



Vídeo Conferência

Calibração de Equipamentos

Instituto de Pesos e Medidas do Estado do Paraná

Junho/2014



Diferença entre calibração e a verificação metrológica



Calibração

Estabelece o erro de medição e a incerteza de medição associada de um instrumento, ao compará-lo a um padrão.

O resultado de uma calibração fornece informações que permitem ao seu usuário fazer um diagnóstico sobre o instrumento calibrado...

...analisar criticamente, através dos erros identificados e das incertezas declaradas, se o instrumento continua apto para uso.

Esta decisão é tomada pelo detentor do instrumento, normalmente com base nas tolerâncias estabelecidas para o processo em que o referido instrumento é utilizado.

Atenção!

Calibração não é ajuste

Atenção!

- ***A calibração é um pré-requisito para o ajuste***
- ***Após o ajuste ou manutenção de um instrumento ou sistema de medição, tal instrumento ou sistema de medição deve ser recalibrado.***



Verificação metrológica



Órgão
Delegado



***Está relacionada a
metrologia legal.***

A Verificação Metrológica é uma atribuição do INMETRO que, através dos órgãos delegados, efetua o controle de equipamentos e instrumentos com o objetivo de garantir a credibilidade das medições.

***Para que esta atividade seja realizada
são definidas exigências
regulamentares, através de
Regulamentos Técnicos Metrológicos,
para assegurar um nível adequado de
credibilidade nos resultados de
medições.***

Estes regulamentos técnicos definem critérios para que os técnicos dos órgãos delegados possam avaliar se um determinado instrumento atende aos itens especificados no regulamento.

Entre eles podemos citar:

- ***Verificar se o instrumento possui placa com as inscrições obrigatórias;***
- ***Verificar a integridade da marca de verificação, da marca de selagem;***

- ***Verificar se o instrumento não sofreu modificações evidentes e alterações de suas características metrológicas;***
- ***Verificar se os erros do instrumento não ultrapassam os erros máximos admissíveis definidos no regulamento técnico específico;***

- ***Verificar se o instrumento propicia a fraude.***



Exemplos de algumas marcas utilizadas pela Metrologia Legal

Verificação Subsequente

N XX.XXX.XXX-X



Verificado Até:
2015



(modelo simplificado)



Instrumento Reparado

N XX XXX XXX - X

**Sujeito à Verificação
pelo Órgão Metrológico.**





Como alcançar credibilidade nas medições?

***A credibilidade das medições
está fortemente associada à
rastreadabilidade***

Rastreabilidade é a propriedade de um 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 forma confiável de obter a rastreabilidade da medição é realizar calibrações ou ensaios em laboratórios acreditados pelo Inmetro – ou seja, laboratórios da Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE)

ATENÇÃO!

Cuidado com a utilização incorreta do conceito de rastreabilidade.

ATENÇÃO!

Para uma empresa ou laboratório que realiza serviços de calibração ou ensaio garantir a rastreabilidade de uma medição, não basta possuir padrões calibrados em Laboratórios Acreditados.

Segundo o **item 9.2.1** do documento da Coordenação Geral da Acreditação do INMETRO, DOC-CGCRE-003 revisão 3 de julho de 2011:

“Para caracterizar a rastreabilidade de uma medição, não é suficiente que o laboratório calibre seus equipamentos e disponha dos certificados de calibração correspondentes. ” ...

... “Um certificado de calibração não fornece, necessariamente, informações sobre a competência dos laboratórios que realizam as calibrações que formam a cadeia de rastreabilidade” ...

...”É preciso que se considere também outros elementos que são essenciais para que se possa afirmar que o resultado de uma medição possui rastreabilidade a um padrão nacional ou internacional: ” ...

Por exemplo:

- ***RECALIBRAÇÕES:*** as calibrações devem ser repetidas a intervalos apropriados, definidos em função de uma série de variáveis, tais como incerteza requerida, frequência e modo de uso dos instrumentos de medição, estabilidade dos equipamentos etc;

Por exemplo:

- ***INCERTEZA DE MEDIÇÃO: a cada passo da cadeia de rastreabilidade, deve ser determinada a incerteza de medição, de acordo com métodos definidos, de modo que se obtenha uma incerteza total para a cadeia.***

RASTREABILIDADE

Exemplo na área de massa



ATENÇÃO!

O cliente final possui padrões rastreáveis, contudo se ele prestar serviços de calibração e ensaio e não for Acreditado, não consegue garantir a rastreabilidade do serviço que prestará para terceiros.

Desta forma:

Quando um Laboratório que não é acreditado atesta que utiliza padrões “rastreados”, está utilizando incorretamente o conceito de rastreabilidade e conseqüentemente não está garantindo a rastreabilidade da medição.

Segundo o item 9.2.4 do documento da Coordenação Geral da Acreditação do INMETRO, DOC-CGCRE-003 revisão 3 de julho de 2011:

Calibrações realizadas por laboratórios que mantém apenas certificação do sistema da qualidade segundo a ISO 9000 não podem ser aceitas como evidência de rastreabilidade, pois esta certificação não abrange a comprovação da competência técnica específica para realização das calibrações.

*Segundo o item 10.1.3 do documento do INMETRO, DOQ-CGCRE-003
revisão 03 de julho de 2011:*

A rastreabilidade a um padrão nacional é evidenciada por meio da apresentação de certificados de calibração com o Símbolo da Acreditação para laboratórios de calibração, emitidos somente por laboratórios Acreditados pela CGCRE.



Uma organização que possua certificados de calibração de seus padrões e equipamentos de medição com essa marca, tem a garantia de que as calibrações neles descritas são rastreáveis a padrões nacionais.



***Por que é importante
solicitar certificados de
calibração e ensaio de
laboratórios acreditados?***

A RDC 67 de 2007, estabelece no item 5, que:

A farmácia deve ser dotada dos seguintes materiais, equipamentos e utensílios básicos:

a) balança (s) de precisão, devidamente calibrada, com registros e instalada em local que ofereça segurança e estabilidade.

No Brasil, é o INMETRO, através da Coordenação Geral da Acreditação que avalia a competência de um laboratório de calibração ou ensaio.

A acreditação de laboratórios pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro, representa o reconhecimento formal da competência de um determinado laboratório para realizar calibrações e/ou ensaios específicos, claramente definidos nos documentos que formalizam a acreditação.

A RDC 67 de 2007 estabelece também no item 5.2.1.

“As calibrações dos equipamentos e instrumentos de medição devem ser executadas por empresa certificada, utilizando padrões rastreáveis à Rede Brasileira de Calibração, no mínimo uma vez ao ano ou em função da frequência de uso do equipamento. Deve ser mantido registro das calibrações realizadas dos equipamentos, instrumentos e padrões.”

Neste item, é importante destacar que somente as empresas/laboratórios acreditados pelo INMETRO, através da Coordenação Geral da Acreditação, podem atender a exigência “utilizando padrões rastreáveis”, pois somente estas empresas/laboratórios são avaliadas pelo INMETRO, para atestar que possuem os requisitos necessários e a competência para garantir a continuidade da cadeia de rastreabilidade.

Como interpretar os principais valores declarados em um certificado de calibração ou relatório de ensaio?



Órgão
Delegado



Valor Nominal (VN)

Valor Nominal é o valor arredondado ou aproximado de uma grandeza característica do instrumento, servindo de guia para sua utilização apropriada. Não é exatamente o “valor real” da grandeza.



Órgão
Delegado



Erro

De uma maneira simples, pode-se dizer que o erro é o quanto o resultado da medição de um instrumento se desviou do valor nominal.

Por exemplo, vamos imaginar que um determinado termômetro apresente um erro de 0,2 °C, na faixa de 25 °C.

Isso significa que para 25°C, o instrumento apresenta 0,2 °C a mais.

Explicando de uma maneira simples:

Se precisássemos utilizar este termômetro para monitorar uma determinada sala com temperatura exata de 25 °C, deveríamos manter o termômetro com a indicação de 24,8 °C.

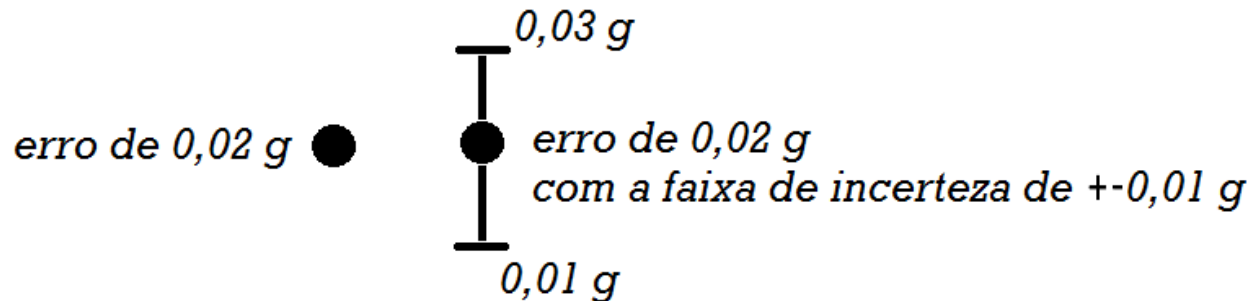


Uncertainty of Measurement

A simplified view

A palavra “incerteza” significa dúvida, e assim, no sentido mais amplo, “incerteza de medição” significa dúvida sobre o resultado de uma medição.

A incerteza de medição indica a faixa em que o “valor real” (valor verdadeiro convencional) se encontra.



Por que é importante considerar a incerteza no certificado de calibração ou ensaio?

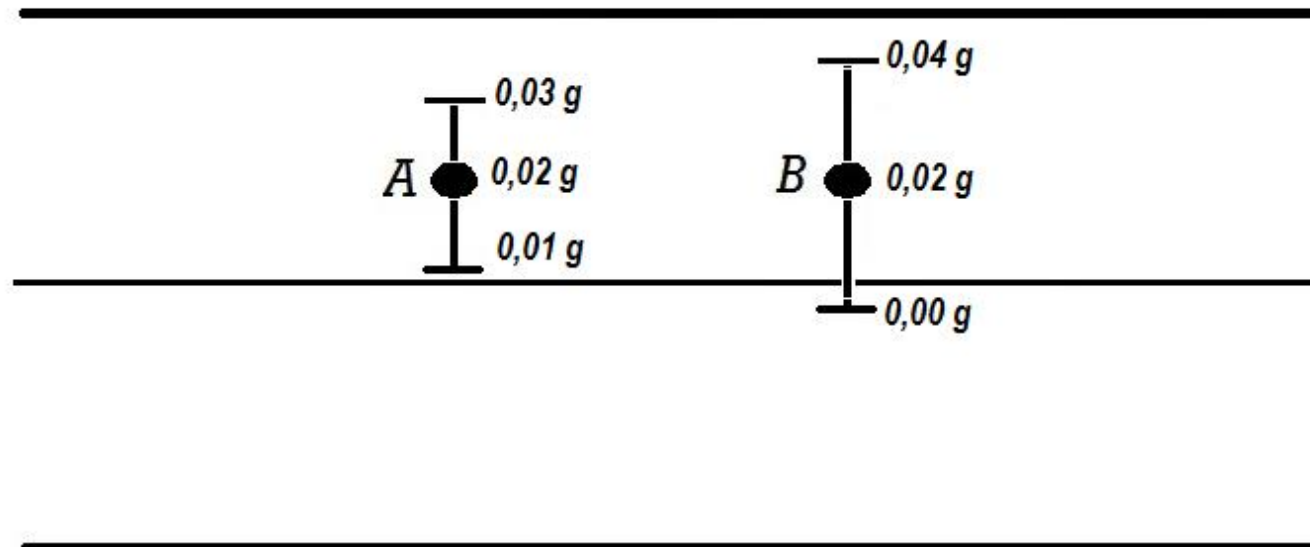
Muitas vezes o nível de dúvida do laboratório que realizou a calibração ou ensaio, pode não atender a exatidão necessária em um determinado processo...

Representação gráfica dos resultados da calibração de dois pesos de 200 g, peso A e peso B, com erros iguais e incertezas de medição diferentes, calibrados em laboratórios diferentes.

Limite superior

tolerância do processo: + 0,05 g

Valor ideal



Limite inferior

tolerância do processo: - 0,05 g

A erro: 0,02 g
incerteza: $\pm 0,01$ g

B erro: 0,02 g
incerteza: $\pm 0,02$ g

Ao analisarmos os resultados da calibração de dois pesos de 200 g, peso A e peso B, calibrados em laboratórios com incertezas de medição diferentes, observamos que:

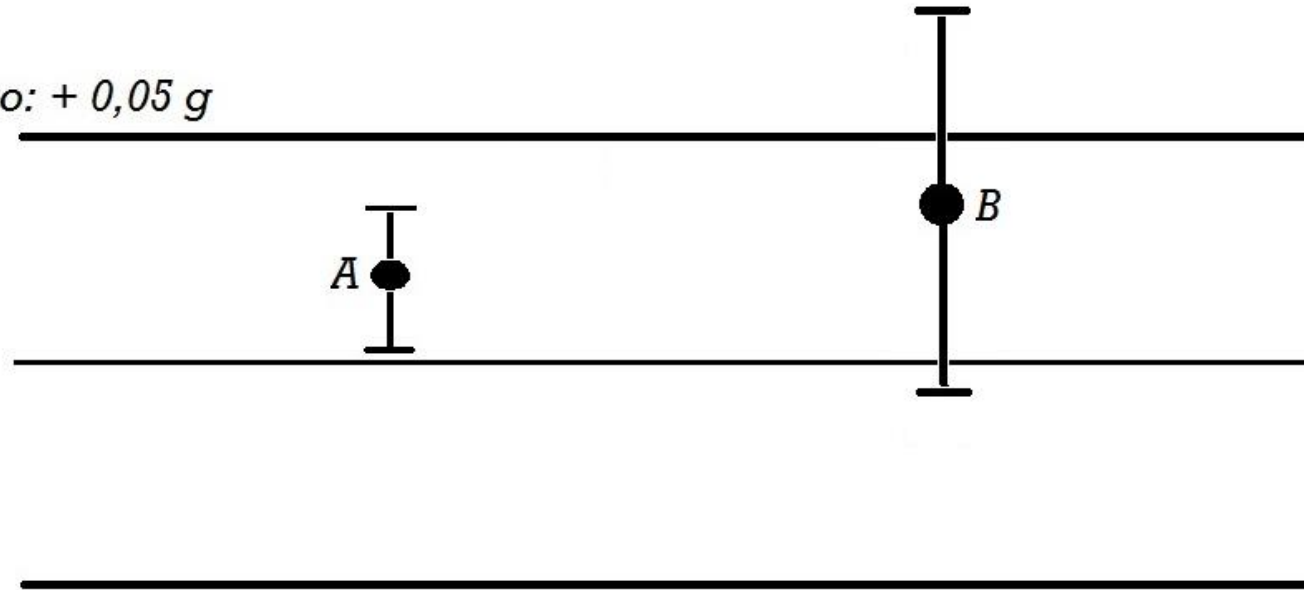
Limite superior

tolerância do processo: + 0,05 g

Valor ideal

Limite inferior

tolerância do processo: - 0,05 g



A erro: 0,02 g
incerteza: 0,01 g

B erro: 0,04 g
incerteza: 0,08 g

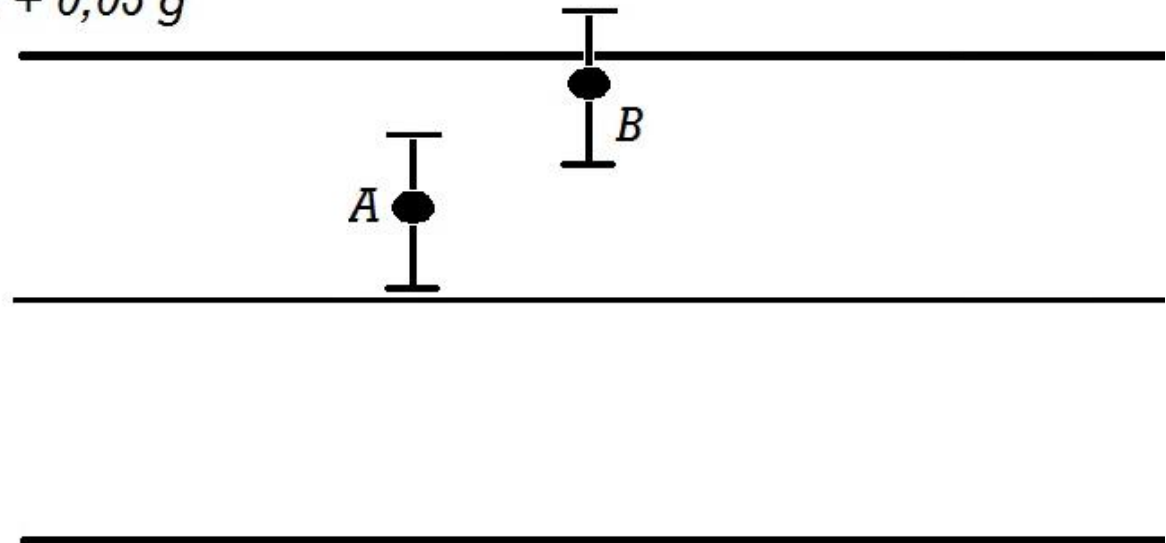
Se o peso B fosse calibrado com a mesma incerteza do peso A, não ultrapassa o limite de tolerância de erro aceitável.

Ao analisarmos os resultados da calibração de dois pesos de 200 g, peso A e peso B, observamos que:

Limite superior

tolerância do processo: + 0,05 g

Valor ideal



Limite inferior

tolerância do processo: - 0,05 g

A erro: 0,02 g
incerteza: 0,01 g

B erro: 0,04 g
incerteza: 0,01 g

O peso B, quando considerada a dúvida que envolve a medição(incerteza), ultrapassa o limite de tolerância de erro aceitável.

No Sistema de Consulta aos Escopos de Acreditação dos Laboratórios de Calibração Acreditados (RBC) o item capacidade de medição de calibração (CMC) indica a melhor capacidade de medição do laboratório ou sua menor incerteza.

Laboratório A

Descrição do Serviço	Faixa	Capacidade de Medição e Calibração (CMC)
<i>(Realizados nas instalações do cliente)</i>		
INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DE MASSA		
Balança	0,01 g até 210 g	0,1 mg
	>210 g até 1000 g	1 mg
	>1000 g até 5000 g	20 mg
	>5 kg até 10 kg	0,2 g
	>10 kg até 30 kg	0,5 g
	>30 kg até 60 kg	0,7 g
	>60 kg até 150 kg	1 g
	>150 kg até 300 kg	2 g
	>300 kg até 500 kg	5 g
	>500 kg até 700 kg	13 g

Capacidade de medição e Calibração



Laboratório B

Descrição do Serviço	Faixa	Capacidade de Medição e Calibração (CMC)
<i>(Realizados nas instalações do cliente)</i>		
INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DE MASSA		
Balança	até 0,001 g	0,002 mg
	>0,001 g a 2 g	0,01 mg
	>2 g a 5 g	0,014 mg
	>5 g a 50 g	0,07 mg
	>50 g a 200 g	0,3 mg
	>200 g a 500 g	0,9 mg
	>500 g a 1000 g	5,9 mg
	>1 kg a 2 kg	7,7 mg
	>2 kg a 5 kg	14 mg
	>5 kg a 10 kg	0,06 g
	>10 kg a 30 kg	0,3 g
	>30 kg a 65 kg	0,8 g
>65 kg a 150 kg	58 g	

Capacidade de medição e Calibração

Analisando os dois laboratórios, apresentados como exemplo, pode-se identificar que, se o objetivo fosse calibrar uma balança com carga máxima de 200 g, a melhor opção, considerando a capacidade de medição e calibração (CMC), seria contratar o serviço do laboratório A, pois tem a menor CMC.

Fator de abrangência (k)

Uma visão simplificada

O fator de abrangência, comumente expresso como “k”, é um número encontrado por meio de cálculos e do uso de uma tabela da área de estatística, expresso com duas casas decimais.

O “k” é um multiplicador da incerteza de medição, ou seja, quanto menor seu valor, menor é a incerteza e, conseqüentemente, mais exata é a medição.

O “k” é influenciado pelo desvio padrão das medições, ou seja, quanto maior for a variação entre cada medição, maior será seu o valor.

Instrumentos de medição que apresentam leituras muito diferentes ao serem calibrados apresentam valores altos de “k” em seus certificados de calibração.

Para melhor exemplificar o efeito da repetitividade sobre o desvio padrão, a incerteza da medição e fator de abrangência “k”, a tabela a seguir demonstra cinco balanças analíticas com resolução de 0,0001 g nas quais foram realizadas três pesagens sucessivas, todas com mesmo peso-padrão de 200 g.

Balança	Valor Nominal	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Desvio Padrão	Incerteza de Medição	k
1	200,0000 g	200,0001 g	199,9988 g	200,0011 g	0,001153 g	0,0032 g	4,53
2	200,0000 g	199,9997 g	199,9999 g	200,0016 g	0,001044 g	0,0022 g	3,31
3	200,0000 g	200,0018 g	200,0012 g	200,0006 g	0,000600 g	0,0012 g	2,87
4	200,0000 g	199,9991 g	199,9997 g	199,9994 g	0,000300 g	0,0007 g	2,23
5	200,0000 g	200,0000 g	200,0002 g	200,0000 g	0,000115 g	0,0005 g	2,00

A balança 1 apresentou diferença de leituras mais acentuada que as outras quatro. Este resultado deve-se ao valor do desvio padrão, o qual influi diretamente no fator de abrangência “k”, que por sua vez influi na incerteza de medição.

As balanças 2, 3, 4 e 5 apresentaram, nesta ordem, uma repetitividade de leituras cada vez melhor. Pode-se observar os valores menores de desvio padrão, incerteza de medição e “k”.

O que o INMETRO entende que deve ser considerado quando não existe um laboratório Acreditado para realizar a calibração de um determinado equipamento?

De acordo com o INMETRO através do item 8.2.5 da NIT DICLA 030

Caso o OAC ou a instalação de teste demonstre, por meio de registros, que não é possível calibrar o padrão de referência ou instrumento de medição em um laboratório que atenda os requisitos 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3 ou 8.2.4, o OAC ou a instalação de teste poderá, excepcionalmente, calibrá-lo em outro laboratório de calibração que não atenda estes requisitos e cujos serviços de calibração sejam considerados, pelo OAC ou instalação de teste, adequados ao seu propósito.

Notas:

- 1 A decisão por utilizar esta alternativa excepcional não deverá ser feita apenas com base em argumentos financeiros ou de localização geográfica do laboratório prestador do serviço.***
- 2 A Cgcre reserva-se o direito de solicitar ao OAC e à instalação de teste todas as informações que necessitar para analisar esta excepcionalidade. O fato desta alternativa excepcional ter sido aceita em uma dada avaliação ou inspeção não assegura que ela seja aceita no futuro.***

De acordo com o INMETRO através do item 8.2.5.1 da NIT DICLA 030

Caso o OAC ou a instalação de teste decida utilizar a alternativa excepcional estabelecida em 8.2.5, antes da realização da calibração que pretende adquirir, o OAC ou a instalação de teste deve, como parte de seu processo de avaliação do fornecedor, obter e confirmar a adequação de pelo menos as seguintes evidências de atendimento a requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 para a calibração em questão:

- ***Registros de validação do método de calibração (ISO/IEC 17025 - 5.4.5)***
- ***Procedimentos para estimar a incerteza de medição (ISO/IEC 17025 - 5.4.6)***
- ***Documentação a respeito da rastreabilidade das medições (ISO/IEC 17025 – 5.6)***
- ***Documentação a respeito da garantia da qualidade dos resultados (ISO/IEC 17025 – 5.9)***

- ***Documentação sobre a competência do pessoal (ISO/IEC 17025 – 5.2)***
- ***Documentação a respeito das acomodações e condições ambientais (ISO/IEC 17025 – 5.3)***
- ***Documentação sobre auditorias, internas e externas, do laboratório fornecedor da calibração (ISO/IEC 17025 4.14).***



Carlos Alexandre Brero de Campos

carlosalexandre@ipem.pr.gov.br

41 3251 2268