

*Noções
de
Metrologia*

Noções de Metrologia

Inmetro – Abril de 2017

1 – Introdução

Quase todo mundo já usou um desses brinquedos de montar estruturas, do tipo lego. As pecinhas se encaixam umas nas outras, com incrível perfeição e permitem construir objetos bem complicados ou mesmo enormes. Existem pontes construídas com esses bloquinhos que chegam a quase 40 metros de comprimento¹. Para isso, utilizam-se milhões de blocos de lego. Para obras como essas, é necessário que as pequenas peças, que medem poucos centímetros, sejam feitas com muito cuidado. Se as distâncias entre os pinos e buracos fossem diferentes, jamais teríamos tais estruturas.

Agora imagine uma obra gigantesca, como a Ponte Rio-Niterói. É uma das maiores obras de engenharia do planeta e está entre as maiores pontes do mundo. Sua construção também se deu utilizando blocos. Porém, neste caso, eles são enormes, da ordem de dezenas ou centenas de metros. E nesse caso, também, se exige um encaixe perfeito.



***Imagem 1: Construção da Ponte Rio-Niterói. Ao fundo, o Pão de Açúcar.
As peças enormes, pré-fabricadas, se encaixam umas nas outras, com exatidão milimétrica.***

Não é de hoje que a humanidade se vê frente a esse tipo de situação. A construção de objetos ou estruturas, em que diversas peças se encaixam, exige um sistema complexo, que envolve definições de processos de medição e cálculos de incertezas, como veremos mais adiante.

Para entender melhor alguns dos conceitos envolvidos nos processos de medição, vamos voltar ao Egito Antigo. Uma pirâmide é formada por um enorme número de peças (blocos de pedra) que se encaixam. Não só sua estrutura externa é notável. Também se construía um conjunto de

¹ No site www.recordholders.org/en/list/lego.html há a descrição de uma série de recordes mundiais com peças de lego.

Acesso em 2 de maio de 2017.

câmaras e túneis internos, de acordo com os planos do faraó. Os projetos de construção de pirâmides eram cuidadosamente feitos por arquitetos.

E esses arquitetos, os engenheiros da época, acompanhavam a construção da obra. Inúmeros trabalhadores escravos deviam cortar mover e encaixar as peças². Os arquitetos deviam verificar se as peças cortadas correspondiam ao projeto, a fim de que o encaixe se desse conforme o planejado.

A unidade de comprimento da época era o cúbito, que correspondia à distância entre o cotovelo e a ponta do dedo do faraó, com a palma da mão aberta e esticada, alinhada ao antebraço.

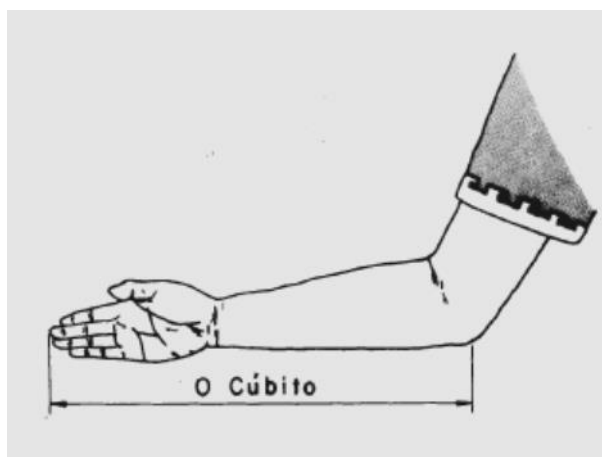


Imagem 2: Demonstração de um cúbito.

É claro que o faraó não ficava à disposição dos arquitetos e muito menos dos mestres de obra. Ao longe, ele contemplava o erguimento da pirâmide. Dessa forma, construía-se um padrão de granito, que representava o cúbito real e era a referência para todas as medidas. No entanto, esse padrão também não poderia ser movido para o canteiro de obras. Sua perda ou dano comprometeria o processo de construção. Ele deveria ficar seguro no palácio do faraó.

Os arquitetos usavam padrões de madeira em suas medidas cotidianas. Mas um cuidado importante era necessário: a medida do padrão usado pelos arquitetos, por todos eles, deveria sempre estar de acordo com o tamanho do padrão primário de granito. Ou seja, as medidas feitas pelos arquitetos deveriam ser rastreáveis ao padrão primário.

Os arquitetos do faraó eram obrigados a calibrar seus instrumentos de medição, a cada lua cheia. Se não o fizessem, eram enforcados. Apesar de a punição ser desmedida para a falha cometida – conforme entendemos hoje em nosso país –, a preocupação com esse rigor é evidente,

² No filme Os dez mandamentos, de 1956, dirigido por Cecil B. DeMille, pode-se ter uma boa noção de como foi a construção das pirâmides.

pois desse mesmo rigor dependia a justeza de enormes peças que se encaixariam nos monumentos construídos sob o mando dos faraós.

Dessa forma, podemos entender como a necessidade de medir e a exatidão são bastante antigas e remontam à origem das civilizações. Contudo, por muito tempo, cada país ou cada região, teve seu sistema de medidas. Essas unidades, entretanto, eram geralmente arbitrárias e imprecisas. Como vimos, os primeiros padrões de medida de comprimento correspondiam a partes do corpo de pessoas nobres: o cúbito do faraó, o pé de um rei, o palmo etc. Isso criava muitos problemas para o comércio, porque as pessoas de uma região não estavam familiarizadas com o sistema de medição das outras e também porque os padrões adotados eram, muitas vezes, subjetivos. As quantidades eram expressas em unidades pouco confiáveis, diferentes umas das outras e sem correspondência entre si.

A necessidade de converter unidades de medida era tão importante quanto a necessidade de converter moedas. Na verdade, em muitos países, entre eles o Brasil, nos tempos do Império, a instituição que cuidava da moeda também cuidava do sistema de medidas.

Em 1789, numa tentativa de resolver esse problema, o governo republicano francês pediu à Academia de Ciências da França que criasse um sistema de medidas baseado numa “constante natural”, ou seja, não arbitrária. Assim, criou-se o sistema métrico decimal, constituído inicialmente de três unidades básicas: o metro, que deu nome ao sistema por ter sido a primeira unidade a ser universalizada, o litro e o quilograma.

O **metro**, unidade básica de medida de comprimento, foi definido como a décima milionésima parte do comprimento do meridiano que, passando pela cidade de Paris, ligava o polo norte à linha do equador. O **quilograma**, unidade básica de medida de massa, foi definido como a massa de um litro de água. O **litro** foi definido como o volume de um decímetro cúbico.

Em 1799 foram criados os padrões materializados de **comprimento** e **massa**, sendo o primeiro uma barra de uma liga metálica de platina e irídio e o segundo um cilindro com massa correspondente à massa de um litro de água e também feito de uma liga de platina e irídio.



Imagem 3: Padrões de massa e de comprimento.

Posteriormente, realizou-se a primeira Convenção Internacional do Metro, em 1875, na qual se assinou um tratado para uniformizar o sistema métrico internacional e se criou o Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM).

Muitos países adotaram o sistema métrico, entre os quais o Brasil, e aderiram à Convenção do Metro. Entretanto, apesar das qualidades inegáveis do sistema métrico decimal – simplicidade, coerência e harmonia –, não foi possível torná-lo universal. Além disso, o desenvolvimento científico e tecnológico passou a exigir medições cada vez mais precisas e diversificadas. Em 1960, o sistema métrico decimal foi substituído pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), mais complexo e sofisticado do que o anterior. Mais adiante, faremos uma descrição mais detalhada do SI.

O SI foi sancionado em 1960, pela Conferência Geral de Pesos e Medidas, e constitui a expressão moderna e atualizada do antigo sistema métrico decimal, ampliado de modo a abranger os diversos tipos de grandezas físicas, compreendendo não somente as medições que interessam ao comércio e à indústria no dia a dia (domínio da metrologia legal), mas estendendo-se completamente a tudo o que diz respeito à ciência da medição.

Em 1961, o Brasil criou o **Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM)**. Logo depois, adotou o SI. A Resolução nº 12, de 1988, do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro) ratificou a adoção do SI no país, tornando seu uso obrigatório em todo o território nacional.

Em 1973, o INPM foi substituído pelo **Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro)**, que em 2011, por força da Lei nº 12.545, mudou de nome, passando a se chamar **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro)**.

Em 2012, pela Resolução Conmetro n.º 4, o Conmetro delega ao Inmetro a competência para atualizar o Quadro Geral de Unidades de Medida no País e, em 2013, considerando que o SI é dinâmico e evolui de forma contínua, refletindo as práticas de medição aperfeiçoadas com o decorrer do tempo, o Instituto publicou a Portaria Inmetro n.º 590, que estabelece o Quadro Geral de Unidades de Medida adotado pelo Brasil atualmente.

Nota: conheça o Quadro Geral de Unidades de Medida brasileiro, atualizado pela Portaria Inmetro n.º 590/2013, disponível nos materiais complementares desta aula, ou acesse o link: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002050.pdf>

2 – A Importância da Metrologia

A metrologia representa uma ciência estratégica para o desenvolvimento de uma nação, além de ser essencial para o crescimento tecnológico e comercial das organizações.

Para se ter ideia da importância da metrologia, estima-se que o custo das operações de medição equivalha a cerca de 6% do Produto Interno Bruto das nações industrializadas. Alimentos são comercializados por peso, o consumo de água e eletricidade é medido, e isso afeta a economia. Os tamanhos de cadeiras podem afetar nosso humor e comprometer o rendimento das pessoas na escola e no trabalho. A velocidade dos carros, quando excede os limites aceitáveis, é medida por agentes do Estado e pode ter consequências financeiras (no nosso bolso, em particular). As quantidades de substâncias ativas em medicamentos e os exames de sangue exigem medidas cada vez mais exatas. O mau uso de instrumentos de medição nas áreas de saúde pode trazer consequências danosas, gerando até casos fatais, em última instância. É praticamente impossível definir uma atividade de nosso dia a dia sem falar em pesos ou medidas.

Só para fazer um teste, tente desenvolver uma conversa em que não haja referências de peso ou medida: *“Que horas são?”; “Quantos quilos de feijão você comprou?”; “Você viu a velocidade daquele carro?”; “Meu colesterol está acima do limite!”* etc.

Assim, todas as atividades comerciais e seus regulamentos dependem de como pesamos e medimos. O piloto do avião observa cuidadosamente a altitude, o curso, o consumo de combustível e a velocidade. O inspetor sanitário mede a população de bactérias. Indústrias adquirem matérias-primas, por meio de pesos e medidas e especificam seus produtos usando as mesmas unidades. Regulamentam-se processos e disparam-se alarmes por causa de medições. A medição sistemática com a correta avaliação de suas incertezas é um dos pilares do controle de qualidade industrial, e, geralmente, nas indústrias modernas, os custos relativos às medições chegam a algo em torno de 10% a 15% do custo de produção. Boas medições podem, entretanto, aumentar significativamente a qualidade, o valor e a efetividade de um produto.

Por fim, toda a ciência e atividades científicas são completamente dependentes da metrologia. Geólogos medem ondas sísmicas para avaliar as gigantescas forças que estão por trás dos terremotos; astrônomos medem, pacientemente, a fraca luz vinda de estrelas distantes para determinar sua idade; físicos comemoram quando, ao fazer experimentos de milionésimos de segundo, finalmente confirmam a presença de mais uma partícula infinitesimal. A disponibilidade de instrumentos de medição e a habilidade em usá-los são essenciais se os cientistas querem documentar, de forma objetiva, os resultados que alcançaram.

A ciência da medição, a metrologia, é provavelmente a mais velha das ciências, e o conhecimento de como ela se aplica é uma necessidade fundamental para todas as profissões baseadas no conhecimento científico.

3 – Metrologia: A Ciência da Medição

A metrologia cobre as atividades de medição em três áreas principais:

1. A definição de unidades de medida internacionalmente aceitas, como o metro.
2. A realização das unidades de medida por meio de métodos científicos, como a realização do metro por meio do uso de lasers.
3. O estabelecimento de cadeias de rastreabilidade, determinando o valor e a exatidão de uma medição e disseminando o conhecimento. Assim, seguindo nossa linha de exemplos, teríamos a relação documentada entre o parafuso de um micrômetro numa oficina de engenharia de precisão e um laboratório primário de metrologia óptica de comprimento.

A metrologia se divide em três categorias com diferentes níveis de complexidade e exatidão:

1. A metrologia científica trata da organização e do desenvolvimento dos padrões de medida e sua manutenção (o nível mais alto).
2. A metrologia industrial cuida do funcionamento adequado dos instrumentos de medição usados na indústria, na produção e nos ensaios e garante, dessa forma, qualidade de vida para os cidadãos e para pesquisa acadêmica.
3. A metrologia legal é a prática e processo de aplicar à metrologia uma estrutura legal e regulamentadora e implementar sua execução. Essa categoria da metrologia tem foco no estabelecimento de adequada transparência e confiança nos resultados das medições, com base em ensaios imparciais, nos campos econômico, saúde, segurança e meio ambiente.

Como podemos ver, a metrologia é uma das ciências mais relevantes em qualquer nação industrializada, e em nosso país não é diferente. Com o aumento do comércio interno e a ascensão do Brasil no comércio internacional, tornou-se indispensável que os produtos nacionais tenham excelente qualidade. Dessa forma, a metrologia constituiu-se em algo muito importante para o desenvolvimento de um país, além de ser fundamental para o crescimento tecnológico e comercial das organizações.

Resumo

Nesta aula, aprendemos que a metrologia sempre teve uma função essencial para o país e para a sociedade.

Desde a remota origem da civilização, a metrologia sempre foi necessária. Cada país tinha seu sistema de medidas, e isso causava dificuldades no comércio internacional.

Para tentar resolver o problema, foi criado, em 1789, o Sistema Métrico Decimal, constituído de três medidas: metro, litro e quilograma.

No Brasil, usamos o Sistema Internacional de Unidades (SI), que facilita o entendimento de informações nas relações comerciais e científicas em todo o mundo.

Estudamos a importância e a necessidade de medirmos as propriedades de objetos ou fenômenos para conhecê-los melhor, possibilitando, assim, seu aperfeiçoamento e a realização de trocas comerciais.

Estudamos a importância e a necessidade de medirmos as propriedades de objetos ou fenômenos para conhecê-los melhor, possibilitando, assim, seu aperfeiçoamento e a realização de trocas comerciais.

Observamos que a metrologia legal tem funções que consistem em procedimentos estabelecidos por meio de leis e regulamentos, com o objetivo de garantir a confiança nas medições no âmbito das transações comerciais, da segurança do cidadão, da saúde e do meio ambiente. Sua área de atuação inclui produtos pré-embalados e sistemas de medição, utilizados nas transações comerciais, ou seja, em aspectos essenciais para a sociedade.

Referências

BRASIL. Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Resolução nº 12, de outubro de 1988. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 de out. 1988. Seção 1, p. 20526-20531.

BRASIL. Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Resolução nº 4, de 5 de dezembro de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 de dez. 2012. Seção 1, p. 256.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Portaria nº 590, de 2 de dezembro de 2013. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 de dez. 2013. Seção 1, p. 102.

DIAS, José Luciano de Mattos. Medida, normalização e qualidade: aspectos da história da metrologia no Brasil. Rio de Janeiro: Ilustrações, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. International standard ISO 5725-3:1994: technical corrigendum 1: Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results: part 3: intermediate measures of the precision of a standard measurement method. Suíça, 2001. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Vocabulário internacional de metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). Rio de Janeiro: [s. n.], 2012. Tradução de: International vocabulary of metrology – basic and general concepts and associated terms - JCGM 200:2012. 3rd ed. 2012.

BRASIL. Instituto Nacional De Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Vocabulário internacional de termos de metrologia legal (VIML 2016). Portaria Inmetro nº 150, de 29 de março de 2016. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 31 de mar. 2016. Seção 1, p. 80.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Site. Metrologia Legal. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/metlegal/index.asp>>. Acesso em: abr. 2017.

