

Metrologia e Normatização

ANDREW SCHAEGLER



Unidade 3

Calibração
e Controle
Metrológico



Diretor Executivo
DAVID LIRA STEPHEN BARROS

Diretora Editorial
ANDRÉA CÉSAR PEDROSA

Projeto Gráfico
MANUELA CÉSAR ARRUDA

Autor
ANDREW SCHAEGLER

Desenvolvedor
CAIO BENTO GOMES DOS SANTOS

O AUTOR

Andrew Schaedler

Olá. Meu nome é Andrew Schaedler. Sou formado em Engenharia Mecânica, com uma experiência técnico-profissional na área de engenharia de processos e usinagem de precisão, de mais de 8 anos. Passei por empresas como a TDK multinacional Japonesa produtora de componentes eletrônicos, John Deere multinacional Americana produtora de equipamentos agrícolas e hoje sou sócio proprietário de uma metalúrgica especializada em usinagem de precisão atendendo empresas de grande porte do ramo automotivo. Sou apaixonado pelo que faço e adoro transmitir minha experiência de vida àqueles que estão iniciando em suas profissões. Por isso fui convidado pela Editora Telesapiens a integrar seu elenco de autores independentes. Estou muito feliz em poder ajudar você nesta fase de muito estudo e trabalho. Conte comigo!

ICONOGRÁFICOS

Olá. Meu nome é Manuela César de Arruda. Sou a responsável pelo projeto gráfico de seu material. Esses ícones irão aparecer em sua trilha de aprendizagem toda vez que:



INTRODUÇÃO:
para o início do desenvolvimento de uma nova competência;



NOTA:
quando forem necessários observações ou complementações para o seu conhecimento;



EXPLICANDO MELHOR:
algo precisa ser melhor explicado ou detalhado;



SAIBA MAIS:
textos, referências bibliográficas e links para aprofundamento do seu conhecimento;



ACESSE:
se for preciso acessar um ou mais sites para fazer download, assistir vídeos, ler textos, ouvir podcast;



ATIVIDADES:
quando alguma atividade de autoaprendizagem for aplicada;



DEFINIÇÃO:
houver necessidade de se apresentar um novo conceito;



IMPORTANTE:
as observações escritas tiveram que ser priorizadas para você;



VOCÊ SABIA?
curiosidades e indagações lúdicas sobre o tema em estudo, se forem necessárias;



REFLITA:
se houver a necessidade de chamar a atenção sobre algo a ser refletido ou discutido sobre;



RESUMINDO:
quando for preciso se fazer um resumo acumulativo das últimas abordagens;



TESTANDO:
quando o desenvolvimento de uma competência for concluído e questões forem explicadas;

SUMÁRIO

Conceito de Calibração – Padrões de Calibração11

Conceito de Calibração11

Padrões de Calibração15

Controle Metrológico – Metrologia Legal.....21

O que compreende o controle metrológico?23

Introdução aos Instrumentos de Medição - Paquímetro 29

Paquímetro31

Realizando medições com o Paquímetro 34

Instrumentos de Medição – Micrômetro - Balanças.....36

Micrômetro36

Realizando medições com o Micrômetro38

A Balanças41

UNIDADE

03

CALIBRAÇÃO E CONTROLE METROLÓGICO

INTRODUÇÃO

Continuamos nos aprofundando na Metrologia, essa área de conhecimento que nos rodeia e rege quase todas as transações comerciais e processos produtivos que conhecemos. Nesta unidade, iremos entender o que é a calibração, para que ela serve e como ela está diretamente ligada com os instrumentos de medição que utilizamos. Também conheceremos o que são os padrões de calibração e como eles são essenciais no dia a dia de uma indústria ou dos órgãos responsáveis por calibrarem os instrumentos de medição. Falaremos ainda um pouco mais sobre Metrologia Legal, mais especificamente a área de controle metrológico. E para finalizar esta unidade, iremos aprender sobre instrumentos de medição, quais são os mais comuns, como manuseá-los e para que servem. Assim, ficaremos familiarizados com estas ferramentas amplamente utilizadas na rotina das indústrias e do comércio. Entendido? Então, vamos em frente!

OBJETIVOS

Olá. Seja muito bem-vindo à **Unidade 03 Calibração e Controle Metrológico**. Nosso objetivo é auxiliar você no desenvolvimento das seguintes competências profissionais até o término desta etapa de estudos:

1. Definir o conceito de calibração e de padrões de calibração;
2. Entender o controle metrológico na metrologia legal;
3. Definir instrumentos de medição e conhecer o paquímetro;
4. Conhecer o micrômetro e as balanças.

Então? Preparado para adquirir conhecimento sobre um assunto fascinante e inovador como esse? Vamos lá

Conceito de Calibração – Padrões de Calibração



INTRODUÇÃO:

Ao término deste capítulo você será capaz de entender como funciona a calibração de instrumentos de medição, para que serve os padrões de calibração e onde os encontramos. Será possível compreender a importância de realizar calibração dos instrumentos que utilizamos em nosso dia-a-dia.

Nem nos damos conta da importância da calibração nos instrumentos de medição não é mesmo? Vamos em frente para entender melhor como tudo isso funciona.

Conceito de Calibração

Durante a vida útil de um instrumento de medição, ele sofre desgastes normais após o uso constante assim podendo haver influência em seu desempenho. É esperado que quanto mais o instrumento for utilizado, maior a chance de ter erro, em suas medições, acima do aceitável ou acima das especificações do fabricante. É importante observarmos que o erro de medição não depende só do equipamento. Outros fatores como o método de medição, o padrão utilizado, as condições ambientais, entre outros, também afetam o erro de medição.

Quando um instrumento de medição não é calibrado e monitorado ao longo do tempo, ignorando o erro obtido em suas medições, estamos aumentando o risco de obter problemas de qualidade nos processos e produtos que este instrumento inspeciona. Quando um instrumento de medição apresente um erro e este erro não é conhecido, os produtos e processos monitorados por esse instrumento, possuem o mesmo erro. Assim afetando o produto final.

A calibração é a forma de conhecer e avaliar desempenho de um instrumento de medição.

Ela deve ser realizada com periodicidade específica pelo processo ou produto monitorado, só assim os resultados de medição serão confiáveis. Kobayoshi Marcelo, Calibração de instrumentos de medição, 2012.

Há algum tempo atrás, era normal falarmos de verificação e calibração utilizando a palavra “aferição”, porém, o termo aferição não faz mais parte do VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia (2012). Conforme o VIM (2012), temos os seguintes conceitos:

- **Verificação** – Fornecimento de evidência objetiva de que um item satisfaz requisitos especificados.
- **Calibração** – Operação que estabelece, sobre condições especificadas, numa primeira etapa, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa, utiliza esta informação para estabelecer uma relação visando a obtenção dum resultado de medição a partir duma indicação.
- **Ajuste** – Conjunto de operações efetuadas num sistema de medição, de modo que ele forneça indicações prescritas correspondentes a determinados valores duma grandeza a ser medida.

Sendo assim, a calibração corresponde a uma operação mais detalhada, onde os valores são verificados, e também são identificados erros e incertezas, registrados em um Certificado.



DEFINIÇÃO:

“Calibração é o processo de comparação entre um padrão e o instrumento a ser calibrado, este processo tem o objetivo de identificar os erros e as incertezas dos instrumentos de medição. Para registrar os resultados encontrados é emitido um certificado de calibração”. (VIM, 2012, p. 38)

Analizando a definição de calibração, chegamos à conclusão que calibrar um equipamento não melhora a situação do mesmo. A calibração mostra a real situação do instrumento, assim permite que possamos decidir se o equipamento está ou não apto para controlar um produto ou processo.

Quando constatado um erro durante a Calibração, é necessário que o instrumento de medição passe por um processo de ajuste, para que o equipamento mostre o valor exato que está sendo medido, normalmente utilizando um padrão de calibração. (KOBAYOSH, 2012)

Você pode perceber que calibrar um instrumento é coisa séria, pois então, as calibrações devem ser realizadas com embasamento técnico, assim como normas nacionais e internacional, documentos que servem como guias gerados pelo INMETRO, recomendações de fabricantes, entre outros. Normalmente são realizadas por laboratórios de calibração que podem oferecer serviços acreditados pela Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou rastreados (utilizando padrões calibrados em laboratórios acreditados RBC).

Os laboratórios pertencentes a RBC, que são os laboratórios autorizados a executar as calibrações reconhecidas pelo Inmetro, estão em acordo com a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos para a Competência de Laboratórios de Ensaios e Calibração e tem sua competência técnica avaliada pela CGCRE/INMETRO.

Os laboratórios com serviços registrados pelo RBC atendem a norma ABNT ISO 9001 – Sistema de Gestão da Qualidade e possuem seus padrões calibrados em laboratórios RBC.

O resultado da calibração de um instrumento de medição, é uma informação de com um nível de importância muito alto, ela resulta em um relatório técnico, também chamado de certificado de calibração. Este certificado deve atender ao requisito 5.10: Apresentação de Resultados da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos para a Competência de Laboratórios de Ensaios e Calibração.

Para o melhor entendimento das pessoas que irão utilizar o relatório técnico, ele deve conter informações sobre o procedimento e

as condições utilizadas na calibração. Normalmente encontramos uma tabela ou gráficos com os resultados ponto a ponto das medições do instrumento em questão, além das medições também são mostrados os erros e as incertezas encontradas.

Após a calibração e já com o relatório de calibração em mãos, é possível avaliar se o instrumento está em condições de trabalho ou se é necessário realizar algum ajuste.

Falaremos mais sobre as normas e a rede Brasileira de Calibração (RBC) nos estudos sequenciais.



SAIBA MAIS:

Vamos falar agora especificamente sobre calibração de balanças. Instrumento de medição que utilizamos diariamente as vezes sem nem perceber. Quer um exemplo? O saco de arroz que utilizamos no almoço deve ter um 1kg certo? Ele já foi pesado antes para garantir que chegue até você com este peso. O pãozinho que compramos a peso, passa em uma balança antes de chegar até nós, não é mesmo? Ou o buffet a quilo que tanto utilizamos, também necessita ser pesado.

Pois então, as balanças utilizadas nesses exemplos necessitam estar calibradas e funcionando corretamente.

Já vimos que calibração é coisa séria, pois para garantir o desempenho e o correto funcionamento das balanças, é fundamental que seja realizado a calibração dos equipamentos.

O INMETRO fornece o documento orientativo DOQ-CGCRE-036, Orientações sobre Verificação Intermediária das Balanças, Revisão 00 – 2012.

A calibração de uma balança, é realizada a partir da comparação do o instrumento calibrado e os padrões de qualidade metrológica adequados. (KOBAYOSH, 2012)

Apenas realizando a calibração das balanças será possível realizar ajustes, quando assim for necessário.

A calibração de balanças tem o objetivo entender e atestar os resultados e erros de medição apresentados pelo equipamento, tendo como base um peso padrão como valor de referência. De uma forma simplificada a calibração de balanças é o valor apresentado pela balança.

Vamos ver um exemplo, é posicionado sobre o prato da balança um peso padrão calibrado com valor nominal de 10 kg, e após estabilização da balança, observa-se o valor indicado no mostrador. A diferença entre o valor indicado pelo equipamento e o valor de referência do padrão é chamado erro de indicação.

Todas as especificações técnicas para balanças, assim como os erros máximos permitidos estão definidos na portaria n° 236/94 do INMETRO. Ao final da calibração, o laboratório, onde a balança foi calibrada, irá emitir um certificado de calibração. Com esse documento, o cliente tem condições de avaliar se sua balança está apta para a função a qual é utilizada. Caso a balança não atenda aos requisitos necessários para esta função, ela deve ser encaminhada para uma oficina autorizada pelo IPEM-PR ou INMETRO, onde será realizado ajustes e reparos.

Padrões de Calibração

Temos visto que medir é uma atividade corriqueira na sociedade atual. Ao olhar no relógio, por exemplo, nós vemos o resultado de uma medição de tempo. Ao comprar um quilograma de carne no açougue ou abastecer o carro no posto de gasolina, nós utilizamos medições. Existe uma imensa variedade de coisas que podem ser medidas. Imagine uma garrafa de refrigerante, podemos medir a sua altura, medir quanto ela pesa e podemos medir quanto líquido ela pode comportar. Cada uma dessas características (comprimento, massa, volume) implica numa grandeza física diferente.

Figura 1 - Padrões de Calibração para a grandeza massa, unidade quilograma (kg)



Fonte: Pixabay

Segundo o IPEM-SP (2020?), medir é comparar uma grandeza física com outra, de mesma natureza, tomada como padrão. Temos que entender o conceito de grandeza, pois ela é a base para realizar medições. Grandeza é o atributo físico de um objeto de comparação, que pode ser qualitativamente expresso por um número e quantitativamente determinado. Por exemplo, a largura de um pote de biscoito é um dos atributos desse corpo, definido pela grandeza comprimento, que é qualitativamente diferente de outros atributos (diferente de massa, por exemplo) e quantitativamente mensurável (pode ser expresso por um número).

Quando um instrumento de medição é calibrado, é realizado a comparação deste instrumento com um padrão com valor conhecido. Esse padrão pode ser um instrumento de medição, um objeto já conhecido a ser usado na comparação ou um processo conhecido que irá produzir um valor confiável.

Um padrão de calibração serve de base para todas as medições, em um laboratório ou em uma indústria.

Um padrão primário define o valor de uma unidade, sendo assim possível expressar a unidade com um único número

O padrão primário define a unidade, até que ela seja atualizada para melhor expressar as necessidades requeridas. As principais características requeridas em um padrão de calibração são: acesso a nível mundial, confiabilidade, estabilidade temporal e espacial e mínima sensibilidade às fontes externas do ambiente. Definição encontrada no site qualidade online. Link: <https://bit.ly/3e09Gi5>. Acesso em 18/03/2020.

Segundo Silva (2012, 23), podemos ver que no Brasil, os padrões primários (referência) e secundários (transferência) são mantidos no Inmetro. Periodicamente, o Inmetro, calibra seus próprios padrões de transferência.

O padrão de calibração é a base de toda calibração. Foram estabelecidos os conceitos de padrão material e de receita.

Padrão físico ou material tem por base um em uma entidade física, como uma quantidade de metal ou um comprimento de uma barra de metal, como o exemplo dos padrões de massa da figura no início deste capítulo. O padrão material é físico e deve ser armazenado em condições de temperatura, pressão e umidade específicas e ser rastreado por órgãos competentes. Exemplo de padrão físico é quilograma físico, padrão de massa no SI, que consiste em um cilindro de platina irídio, com 39 mm de altura e de diâmetro e que engordou, passando para 1,000 030 kg. Esse padrão está preservado e guardado em Sevres, França e uma réplica dele está guardada no Inmetro, em Xerém (RJ).

O padrão de receita pode ser reproduzido em qualquer laboratório do mundo, baseando-se em fenômenos físicos, procedimentos e métodos específicos. O padrão de receita substitui o padrão físico assim tendo uma maior disponibilidade.

Agora, vamos analisar os tipos de padrões de calibração, segundo o VIM (2012, p. 47-50), percorrendo que:

Padrão de medição internacional: reconhecido pelos signatários dum acordo internacional, tendo como propósito a sua utilização mundial. Um exemplo é o protótipo internacional do quilograma.

Padrão de medição nacional: reconhecido por uma entidade nacional para servir dentro dum Estado ou economia, como base para atribuir valores a outros padrões de medição de grandezas da mesma natureza.

Padrão de medição primário: estabelecido com auxílio de um procedimento de medição primário ou criado como um artefato, escolhido por convenção.

Padrão de medição secundário: estabelecido por intermédio de uma calibração com referência a um padrão de medição primário de uma grandeza da mesma natureza.

Padrão de medição de referência: estabelecido para a calibração de outros padrões de grandezas da mesma natureza em uma dada organização ou em um dado local.

Padrão de medição de trabalho: que é utilizado rotineiramente para calibrar ou controlar instrumentos de medição ou sistemas de medição.



SAIBA MAIS:

Antes de 1960 a unidade de comprimento era um padrão físico, consistindo de uma barra de Pt-Ir guardada em Sevres. Em 1960, a unidade de comprimento foi redefinida em termos de padrão de receita óptico, como sendo equivalente a 1 650 763,73 vezes o comprimento de onda da luz laranja vermelha de uma lâmpada de Kr86. Em 1983, o metro foi redefinido em função do trajeto percorrido por uma onda eletromagnética plana, no vácuo, durante $1/299\,792\,458$ de segundo. Atualmente, a única unidade definida como padrão material é o quilograma. Todas as outras unidades são fixadas por meio de definições de receitas. O tempo foi a última unidade a ser substituída, tendo sido domínio dos astrónomos por milhares de anos (KULA, 1970).

Já entendemos como os padrões de calibração são importantes e como dependemos deles para manter os sistemas de medição funcionando corretamente. Vamos seguir em frente!



RESUMINDO:

E então? Gostou do que lhe mostramos? Aprendeu mesmo tudinho? Agora, só para termos certeza de que você realmente entendeu o tema de estudo deste capítulo, vamos resumir tudo o que vimos. Você deve ter aprendido que é muito importante que os instrumentos utilizados para fazer qualquer medição estejam calibrados, só assim é possível garantir o seu desempenho. A calibração é o processo de comparação entre um padrão e o instrumento a ser calibrado, este processo tem o objetivo de identificar os erros e as incertezas dos instrumentos de medição. O Certificado de Calibração é o documento que registra os resultados de uma calibração, indicando as estimativas dos erros e das incertezas, e geralmente apresenta informações sobre o procedimento e as condições de calibração. Você deve ter aprendido também que condições de uso, temperatura e outros fatores externos podem influenciar o desempenho de um instrumento de medição, sendo assim, a calibração deve ser feita periodicamente para garantir resultados confiáveis.

Deve ter entendido que, se for verificado um erro durante a calibração, será necessário proceder um processo de ajuste para que o instrumento de medição volte a mostrar os valores adequados ao padrão estabelecido. Você deve ter compreendido que as calibrações devem ser realizadas com embasamento técnico, utilizando normas, recomendações de fabricantes e guias gerados pelo INMETRO, e que laboratórios credenciados são responsáveis pela calibração de instrumentos de medição, acreditados pela Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou rastreados (utilizando padrões calibrados em laboratórios acreditados RBC). Por fim, deve ter aprendido que o próprio padrão deve ser confiável, pois ele é a base de todas as medições, em um laboratório ou em uma indústria, em um país e no mundo, para tanto é importante que tenha as seguintes características: disponibilidade global, confiabilidade, estabilidade temporal e espacial e

mínima sensibilidade às fontes externas do ambiente. Um padrão físico, ou material, é aquele que resultante de uma entidade física, como o quilograma; já um padrão de receita baseia-se em fenômenos físicos e procedimentos específicos, podendo ser reproduzido em qualquer laboratório do mundo.

Controle Metrológico – Metrologia Legal

Segundo o Inmetro, a metrologia legal no Brasil precede a Lei 5966 de 12 de dezembro de 1973 que criou o Sinmetro - Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, do qual o Inmetro é o órgão executivo central. É preciso destacar que nos anos 30 foi aprovada a primeira legislação de uma "Lei de Metrologia", mas a implantação de um controle metrológico, a nível nacional, começou a surgir a partir dos anos 1960, com a criação do Instituto Nacional de Pesos e Medidas - INPM, cujas atividades foram incorporadas pelo Inmetro.

O Inmetro tem a responsabilidade de organizar e executar as atividades de metrologia legal no Brasil.

Devido ao tamanho territorial Brasileiro, o Inmetro criou um modelo descentralizado, delegando a execução do controle metrológico aos Órgãos Metrológicos Estaduais, sendo eles chamados Ipem, Instituto de Pesos e Medidas, que fazem parte da Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - Inmetro (RBMLQ-I).

A RBMLQ-I é responsável por executar as ações necessárias do Inmetro em todo o brasileiro, realizando as verificações e inspeções dos instrumentos de medição, e o controle das indicações quantitativas dos produtos pré-medidos, de acordo com a legislação em vigor.

A Rede é composta por 26 órgãos metrológicos regionais, sendo eles, 23 órgãos dos governos estaduais, 1 órgão municipal, e os 2 restantes administrados pelo próprio Inmetro. Esta estrutura tem trabalhado para garantir a execução das atividades em o território nacional, com sedes em 26 estados da federação, bases situadas em 65 cidades do interior e 23 postos de verificação de veículos-tanque localizados em pólos de distribuição de combustíveis automotivos. (INMETRO, 2020?)

Os instrumentos que estão sobre regulamentação no Brasil, são os instrumentos de medição utilizados nas atividades econômicas, comerciais e nas medições que interfiram as pessoas nas áreas da saúde, da segurança e do meio ambiente, e os produtos pré-medidos.

No mundo e também no Brasil, o desenvolvimento tecnológico, econômico e social tem determinado o rumo da evolução do controle metrológico dos instrumentos de medição. Sendo inicialmente inspecionadas apenas as medições em transações comerciais, as atividades de metrologia legal vêm sendo ampliada até às demais áreas previstas na legislação.

Novos instrumentos de medição devem ser aprovados pelo Inmetro, que examina, ensaia e verifica se o instrumento está adequado para a sua finalidade.

Após a fabricação, cada instrumento de medição deve passar por uma verificação inicial para garantir sua exatidão antes de seu uso.

Quando está em utilização, quem possuiu o equipamento é o responsável pela manutenção de sua exatidão e uso correto, sendo o mesmo controlado por verificações periódicas e inspeções.

A Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade, através de órgãos delegados pelo Inmetro, efetua o controle de equipamentos e instrumentos para assegurar que os consumidores estão recebendo medidas corretas.

O Inmetro também trabalha para assegurar que a metrologia legal seja aplicada através do mundo, realizando um papel ativo em cooperação com o Mercosul e a Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML).

Figura 2 - Balança ilustrativa, analogia sobre o tema Controle Metrológico.



Fonte: Pixabay

O que compreende o controle metrológico?

Sendo o Inmetro a instituição responsável pelo controle metrológico no Brasil continuamos analisando as informações fornecidas por ele, segundo o Inmetro o controle Metrológico compreende:

- O Controle dos Instrumentos de Medição é exercido através de ações relativas a:
 1. Apreciação técnica de modelo;
 2. Verificação;
 3. Inspeção.
- A Supervisão Metrológica é constituída por procedimentos executados na fabricação, na utilização de instrumentos de medição, também é realizado supervisão metrológica durante a manutenção e conserto de um instrumento de medição, assim assegurando que estão as exigências regulamentar es sendo atendidas, esses procedimentos de supervisão abrangem as informações colocadas nas mercadorias pré-medidas.
- A Perícia Metrológica, é constituída por uma série de operações que tem a finalidade de examinar e certificar as condições em que um instrumento de medição se encontra assim, determinando suas características metrológicas de acordo com as exigências.

Para exercer este controle o governo expede leis e regulamentos.

Os regulamentos, tem por finalidade estabelecer as unidades de medida autorizadas, as exigências técnicas e metrológicas, assim como as exigências de marcação, de utilização e o controle metrológico, que devem atender os fabricantes, importadores e a todos que possuem dos instrumentos de medição em questão.

Além disso, caro aluno, a base da regulamentação tem sua origem nas Recomendações da Organização Internacional de Metrologia Legal -

OIML, à qual o Brasil está filiado como país membro, e na colaboração dos fabricantes dos instrumentos de medição envolvidos, representados por suas entidades de classe, e entidades representativas dos consumidores, pela participação nos Grupos de Trabalho de Regulamentação Metrológica.

O objetivo destes Grupos de Trabalho é de tornar este processo de elaboração de Regulamentos Técnicos Metrológicos mais participativo e transparente, sendo compostos por integrantes do Inmetro, dos órgãos metrológicos estaduais (Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade), de órgãos governamentais envolvidos na área de atuação do Grupo e outros que o próprio Grupo julgar necessário, assim como representante de empresas. Os Grupos de trabalho também atuam na avaliação dos projetos de Recomendação Internacional da OIML, que são encaminhados ao Inmetro para análise de implementação no Brasil, bem como na avaliação dos projetos correlacionados ao Mercosul.

Atualmente nossa regulamentação técnica metrológica, abrange medições no campo das principais grandezas, como massa, volume, comprimento, temperatura e energia.

A regulamentação técnica para produtos pré-medidos, tem como objetivo a padronização das quantidades em que são comercializados os produtos medidos sem a presença do consumidor, assim como as tolerâncias admitidas na sua comercialização. Também estabelece regras para as indicações quantitativas nas embalagens, abrangendo também a inserção de vales brindes ou anexação externa de brindes às embalagens.

De acordo com o INMETRO (2020?), para garantir a proteção ao consumidor e a concorrência de forma justa entre as empresas e comércios, o Inmetro aplica as seguintes ações:

- 1. Ações preventivas de proteção ao consumidor:**
 - a edição dos regulamentos técnicos e das normas de procedimentos deles decorrente, tendo por escopo requisitos da qualidade metrológica dos instrumentos, medidas, meios e métodos de medição;

- a apreciação técnica dos modelos de medidas e instrumentos de medição, compreendida do exame técnico de sua performance, da proteção intrínseca que possuam para dificultar fraudes nas medições e do plano de selagem que iniba ou dificulte a adulteração de componentes ou mesmo do seu adequado funcionamento;
- a verificação inicial e periódica destes instrumentos e medidas; a inicial antes de sua colocação em uso e a periódica a intervalos, geralmente de um ano;
- a padronização das quantidades em que são acondicionados os produtos pré-medidos, evitando a concorrência desleal e a vantagem enganosa prometida, mesmo que veladamente ao consumidor;
- O estabelecimento de procedimentos nas operações com instrumentos de medição e medidas materializadas.
- O estabelecimento das unidades legais de medida e seu correto emprego.

2. Ações fiscalizadoras para proteção ao consumidor:

- a inspeção metrológica para verificação do correto funcionamento e adequado uso dos instrumentos e medidas;
- a perícia metrológica em produtos pré-medidos para verificação da correspondência entre a quantidade nominal e a quantidade efetiva;
- a aplicação de penalidade de multa, apreensão e interdição de instrumentos e produtos que se encontrem em desacordo com a legislação metrológica;
- a revogação de aprovação e/ou suspensão da verificação inicial de um modelo que venha a permitir, quanto em utilização, facilidade a fraudes contra o consumidor.

Bem complexo não é mesmo? Afinal de contas fiscalizar e agir para corrigir as irregularidades dos requisitos dos Controles Metrológicos em todo Brasil não é uma tarefa fácil.

Pensando no nosso dia-a-dia, na quantidade de mercadorias medidas durante seu processo de fabricação que chegam em nossas mãos e no pequeno número de problema que encontramos, podemos chegar à conclusão que o sistema de Controle Metrológico em nosso país funciona de maneira muito eficaz.

Falamos anteriormente sobre o IPEM- Instituto de Pesos e Medidas. Vamos utilizar como base o IMPEM- SP (Instituto de pesos e medidas de São Paulo) para entendermos melhor as funções do IPEM.

Segundo o IPEM-SP (2020?), o Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo - Ipem-SP foi criado em 24 de abril de 1967, por meio do Decreto Estadual 47.927. Em 1995, por meio da Lei 9.286 de 22/12/95, foi transformado em Autarquia Estadual vinculada à Secretaria da Justiça e Cidadania do Governo do Estado de São Paulo. Mediante convênio com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO, o IPEM-SP (2020?), executa serviços essenciais na proteção ao cidadão em suas relações de consumo exercendo, no âmbito do Estado, a verificação e a fiscalização de:

- instrumentos de medição (e medidas materializadas);
- produtos pré-medidos;
- produtos têxteis;
- produtos com certificação compulsória;
- veículos transportadores de produtos perigosos e de GLP fracionado.

No site do IPEM-SP tem uma seção direcionada a proprietários de instrumentos de medição que necessitam de calibração, com informações e cartilhas sobre os procedimentos necessários. Link: <https://bit.ly/2ASHupJ> Acesso em 18/03/2020.

Segue informações do site do IPEM-SP, 2013. Link: <https://bit.ly/2ASHupJ> Acesso em 18/03/2020.

De acordo com o IPEM-SP (2020?), os instrumentos de medição e medidas materializadas verificados são:

- Bafômetro = Etilômetro
- Balança (IPNA)
- Bomba Medidora de Combustíveis
- Carroçaria de caminhão para carga sólida (somente verificação inicial)
- Contrapeso (massa auxiliar)
- Densímetro - (somente verificação inicial)
- Esfigmomanômetro - medidor de pressão arterial
- Hidrômetro domiciliar
- Máquina de moer e pesar café
- Medidas de comprimento: metro comercial, trena de sondagem e de extensão
- Medidor de exaustão de gases
- Medidor de fios elétricos
- Medida de volume
- Medidor de gás automotivo - dispenser
- Medidor de velocidade de veículos - radar ou lombada eletrônica
- Peso comercial
- Taxímetro
- Termômetro clínico (somente verificação inicial)
- Termômetro para etanol (somente verificação inicial)

- Veículo-tanque rodoviário (somente verificação periódica/eventual)
- Veículo-tanque ferroviário (somente verificação periódica/eventual)

outras informações: fiscalização - capital e fiscalização - interior

Assim podemos ter uma pequena ideia da abrangência das atividades do IPEM-SP. Também podemos imaginar a como são as atividades de outros IPEM de cada estado



SAIBA MAIS:

Para ficar por dentro dos produtos fiscalizados pelo Inmetro, o modo de fiscalização e os requisitos legais solicitados pelo Inmetro, acesso o link a seguir e explore a página do Inmetro em busca de conhecimento. Link: <https://bit.ly/2BWQJ9g>
Acesso 18/03/2020.



RESUMINDO:

E então? Gostou do que lhe mostramos? Aprendeu mesmo tudinho? Agora, só para termos certeza de que você realmente entendeu o tema de estudo deste capítulo, vamos resumir tudo o que vimos. Neste capítulo vimos como funciona o sistema de controle metrológico no Brasil. Foi possível entender que o Inmetro é o responsável por fiscalizar os instrumentos de medição utilizados em solo nacional e agir quando encontrar alguma irregularidade. Também aprendemos que a rede de fiscalização é descentralizada, tendo cada estado uma unidade chamada IPEM – Instituto Estadual de Pesos e Medidas. Essa rede é composta por 26 órgãos metrológicos regionais, sendo 23 órgãos da estrutura dos governos estaduais, 1 órgão municipal, e os 2 restantes administrados pelo próprio Inmetro. Esta estrutura vem garantindo a execução das atividades em todos os pontos do território nacional. Também vimos os pontos contemplados na regulamentação técnica sobre produtos pré-medidos.

Introdução aos Instrumentos de Medição - Paquímetro



INTRODUÇÃO:

Nesta unidade aprenderemos sobre os instrumentos de medição. Quais são os mais utilizados, seus nomes, onde cada instrumento é mais indicado para utilização. Também vamos nos aprofundar em um instrumento de medição bastante utilizado na indústria, o paquímetro. Entenderemos como ler um paquímetro, seu funcionamento e onde utilizá-lo.

Instrumentos de Medição

Os instrumentos de medições, desde a antiguidade, sempre foram uma necessidade da ciência e da evolução tecnológica. Medidas precisas resultam em informações adequadas para as atividades humanas. Dependendo do tamanho do objeto a ser medido, são necessários instrumentos ou métodos diferentes. É possível medir com precisão adequada desde pequenos insetos, por exemplo, até o diâmetro da Lua. (LIRA, 2015)

As réguas, fitas métricas, bússolas são instrumentos adequados para medir a largura eo comprimento de uma folha de papel, o comprimento de uma parede e o tamanho de uma sala, assim como a sua orientação magnética.

Figura 3 - Exemplo de régua, Fita Métrica e Bússola.



Alguns são instrumentos delicados e precisos, apropriados para se medir dimensões bem pequenas, como o parquímetro e o micrómetro. Estes dois são amplamente utilizados na indústria, sendo para conferência de produtos já finalizados, na inspeção de peças que estão em produção ou na orientação durante a execução de projetos mecânicos.

Vamos analisar a definição e exemplos de instrumento de medição fornecida pelo INMETRO (2020?):

É o dispositivo utilizado para realizar uma medição. No âmbito da Metrologia Legal, os instrumentos de medição são utilizados no comércio, nas áreas de saúde, segurança e meio ambiente e na definição ou aplicação de penalidades (efeito fiscal). (INMETRO, 2020?)

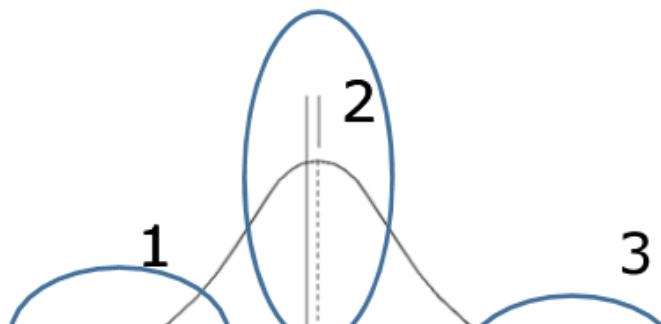
São exemplos, de acordo com o INMETRO (2020?):

- No Comércio: balança, hidrômetro, taxímetro, bomba medidora de combustível;
- Na Saúde: termômetro clínico, medidor de pressão sanguínea (esfigmomanômetro);
- Segurança: cronotacógrafo, medidor de velocidade de veículos, etilômetro;
- Meio Ambiente: analisador de gases veiculares, opacímetro, módulo de inspeção veicular;
- Efeito Fiscal: medidor de velocidade de veículos, analisador de gases veiculares.

Os instrumentos de medição sujeitos ao controle metrológico apresentam selos que impedem seu uso indevido e etiqueta identificando a validade da última verificação metrológica na forma VERIFICADO. (INMETRO, 2020?)

Paquímetro

Figura 4 - Exemplo de paquímetro.



Fonte: Pixabay

Devemos destacar que utilizamos o paquímetro para efetivar medidas de precisão, normalmente para pequenos objetos.

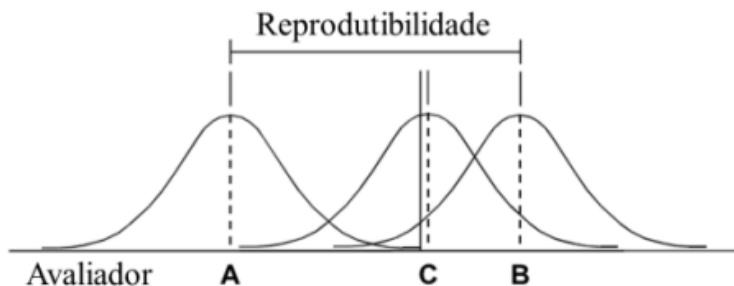
O paquímetro é composto por uma régua graduada, com encosto fixo, sobre a qual desliza um cursor, possui dois bicos de medição, sendo um ligado à escala (fixo) e o outro ao cursor (móvel).

Este instrumento de medição é ideal para medir o diâmetro de um parafuso, ou o furo de uma porca, a profundidade de rasgos em uma peça, sempre lembrando que as medidas todas tem alta precisão.

Normalmente os paquímetros possuem uma graduação em centímetros e outra em polegadas para que possamos realizar as medições nas duas escalas. O cursor móvel tem uma escala de medição de nome nônio ou vernier. A nomenclatura nônio ou vernier foi dada em homenagem aos seus criadores: o português Pedro Nunes e o francês Pierre Vernier. O vernier (nônio) é uma escala com n divisões para X mm da escala fixa. (LIRA, 2015)

Vamos analisar os elementos que formam o paquímetro na figura a seguir:

Figura 5 - Elementos do Paquímetro.



Fonte: Pixabay

1. Orelha fixa
2. Orelha móvel
3. Parafuso e trava
4. Cursor
5. Escala fixa
6. Bico fixo
7. Encosto fixo
8. Encosto móvel
9. Bico móvel
10. Nônio ou vernier (milímetro)
11. Impulsor
12. Escala fixa de milímetros
13. Haste de profundidade

Os bicos móveis são em geral usados para medidas de dimensões externas. As orelhas para medidas de dimensões internas e a haste para profundidade de peças.

Existem diversos tipos de paquímetro no mercado. Cada tipo é recomendado para uma aplicação específica. Por exemplo para medir engrenagens existe o paquímetro de bico duplo. O paquímetro universal ganhou uma versão digital para facilitar a leitura e diminuir os erros de leitura. (LIRA, 2015)

Vamos analisar a tabela a seguir com os principais instrumentos, e suas respectivas características.

Tabela 1 - Tipos de Paquímetros.

Paquímetro Universal	É o paquímetro mais utilizado. Serve para realizar medições internas, externas, de profundidade e de ressalto.
Paquímetro Universal com Relógio	Possui um relógio acoplado ao cursor que facilita a leitura, agilizando a medição.
Paquímetro com Bico Móvel (basculante)	É muito empregado para medir peças cônicas ou peças com rebaixos de diâmetros diferentes.
Paquímetro de Profundidade	Serve para medir a profundidade de furos não vazados, rasgos e rebaixos. Esse paquímetro pode apresentar haste simples ou com gancho.
Paquímetro Duplo	Serve para medir dentes de engrenagens.
Paquímetro Digital	Utilizado para leitura rápida, livre de erro de paralaxe e ideal para controle estatístico.

Fonte: O autor

Já conhecemos o paquímetro para que ele serve e seus elementos, partes que o constituem. Ok, mas como utilizamos o paquímetro? Vamos seguir em frente e aprender a realizar medições com o paquímetro.



SAIBA MAIS:

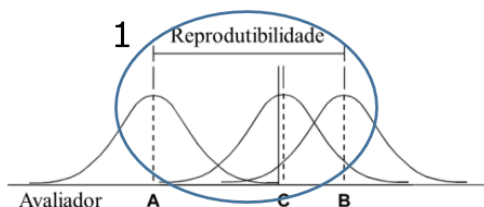
para se aprofundar mais no conhecimento sobre paquímetros, segue o link de um vídeo aula que irá mostrar os diversos tipos de paquímetros existentes e exemplos de utilização para cada um. Link: <https://bit.ly/2Cg8kul> Acesso em 18/03/2020.

Realizando medições com o Paquímetro

Para efetuar medidas com o paquímetro vamos seguir os passos de acordo com (LIRA, 2015):

1. Posicione o objeto ou peças a ser medido, de acordo com o tipo de medida a ser feito, neste caso iremos utilizar os bicos fixo e móvel;
2. Faça a leitura até a casa dos milímetros utilizando a escala milimétrica, tomando como indicador o zero do nônio;
3. Para obter a fração de milímetro, observe o primeiro traço da escala do nônio que coincide com um traço da escala milimétrica. A numeração correspondente a este traço será a fração desejada.

Figura 6 - Como Utilizar o paquímetro, exemplo 1.



Fonte: Adaptado de Lira (2015, s.p. -Kindle)

Podemos observar que o traço que representa o "0" do nônio está posicionado entre a medida 2,4cm e 2,5cm. Com a utilização do nônio podemos ter maior precisão na medida sendo está 2,47cm.

Vamos observar outro exemplo.

Figura 7: Como Utilizar o paquímetro, exemplo 2.



Fonte: Adaptado de Lira (2015)

Neste exemplo temos uma medida sem a utilização de unidade milesimal. Neste caso a linha "0" do nônio está alinhada na posição 1,5cm da régua milimétrica do paquímetro.



RESUMINDO:

E então? Gostou do que lhe mostramos? Aprendeu mesmo tudinho? Agora, só para termos certeza de que você realmente entendeu o tema de estudo deste capítulo, vamos resumir tudo o que vimos. Você deve ter aprendido que o instrumento ou método de medição deve ser escolhido de acordo com o tipo e tamanho do objeto a ser medido, levando em consideração também a precisão desejada. Você aprendeu que são diversos os tipos de instrumentos de medição, e que para cada segmento e objetivo, existe um instrumento adequado. Na indústria, onde muitos objetos são bem pequenos, o paquímetro e o micrômetro são amplamente usados, tanto nas etapas de conferência, quanto nas de inspeção e de execução de processos mecânicos. Você deve ter entendido que o paquímetro é uma régua graduada, com encosto fixo, sobre a qual desliza um cursor; que existem variações dependendo do objetivo da medição, como o paquímetro duplo, que é usado para medir dentes de engrenagens. Você deve ter aprendido também os principais elementos que compõe este instrumento de medição e também como utilizá-lo e fazer uma leitura de forma correta.

Instrumentos de Medição – Micrômetro - Balanças



NOTA:

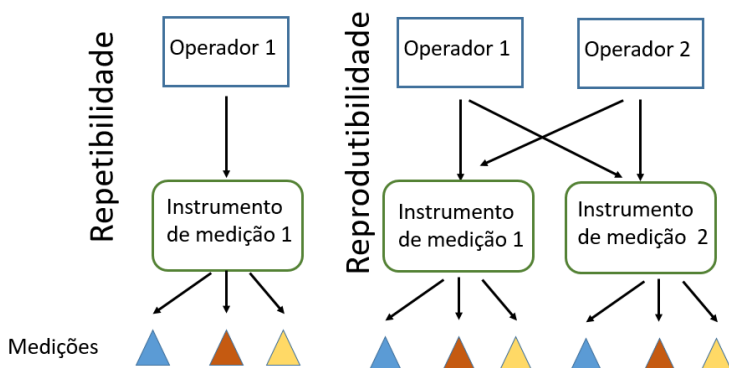
Nesta unidade vamos seguir explorando os instrumentos de medição. Iremos aprender mais sobre o micrômetro, como utilizá-lo e qual a melhor situação para usá-lo. Também iremos aprender mais sobre as balanças, quais são os tipos existentes, seu funcionamento e onde podemos encontrá-las.

Vamos em frente descobrindo mais sobre estes instrumentos tão utilizados.

Micrômetro

O micrômetro é um dos instrumentos de medição utilizados em ampla escala nas indústrias, especialmente no ramo de metalmecânica. Sua função é medir, com grande precisão, peças que tenham tamanho pequeno.

Figura 8 - Exemplo de Micrômetro.

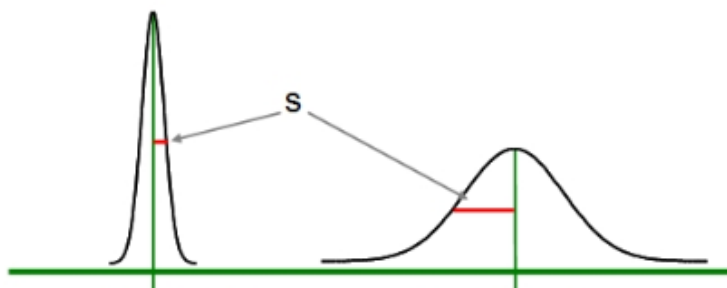


Fonte: Pixabay

Ele tem capacidade de medir as dimensões de espessura, altura, largura e profundidade das peças.

Vamos conhecer os elementos que formam o micrômetro analisando a figura a seguir:

Figura 9 - Exemplo de Micrômetro.

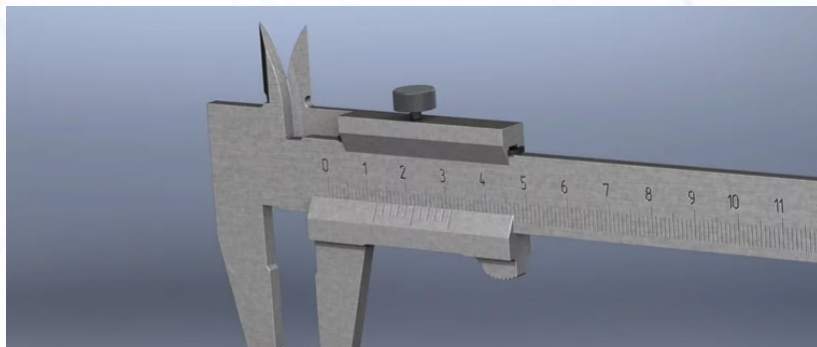


Fonte: Pixabay

1. Arco
2. Contato Fixo
3. Faces de Medição ou Contato
4. Contato Móvel
5. Trava do parafuso Micrométrico
6. Escala Retilínea
7. Tambor com Escala Móvel
8. Catraca

Um micrômetro não é nada mais do que um parafuso que se enrosca em uma porca, é verdade que a rosca deste parafuso/porca é bem pequena, tanto que é chamada de rosca micrométrica. Quando uma porca dá uma volta completa ao redor de um parafuso, ela se desloca para frente ou para trás uma medida igual ao seu passo. (LIRA, 2015)

Figura 10 - Exemplo de Parafuso porca.



Fonte: Pixabay

Realizando medições com o Micrômetro

O range de leitura de um micrômetro varia de 25 em 25mm. Sendo assim temos, um micrômetro que serve para medidas de 0 a 25mm, 25mm a 50mm, entre 50 e 75mm, e assim por diante.

Para os micrômetros em polegada é a mesma regra, um micrômetro que mede de 0 a 1", outro de 1" a 2", outro de 2" a 3" e assim por diante. (LIRA, 2015)

O processo de leitura é bem simples, vamos aprender como identificar medidas em mm analisando as imagens a seguir:

Figura 11 - Exemplo 1, de Micrômetro para Leitura.

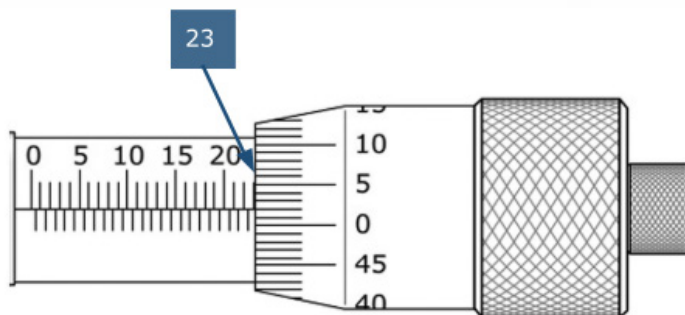


Fonte: Adaptado de Lira (2015)

Os traços encontrados acima da linha horizontal, onde podemos encontrar os números de 0 a 10mm, valem 1mm e aqueles que estão abaixo desta mesma linha, valem 0,5mm. Os traços do tambor, aqueles que vemos em "deitados" com a numeração 25 até 40, valem 0,01mm cada.

A leitura da medida apresentada pelo micrômetro é feita em a partir da contagem de quantos traços de 1mm o tambor ultrapassou e somar com o valor do traço do tambor (traços em ângulo). Podemos ler o valor apresentado no micrometro da figura 8 como 13,83mm. Agora vamos analisar uma leitura passo a passo para facilitar o entendimento de acordo com o entendimento de Lira (2015). Vejamos:

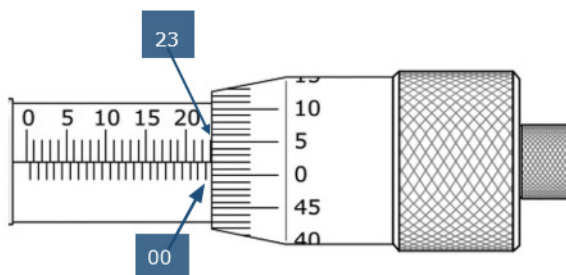
Figura 12 - Exemplo 2, de Micrômetro para Leitura.



Fonte: Adaptado de Lira (2015)

Para realizarmos a leitura na figura 9, é possível constatarmos que o tambor passou a marca de 23mm da bainha, mesmo ele estando quase escondido.

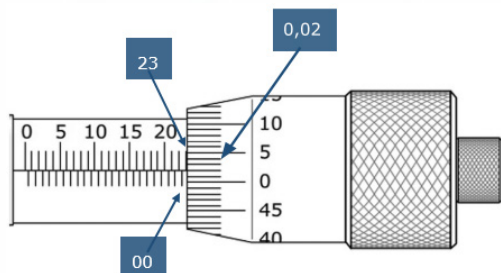
Figura 13 - Exemplo 3, de Micrômetro para Leitura.



Fonte: Adaptado de Lira (2015)

Também conseguimos observar, que além de ter ultrapassado o traço 23mm, o tambor não também ultrapassou o traço que existente entre o 23mm e 24mm, que vale 0,5mm.

Figura 14: Exemplo 4, de Micrômetro para Leitura.



Fonte: Adaptado de Lira (2015)

O traço do tambor que está coincidindo com a linha horizontal é o 2, ele vale 0,02mm. Portanto a nossa medida é a soma:

$$23 \text{ mm} + 0,02 \text{ mm} = 23,02 \text{ mm}$$

Tranquilo não é mesmo? Após algumas vezes de treino e fica bem fácil de utilizarmos o micrômetro.

Sempre é válido lembrar que o micrômetro é um equipamento sensível, sendo assim, de acordo com Lira (2015):

1. Evite batidas ou atritos bruscos;
2. Evite contatos indevidos com as ferramentas usuais de trabalho;
3. Sempre mantenha o instrumento no seu respectivo estojo ou em lugar apropriado;
4. Sempre mantenha o instrumento limpo, ou seja, limpar o instrumento todas as vezes que for usado.
5. A peça a ser medida deverá estar sempre limpa e isenta de rebarbas, pó abrasivo, lubrificantes.



SAIBA MAIS:

Para se aprofundar mais no conhecimento sobre micrômetro, segue o link de um vídeo aula que irá mostrar como utilizar o micrômetro do sistema métrico. Acesse lá!

Link: <https://bit.ly/2WdzTK3>. Acesso em 18/03/2020.

A Balanças

Os primeiros registros de utilização de um instrumento de medição similar a balança vêm de 5.000 A.C.

Os egípcios foram os inventores deste instrumento. É possível visualizar esta “balança” em papiros do antigo Egito, que a retratava as pessoas passando por um processo de “pesagem”, do valor que as próprias pessoas tiveram em suas vidas.

Figura 15: Exemplo de balança.



Fonte: Pexels

A balança está presente em nossa sociedade desde a época que surgiu o comércio, ajudando no controle de distribuição de mercadorias. No início do século XX, o homem começou a desenvolver a balança mecânica e a partir da década de 70, começaram a surgir as primeiras balanças digitais.

O funcionamento da balança digital inicia quando colocamos um objeto sobre a plataforma posicionada sobre uma célula de carga, que analisa a compressão adicionada pela plataforma.

Essa célula converte essa compressão em sinal elétrico de intensidade proporcional à da compressão e então o processador da balança transforma isso na informação que estamos habituados, um número e uma unidade de medida.

Porem o que é uma célula de carga? A célula de carga é responsável por medir uma deformação ou flexão de um determinado corpo e transformá-lo em uma saída de tensão ou de corrente elétrica.

A deformação da célula de carga, será proporcional ao peso em que ela foi exposta, sendo assim, quanto menor a alteração, menor o peso.

As células de carga têm como material de sua fabricação, aço inox, carbono ou alumínio e possuem, em seus corpos, sensores instalados para o monitoramento de sua deformação, transformando essa deformação em um sinal elétrico. (KOBAYOSHI, 2012)

Dessa forma, é possível para um sistema eletrônico realizar a leitura de células de carga e interpretar as variações dos sinais elétricos, transformando, esses sinais em valores de peso, como estamos habituados a visualizar nos visores das balanças.

São ainda capazes de trabalhar com precisão em variações de temperatura e umidade. Além de serem extremamente versáteis, possuindo capacidades de carga máxima que vão de gramas a toneladas.

Quanto aos tipos de balança mais encontrados no mercado? Vamos ver 3 tipos bem usuais no comércio, balanças mecânicas, elétricas e híbridas. De acordo com INMETRO (2020?):

- Nas balanças mecânicas a medida de massa é realizada mediante a comparação direta entre dois objetos, um de massa conhecida e outro de massa desconhecida. A balança mecânica nada mais é do que uma alavanca, que mostra o ponto de equilíbrio entre os dois corpos. Durante muito tempo as balanças mecânicas foram utilizadas, porém com os avanços tecnológicos e com a busca por maior precisão, as balanças eletrônicas tornaram-se mais populares.

- Uma das formas de funcionamento da balança eletrônica ocorre da seguinte maneira: sob o prato há um equipamento denominado de célula de carga, que sofre uma compressão quando um corpo é colocado no prato. A célula de carga, atua captando a intensidade de compressão e transformando essa energia mecânica recebida, em pulso elétrico. Quanto maior a pressão recebida, maior será o sinal elétrico produzido. O pulso elétrico gerado pela célula de carga é enviado para o indicador da balança. Com o desenvolvimento da eletrônica foi possível o aperfeiçoamento dos diversos tipos de balança, além da invenção de novos sistemas de pesagem. Algumas balanças eletrônicas permitem, além da pesagem rápida de mercadorias, também o cálculo de seu preço.
- As balanças híbridas, são a junção de elementos mecânicos e eletrônicos, possuem maior resistência de impacto por sua plataforma ter redução mecânica e proteção da célula de carga contra impactos.



RESUMINDO:

Nesta unidade foi possível aprendermos sobre o micrômetro, instrumento de medição utilizado em larga escala na indústria. Também vimos os elementos que constituem o micrômetro, o arco, o contato fixo, as faces de medição, o contato móvel, a trava do parafuso micrométrico, a escala retilínea e o tambor com escala móvel. Foi possível entender o funcionamento do micrômetro, que é um dispositivo que funciona como um parafuso com uma porca e além disso aprendemos a realizar a leitura das medições executadas pelo micrômetro. Aprendemos também sobre o funcionamento das balanças Mecânicas, Elétricas e híbridas. Vimos que a balança elétrica é a mais utilizada no comércio e possui uma célula de carga em seu sistema. Foi possível entender o funcionamento da célula de carga de uma balança e o porquê esses instrumentos de medição são tão fundamentais em nossa sociedade.

REFERÊNCIAS

ALBERT, Bruno. **Telecurso 2000 - Metrologia 04 – Paquímetro**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-h78uZk-1Cw>>. Acesso em: 22 de mar. 2020.

BIPM. **Escritório Internacional De Pesos E Medidas**. Disponível em: <<https://www.bipm.org>>. Acesso em 25 fev 2020.

BIPM. **What is metrology?** Disponível em: <<https://www.bipm.org/en/worldwide-metrology/>> Acesso em: 24/02/2020).

BIPM. **About Us**. Disponível em: <<https://www.bipm.org/en/about-us/>>. Acesso em: 24/02/2020).

COSTA-FELIX, Rodrigo; BERNARDES, Américo. **Metrologia. Vol.1 Fundamentos – 2017**. INMETRO. Medições na Vida Cotidiana. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=K22wxQwkV60>>. Acesso em : 25 de fev. 2020

INMETRO. **Guia de Boas Práticas de Regulamentação**. s.d.

INMETRO. **Práticas de metrologia**. Disponível em: <<https://www4.inmetro.gov.br/>>. Acesso em 25 fev 2020.

INMETRO. **Instituto Nacional** de Metrologia Qualidade e Tecnologia Inmetro, Metrologia Científica. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/index.asp>>. Acesso em: 24/02/2020).

INSTITUTO DE PESOS E MEDIDAS DO ESTADO DE SÃO PAULO IPEM-SP. Disponível em: <<http://www.ipem.sp.gov.br/index.php>>. Acesso em 25 fev 2020.

KOBAYOSHI, Marcelo. **Calibração de Instrumentos de medição**. 2012, Editora Senai-SP.

KULA, Witold. **Mesasures and Men (Medidas e o Homen)**, 1970. Editora: Princeton University Press. ISBN-10: 0691639078.

LIRA, FRANCISCO ADVAL. **Metrologia Dimensional Técnicas de medição e instrumentos para controle e fabricação Industrial**. Editora Saraiva. 2015.

MOURA, Patrícia. **Metrologia no Brasil do século XIX: da implementação do sistema métrico francês a estruturação científico-filosófica no século XX**. Revista Analytica. Disponível em: <<https://revistaanalytica.com.br/metrologia-no-brasil-do-seculo-xix-da-implementacao-do-sistema-metrico-frances-a-estruturacao-cientifico-filosofica-no-seculo-xx/>>. Acesso em 25 fev 2020.

OIML D 2010. **Considerations for a Law on Metrology**. Organisation Internationale de Métrologie Legale, 2012. Disponível em: <https://www.oiml.org/en/publications/bulletin/pdf/oiml_bulletin_oct_2010.pdf> Acesso em: 30/03/2020.

SILVA, João Cirilo Neto. **Metrologia e Controle dimensional: Conceitos, Normas e Aplicações**. 2012. Editora Campus

THOMSOM, Wiliam. **Mathematical and Fisical**. Vol1, 1882, Cambridge.

VIM. **Vocabulário internacional de metrologia, 2012**. Disponível em: <http://www1.ipq.pt/PT2Metrologia/Documents/VIM_IPQ_INMETRO_2012.pdf>. Acesso em: 25 fev 2020.

WORDPRESS. **O que são os padrões metrológicos**. Disponível em: <<https://qualidadeonline.wordpress.com/2012/04/24/o-que-sao-padroes-metrologicos-1/>>. Acesso em: 18/03/2020.

Metrologia e Normatização

Andrew Schaedler



TeleSapiens