



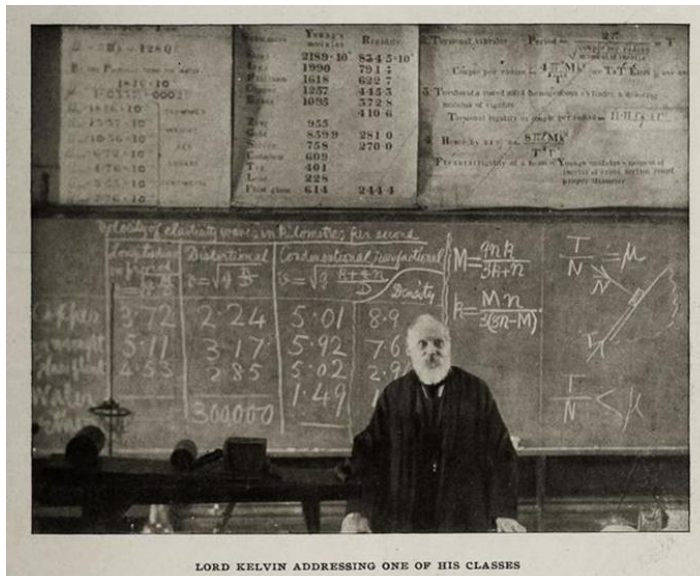
# Processo de Medição e Calibração

**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)*

***Na sua opinião, qual a importância de calibrar um instrumento?***



# ***PROCESSO DE MEDIÇÃO***

*De uma maneira geral, um PROCESSO DE MEDIÇÃO envolve:*

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

# 1. Determinar a exatidão requerida

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



## **2. Estabelecer meios para alcançar a exatidão requerida**

- a. Princípio de medição**
- b. Método de medição**
- c. Procedimento de medição**
- d. Instrumento de medição**

**O método é validado?**

**O procedimento de medição desta grandeza já está descrito em alguma recomendação, Norma Nacional, Internacional?**

**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



### 3. Analisar as condições de medição

*instalações, condições ambientais e recursos humanos.*



## 4. Avaliar a qualidade do processo de medição

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

Table of results

<< < PT schemes 1 - 50 (page 1 of 4) > >>



# ***CALIBRAÇÃO***

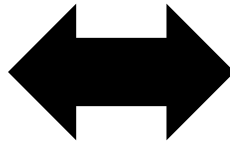
## ***CALIBRAÇÃO:***

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

## *Por exemplo, para massas:*



**Objeto X**

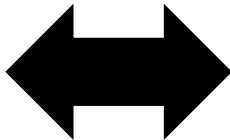


**Padrão P**

**Calibração: quando se comparam dois pesos padrão**



**Objeto X**



**Padrão P**

**Medição de massa diversa: quando se compara uma massa diversa com um peso padrão**

***Atenção!***

***Calibração não é ajuste***

## ***ATENÇÃO!***

***No ajuste a câmara do pes padrão é aberta e dependendo do erro adiciona-se ou retira-se massa.***





## ***Atenção!***

***Após o ajuste ou manutenção de um instrumento ou sistema de medição, tal instrumento ou sistema de medição deve ser 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 no certificado, 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 Abrangência k
42,0			
52,0	2,1	1,2	2,00
63,0	2,0	1,4	2,00
73,0	3,1	1,6	2,00
83,0	3,0	1,9	2,00
	2,9	2,1	2,00

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

***E finalmente, considerar os erros do instrumento e a incerteza da medição no momento que o técnico realiza a medição.***

LABORATÓRIO DE METROLOGIA  
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N° LV

RESULTADOS OBTIDOS

Média das Leituras	Erro	UMIDADE RELATIVA (%UR)	
		Incerteza de Medição U	Coefficiente 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 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



# *Exemplo*

Um técnico que necessita manter reagentes constantemente na faixa de temperatura de  $2,0^{\circ}\text{C}$  a  $8,5^{\circ}\text{C}$ , 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
$0,5^{\circ}\text{C}$	$0,1^{\circ}\text{C}$

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 pode estar 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 PRINCÍPIO



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 351 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 251,1 nm.	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

*Uma solução de óxido de hólmio do NIST é utilizada para avaliar a faixa de 240 nm a 650 nm, nos comprimentos de onda correspondentes à largura de banda espectral nominal do instrumento.*

*Por exemplo, considerando igual a 10 nm (largura deste equipamento), os comprimentos de onda são: 240,8 nm, 287,3 nm, 333,6 nm, 345,7 nm, 361,0 nm, 387,5 nm, 417,3 nm, 451,3 nm, 484,6 nm, 538,8 nm e 642,9 nm.*

## **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.**

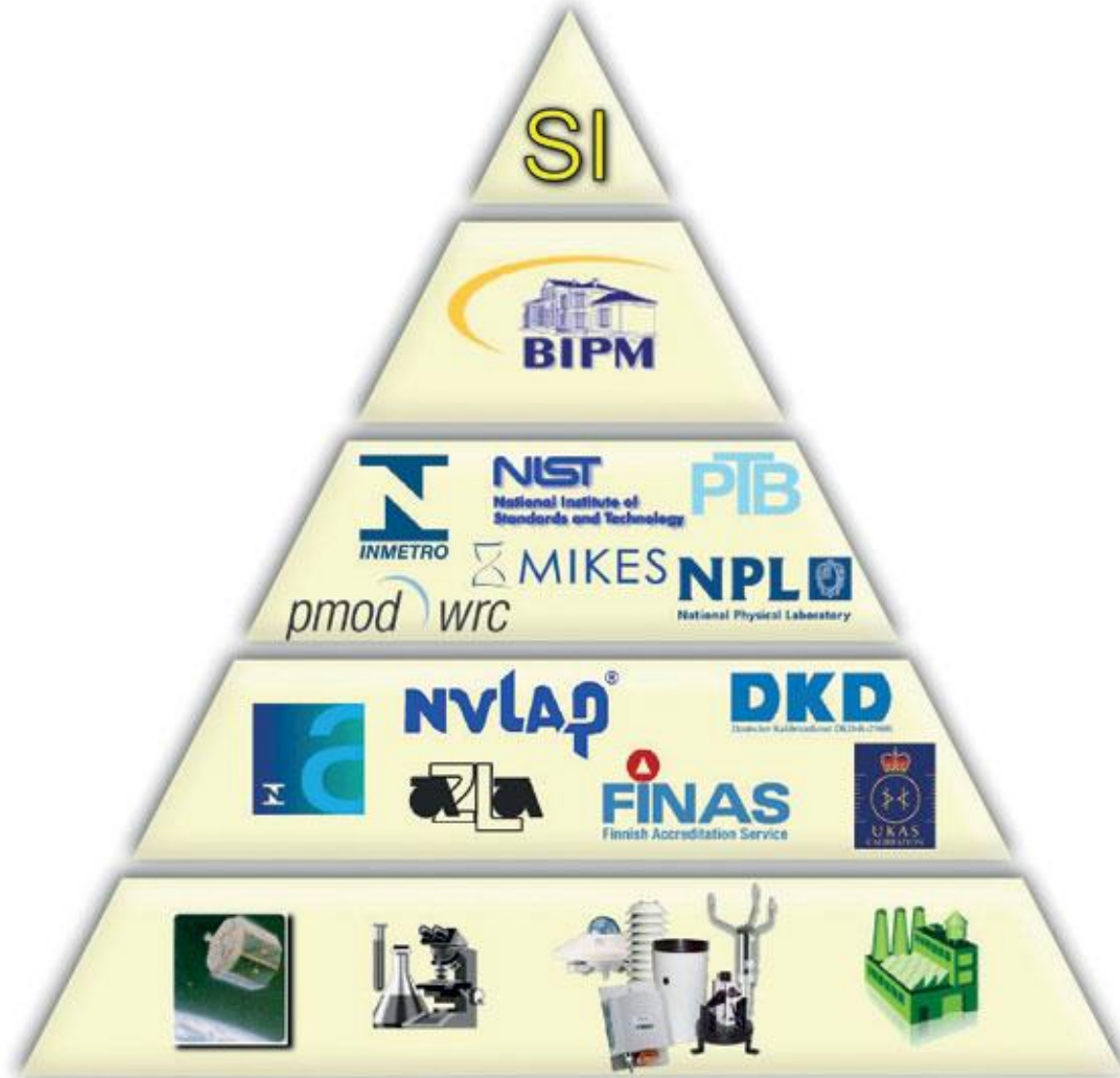


***Como alcançar credibilidade ao calibrar um instrumento/padrão?***

***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:***

***Rede Brasileira de Calibração (RBC)***

***Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE)***

*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.***





Instituto de Pesos e Medidas do Estado do Paraná  
Diretoria Técnica - DITEC  
Gerência de Calibração e Ensaios - GECEN  
Laboratório de Curitiba - LACUT



**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DE PESO-PADRÃO N.º 000516.04**  
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO PELA CGCRE/INMETRO DE ACORDO COM A NBR ISO/IEC 17025 SOB O Nº 155

página 1 de 2

Cliente: IPEM - Regional de Maringá  
Endereço: Rua Pioneiro Carlos Burian, nº 190 - Maringá - PR  
Interessado: LAMAR - Laboratório de Maringá  
Endereço: O Mesmo  
CIP: 000516  
Código de Serviço: 9001  
Documento de solicitação: Contato Verbal  
Data de recebimento: 20/01/2016

Data da solicitação: 20/01/2016

**1 - DADOS DO INSTRUMENTO**

Instrumento: Coleção de Pesos-Padrão  
Fabricante: Sartorius  
Número de Série: 14328060 e 14325863  
Identificação: REL LAM 50

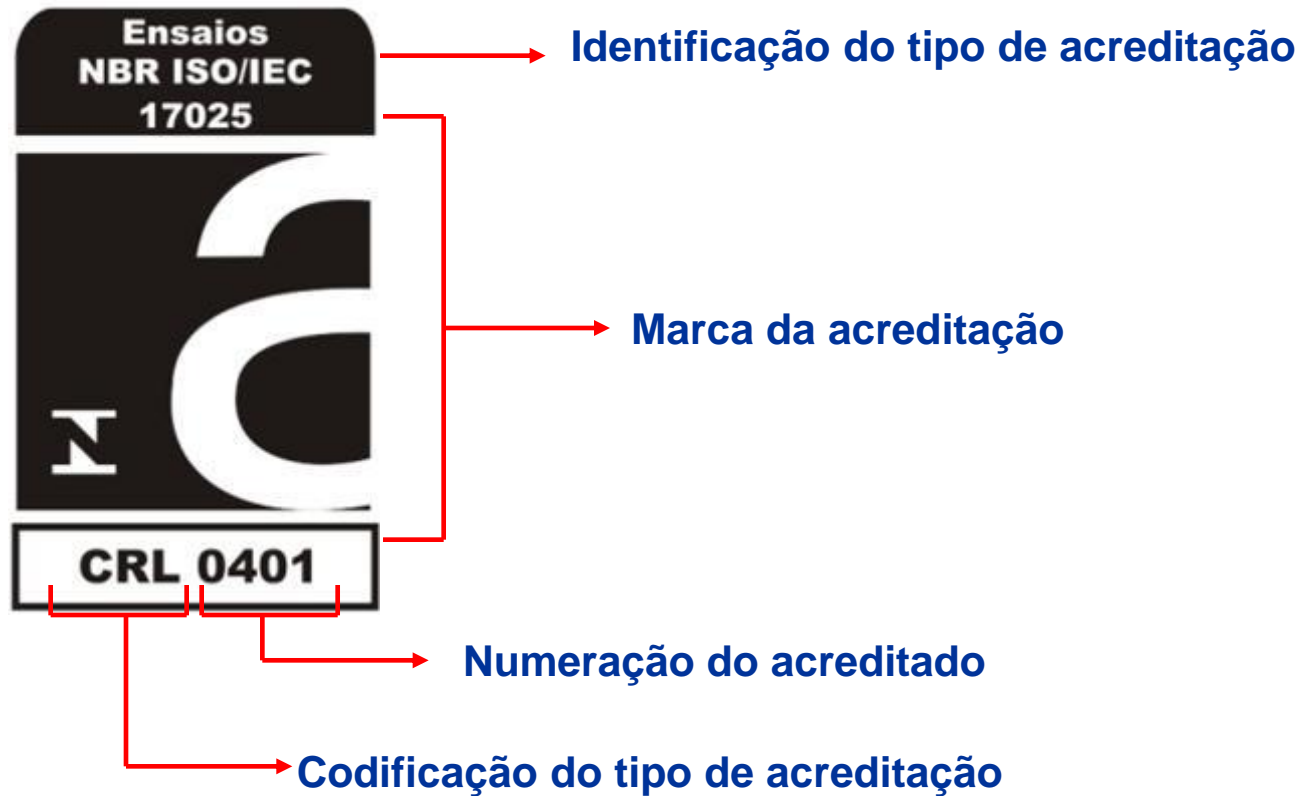
**2 - PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO**

Comparação direta com o padrão de trabalho rastreado a padrões de referência, nos pontos descritos a seguir, em 3 ciclos de medição segundo a NIT - LACUT - 002.

**- CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

resultados apresentados referem-se as condições ambientais abaixo:

temperatura: (17,4 ± 0,4) °C  
umidade relativa: (53 ± 3) %  
pressão atmosférica: (916 ± 1) mmHg



***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.***



***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.***



# ***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.***



***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.***



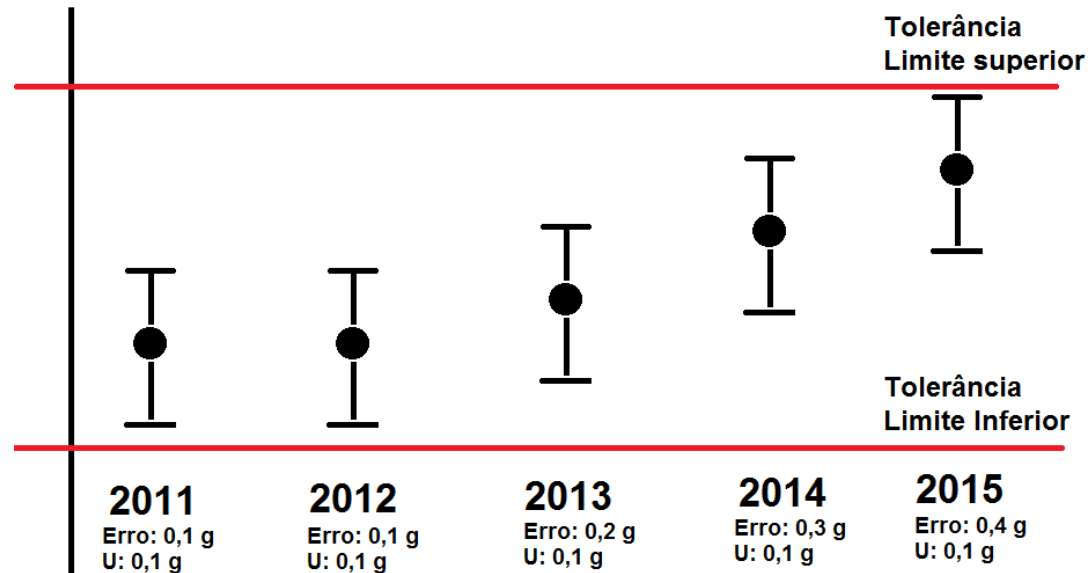
Órgão  
Delegado



# *Exemplo*

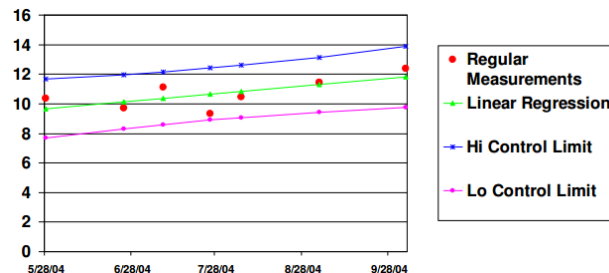
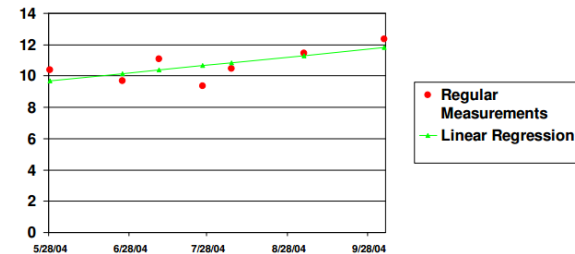
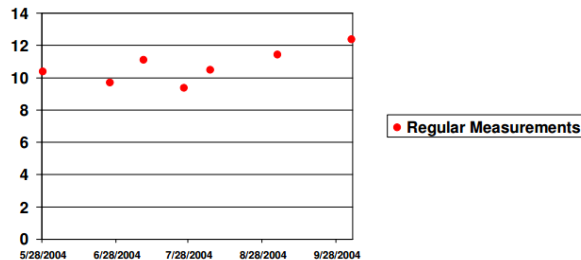
- 1. Definir os pontos de calibração, que deverão se repetir nas próximas análises;***
- 2. Efetuar os cálculos, se aplicável, e a plotagem da tendência;***
- 3. Confrontar os resultados com o critério de aceitação.***

***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?***



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.***







***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.***



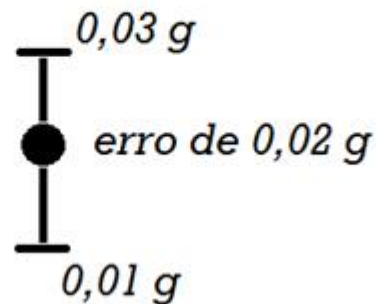
# ***Incerteza de Medição***

***Uma visão simplificada***

***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.***

*erro de 0,02 g com a faixa de incerteza de  $\pm 0,01$  g*





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



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

***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***  
***Gerente de Calibração e Ensaios***

***carlosalexandre@ipem.pr.gov.br***

***41 3251 2268***