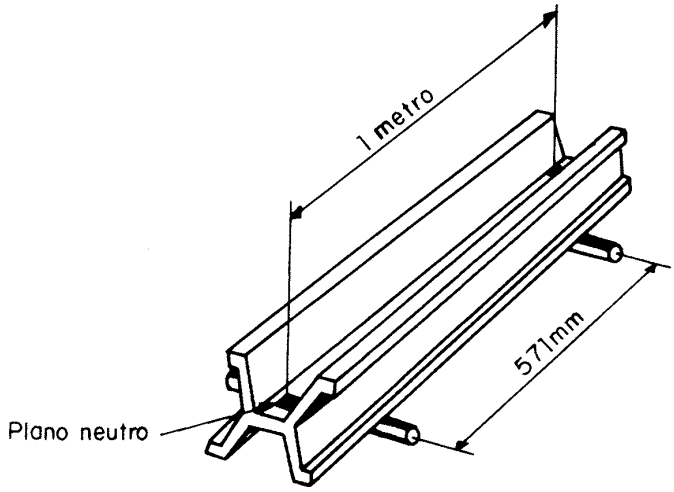
Escolheu-se a temperatura de zero grau Celsius por ser, na época, a mais facilmente obtida com o gelo fundente.

No século XIX, vários países já haviam adotado o sistema métrico. No Brasil, o sistema métrico foi implantado pela Lei Imperial nº 1157, de 26 de junho de 1862. Estabeleceu-se, então, um prazo de dez anos para que padrões antigos fossem inteiramente substituídos.

Com exigências tecnológicas maiores, decorrentes do avanço científico, notou-se que o **metro dos arquivos** apresentava certos inconvenientes. Por exemplo, o paralelismo das faces não era assim tão perfeito. O material, relativamente mole, poderia se desgastar, e a barra também não era suficientemente rígida.

Para aperfeiçoar o sistema, fez-se um outro padrão, que recebeu:

- seção transversal em X, para ter maior estabilidade;
- uma adição de 10% de irídio, para tornar seu material mais durável;
- dois traços em seu plano neutro, de forma a tornar a medida mais perfeita.



Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

Assim, em 1889, surgiu a terceira definição:

Metro é a distância entre os eixos de dois traços principais marcados na superfície neutra do padrão internacional depositado no B.I.P.M. (Bureau Internacional des Poids et Mésures), na temperatura de zero grau Celsius e sob uma pressão atmosférica de 760 mmHg e apoiado sobre seus pontos de mínima flexão.

Atualmente, a temperatura de referência para calibração é de 20ºC. É nessa temperatura que o metro, utilizado em laboratório de metrologia, tem o mesmo comprimento do padrão que se encontra na França, na temperatura de zero grau Celsius.

Ocorreram, ainda, outras modificações. Hoje, o padrão do metro em vigor no Brasil é recomendado pelo INMETRO, baseado na velocidade da luz, de acordo com decisão da 17ª Conferência Geral dos Pesos e Medidas de 1983. O INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), em sua resolução 3/84, assim definiu o metro:

Metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante o intervalo de tempo de $\frac{1}{299.792.458}$ do segundo.

É importante observar que todas essas definições somente estabeleceram com maior exatidão o valor da mesma unidade: o metro.

Medidas inglesas

A Inglaterra e todos os territórios dominados há séculos por ela utilizavam um sistema de medidas próprio, facilitando as transações comerciais ou outras atividades de sua sociedade.

Acontece que o sistema inglês difere totalmente do sistema métrico que passou a ser o mais usado em todo o mundo. Em 1959, a jarda foi definida em função do metro, valendo 0,91440 m. As divisões da jarda (3 pés; cada pé com 12 polegadas) passaram, então, a ter seus valores expressos no sistema métrico:

1 yd (uma jarda) = 0,91440 m

1 ft (um pé) = 304,8 mm

1 inch (uma polegada) = 25,4 mm

P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

Padrões do metro no Brasil

Em 1826, foram feitas 32 barras-padrão na França. Em 1889, determinou-se que a barra nº 6 seria o metro dos Arquivos e a de nº 26 foi destinada ao Brasil. Este metro-padrão encontra-se no IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas).

Múltiplos e submúltiplos do metro

A tabela abaixo é baseada no Sistema Internacional de Medidas (SI).

MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS DO METRO		
Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
Exametro	Em	10^{18} = 1 000 000 000 000 000 000 m
Peptametro	Pm	10^{15} = 1 000 000 000 000 000 m
Terametro	Tm	10^{12} = 1 000 000 000 000 m
Gigametro	Gm	10^{9} = 1 000 000 000 m
Megametro	Mm	10^{6} = 1 000 000 m
Quilômetro	km	10^{3} = 1 000 m
Hectômetro	hm	10^{2} = 100 m
Decâmetro	dam	10^{1} = 10 m
Metrom1 = 1m		
Decímetro	dm	10^{-1} = 0,1 m
Centímetro	cm	10^{-2} = 0,01 m
Milímetro	mm	10^{-3} = 0,001 m
Micrometro	mm	10^{-6} = 0,000 001 m
Nanometro	nm	10^{-9} = 0,000 000 001 m
Picometro	pm	10^{-12} = 0,000 000 000 001 m
Fentometro	fm	10^{-15} = 0,000 000 000 000 001 m
Attometro	am	10^{-18} = 0,000 000 000 000 000 001 m

Procure avaliar o que você aprendeu até agora, fazendo os exercícios, a seguir. Depois confira suas respostas com as do gabarito.

P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

Exercícios

Marque com um X a resposta correta.

Exercício 1

A ciência das medidas e das medições denomina-se:

a) ( ) simbologia;
b) ( ) fisiologia;
c) ( ) metrologia;
d) ( ) numerologia.

Exercício 2

A polegada, o palmo, o pé, a jarda, a braça e o passo são unidades de medição:

a) ( ) estatísticas;
b) ( ) recentes;
c) ( ) inadequadas;
d) ( ) primitivas.

Exercício 3

Os egípcios e os franceses usaram como unidade de medida, respectivamente:

a) ()passo e toesa;
b) ()toesa e pé;
c) ()cúbito e toesa;
d) ()cúbito e passo.

Exercício 4

O padrão do metro em vigor no Brasil é recomendado pelo:

a) ( ) INMETRO;
b) ( ) IPT;
c) ( ) BIPM;
d) ( ) INT.

Exercício 5

Os múltiplos e submúltiplos do metro estão entre:

a) ()metro e micrometro;
b) ()exametro e attometro;
c) ()quilômetro e decâmetro;
d) ()metro e milímetro.

Exercício 6

Um sistema totalmente diferente do sistema métrico é o:

a) ( ) japonês;
b) ( ) francês;
c) ( ) americano;
d) ( ) inglês.