



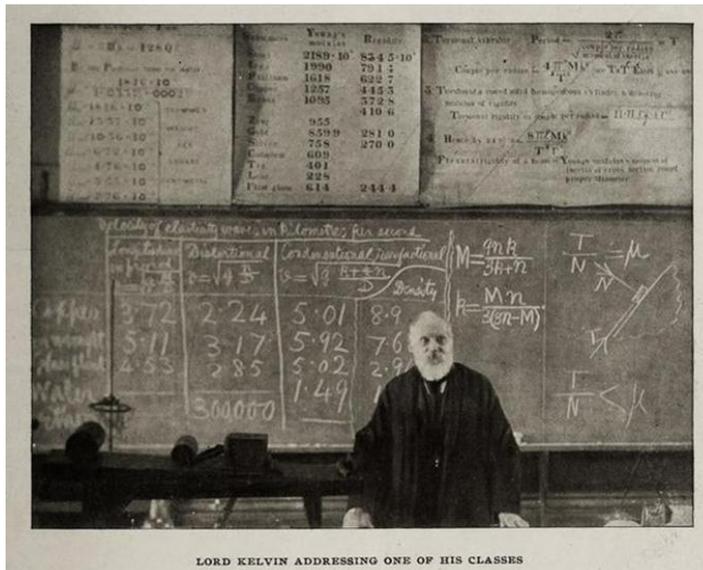
Processo de Medição e Calibração

Carlos Alexandre Brero de Campos

Instituto de Pesos e Medidas do Estado do Paraná

2015

“O conhecimento amplo e satisfatório sobre um processo ou um fenômeno somente existirá quando for possível medi-lo e expressá-lo por meio de números”.



William Thomson - Lord Kelvin (1883)



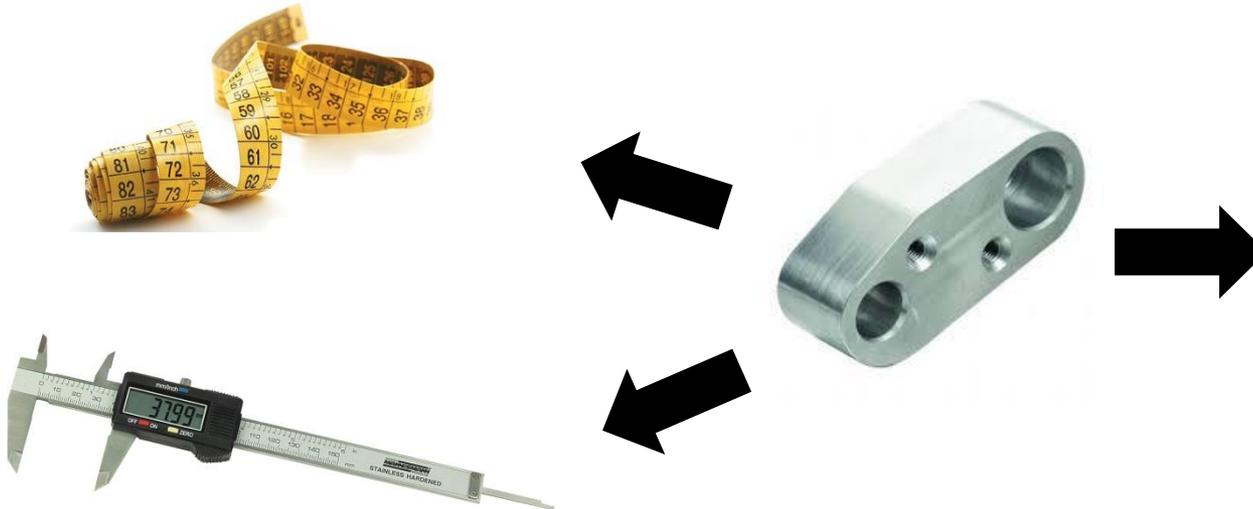
PROCESSO DE MEDIÇÃO

De uma maneira geral, um PROCESSO DE MEDIÇÃO envolve:

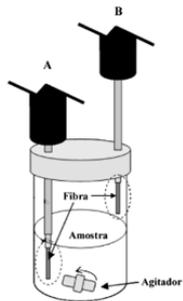
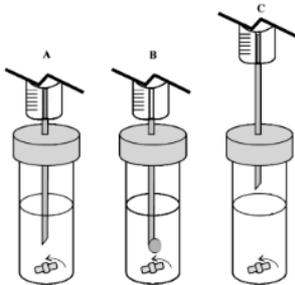
- **Determinação da exatidão requerida;**
- **Definição do princípio, do método, do procedimento de medição e do instrumento de medição;**
- **Análise das condições de medição;**
- **Avaliação da qualidade dos processos de medição.**

Determinação da exatidão requerida

1. Qual a exatidão que preciso garantir na medição?
2. Qual a incerteza de medição aceitável para alcançar a confiabilidade metrológica da medição que pretendo realizar?



Definição do princípio, do método, do procedimento de medição e do instrumento de medição.



O método é validado?

O procedimento de medição desta grandeza já está descrito em alguma recomendação, Norma Nacional, Internacional como por exemplo ABNT, ASTM, ANSI?

Qual o princípio físico de medição que deve ser utilizado?

Por exemplo: a medição de vazão pode ser realizada por diversos tipos de medidores, utilizando princípios físicos diferentes:



Medidor de vazão magnético



medidor de vazão Coriolis



Medidor Vortex



medidor de vazão ultra-sônico

Análise das condições de medição

instalações, condições ambientais e recursos humanos.



Avaliação da qualidade dos processos de medição

Participação em programas de comparação intra e inter laboratoriais, calibrações replicadas, etc.

eptis

European Proficiency Test Information System

[Home](#)
[PT database](#)
[PT calendar](#)
[PT providers](#)
[Submit](#)
[About PT](#)
[About EPTIS](#)
[Contact](#)
[Disclaimer](#)

We found **200** PT schemes that match your query parameters. This is pretty much. You can refine your query with the *Refine query* button above.

Your query parameters:

Type	Value
Keyword(s)	BRAZIL

Table of parameters

Your query results:

PT schemes 1 - 50 (page 1 of 4)

Name	Provider	Updated
<input type="button" value="↓*"/> <input type="button" value="↑"/>	<input type="button" value="↓"/> <input type="button" value="↑"/>	<input type="button" value="↓"/> <input type="button" value="↑"/>
Análises Químicas de Alimentos (Chemical Analysis in Food)	CIENTEC - INTERLAB	12-DEC-11
Comparação interlaboratorial de ensaio de proteção contra choque elétrico em condição de sobretensão na porta externa de telecomunicações	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT	15-APR-14
Digital Mult Meter (DMM) - Calibration	V.A.E. Vallim Assessoria Empresarial Ltda	22-OCT-12
EMBRAPA - Proficiency Testing for Animal Nutrition Laboratories (Ensaio de Proficiência para Laboratórios de Nutrição Animal)	EMBRAPA Pecuária Sudeste	25-NOV-13
EMC Proficiency Tests - Electronic Devices (Ensaio de Proficiência em EMC - Dispositivos Eletrônicos)	V.A.E. Vallim Assessoria Empresarial Ltda	22-OCT-12
Engine Test	Estatcamp and AEA - Associação de Engenharia Automotiva	11-APR-11
Ensaio de Proficiência em Análises de Farinha de Trigo (Wheat Flour Proficiency Testing)	Rede Baiana de Metrologia - RBME	26-NOV-09
Ensaio de Proficiência em Análises de Mel (Honey Proficiency Testing)	Rede Baiana de Metrologia - RBME	19-AUG-08
Ensaio de Proficiência em Produtos Sujeitos ao Regime de Vigilância Sanitária(Proficiency Testing in Products Subject to Health Surveillance System)	Instituto Nacional de Controle da Qualidade em Saúde - INCQS / FIOCRUZ	07-NOV-11
ILC 31b. Mycotoxins: aflatoxin and ochratoxin / Mycotoxines: aflatoxine et ochratoxine	BIPEA	12-JAN-12
Interlaboratorial Program Calibration in Dimensional (length)	QLM Inovações Tecnológicas	06-OCT-14
Interlaboratorial Program Calibration in specific mass (massa específica)	QLM Inovações Tecnológicas	06-OCT-14
Interlaboratorial Program Calibration in temperature (Calibração Temperatura)	QLM Inovações Tecnológicas	22-JAN-14
Interlaboratorial Program Calibration in Time Frequency	Rede Metrológica RS	19-DEC-11
Interlaboratorial Program Calibration of Torque Wrench	Rede Metrológica RS	19-DEC-11
Interlaboratorial Program Calibration of Pressure	Rede Metrológica RS	18-FEB-13
Interlaboratorial Program Calibration of Pressure and vacuum (Calibração de Pressão)	QLM Inovações Tecnológicas	20-JAN-14
Interlaboratorial Program Calibration of Standard Weights	Rede Metrológica RS	19-DEC-11
Interlaboratorial Program Calibration ph meter and conductivity meter (medidor de pH e medidor de Condutividade)	QLM Inovações Tecnológicas	07-OCT-14
Interlaboratorial Program in Balance (Weighing Machine) Calibration	Rede Metrológica RS	19-DEC-11
Interlaboratorial Program in "Cachaça" Analysis	Rede Metrológica RS	19-DEC-11
Interlaboratorial Program in Cleaning Products	Rede Metrológica RS	20-DEC-11

Table of results

PT schemes 1 - 50 (page 1 of 4)



CALIBRAÇÃO

CALIBRAÇÃO:

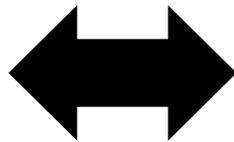
Estabelece o erro de medição e a incerteza de medição associada de um instrumento, ao compará-lo a um padrão.

Por exemplo, para massas:

Comparação de uma massa desconhecida X com um peso padrão P utilizando uma balança comparadora.



Objeto X



Padrão P

Calibração: quando se comparam dois pesos padrão

Atenção!

Calibração não é ajuste

ATENÇÃO!

No ajuste de peso padrão...

...a câmara de ajuste é aberta e dependendo do erro adiciona-se ou retira-se massa do peso padrão



Atenção!

- ***Após o ajuste ou manutenção de um instrumento ou sistema de medição, tal instrumento ou sistema de medição deve calibrado novamente.***

Por que é importante calibrar um instrumento?



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.

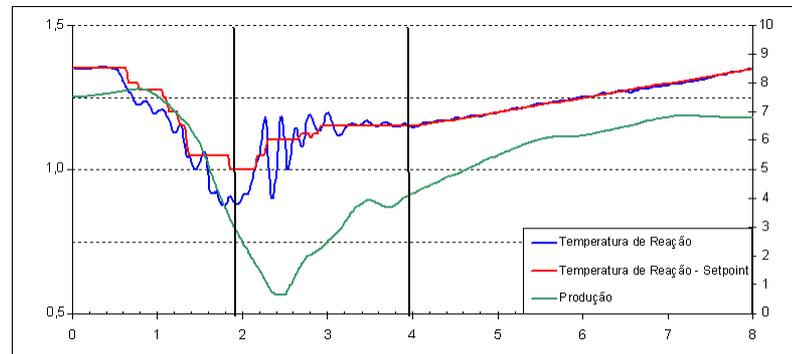
LABORATÓRIO DE METROLOGIA
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N° LV

RESULTADOS OBTIDOS

Média das Leituras	Erro	UMIDADE RELATIVA (%UR)	
		Incerteza de Medição U	Coefficiente de Abrangência k
42,0	2,1	1,2	2,00
52,0	2,0	1,4	2,00
63,0	3,1	1,6	2,00
73,0	3,0	1,9	2,00
83,0	2,9	2,1	2,00

Média das Leituras (°C)	Erro (°C)	TEMPERATURA (°C)	
		Incerteza de Medição U (°C)	Coefficiente de Abrangência k
18,0	0,0	0,3	2,00
19,9	-0,1	0,3	2,00
21,9	-0,1	0,3	2,00
25,8	-0,2	0,3	2,00
29,8	-0,2	0,3	2,00
31,7	-0,3	0,3	2,00

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



RESUMO

1. Definir o instrumento que será utilizado na medição de um determinado processo.



2. Solicitar a calibração deste instrumento a um laboratório competente, para conhecer o erro do instrumento e a incerteza da medição.



3. Após receber o instrumento calibrado, realizar a análise crítica para verificar se os erros e as incertezas estão dentro da tolerância do processo no qual o instrumento será utilizado.



Órgão
Delegado



Exemplo 1

Um técnico que necessita manter reagentes constantemente na faixa de temperatura de 2°C a 8°C, ao receber o certificado de calibração de um termômetro utilizado para monitorar a temperatura no interior de um refrigerador, identificou que na referida faixa os valores de erro e incerteza são:

ERRO	INCERTEZA DA MEDIÇÃO
0,5 °C	0,1 °C

ERRO	INCERTEZA DA MEDIÇÃO
0,5 °C	0,1 °C

Com essa informação, o técnico sabe que pode utilizar o valor de erro, expresso no certificado (0,5 °C) para obter a temperatura real, ou seja, se estiver lendo 9,0°C no termômetro a temperatura real é 8,5°C.



ERRO	INCERTEZA DA MEDIÇÃO
0,5 °C	0,1 °C



Este valor real, no entanto, apresenta ainda uma Incerteza de Medição, expressa no certificado (0,1 °C), ficando então estabelecido que o valor real da temperatura encontra-se entre 8,4 °C e 8,6 °C.

Além disso, o técnico deve avaliar se o erro e a incerteza do instrumento são significativos para o processo de controle da temperatura do refrigerador ou se necessitam atender a alguma especificação técnica ou legal estabelecida.

ERRO	INCERTEZA DA MEDIÇÃO
0,5 °C	0,1 °C





Exemplo 2

O técnico, ao utilizar um “banho maria” para um teste de coagulação deve garantir que durante 10 minutos a temperatura permaneça em 37°C



Quais variáveis devem ser controladas?

1. O equipamento garante estabilidade e homogeneidade térmica?
2. O técnico realizou análise crítica do certificado de calibração e considera o erro do instrumento na medição?
3. O termômetro utilizado tem a repetitividade necessária?





Exemplo 3

Espectrofotômetro



Antes de utilizar um equipamento é importante conhecer seu princípio físico de funcionamento...

1.2 PRINCIPIO



Quando um raio de energia radiante atravessa uma solução, a energia incidente será sempre mais intensa que a energia emergente. Esta alteração de energia pode ser atribuída a reflexão, dispersão ou absorção de energia pela solução. Em aplicações de fotometria, a absorção de energia é o fator primário na redução de energia incidente. Se utilizarmos energia monocromática, a fração de radiação absorvida pela solução, ignoradas as perdas por reflexão e dispersão, será função da concentração da solução e da espessura da solução. A quantidade de energia transmitida diminui exponencialmente com aumento da espessura atravessada e aumento da concentração ou intensidade da cor da solução (Lei de Lambert e Beer).

Ao utilizar a fotometria como técnica de medida, estamos aproveitando as propriedades dos átomos e moléculas de absorverem energia eletromagnética em uma das muitas áreas do espectro electromagnético.

...para poder identificar possíveis fontes de influência, se o princípio físico garante a exatidão da medição, etc.

Cuidados na interpretação do manual do equipamento!

5. Manutenção

5.1 Substituição da Lâmpada excitadora

A lâmpada excitadora no equipamento é pré - calibrada de fábrica, tornando simples sua reposição.
Utilize sempre lâmpadas originais



Qual o significado desta informação?

A lâmpada foi calibrada e possui um certificado de calibração ou foi fabricada dentro de certos requisitos?

O fabricante pode garantir isso?

5.2 Calibração Interna

Por utilizar circuitos eletrônicos de estado sólido o Espectrofotômetro não requer manutenção e calibração constantes.

A longo prazo, é conveniente uma calibração para ter sempre a melhor curva de conservação Transmitância / Absorbância. Com uma chave de fenda (2/3 ou 1/8 mm) execute rigorosamente na seqüência 5.2.1



Quais as características deste equipamento de medição podem ser calibradas?

BRASIL Acesso à informação Participar Serviços Legislação Canais

..... Site do Inmetro

RBC
Rede Brasileira de Calibração

Listar Laboratórios Consulta Laboratórios Consulta Serviços

Lista de Laboratórios

38 Serviços Encontrados. Exibindo página 1 de 3

Grupo de Serviço de Calibração: ÓPTICA
Serviço: ESPECTROFOTÔMETRO UV-VIS

Faixa	Capacidade de Medição e Calibração (CMC)	Laboratório	UF	Cidade	Tel.
A: 240 nm até 850 nm	A: (SBW: 0,1 nm); 0,4 nm* A: (SBW: 1,0 nm); 0,3 nm*	LABORATÓRIO DE COLORIMETRIA	RJ	RIO DE JANEIRO	(21) 2582-1017/1020
A: 240 nm até 850 nm	A: (SBW: 0,1 nm); 0,4 nm* A: (SBW: 1,0 nm); 0,3 nm*	LABORATÓRIO DE COLORIMETRIA	RJ	RIO DE JANEIRO	(21) 2582-1017/1020
240 nm até 820 nm / 10% até 92% ou 0,97 Abs até 0,029 Abs	±0,1 nm para comprimento de onda e ±0,33% para transmissão ou ±0,025 para 0,97 Abs e ±0,003 Abs para 0,029 Abs	LABORATÓRIO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ÓPTICOS DO CENTRO DE TECNOLOGIA MECÂNICA, NAVAL E ELÉTRICA	SP	SÃO PAULO	(11) 3767-4823
A: 1 - 0 T: 0 - 1	A: 0,004* (varia com A) T: 0,009* (varia com A)	LABORATÓRIO DE COLORIMETRIA	RJ	RIO DE JANEIRO	(21) 2582-1017/1020
A: 1 - 0 T: 0 - 1	A: 0,004* (varia com A) T: 0,009* (varia com A)	LABORATÓRIO DE COLORIMETRIA	RJ	RIO DE JANEIRO	(21) 2582-1017/1020
Determinação de Luz Espúria MRC para comprimento de onda de 201 nm Equipamento com largura de banda espectral menor ou igual a 2 nm	0,11 nm e 0,04% T ou 0,042 A	EVAGON GESTÃO ANALÍTICA	SP	JUNDIAÍ	11 4815 2455
Determinação de Luz Espúria MRC para comprimento de onda de 227 nm Equipamento com largura de banda espectral menor ou igual a 2 nm	0,11 nm e 0,04% T ou 0,042 A	EVAGON GESTÃO ANALÍTICA	SP	JUNDIAÍ	11 4815 2455
Determinação de Luz Espúria MRC para comprimento de onda de 230 nm Equipamento com largura de banda espectral menor ou igual a 2 nm	0,11 nm e 0,04% T ou 0,042 A	EVAGON GESTÃO ANALÍTICA	SP	JUNDIAÍ	11 4815 2455
Determinação de Luz Espúria MRC para comprimento de onda de 331 nm Equipamento com largura de banda espectral menor ou igual a 2 nm	0,11 nm e 0,04% T ou 0,042 A	EVAGON GESTÃO ANALÍTICA	SP	JUNDIAÍ	11 4815 2455
Determinação de Luz Espúria: Com padrão de Iodeto de Potássio na faixa de comprimento de onda de 210 a 251,1 nm	0,11 nm e 1,0% T ou 2A	Laboratórios de Calibração Hexis	SP	JUNDIAÍ	(11) 4589-2000
Determinação de Luz Espúria: Com padrão de Iodeto de Potássio na faixa de comprimento de onda de 210 a	0,11 nm e 1,0% T ou 2 Abs	Laboratórios de Calibração Hexis	SP	JUNDIAÍ	(11) 4589-2000

Após consultar um dos laboratórios no site da RBC, recebemos as seguintes características:

ERRO DE MEDIÇÃO E REPETIBILIDADE DE COMPRIMENTO DE ONDA

Onde a solução de óxido de hólmio do NIST é utilizada para avaliar a faixa de 240nm a 650nm, nos comprimentos de onda correspondentes à largura de banda espectral nominal do instrumento. Por exemplo, considerando igual a 10nm (largura deste equipamento), os comprimentos de onda são: 240,8nm, 287,3nm, 333,6nm, 345,7nm, 361,0nm, 387,5nm, 417,3nm, 451,3nm, 484,6nm, 538,8nm e 642,9nm.

ERRO DE MEDIÇÃO E REPETIBILIDADE DA ESCALA FOTOMÉTRICA NA FAIXA VISÍVEL

Onde são utilizados os filtros de densidade neutra do NIST para avaliar a transmitância/absorbância nos seguintes comprimentos de onda: 440nm, 465nm, 546,1nm, 590nm e 635 nm;

LINEARIDADE FOTOMÉTRICA ATRAVÉS DE SOLUÇÕES ELABORADAS PELO CLIENTE

Esta análise é realizada através da solução mais utilizada pelo cliente, onde três níveis de concentrações e em duplicada (100ml de cada) da mesma são elaboradas por ele mesmo.

POSICIONAMENTO DE CUBETA(S) UTILIZADA(S) PELO CLIENTE

Onde cubetas do cliente serão analisadas.

Cálculo de INCERTEZA.

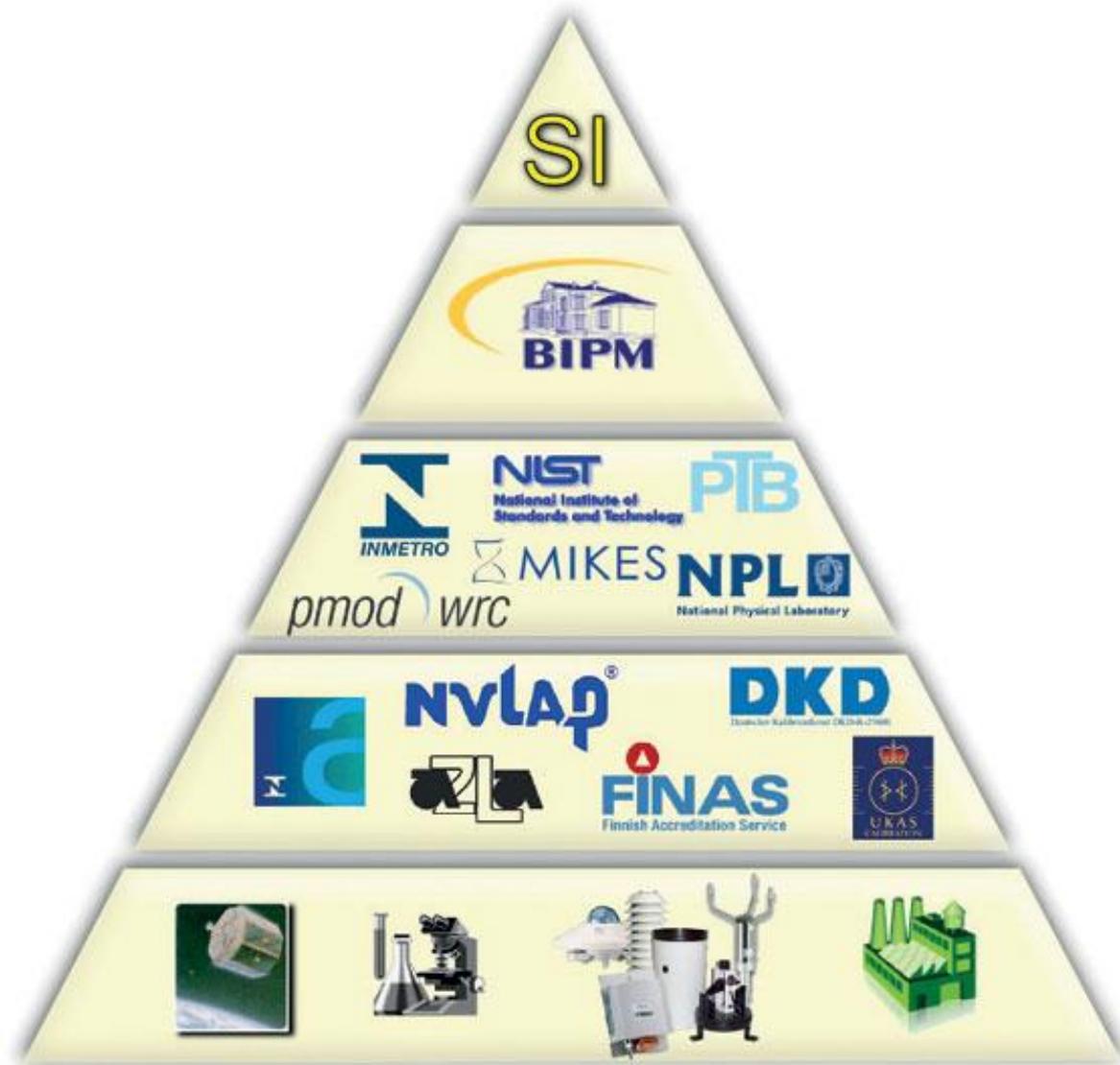


Como alcançar credibilidade ao calibrar um instrumento/padrão?

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

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.

Vocabulário Internacional de Metrologia versão 2012



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 apenas 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 ”

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:

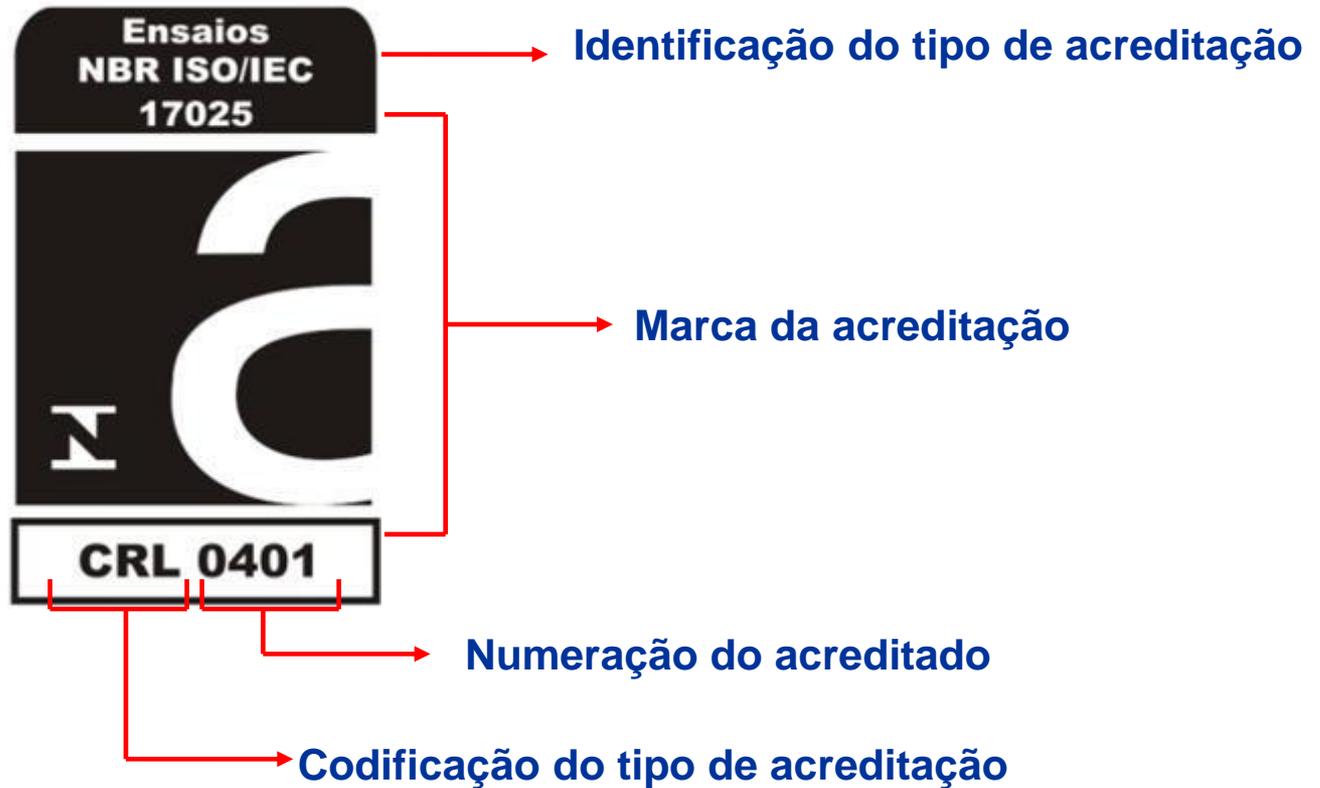
Quando um Laboratório que não é acreditado atesta que utiliza padrões “rastreados”, está utilizando incorretamente o conceito de rastreabilidade e conseqüentemente não está garantindo a rastreabilidade da medição.

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 mantêm 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 ou internacionais.



Onde consultar serviços acreditados de calibração ou ensaios?

Para serviços de calibração:

www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc

Para serviços de ensaios:

www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble

O que fazer quando não existe nenhum Laboratório Acreditado no Brasil para realizar a calibração de um determinado equipamento?

Nestes casos, é possível basear-se no estabelecido na norma da Diretoria de Acreditação do INMETRO, NIT-DICLA 030, aplicada a laboratórios acreditados, a qual...

... permite aceitar, provisoriamente, que um laboratório que não seja acreditado realize a calibração desde que os serviços de calibração sejam considerados adequados ao propósito da empresa que está adquirindo o serviço.

Recomenda ainda que, como parte de seu processo de avaliação do fornecedor, antes de solicitar um serviço de calibração, a empresa que esta solicitando o serviço deve 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).***

Considerando que o foco é a qualidade, é importante que 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.



Verificação metrológica



***Está relacionada a
Metrologia Legal.***

A Verificação Metrológica é uma atribuição do INMETRO que, através dos órgãos delegados (RBMLQ-I), 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;***
- ***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)

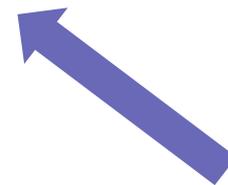


Instrumento Reparado

N XX XXX XXX - X

**Sujeito à Verificação
pelo Órgão Metrológico.**







VERIFICAÇÃO INTERMEDIÁRIA



QUAL A IMPORTÂNCIA DA VERIFICAÇÃO INTERMEDIÁRIA?

A Verificação Intermediária tem o objetivo de monitorar a deriva de um padrão de medição no período entre duas calibrações...

...avaliar se as características do referido padrão não se modificaram significativamente desde a última calibração realizada e conseqüentemente...



...se os certificados de calibração permanecem válidos.

Após a calibração, durante a utilização de um instrumento de medição...

...variáveis como:

- ***Uso inadequado pelo operador,***
- ***Exposição do instrumento a ambientes com contaminantes,***
- ***Uso excessivo, etc.***



...podem ocasionar uma deriva em referência ao valor declarado no certificado de calibração.



A verificação Intermediária é um procedimento essencial para garantir a confiabilidade metrológica.



Órgão
Delegado



COMO FAZER ?



1

O primeiro passo é definir quais instrumentos devem passar por uma V.I.

Lembrando que:

O Laboratório deve realizar verificações intermediárias nos instrumentos que tenham influência nos resultados de medição.



2



O segundo passo é definir a periodicidade da V.I.

A periodicidade deve ser estabelecida com base na experiência e condições de utilização do instrumento.

É importante considerar variáveis como:

- ***Frequência de utilização,***
- ***Características dos instrumentos,***
- ***Recomendações (normas, fabricantes e especialistas),***
- ***Histórico de calibrações,***
- ***Qualificação do técnico que utiliza o instrumento,***
- ***Condições Ambientais.***



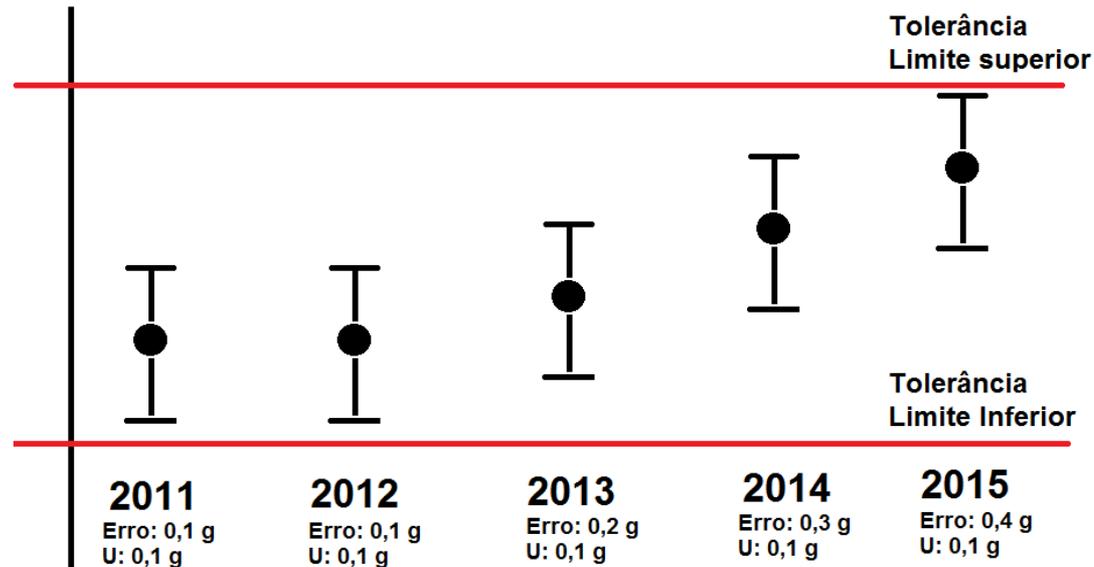
Órgão
Delegado



Exemplo

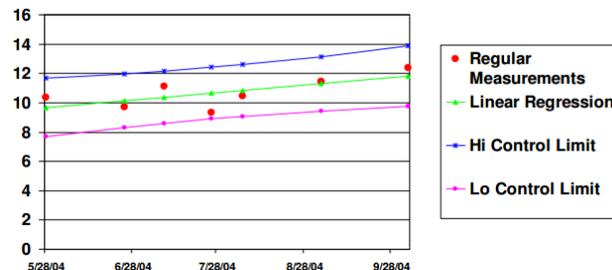
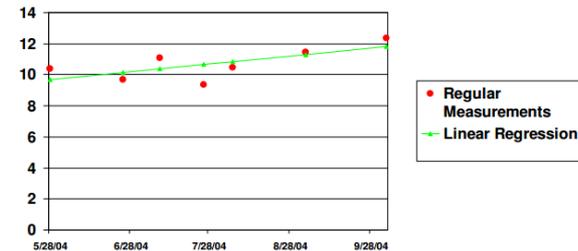
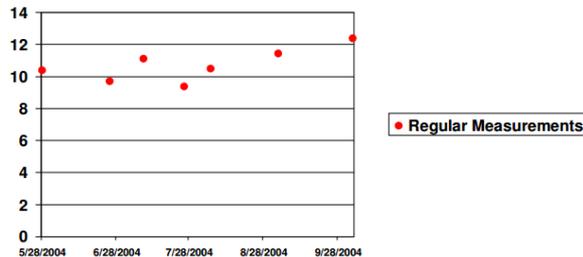
- 1. Definir os pontos de calibração, que deverão se repetir nas próximas análises;***
- 2. Efetuar os cálculos, se aplicável, e a plotagem da tendência;***
- 3. Confrontar os resultados com o critério de aceitação.***

Este controle permite avaliar e otimizar os prazos de calibração estabelecidos...



...e detectar antecipadamente problemas ou falhas no instrumento.

Uma avaliação da tendência permite, também, identificar possíveis impactos nos resultados de medição e tomar as ações necessárias para solucionar o problema.





3

O terceiro passo é definir como será realizada a verificação

Nesta fase é importante determinar:

O que preciso avaliar?

Quais características do instrumento são relevantes?

Exatidão? Repetitividade? Reprodutibilidade?

É neste momento que deve ser definido o procedimento propriamente dito (medições e cálculos) e os critérios de aceitação.



4



Quarto passo é definir uma referência para a V.I.



Essa referência deve ser confiável!

Por exemplo:

Para massas deve-se utilizar padrão de referência de classe superior ao padrão que se está verificando;

Para o medidor de PH digital deve-se utilizar solução padrão;

Para um banho cinemático deve-se utilizar um padrão de referência de temperatura.



5

O quinto passo é definir, nos instrumentos, os pontos que serão verificados

Normalmente, não é necessário que o Laboratório efetue as verificações intermediárias em todos os pontos da faixa do instrumento.

Contudo, para definir estes pontos deve-se conhecer muito bem o instrumento e levar em conta que as alguns instrumentos nem sempre apresentam comportamento linear.

Sendo assim, é recomendável que o Laboratório selecione pontos de verificação intermediária da faixa de utilização do instrumento de forma representativa.



6

E finalmente...

- ***Realizar a V.I. no prazo estabelecido;***
- ***Analisar criticamente os resultados;***
- ***Decidir se o instrumento continua apto para uso;***
- ***Implementar a ação corretiva.***

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



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.





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 controlar uma determinada sala com temperatura exata de 25 °C, deveríamos manter o termômetro com a indicação de 24,8 °C.

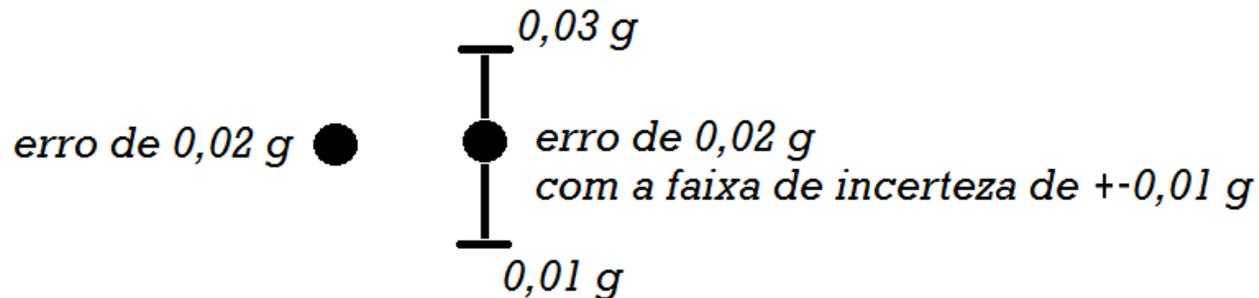


Uncertainty of Measurement

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) pode estar.



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

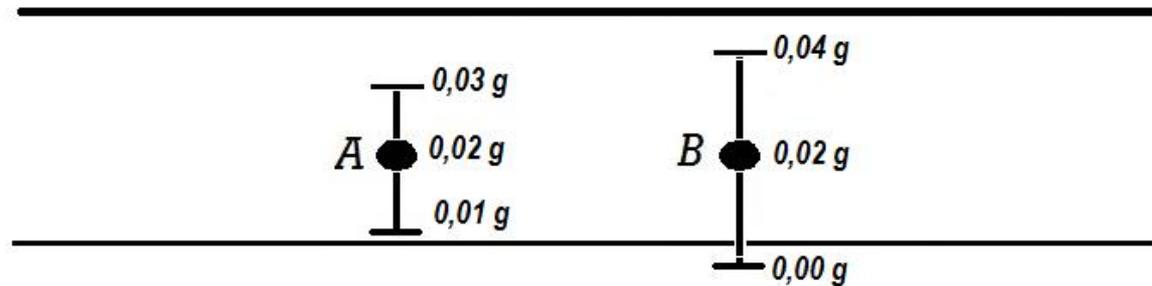
Muitas vezes o nível de duvida do laboratório que realizou a calibração ou ensaio, pode não atender a exatidão necessária em um determinado processo...

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



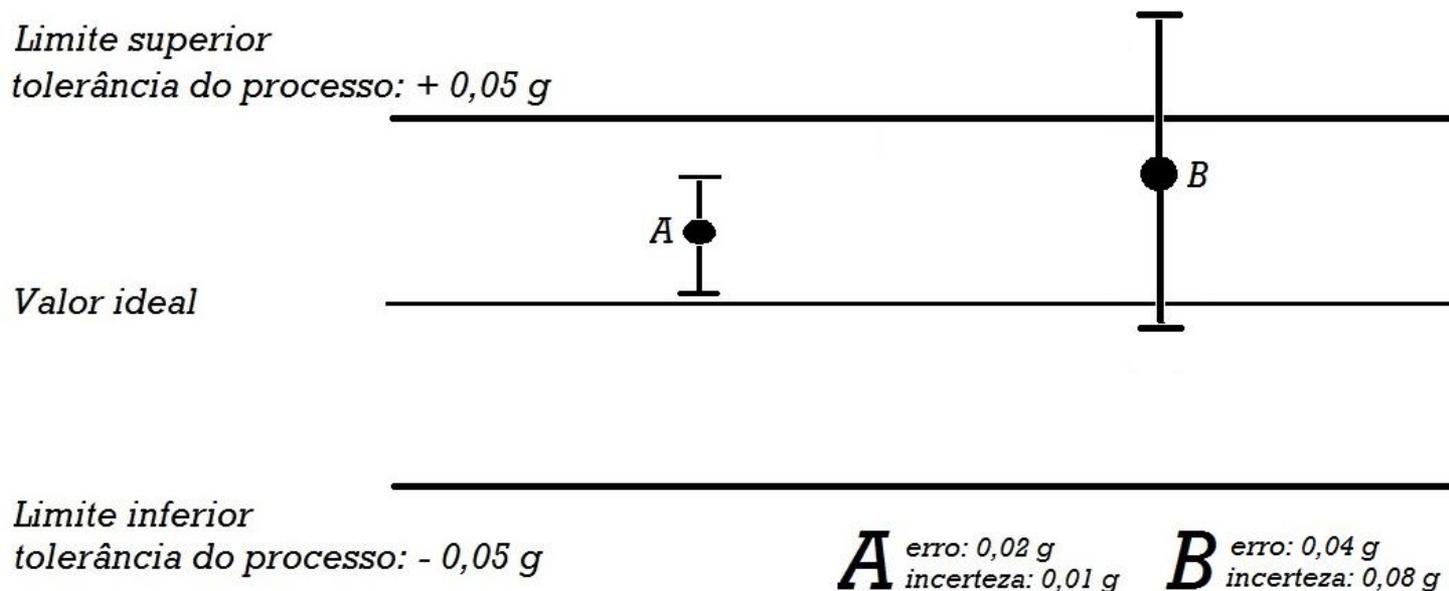
Limite inferior

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 erro e incerteza de medição diferentes, observamos que:



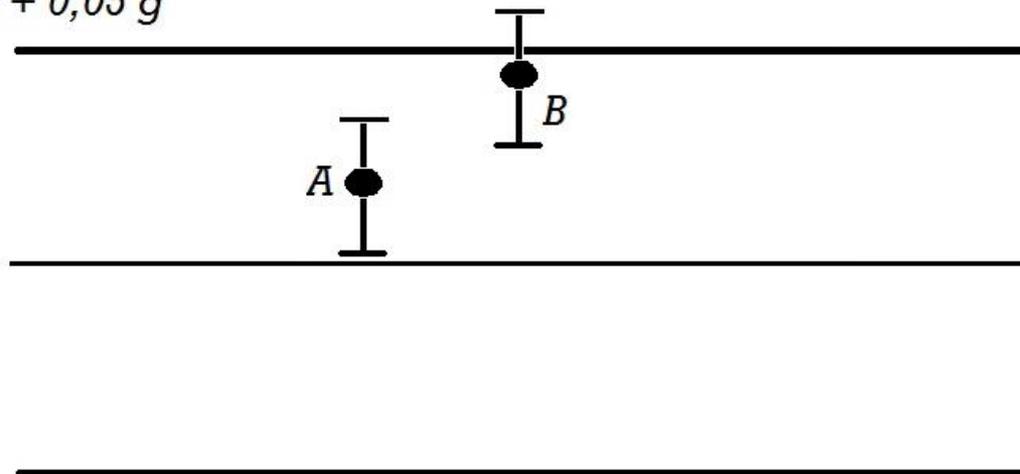
Se o peso B fosse calibrado com a mesma incerteza do peso A, não ultrapassa o limite de tolerância de erro aceitável.

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.

Capacidade de Medição e Calibração

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	





***Analisando os dois laboratórios,
apresentados como exemplo...***

...pode-se observar 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.

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

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

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.

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.

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

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”.



Carlos Alexandre Brero de Campos
Gerência de Calibração e Ensaios

carlosalexandre@ipem.pr.gov.br

41 3251 2268