

Medições

Medições

Inmetro – Abril de 2017

1 – Introdução

Nesta aula, falaremos a respeito de medições e dos diversos fatores que a influenciam. Além disso, abordaremos alguns conceitos fundamentais para a metrologia, tais como calibração, materiais de referência e incerteza de medição. Lembramos que esta aula tem caráter introdutório e que os tópicos principais terão um aprofundamento maior nas aulas seguintes.

Esperamos que, ao final desta aula, você se familiarize com o conceito de incerteza na medição; se conscientize da impossibilidade de haver uma medição perfeita; entenda quais são os principais fatores que influenciam a medição; saiba a importância da calibração e sua função na cadeia de rastreabilidade metrológica; e conheça o que são os materiais de referência e sua importância na metrologia.

2 – Medições

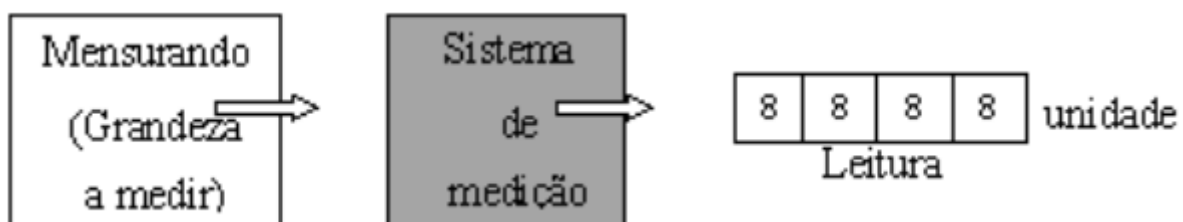
Em qualquer campo de atividade, as decisões são tomadas com base em informações que, em geral, são medições realizadas de forma direta ou indireta, relacionadas com o objeto em estudo. Assim, medições erradas podem levar a decisões erradas. Por isso, a qualidade das medições é tão importante.

Segundo Theisen, a medição é o procedimento experimental pelo qual o valor momentâneo de uma grandeza física é determinado como um múltiplo e/ou fração de uma unidade, estabelecida por um padrão.

A palavra “medição” tem múltiplos significados, sendo os principais:

1. O processo de quantificação. Por exemplo, “a medição foi feita no laboratório”.
2. O número resultante. Por exemplo, “a medição ficou dentro das tolerâncias”.

A operação de medir é realizada, genericamente, por um sistema de medição. Obtém-se da operação de medição a leitura, que é caracterizada por um número (lido pelo operador) acompanhado da unidade de leitura.



A figura 1 apresenta o conceito básico da medição e mostra que o produto da operação de medição é o resultado da medição, que é formado por um número e uma unidade.

No entanto, esta situação só será aceitável se tivermos duas condições simultaneamente: primeiro, a grandeza a medir é perfeitamente estável e isenta de erros; segundo, o sistema de medição está calibrado.

Como se pode inferir, estas condições são ideais. Mas, como sabemos, todos os instrumentos de medição estão sujeitos a erros de qualquer tipo e o resultado da medição não poderia ser expresso simplesmente dessa maneira, desconsiderando a existência de uma indeterminação que aparece em função dos erros do sistema de medição, da variação da grandeza a medir, dos erros do operador, entre outros.

Então como sabemos que uma medição está correta? Primeiramente, devemos ter em mente dois conceitos básicos e que estão fortemente relacionados:

- ✓ Valor verdadeiro;
- ✓ Incerteza de medição.

Segundo o VIM, valor verdadeiro é:

Valor duma grandeza compatível com a definição da grandeza.

Isso significa que, se tivéssemos uma medição perfeita, onde conseguíssemos medir a grandeza de interesse isoladamente de qualquer interferência e comparando com padrões perfeitos, poderíamos alcançar um valor verdadeiro. Entretanto, isso não é possível. Assim, toda a medição traz consigo uma incerteza.

Do ponto de vista técnico, quando uma medição é realizada, espera-se que ela seja:

1. Exata, isto é, o mais próximo possível do valor verdadeiro.
2. Repetitiva, com pouca ou nenhuma diferença entre medições efetuadas sob as mesmas condições.
3. Reprodutiva, com pouca ou nenhuma diferença entre medições realizadas sob condições diferentes.

Existem diversas formas para se obter as medições com essas características. Cada uma delas busca minimiza essa incerteza de medição para um determinado mensurando.

De acordo com o VIM, incerteza de medição é:

Parâmetro não negativo que caracteriza a dispersão dos valores atribuídos a um mensurando, com base nas informações utilizadas.

Ou seja, a incerteza de medição é um parâmetro numérico que indica a “qualidade” da medição. Mesmo que não seja possível eliminar a incerteza, é possível reduzi-la.

Quanto mais sabemos quais são os fatores que influenciam na medição, maiores são a possibilidade de controle sobre esses fatores ou de previsibilidade da influência dos fatores sobre a medição. Em geral, o resultado de medição é somente uma aproximação ou estimativa do valor do mensurando, a grandeza que se pretende medir, e só é completo quando acompanhado pela declaração da incerteza dessa estimativa.

Mas quais são esses fatores? Lembremos que, por definição, medição é o:

Processo de obtenção experimental dum ou mais valores que podem ser, razoavelmente, atribuídos a uma grandeza.

Esse processo é composto por diversas partes e envolve diversos atores, que trazem consigo alguma influência na medição. São eles:

- ✓ Método de medição.
- ✓ Amostragem.
- ✓ Operador.
- ✓ Instrumento de medição e rastreabilidade dos padrões.
- ✓ Condições ambientais.

Dessa maneira, podemos entender que a qualidade do resultado de medição é resultante da qualidade do gerenciamento desse processo. Na figura seguinte, é ilustrada a medição com os fatores que podem intervir no seu resultado.



Figura 2: Fatores que influenciam na medição

A seguir, vamos apresentar como cada um desses fatores influencia no processo de medição.

2.1 – Método de Medição

O método de medição, como definido no VIM, é a:

Descrição genérica dum organização lógica de operações utilizadas na realização dum medição.

Os métodos de medição podem ser classificados de duas formas:

- ✓ Métodos de medição direta.
- ✓ Métodos de medição indireta.

A medição direta é aquela cujo resultado é obtido diretamente dos dados experimentais. Obtém-se o valor da grandeza procurado comparando-se diretamente com padrões ou através de

instrumentos de medida graduados segundo as unidades respectivas. Exemplos: medida do comprimento com uma régua, temperatura através de um termômetro, pressão através de um manômetro.

Os métodos de medição podem ser classificados de duas formas:

- ✓ Métodos de medição direta.
- ✓ Métodos de medição indireta.

A medição direta é aquela cujo resultado é obtido diretamente dos dados experimentais. Obtém-se o valor da grandeza procurado comparando-se diretamente com padrões ou através de instrumentos de medida graduados segundo as unidades respectivas. Exemplos: medida do comprimento com uma régua, temperatura através de um termômetro, pressão através de um manômetro.

A medição indireta, por sua vez, é aquela cujo resultado é obtido através de medições diretas de outras grandezas, ligadas por uma dependência conhecida com a grandeza procurada. São utilizadas quando é difícil medir diretamente a grandeza procurada ou quando a medição indireta produz resultados mais precisos.

Exemplos:

1. Cálculo da área de um terreno retangular através da multiplicação do comprimento de cada um dos lados. Neste caso, utilizamos um instrumento para fazer uma medida direta de cada lado. A área é obtida como o produto dos dois comprimentos.

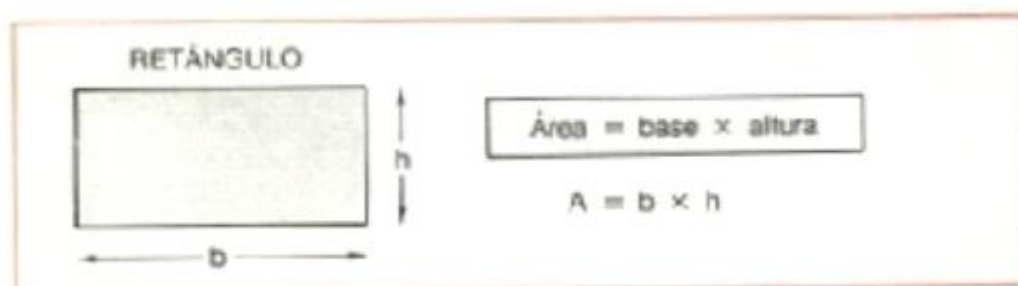


Figura 3: Retângulo e sua equação matemática da área

2. Medição de volume utilizando uma balança e convertendo para volume de acordo com a massa específica ou utilizando um recipiente de volume conhecido por meio de medidas diretas de cada lado.

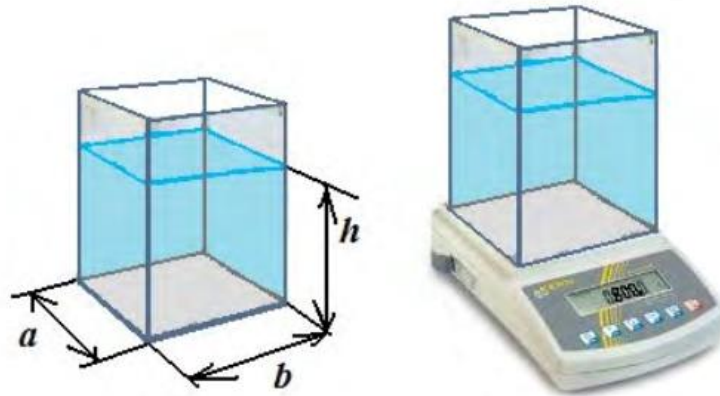


Figura 4: Medição de volume utilizando balança ou um recipiente de volume conhecido

O método de medição está bastante relacionado com o princípio de medição, fenômeno que serve como base para uma medição. Um exemplo é a medição de temperatura através de um termopar, o qual produz uma tensão em seus terminais proporcional à temperatura da outra extremidade. Para descrever essa relação entre tensão e temperatura, é formulado um modelo de medição, ou seja, relação matemática entre todas as grandezas que, sabidamente, estão envolvidas numa medição. Voltamos ao exemplo da medição da área do retângulo, o qual tem um modelo de medição representado pela equação da figura 3 – retângulo e sua equação matemática da área, que relaciona as grandezas do mensurando, área do retângulo, com as grandezas de comprimento dos lados.

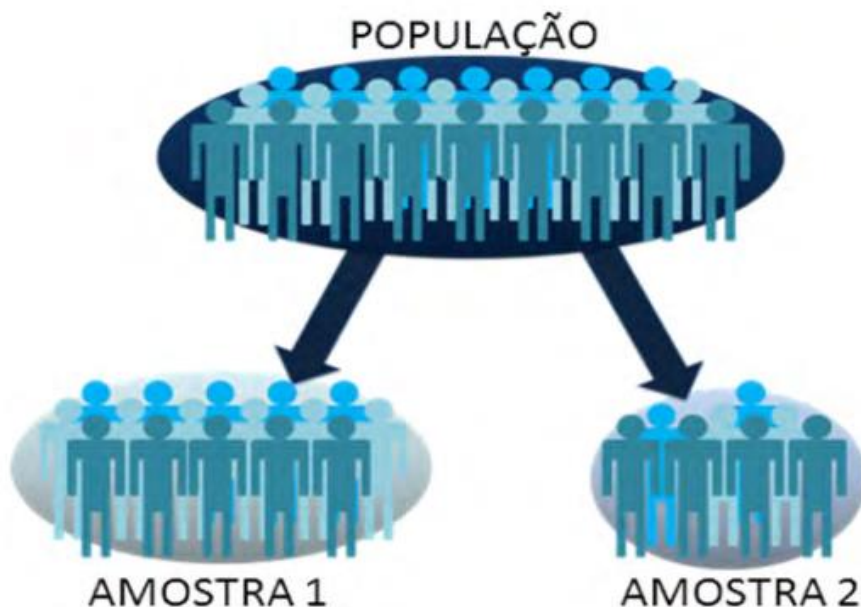


Figura 5: População e amostra

A amostragem é um método estatístico que nos permite examinar uma amostra (parcela) representativa de uma população com o propósito de extrair conclusões, as quais serão generalizadas para toda a população. Como não são avaliados todos os indivíduos, as conclusões tiradas são estimativas e possuem uma margem de erro, denominado erro amostral. Por definição, o erro amostral é a diferença entre um resultado amostral e o verdadeiro resultado populacional. Assim, podemos dizer que, quanto maior a amostra, menor o erro amostral. Então qual seria o tamanho ideal da amostra?

A determinação do tamanho de uma amostra é problema de grande importância, porque:

- ✓ Amostras desnecessariamente grandes acarretam desperdício de tempo e de dinheiro.
- ✓ Amostras excessivamente pequenas podem levar a resultados não confiáveis.

O valor do tamanho da amostra é definido por alguns critérios, como:

- ✓ Grau de confiança.
- ✓ Margem de erro.
- ✓ Desvio-padrão da variável estudada.

Esses critérios são definidos estatisticamente de modo a adequar a amostra a cada situação estudada.

No Inmetro utilizamos a amostragem na avaliação da conformidade de produtos ou instrumentos de medição. Nesse caso, temos a norma ABNT NBR 54261, que estabelece os planos de amostragem adequados para esse trabalho.

Entretanto, ao selecionarmos uma amostra, devemos tomar outros cuidados, como:

- ✓ A forma de seleção da amostra deve ser imparcial, ou seja, todos os elementos da população devem ter igual oportunidade de fazer parte da amostra.
- ✓ A amostra deve ser representativa, ou seja, deve conter em proporção tudo o que a população possui.
- ✓ As medições da amostra devem ser realizadas, se possível, nas mesmas condições de fabricação.
- ✓ Deve ser feita a definição do lote de fabricação, ou seja, a população a ser amostrada deve ser exclusivamente do mesmo lote.
- ✓ Devem-se acondicionar as amostras adequadamente, a fim de minimizar alguma contaminação que possa modificar as características físicas ou químicas delas.
- ✓ Deve-se verificar o prazo de validade da amostra, quando for caso.

Assim, quando respeitadas as particularidades da amostragem, esse procedimento se torna bastante eficiente para a inspeção de grandes quantidades de produtos ou instrumentos.

2.2 – Condições Ambientais

A influência de fatores ambientais, tais como temperatura, umidade, poeira, vibração, flutuação na tensão de alimentação elétrica, interferência eletromagnética e outros fatores existentes no local onde as medições são realizadas, deve ser considerada. Esses fatores devem ser monitorados e controlados, de modo a minimizar seus efeitos no resultado final da medição. Por exemplo, a maioria dos metais tem como característica a contração ou dilatação de suas dimensões de acordo com a variação da temperatura.

Portanto, durante a comparação de uma trena metálica com o seu respectivo padrão, deve-se controlar a temperatura.

Outro exemplo bastante simples, mas não menos importante, é o de uma balança que foi instalada próxima a um condicionador de ar, de forma que o fluxo de ar da ventilação atinge diretamente a plataforma de pesagem, podendo alterar a indicação da massa do objeto.

Ou seja, cada local de instalação e cada instrumento de medição tem diferentes fatores que devem ser considerados e podem ser determinantes no resultado.

2.3 – Instrumentos e Padrões

O instrumento de medição, segundo o VIM, é um:

Dispositivo utilizado para realizar medições, individualmente ou associado a um ou mais dispositivos suplementares.

É através do instrumento de medição que obtemos os resultados de medição. O instrumento de medição pode ser:

- ✓ Um instrumento de medição indicador – Instrumento de medição que fornece um sinal de saída, o qual contém informações sobre o valor da grandeza medida. Exemplos: voltímetro, micrômetro, termômetro e balança eletrônica.

- ✓ Uma medida materializada – Instrumento de medição que reproduz ou fornece, de maneira permanente durante sua utilização, grandezas de um ou mais tipos, cada uma com um valor designado. Exemplos: padrão de massa, medida de volume e material de referência certificado.

Qualquer equipamento utilizado isoladamente ou em conjunto para a realização de uma medição é chamado de instrumento de medição. O conjunto de instrumentos de medição e de outros equipamentos acoplados para execução de uma medida é denominado sistema de medição.



Figura 6: Instrumentos de medição e sistemas de medição

Os padrões de medida são a:

Realização da definição de uma dada grandeza, com um valor determinado e uma incerteza de medição associada, utilizada como referência.

Ou seja, são dispositivos capazes de definir, reproduzir, realizar e conservar grandezas físicas com um valor conhecido para servir de referência para outras medidas da mesma grandeza. Em alguns casos os instrumentos de medição podem ser utilizados como padrão. Por exemplo, quando utilizamos um voltímetro de melhor qualidade metrológica para conferir um resultado de outro voltímetro.

Existem cuidados especiais que devemos tomar quando manuseamos ou armazenamos os padrões metrológicos:

- ✓ Os padrões não devem sofrer qualquer tipo de impacto.
- ✓ Sempre que o padrão tenha sido submetido a sobrecarga, manuseio incorreto, produza resultados suspeitos ou mostre ter defeitos ou estar fora dos limites especificados, deverá ser retirado de serviço e o fato deve ser informado ao responsável pelos padrões.
- ✓ Devem ser armazenados sempre dentro de seus estojos.
- ✓ Não devem ser armazenados em locais úmidos nem expostos ao sol e à sujeira.
- ✓ Não devem ser guardados junto a outras ferramentas ou debaixo de outros objetos.
- ✓ Deve-se sempre observar se a etiqueta de calibração está bem legível e se o período de calibração permanece válido.
- ✓ Sempre observar se os lacres dos padrões não foram violados.
- ✓ As peças a serem medidas devem passar previamente por limpeza adequada. Os padrões devem ser manuseados com luvas, quando necessário, e com as mãos limpas.

2.4 – Rastreabilidade Metrológica

Antes apresentarmos a definição de rastreabilidade metrológica, precisamos entender o conceito de calibração. De acordo com o VIM, calibração é a:

Operação que estabelece, numa primeira etapa e sob condições especificadas, 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 à obtenção de um resultado de medição a partir duma indicação.

Em outras palavras, calibração é a comparação da indicação dada por um instrumento de medição/medida materializada e um padrão, sempre de qualidade metrológica melhor que o primeiro. Assim, a rastreabilidade é a maneira que se organizou para se definir quais são os padrões que devem servir de referência nas diversas situações da cadeia metrológica.

De acordo com o VIM, a rastreabilidade é a:

Propriedade dum resultado de medição pela qual tal resultado pode ser relacionado a uma referência através de uma cadeia ininterrupta e documentada de calibrações, cada uma contribuindo para a incerteza de medição.

A rastreabilidade surge da impossibilidade de trabalhar sempre com o melhor padrão possível. Como alternativa, se estabeleceu uma hierarquia de calibração, a qual apresenta uma relação entre os padrões e suas respectivas incertezas. A figura 7 mostra a composição da hierarquia de calibração na rastreabilidade metrológica.

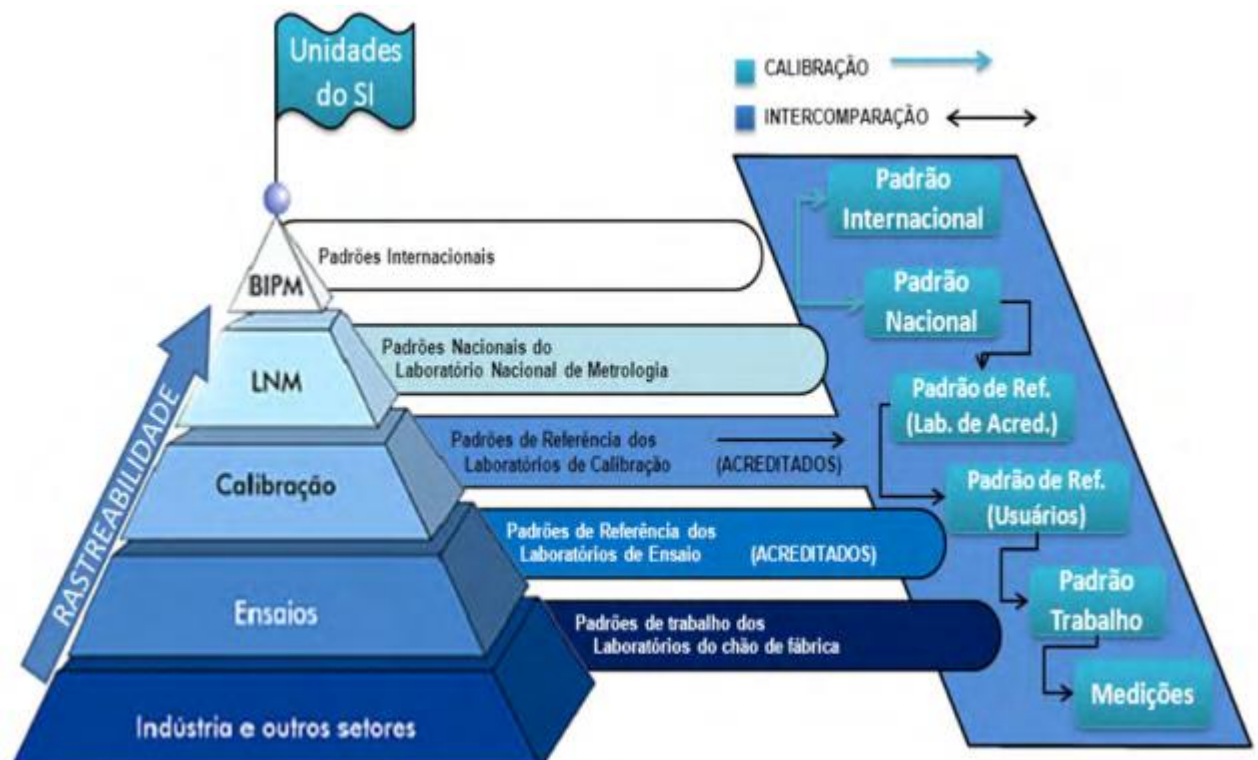


Figura 7: Hierarquia de calibração na rastreabilidade metrológica

Dessa forma, podemos trabalhar com padrões de qualidade metrológica menor, desde que a rastreabilidade seja aplicada através da utilização das correções identificadas no certificado de calibração. Assim os instrumentos de medição estarão referenciados ao valor convencional adotado internacionalmente para a grandeza medida, sendo o valor convencional o valor atribuído a uma grandeza por um acordo, para um dado propósito.

Tabela 1: Classificação dos padrões

| Padrão | Descrição |
|-------------------------------|---|
| Internacional | Reconhecido pelos signatários de um acordo internacional, tendo como propósito a sua utilização mundial. |
| Nacional | Reconhecido por uma autoridade nacional para servir dentro de um Estado ou economia, como base para atribuir valores a outros padrões de grandezas do mesmo tipo. |
| Referência – Lab. Acreditados | Designado para a calibração de outros padrões de grandezas do mesmo tipo em uma dada organização ou local. |
| Referência – Usuários | |
| Padrão de Trabalho | Utilizado rotineiramente para calibrar ou controlar instrumentos de medição ou sistemas de medição. |

2.5 – Operador

O operador técnico que realiza as medições deve conhecer o método de medição, saber avaliar as condições ambientais e decidir sobre a realização ou não de medições. Além disso, é necessário que saiba selecionar adequadamente a amostra a ser avaliada. Deve ainda registrar e interpretar corretamente o resultado das medições.

Uma pessoa pode obter diversos resultados na repetição de um mesmo procedimento de medição. Normalmente isso acontece por desconhecimento do operador, o que o impede de se autoavaliar. Os erros humanos incluem coisas comuns, como a tendência de leitura mais alta ou mais baixa, e normalmente estão relacionados com a capacidade e a habilidade da pessoa e com o estado psicológico (fadiga, monotonia, etc.).

O treinamento de pessoal é a melhor maneira de prevenir erros humanos.

2.6 – Calibração

As empresas devem entender que a calibração dos equipamentos de medição é importante para a qualidade do processo produtivo, e dessa forma devem incorporá-la às suas atividades normais de produção. A calibração é uma oportunidade de aprimoramento constante e proporciona vantagens como:

- ✓ Redução na variação das especificações técnicas dos produtos – Produtos mais uniformes representam uma vantagem competitiva em relação aos concorrentes.
- ✓ Prevenção dos defeitos – A redução de perdas pela pronta detecção de desvios no processo produtivo evita o desperdício e a produção de rejeitos.
- ✓ Compatibilidade das medições – Quando as calibrações são referenciadas aos padrões nacionais ou internacionais, asseguram atendimento aos requisitos de desempenho.

2.7 – O Processo de Calibração

A calibração permite avaliar as incertezas do processo de medição, além de identificar os desvios entre os valores indicados por um instrumento e os valores convencionalmente verdadeiros. As operações de calibração, fundamentadas na comparação com um padrão, possuem algumas características que serão apresentadas a seguir.

- ✓ Determinação do sistema de medição padrão

A escolha adequada do sistema de medição padrão a ser utilizado repercutirá na qualidade e no resultado final das medições. Portanto, quanto melhor o padrão (menor incerteza e maior repetitividade), melhores serão as condições de realização da calibração.

Segundo Theisen, o sistema de medição padrão a ser utilizado em uma calibração deve possuir uma relação da incerteza de no mínimo quatro vezes menor que a incerteza especificada para o sistema de medição a calibrar.

- ✓ Escolha dos instrumentos críticos da empresa

Durante a implementação de um sistema de avaliação dos instrumentos de medição, a primeira pergunta que vem à nossa mente é: quais são os instrumentos de medição que devemos controlar?

Para respondermos a tal questão, devemos considerar a seguinte sequência de raciocínio:

- Identificar, com os responsáveis pela engenharia, produção e manutenção, quais são as variáveis do processo que afetam a qualidade do produto em questão.
- Identificar os instrumentos que são utilizados para medir estas variáveis.
- Estabelecer quais são os limites especificados para cada uma destas variáveis, em todos os níveis e etapas do processo produtivo.

Tipos de calibração

Existem basicamente dois tipos de calibração: a calibração direta e a calibração indireta.

✓ Calibração direta

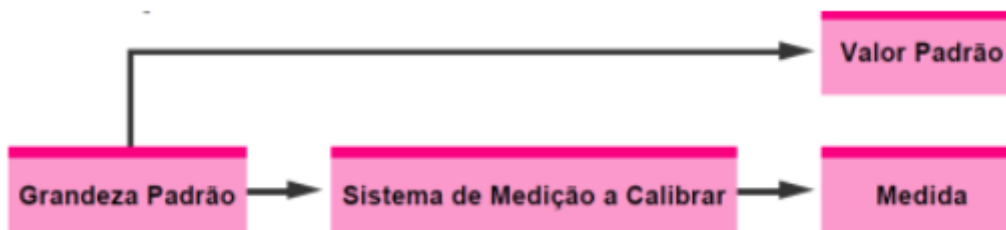


Figura 8: Organograma para uma calibração direta

Na calibração direta, a grandeza-padrão de entrada é aplicada diretamente ao sistema de medição a calibrar e as medidas são comparadas com os valores-padrão.

Por exemplo, para calibrar uma balança necessitamos de um conjunto de padrões de massa, de modo a cobrir toda a faixa do aparelho. Aplicando-se diretamente a massa (com valor conhecido de 5 kg, por exemplo) sobre a balança, podemos verificar se ela está calibrada.

✓ Calibração indireta

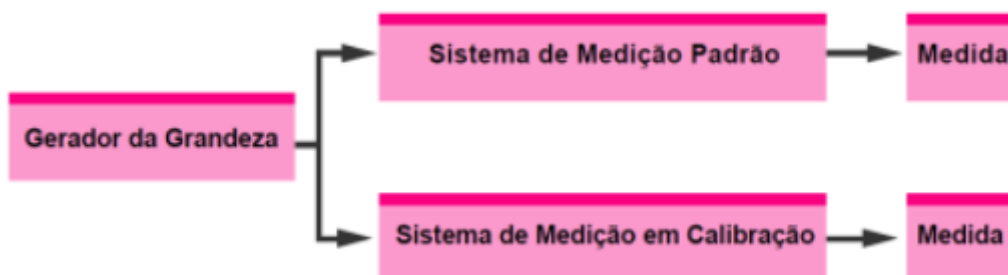


Figura 9: Organograma para uma calibração indireta

A grandeza que se deseja medir é fornecida por um meio externo (gerador da grandeza), que atua simultaneamente no sistema de medição em calibração e no sistema de medição padrão. Os resultados do sistema de medição em calibração são comparados com os do sistema de medição padrão (considerados verdadeiros). Dessa forma, os erros podem ser determinados e as correções efetuadas. Por exemplo, não é possível calibrar o voltímetro utilizando a calibração direta, pois não existe um padrão “materializado” de tensão. Para calibrar o voltímetro, podemos medir um sinal de tensão produzido por uma fonte de tensão e comparar sua indicação com a de um padrão de referência.

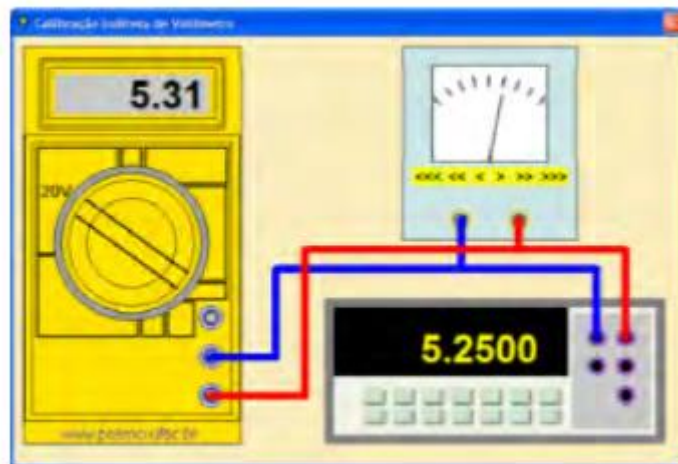


Figura 10: Organograma para uma calibração indireta de um voltímetro

Na figura 10, temos o voltímetro amarelo sendo o sistema de medição a calibrar (SMC), abaixo o sistema de medição padrão (SMP) e acima a fonte de tensão. Como pode ser observado, o SMC e o SMP estão conectados à fonte de tensão, a qual produz uma tensão, e esta é medida pelos sistemas de medição. Finalmente, tendo as indicações de ambos os sistemas de medição, podemos compará-los.

✓ Registro (anotação) das leituras

Deve ser realizado um registro individual de leituras para cada escala do instrumento que será calibrada. O preenchimento completo da planilha de leituras, com os valores efetivamente encontrados durante a calibração, é muito importante para uma possível verificação do processo de validação do instrumento.

✓ Resultado da calibração

O resultado de uma calibração permite afirmar se o instrumento satisfaz ou não as condições previamente fixadas, o que autoriza ou não sua utilização em serviço. Apresenta as incertezas das medições realizadas, o padrão utilizado, entre outras informações pertinentes. Ele se traduz por um documento chamado Certificado de Calibração.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Apresenta alguns aspectos importantes:

- Indica a data de realização e o responsável pela calibração;
- Permite comparar os erros encontrados com os erros máximos tolerados previamente definidos;
- Orienta um parecer aprovando ou não a utilização do instrumento nas condições atuais. A rejeição do instrumento implica encaminhá-lo para a manutenção ou substituí-lo por um novo. A empresa não deve utilizar um instrumento que não apresenta condições mínimas de trabalho, pois isto acarretará custos adicionais, retrabalho e, possivelmente, descrédito perante o consumidor.

✓ Intervalos de calibração

Ao longo do tempo, ocorrem desgastes e degeneração de componentes, fazendo com que o comportamento e o desempenho dos instrumentos de medição apresentem problemas. Nasce daí a necessidade de calibrações periódicas a intervalos regulares. O acompanhamento do histórico de calibrações ao longo da vida útil do padrão também se faz necessário, já que essa análise é um fator indicativo da estabilidade do padrão.

2.8 – Verificação, Ajuste e Regulagem

Diversas vezes, verificação, ajuste e regulagem são termos confundidos com calibração. Entretanto, cada um deles tem significado diferente. Com exceção de calibração, que já vimos anteriormente, serão apresentados os significados dos demais termos.

✓ Ajuste de um sistema de medição

Conforme o VIM, ajuste é o conjunto de operações efetuadas em um sistema de medição, de modo que ele forneça indicações prescritas correspondentes a determinados valores de uma grandeza a ser medida. Ou seja, o termo ajuste é utilizado quando há uma intervenção no instrumento de modo a fazê-lo medir melhor ou dentro de certas especificações. Essa operação

deve ser realizada por técnico especializado e normalmente é exigido o acesso à parte interna do instrumento.

O ajuste de um sistema de medição não deve ser confundido com calibração, a qual é um pré-requisito para o ajuste, já que é a partir da calibração que percebemos se um instrumento de medição é medido corretamente ou não. Além disso, após o ajuste de um sistema de medição, tal sistema deve ser recalibrado, a fim de garantir que o ajuste foi eficaz. Um exemplo é quando, após uma calibração, observamos que a balança está com erros elevados, ou seja, não está medindo corretamente. Assim, devemos encaminhá-la a uma oficina, que a ajustará para uma faixa de erro admissível para sua utilização.

✓ Regulagem de zero

Na versão anterior do VIM, havia definição para regulagem de um instrumento de medição, a qual era apresentada como ajuste, empregando somente os recursos disponíveis no instrumento para o usuário. Entretanto, na nova versão, o termo foi substituído por regulagem por zero, sendo então definido como ajuste de um sistema de medição de modo que ele forneça uma indicação igual a zero correspondente a um valor igual a zero da grandeza a ser medida. Um exemplo dessa regulagem é a utilização da função “tara” das balanças.

✓ Verificação de um instrumento de medição

De acordo com a definição do Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal, a verificação é um procedimento que compreende o exame, a marcação e/ou a emissão de um certificado de verificação e que constata e confirma que o instrumento de medição satisfaz às exigências regulamentares. Alguns instrumentos possuem regulamentações específicas. Assim uma verificação deve avaliar não só os erros de indicação, como todas as exigências legais. Um exemplo é o caso das balanças, que devem ter inscrições obrigatórias, pontos de selagem, erros admissíveis para a sua utilização em comércio, entre outros.

2.9 – Materiais de Referência

Os problemas atuais (saúde, meio ambiente, controle de produtos industriais, controle de novos materiais, etc.) demandam um número cada vez maior de amostras a serem analisadas e em níveis de concentração cada vez menores. O número e a complexidade das análises químicas, biológicas e físicas realizadas a cada ano continuam a crescer exponencialmente.

Há centenas de milhares de diferentes compostos sendo analisados em matrizes tão diversas quanto tecido humano e rocha granítica. A necessidade de garantir e controlar a qualidade das medições químicas, bem como de diminuir custos e evitar duplicação de análises, confere uma importância crescente à utilização de materiais de referência certificados (MRCs). Os MRCs, rastreados a referências nacionais e internacionais, são utilizados na validação e no controle da qualidade de métodos e na calibração de instrumentos analíticos.

Para se ter ideia da importância da MRCs, nos anos 50, quando não havia nenhum material de referência disponível, a incerteza na medição do nível de colesterol no sangue era de 20%. Com o aparecimento do primeiro material de referência de colesterol cristalino, em 1967, a incerteza vem sendo reduzida ao longo dos anos, e atualmente se encontra na ordem de 5,5%. Esta diminuição reduziu a incerteza associada ao tratamento por diagnóstico indevido e medicação inadequada.

Conforme o VIM, material de referência é um material, suficientemente homogêneo e estável em relação a propriedades específicas, preparado para se adequar a uma utilização pretendida numa medição ou num exame de propriedades qualitativas. Os MRCs, por sua vez, são definidos como material de referência acompanhado de uma documentação emitida por um organismo com autoridade, a qual fornece um ou mais valores de propriedades especificadas com as incertezas e as rastreabilidades associadas, utilizando procedimentos válidos.

Os MRCs são materiais específicos produzidos em certa quantidade e depois certificados. Possuem as mais altas qualidades metrológicas e são preparados e utilizados visando a três funções principais:

- ✓ Ajudar no desenvolvimento de métodos de análise mais exatos (métodos de referência).
- ✓ Calibrar sistemas de medições usados para a melhoria nas trocas de bens, estabelecimento de controle da qualidade, determinação das características de desempenho ou medição de propriedades do estado da arte ou de excelência.
- ✓ Assegurar a adequação e a integridade dos programas de controle da qualidade em medições de longo prazo.

Tem-se observado que a maioria dos MRCs podem ser classificados em dois grandes grupos:

1. MRCs requeridos nas análises para demonstrar o cumprimento a normas obrigatórias: utilizados em ações dirigidas principalmente por agências governamentais com o objetivo de estabelecer um ponto de referência, de harmonizar as transações comerciais ou de cumprir as políticas de proteção ambiental.
2. MRCs requeridos nas análises para sustentar a competitividade e a qualidade dos produtos, processos e métodos em laboratórios industriais. Neste grupo se encontra a maioria dos materiais de engenharia.

Apresentaremos a seguir alguns exemplos de utilização e desenvolvimento de MRCs.

- ✓ A análise precisa e exata (ou seja, repetitiva e muito próxima do valor real) da composição de um gás tem uma importância fundamental, principalmente quando envolve transações comerciais. A medição errada do poder calorífico de um gás pode gerar diferença de milhares de dólares em exportação/importação, ou na definição de parâmetros para o controle ambiental.
- ✓ Especificações nacionais ou internacionais para a qualidade do ar requerem métodos analíticos exatos, na medição das emissões das chaminés (CO₂, SO₂ e NO_x), gases da combustão automotiva (CO, CO₂ e C₃H₈) e outros (BTX, hidrocarbonetos clorados).
- ✓ Também na legislação de trânsito encontramos uma medição baseada numa análise da concentração de etanol no ar expirado pelos motoristas (utilização dos bafômetros).

Todas essas medidas requerem calibração do equipamento analítico por meio de um gás com composição padrão. A rastreabilidade da cadeia começa com a preparação da composição do gás primário (material de referência rastreado diretamente ao Sistema Internacional de Unidades) por institutos metrológicos nacionais. Este gás primário é utilizado pelos produtores de gases na geração dos gases secundários segundo os procedimentos da norma ISO 6143 – *Gas Analysis – Comparison methods for determining and checking the composition of calibration gas mixtures*.

Resumo

- ✓ Nesta aula, aprendemos algumas definições, como:
- ✓ Medição e suas respectivas partes. A impossibilidade de uma medição perfeita. A definição de valor verdadeiro e incerteza de medição.
- ✓ Os fatores que podem influenciar no resultado da medição.
- ✓ A calibração e sua importância.
- ✓ A diferença entre calibração, ajuste, regulagem e verificação.
- ✓ Materiais de referência certificados, utilizados em análises químicas e clínicas.

Referências

Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). 1ª edição luso-brasileira. Portaria do Inmetro nº 232, de 08 de maio de 2012.

Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal. Portaria Inmetro nº 163, de 6 de setembro de 2005. 5ª edição, editora Senai.

Sistema Internacional de Unidades – SI 2012.

NOÇÕES GERAIS SOBRE METROLOGIA - Curso de Pós-Graduação em Energia Nuclear – UFMG Paulo César C. Pinheiro.

CNI. COMPI, Metrologia. 2. ed. rev. Brasília, 2002. 87p. : il.

THEISEN, Álvaro Medeiros de Faria, Fundamentos da metrologia industrial: aplicação no processo de certificação ISO 9000, PUC/RS: Suliani - Editografia Ltda. e Gráfica Epecê (1997).