

A photograph of laboratory equipment, including a glass vial with a stopper and a metal calibration weight with the number "500" embossed on it, set against a blurred background.

# Controle de Instrumentos de Medição

## Análise de certificados de calibração

AULA | 03

REALIZAÇÃO



## Sumário

Apresentação .....	3
1 - Critérios de aceitação.....	4
2 - Avaliando o certificado de calibração .....	6
3 - Evidenciando a análise crítica do certificado .....	14

## Apresentação

Olá!

Na aula passada, estudamos o que é uma calibração, como ela é realizada na prática e o motivo de se calibrar um instrumento de medição. Além disto vimos o que é a rastreabilidade metrológica e como definir os fornecedores de calibração mais adequados a cada caso. A partir de agora, veremos como estabelecer os critérios de aceitação para as calibrações, e como avaliar os dados apresentados nos certificados de calibração recebidos, evidenciando tal avaliação.

Vamos lá!

## 1 - Critérios de aceitação



Você já percebeu que quando realizamos algum exame médico de rotina, os resultados sempre vêm com valores de referência?

Você sabe porquê?

Para que os médicos possam comparar nosso estado atual com os critérios que são considerados, para aquela

sistemática de exame utilizada, normais.

Pois é, para a calibração de instrumentos, devemos seguir a mesma lógica!

No entanto, quem define os valores de referência, ou seja, os chamados “critérios de aceitação” somos nós, os usuários do instrumento.

Calibrar um instrumento, sem antes definir critérios para seu aceite, serve apenas para gastar dinheiro.

Logo, CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO serve para decidir se um instrumento de medição está aprovado **para o uso requerido**, ou não. Se ATENDE ou NÃO ATENDE aos REQUISITOS de medição determinados pelo MÉTODO.

Para definirmos os critérios de aceitação, devemos levar em conta pelo menos os seguintes fatores:

- ✓ Erro máximo admissível pelo método.
- ✓ Exatidão requerida pelo método.
- ✓ Incerteza máxima aceita para as medições.

Por exemplo:

Utilizamos uma balança analítica para pesar determinado reagente. O método requer exatidão mínima de leitura em 0,0010 g.

Calibramos nossa balança e os resultados foram:

- ✓ Erro máximo na faixa de uso:  $(0,0011 \pm 0,0003)g$

A pergunta é: Esta balança atende aos CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO REQUERIDOS PELO MÉTODO?

Vejamos:



Critério de aceitação requerido pelo método: **0,0010 g**

Resultado da calibração: **Erro total = |Erro + Incerteza| = |0,0011 + 0,0003| g**

**Erro máximo  $\geq$  Critério de aceitação**

O que fazer?

Bom, **em casos extremos**, deve-se inutilizar o instrumento de medição para o método em questão.

Em um caso como este do exemplo, pode-se buscar o **AJUSTE** do erro de medição do instrumento de medição.

Mas você sabe o que é este ajuste?



Segundo o item 3.11 do VIM 2012, **ajuste dum sistema de medição** é um: “Conjunto de operações efetuadas num **sistema de medição**, de modo que ele forneça **indicações** prescritas correspondentes a determinados **valores** duma **grandeza** a ser medida.

NOTA 1 Diversos tipos de ajuste dum sistema de medição incluem o **ajuste de zero**, o ajuste de defasagem (às vezes chamado ajuste de “offset”) e o ajuste de amplitude (às

vezes chamada ajuste de ganho).

NOTA 2 O ajuste dum sistema de medição não deve ser confundido com **calibração**, a qual é um pré-requisito para o ajuste.

NOTA 3 Após um ajuste dum sistema de medição, tal sistema geralmente deve ser recalibrado.”

Em outras palavras, é uma **operação corretiva**, normalmente efetuada após a calibração, destinada a fazer com que um instrumento de medição obtenha desempenho compatível com o seu uso.

Muitas vezes para realizar o ajuste é necessário abrir o instrumento e até mesmo substituir peças, ou seja, é preciso realizar uma manutenção no instrumento, por este motivo, ele só deve ser realizado caso o cliente esteja previamente de acordo.

## Calibração x Ajuste

Os procedimentos de calibração e ajuste geram uma dúvida muito comum entre os clientes que os utilizam instrumentos de medição. Mas você sabe a real diferença entre estes procedimentos?

**Calibração = Comparação**  
**Ajuste = Regulagem**

Podemos dizer que a calibração é uma comparação com um padrão que tem o objetivo de avaliar o desempenho do instrumento e registrar as informações em um certificado de calibração. Os resultados obtidos em um certificado de calibração são comparados com os requisitos definidos para

garantir que o instrumento possa ser utilizado e apresente resultados confiáveis.

Já o ajuste, como você acabou de ver, é uma **operação corretiva**, destinada a fazer com que o instrumento de medição obtenha desempenho compatível com o seu uso.

Cabe salientar que “Calibração” e “ajustes” são operações distintas, porém dependentes, pois o ajuste/manutenção só pode ser realizado após um procedimento de calibração. Assim como após um ajuste/manutenção sempre deve ser realizada uma calibração ou recalibração.

Ficou mais claro agora?

## 2 - Avaliando o certificado de calibração

LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO					
Laboratório de Metrologia Rua XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX CEP XXXXXXXX Tel.: (0XXXX) XXXXXXXX					
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 46851 Data de emissão: / /					
INFORMAÇÕES DE CONTATO DO CLIENTE					
Empresa: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Endereço: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX CEP: XXXXXXXX Tel.: (0XXXX) XXXXXXXX					
INFORMAÇÕES RELATIVAS AO OBJETO CALIBRADO					
Fabricante: XX	Classe: I				
Descrição: Balança Analítica	Resolução (g): 0,0001				
Modelo: XX	Faixa de Medição (g): 0 a 200				
Nº Série: 421655	Data da calibração: / /				
METODOLOGIA UTILIZADA					
POP.01 – Rev.07: Calibração realizada conforme método de comparação direta frente à padrões.					
RASTREABILIDADE					
TAG	Fab.	N.º Cert.	N.º de Série	Validade da calibração	
Massa padrão	NA	M 16105/05	07.038.05	xx/xx/xxxx	
Termômetro	N.A.	Cole-Parmer	41401401	xx/xx/xxxx	
Higrometro	TH 01	N.A.	N.A.	xx/xx/xxxx	
Barômetro	BAR 01	N.A.	N.A.	xx/xx/xxxx	
RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO					
(Não houve ajuste)					
Valor lido (g)	Valor padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	Fator de Abordância (K)	Grau de Liberdade Eficaz (Veff)
1,0005	1,0000	0,0005	0,0002	2,13	18
5,0005	5,0000	0,0005	0,0002	2,11	25
10,0000	10,0000	0,0000	0,0001	2,00	Infinitos
20,0004	20,00000	0,0004	0,0002	2,11	25
Dados Ambientais: Temp.: 23°C Umidade: 45% Pressão: 1017hPa					
Local de Instalação: (X) Estável ( ) Instável (X) Climatizado					
A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95,45%.					
OBSERVAÇÕES					
a) É permitida a reprodução deste certificado somente em sua totalidade, sem prévia autorização do Laboratório de Metrologia.					
b) Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao objeto calibrado nas condições especificadas, não sendo extensivos a quaisquer equipamentos de mesma natureza.					
c) A calibração efetuada não isenta o objeto do controle metrológico estabelecido pela regulamentação metrológica.					
d) A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02:1999					
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Técnico Metrologista			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Gerente Técnico		

A análise do certificado de calibração, pelo usuário do instrumento, apresenta alguns pontos importantes:

- ✓ 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.

O usuário não deve utilizar um instrumento que não apresenta condições mínimas de operação, pois isto acarretará custos adicionais, retrabalho e, possivelmente, descrédito perante o consumidor, caso o produto produzido apresente dados incorretos.

Segundo a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, um certificado de calibração deve conter no mínimo os seguintes itens:

- ✓ *Um título (ex.: “Certificado de Calibração”)*
- ✓ *Nome e endereço do Laboratório*
- ✓ *Local de realização das atividades de laboratório*
- ✓ *Identificação unívoca do Certificado (número, por exemplo)*
- ✓ *Identificação clara do final*
- ✓ *Nome e informações de contato do Cliente*
- ✓ *Identificação do método/norma utilizada*
- ✓ *Descrição do item calibrado*
- ✓ *Data da calibração e data do recebimento do item para calibrar (quando por necessário)*
- ✓ *Data da emissão do certificado*
- ✓ *Resultados da Calibração com unidade de medida*
- ✓ *Identificação do emitente*
- ✓ *Declaração de que os resultados se referem exclusivamente aos itens calibrados*
- ✓ *Adições, desvios ou exclusões em relação ao método*
- ✓ *Condições ambientais que tiverem influência na calibração*
- ✓ *Estimativa da incerteza de emissão, onde aplicável*
- ✓ *Rastreabilidade da medição e uma declaração de como os resultados são metrologicamente rastreáveis*
- ✓ *Resultados obtidos antes e depois de qualquer ajuste ou reparo, se disponíveis*

Veja um modelo de certificado:

**LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO**

Laboratório de Metrologia  
 Rua XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 CEP XXXXXXXX  
 Tel.: (0XXXX) XXXXXXXX

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N° 46851

Data de emissão: \_\_/\_\_/\_\_

**INFORMAÇÕES DE CONTATO DO CLIENTE**

Empresa: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Endereço: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 CEP: XXXXXXXX  
 Tel.: (0XXXX) XXXXXXXX

**INFORMAÇÕES RELATIVAS AO OBJETO CALIBRADO**

Fabricante: XX Classe: I  
 Descrição: Balança Analítica Resolução (g): 0,0001  
 Modelo: XX Faixa de Medição (g): 0 a 200  
 N° Série: 421655 Data da calibração: \_\_/\_\_/\_\_

**METODOLOGIA UTILIZADA**

POP.01 – Rev.07: Calibração realizada conforme método de comparação direta frente à padrões.

**RASTREABILIDADE**

	TAG	Fab.:	N.º Cert.:	N.º de Série	Validade da calibração
Massas-padrão	NA	KN Waagen	M-16105/05	07.038.05	xx/xx/xxxx
Termômetro	N.A.	Cole-Parmer	41401401	41401401	xx/xx/xxxx
Higrômetro	TH 01	N.A.	N.A.	N.A.	xx/xx/xxxx
Barômetro	BAR 01	N.A.	N.A.	N.A.	xx/xx/xxxx

**RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO**

(Não houve ajuste)

Valor lido (g)	Valor padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	Fator de Abrangência (K)	Grau de liberdade Efetivo (Veff)
1,0005	1,0000	0,0005	0,0002	2,13	18
5,0005	5,0000	0,0005	0,0002	2,11	25
10,0000	10,0000	0,0000	0,0001	2,00	Infinitos
20,0004	20,0000	0,0004	0,0002	2,11	25

Dados Ambientais: Temp.: 23°C Umidade: 45% Pressão: 1017hPa

Local de Instalação: ( X ) Estável ( ) Instável ( X ) Climatizado

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95,45%.

**OBSERVAÇÕES**

- É permitida a reprodução deste certificado somente em sua totalidade, sem prévia autorização do Laboratório de Metrologia.
- Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao objeto calibrado nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer equipamentos de mesma natureza.
- A calibração efetuada não isenta o objeto do controle metrológico estabelecido pela regulamentação metrológica.
- A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02:1999

XXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Técnico Metrologista

XXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Gerente Técnico

Além do conteúdo mínimo que os certificados devem apresentar, os responsáveis pela análise crítica dos certificados de calibração DEVEM confirmar que os CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO definidos foram ATENDIDOS pelo instrumento.

**MUITO IMPORTANTE:**

*Não cabe ao laboratório que realizou a calibração julgar a aplicabilidade do instrumento, ou seja, se este deve ou não sair de uso em função de estar fora de especificação ou se a incerteza declarada comprometerá a avaliação do processo de medição que o instrumento executa.*

**Exemplo da avaliação de certificado de calibração:**

Digamos que temos um termômetro que foi para a calibração.

- Supondo uma Faixa de Uso: 0 – 6°C

- Supondo que o Critério de Aceitação estabelecido foi de 0,8°C

Os resultados apresentados no certificado de calibração foram:

Valor lido no padrão (°C)	Valor indicado (°C)	Erro (°C)	IM (±°C)	Fator k	V <sub>eff</sub>
0,0	0,4	0,4	0,1	2,00	Infinitos
4,0	4,7	0,7	0,1	2,00	Infinitos
6,0	6,8	0,8	0,1	2,00	Infinitos

**Análises:**

**Ponto 0,0°C:**

Erro de Medição = 0,4°C

Incerteza = 0,1°C

Erro total = |0,4| + |0,1| = 0,5°C

Erro total (0,5) ≤ Critério de Aceitação (0,8): **APROVADO NO PONTO!**

Observe que o instrumento foi considerado APROVADO, pois o Erro Total encontrado no ponto requerido foi inferior ao Critério de Aceitação Máximo estabelecido pelo usuário!

**Ponto 4,0°C:**

Erro de Medição = 0,7°C

Incerteza = 0,1°C

Erro total =  $|0,6| + |0,1| = 0,8^\circ\text{C}$ Erro total (0,8)  $\leq$  Critério de Aceitação (0,8): **APROVADO NO PONTO!**

Observe que o instrumento foi considerado **APROVADO**, pois o Erro Total encontrado no ponto requerido foi igual ao Critério de Aceitação Máximo estabelecido pelo usuário, ou seja, não ultrapassou o mesmo!

**Ponto 6,0°C:**

Erro de Medição = 0,8°C

Incerteza = 0,1°C

Erro total =  $|0,8| + |0,1| = 0,9^\circ\text{C}$ Erro total (0,9)  $\leq$  Critério de Aceitação (0,8): **REPROVADO NO PONTO!**

Observe que o instrumento foi considerado **REPROVADO**, pois o Erro Total encontrado no ponto requerido foi superior ao Critério de Aceitação Máximo estabelecido pelo usuário!

**Conclusão:**

Para este critério de aceitação, com estes resultados de calibração, este termômetro deve ter seu uso restrito à faixa de 0,0°C a 4,0°C, uma vez que, nesta faixa, o Erro Máximo encontrado é inferior ao Critério de Aceitação.

Você sabe o que são os valores de “Fator k” e “V<sub>eff</sub>” apresentados nos certificados?

O que fazer e como avaliá-los?

Estes dados referem-se à Incerteza de Medição (IM) da calibração do termômetro.

**LABORATORIO DE CALIBRAÇÃO**  
 Laboratório de Metrologia  
 Rua XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 CEP XXXXXXXX  
 Tel.: (00000) XXXXXXXXXX

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N° 46851 Data de emissão: / /

INFORMAÇÕES DE CONTATO DO CLIENTE  
 Empresa: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Endereço: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 CEP: XXXXXXXX  
 Tel.: (00000) XXXXXXXXXX

INFORMAÇÕES RELATIVAS AO OBJETO CALIBRADO  
 Fabricante: XX Classe: 1  
 Descrição: Balança Analítica Resolução (g): 0,0001  
 Modelo: XX Faixa de Medição (g): 0 a 200  
 N° Serei: 421655 Data da calibração: / /

METODOLOGIA UTILIZADA  
 POR.01 – Rev.07: Calibração realizada conforme método de comparação direta frente à padões.

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO (Não houve ajuste)					
Valor lido (g)	Valor padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	Fator de Abrangência (K)	Grau de liberdade Efetivo (Veff)
1,0005	1,0000	0,0005	0,0002	2,13	18
5,0005	5,0000	0,0005	0,0002	2,11	25
10,0000	10,0000	0,0000	0,0001	2,00	Infinitos
20,0004	20,00000	0,0004	0,0002	2,11	25

Dados Ambientais: Temp: 23°C Umidade: 45% Pressão: 1017hPa  
 Local de Instalação: (X) Estável ( ) Instável (X) Climatizado  
 A menor expansão de medição relativa e declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95,45%.

OBSERVAÇÕES:  
 a) É permitida a reprodução deste certificado somente em sua totalidade, sem prévia autorização do Laboratório de Metrologia.  
 b) Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao objeto calibrado nas condições especificadas, não sendo extensivos a qualquer equipamento de mesma natureza.  
 c) A calibração efetuada não garante o objeto do controle metrológico estabelecido pela regulamentação metrológica.  
 d) O tamanho padrão de medição foi determinado de acordo com a publicação EA-4/02 1999.

“Fator k” é o valor que **expandiu** a incerteza para uma probabilidade de abrangência de 95,45% “de t-student”, e o “V<sub>eff</sub>” são os **Graus de Liberdade** deste valor.

Tais dados são de extrema importância, pois são utilizados quando a empresa precisa estimar as incertezas de suas medições.

Para os usuários do instrumento calibrado, que não necessitam estimar a incerteza de suas medições, estes dados não precisam ser analisados em detalhes. No entanto, recomenda-se seu entendimento, uma vez que tais dados quantificam o grau de confiabilidade estatística dos valores de incerteza apresentados no certificado.

Para entender melhor como funciona o fator de abrangência K, assista o vídeo do link a seguir:

[http://entib.org.br/entib/articulate/INC04\\_ID06/story\\_html5.html](http://entib.org.br/entib/articulate/INC04_ID06/story_html5.html)

Agora vamos falar um pouco sobre os demais dados contidos no certificado:

**Vamos começar falando sobre o campo Metodologia Utilizada:**

Este campo é utilizado para identificação ou descrição do procedimento utilizado e para a norma de referência, quando aplicável.

Observe:

**LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO**  
 Laboratório de Metrologia  
 Rua XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 CEP XXXXXXXX  
 Tel: (000000) XXXXXXXX

**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N° 46851** Data de emissão: / /

**INFORMAÇÕES DE CONTATO DO CLIENTE**  
 Empresa: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Endereço: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 CEP: XXXXXXXX  
 Tel: (000000) XXXXXXXX

**INFORMAÇÕES RELATIVAS AO OBJETO CALIBRADO**

**METODOLOGIA UTILIZADA**  
 POP.01 – Rev.07: Calibração realizada conforme método de comparação direta frente a padrões.

POP.01 – Rev.07: Calibração realizada conforme método de comparação direta frente a padrões.

**RASTREABILIDADE**

	TAG	Fab.:	N.º Cert.:	N.º de Série	Validade da calibração
Massas-padrão	NA	KN Waagen	M-16105/05	07.038.05	xx/xx/xxxx
Termômetro	N.A.	Cole-Parmer	41401401	41401401	xx/xx/xxxx
Higrômetro	TH 01	N.A.	N.A.	N.A.	xx/xx/xxxx
Barômetro	BAR 01	N.A.	N.A.	N.A.	xx/xx/xxxx

**RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO**  
 (Não houve ajuste)

Valor lido (g)	Valor padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	Fator de Abordagem (K)	Grav de Abordagem Eletro (t05)
1,0005	1,0000	0,0005	0,0002	2,51	18
5,0005	5,0000	0,0005	0,0002	2,51	25
10,0000	10,0000	0,0000	0,0001	2,00	Infinidad
20,0004	20,0000	0,0004	0,0002	2,51	25

Dados Ambientais: Temp.: 23°C Umidade: 45% Pressão: 1017hPa  
 Local de Instalação: (X) Estável ( ) Instável (X) Climatizado

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95,45%.

**OBSERVAÇÕES**  
 (1) É permitida a reprodução deste certificado somente em sua totalidade, sem prévia autorização do Laboratório de Metrologia.  
 (2) Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao objeto calibrado nas condições especificadas, não sendo estendidos a qualquer equipamento de mesma natureza.  
 (3) A calibração efetuada não isenta o objeto do controle metrológico estabelecido pela regulamentação metrológica.  
 (4) A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-402:1999

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Técnico Metrologista  
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Gerente Técnico

O procedimento utilizado para a calibração serve para o usuário, que tem conhecimento técnico sobre isso, ver se a calibração foi realizada conforme, por exemplo, alguma Norma ABNT na qual o fabricante, a especificação, ou a técnica de medição em si, por exemplo, determina.

**Agora vamos ao campo Rastreabilidade:**

Neste campo contam os padrões e instrumentos utilizados com respectivos números dos certificados de calibração, órgão emissor e data de validade.

Observe:

**LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO**  
 Laboratório de Metrologia  
 Rua XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 CEP XXXXXXXX  
 Tel: (000000) XXXXXXXX

**CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N° 46851** Data de emissão: / /

**INFORMAÇÕES DE CONTATO DO CLIENTE**  
 Empresa: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Endereço: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 CEP: XXXXXXXX  
 Tel: (000000) XXXXXXXX

**INFORMAÇÕES RELATIVAS AO OBJETO CALIBRADO**  
 Fabricante: XX Classe: I  
 Descrição: Balança Analítica Resolução (g): 0,0001  
 Modelo: XX Faixa de Medição (g): 0 a 200

**RASTREABILIDADE**

	TAG	Fab.:	N.º Cert.:	N.º de Série	Validade da calibração
Massas-padrão	NA	KN Waagen	M-16105/05	07.038.05	xx/xx/xxxx
Termômetro	N.A.	Cole-Parmer	41401401	41401401	xx/xx/xxxx
Higrômetro	TH 01	N.A.	N.A.	N.A.	xx/xx/xxxx
Barômetro	BAR 01	N.A.	N.A.	N.A.	xx/xx/xxxx

**RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO**  
 (Não houve ajuste)

Valor lido (g)	Valor padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	Fator de Abordagem (K)	Grav de Abordagem Eletro (t05)
1,0005	1,0000	0,0005	0,0002	2,51	18
5,0005	5,0000	0,0005	0,0002	2,51	25
10,0000	10,0000	0,0000	0,0001	2,00	Infinidad
20,0004	20,0000	0,0004	0,0002	2,51	25

Dados Ambientais: Temp.: 23°C Umidade: 45% Pressão: 1017hPa  
 Local de Instalação: (X) Estável ( ) Instável (X) Climatizado

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95,45%.

**OBSERVAÇÕES**  
 (1) É permitida a reprodução deste certificado somente em sua totalidade, sem prévia autorização do Laboratório de Metrologia.  
 (2) Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao objeto calibrado nas condições especificadas, não sendo estendidos a qualquer equipamento de mesma natureza.  
 (3) A calibração efetuada não isenta o objeto do controle metrológico estabelecido pela regulamentação metrológica.  
 (4) A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-402:1999

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Técnico Metrologista  
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Gerente Técnico

Os padrões utilizados apresentam a **rastreabilidade** das calibrações realizadas. Dizem ao usuário se a rastreabilidade metrológica foi garantida pelo laboratório e de que forma isto foi realizado.

Por último vamos falar sobre o campo que trata das **Condições ambientais**.

Este campo traz informações sobre as condições ambientais nas quais foram realizadas as calibrações.

Observe:

**LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO**  
 Laboratório de Metrologia  
 Rua XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 CEP XXXXXXXX  
 Tel.: (0XXXX) XXXXXXXX

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 46851 Data de emissão: / /

**INFORMAÇÕES DE CONTATO DO CLIENTE**  
 Empresa: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Endereço: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 CEP: XXXXXXXX  
 Tel.: (0XXXX) XXXXXXXX

**INFORMAÇÕES RELATIVAS AO OBJETO CALIBRADO**  
 Fabricante: XX Classe: I  
 Descrição: Balança Analítica Resolução (g): 0,0001  
 Modelo: XX Faixa de Medição (g): 0 a 200  
 Nº Série: 421655 Data da calibração: / /

**METODOLOGIA UTILIZADA**  
 POP-01 - Rev.07: Calibração realizada conforme método de comparação direta frente à padrões.

**RASTREABILIDADE**

	TAG	Fab.:	N.º Cert.:	N.º de Série	Validade da calibração
Massas padrão	N.A.	oN Waagen	98-16105/05	07.038.05	xx/xx/xxxx
Termômetro	N.A.	Cole-Parmer	41401401	41401401	xx/xx/xxxx
Higômetro	TH 01	N.A.	N.A.	N.A.	xx/xx/xxxx
Barômetro	BAR 01	N.A.	N.A.	N.A.	xx/xx/xxxx

**RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO**  
 (Não houve ajuste)

Valor lido (g)	Valor padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	Fator de Abrangência (K)	Grau de Liberdade Efetivo (Veff)
1,0005	1,0000	0,0005	0,0002	2,13	18
5,0005	5,0000	0,0005	0,0002	2,11	25
10,0000	10,0000	0,0000	0,0001	2,00	Infinitos
20,0004	20,00000	0,0004	0,0002	2,11	25

**Dados Ambientais:** Temp.: 23°C Umidade: 45% Pressão: 1017hPa

Local de Instalação:  Estável  Instável  Climatizado

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de 95,45%.

**OBSERVAÇÕES**  
 a) É permitida a reprodução deste certificado somente em sua totalidade, sem prévia autorização do Laboratório de Metrologia.  
 b) Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao objeto calibrado nas condições especificadas, não sendo estendido a quaisquer equipamentos de mesma natureza.  
 c) A calibração efetuada não isenta o objeto do controle metrológico estabelecido pela regulamentação metrológica.  
 d) A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02:1999

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Técnico Metrologista  
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Gerente Técnico

Aqui são apresentados os valores das condições ambientais apresentadas no momento da calibração, quando isso for impactante nos resultados. Basicamente, são normativas e servem para possibilitar a comparação de instrumentos calibrados em momentos ou locais distintos. Esse dado não é obrigatório, pois depende da influência destes parâmetros nos resultados da calibração.

### 3 - Evidenciando a análise crítica do certificado



Ao receber o certificado de uma calibração, o usuário deve analisar seus dados, sobretudo, se os resultados atendem aos critérios estabelecidos, e, com isso tomar as devidas ações, tais como:

- ✓ liberar o instrumento para uso;
- ✓ enviar para ajuste, reparos, e nova calibração;
- ✓ restringir o seu uso a determinadas faixas;
- ✓ ou, até, retirar o mesmo de uso.

Vamos, agora, propor alguns exemplos para que fique mais claro este processo como um todo.

Você precisa preparar um produto, e os ingredientes devem ter massa com um certo nível de exatidão.

Digamos que seja um medicamento, onde um dos componentes deve conter 12,25 g, com uma variação máxima ao redor de 0,02 g, para mais ou para menos, ou seja, seu CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO é de  $\leq \pm 0,02g$ .

Então, você sabe, a partir deste momento, que a balança precisa ser calibrada, pois o nível de exatidão requerido deve ser verificado neste instrumento.

O laboratório de calibração vai à sua empresa e calibra a balança. No certificado, além de todas as informações mínimas que já vimos anteriormente, você analisa os dados do Erro de Indicação e Incerteza de Medição nos pontos próximos à esta massa (12,25 g), e encontra os seguintes dados:

**Caso A:**

(Calibração ANTES do ajuste)

Indicação da balança (g)	Padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	K	V <sub>eff</sub>
10,01	10,00	0,01	0,01	2,00	Infinitos
15,00	15,00	0,00	0,01	2,00	Infinitos
20,00	20,00	0,00	0,01	2,00	Infinitos

Com estes dados, conclui-se que:

- No ponto 10,00 g, o Erro Máximo ( $|Ei| + |IM|$ ) encontrado foi de  $0,01 + 0,01 = 0,02 g$

- No ponto 15,00 g, o Erro Máximo ( $|E_i| + |IM|$ ) encontrado foi de  $0,00 + 0,01 = 0,01$  g

Logo, na faixa de uso desta balança, para esta medição, o Erro Máximo foi de 0,02 g, que é “igual ou menor” que o Critério de Aceitação estabelecido por você ( $\pm 0,02$ g). Então, nestas condições, o instrumento está **LIBERADO PARA USO SEM A NECESSIDADE DE CORREÇÕES OU AJUSTES!**

### Caso B:

(Calibração **ANTES** do ajuste)

Indicação da balança (g)	Padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	K	Veff
10,03	10,00	0,03	0,01	2,00	Infinitos
15,03	15,00	0,03	0,01	2,00	Infinitos
20,04	15,00	0,04	0,01	2,00	Infinitos

Com estes dados, conclui-se que:

- No ponto 10,00 g, o Erro Máximo ( $|E_i| + |IM|$ ) encontrado foi de  $0,03 + 0,01 = 0,04$  g

- No ponto 15,00 g, o Erro Máximo ( $|E_i| + |IM|$ ) encontrado foi de  $0,03 + 0,01 = 0,04$  g

Logo, na faixa de uso desta balança, para esta medição, o Erro Máximo foi de 0,04 g, que é “MAIOR” que o Critério de Aceitação estabelecido por você ( $\pm 0,02$ g). Então, nestas condições, o instrumento **NÃO** PODERIA SER LIBERADO PARA USO SEM CORREÇÕES OU AJUSTES.

Você, neste caso, solicita que o laboratório realize o AJUSTE da balança, e, posteriormente, uma NOVA CALIBRAÇÃO.

Os resultados desta nova calibração podem ser, digamos:

(Calibração **APÓS** o ajuste)

Indicação da balança (g)	Padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	K	Veff
10,01	10,00	0,01	0,01	2,00	Infinitos
15,00	15,00	0,00	0,01	2,00	Infinitos
20,00	20,00	0,00	0,01	2,00	Infinitos

Assim, voltaremos às condições do Caso A e a balança estará liberada para uso normalmente.

**A SEGUIR VEREMOS UM CUIDADO MUITO IMPORTANTE QUE VOCÊ DEVE TER NOS CASOS EM QUE O INSTRUMENTO TENHA SIDO AJUSTADO!**

**Caso C:**

Digamos que, como no Caso B, os dados apresentados foram os seguintes:

(Calibração **ANTES** do ajuste)

Indicação da balança (g)	Padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	K	$V_{eff}$
10,03	10,00	0,03	0,01	2,00	Infinitos
15,03	15,00	0,03	0,01	2,00	Infinitos
20,04	15,00	0,04	0,01	2,00	Infinitos

No entanto, após a realização do AJUSTE, o resultado da calibração apresentou os seguintes valores:

(Calibração **APÓS** o ajuste)

Indicação da balança (g)	Padrão (g)	Erro de indicação (g)	IM (g)	K	$V_{eff}$
10,02	10,00	0,02	0,01	2,00	Infinitos
15,01	15,00	0,01	0,01	2,00	Infinitos
20,00	20,00	0,00	0,01	2,00	Infinitos

Com estes dados, conclui-se que:

- ✓ No ponto 10,00 g, o Erro Máximo ( $|E_i| + |IM|$ ) encontrado foi de  $0,02 + 0,01 = \mathbf{0,03\ g}$
- ✓ No ponto 15,00 g, o Erro Máximo ( $|E_i| + |IM|$ ) encontrado foi de  $0,01 + 0,01 = \mathbf{0,02\ g}$

Logo, na faixa de uso desta balança, para esta medição, o Erro Máximo foi de 0,03 g, que é “MAIOR” que o Critério de Aceitação estabelecido por você ( $\pm 0,02\text{g}$ ).

E, como já foi feita a tentativa de AJUSTE do mesmo, você percebeu que não teria como melhorar isso.

Assim, ficam duas alternativas:

- 1 - Para usar na faixa desejada, você poderia estabelecer uma **curva de correção** dos pontos lidos, levando em consideração a hipótese da linearidade dos erros da balança nesta faixa, e, assim, CORRIGIR cada leitura realizada.
- 2 - Restringir o uso deste instrumento a outras faixas, ou medições, em que critérios de aceitação possam ser diferentes deste (digamos, mais flexíveis).

***Lembram do que falamos sobre Instrumentos que passaram por Ajustes?***

*Então, o cuidado especial que deve ser dado nestes casos é o de se avaliar, retroativamente, todas as medições que tenham sido realizadas com este instrumento, desde a última calibração (anterior a atual), para analisar se o Erro Máximo encontrado ANTES do ajuste pode ter afetado algum resultado!*

Agora veja as formas de evidenciar a análise crítica dos certificados de calibração dos instrumentos de medição:

- ✓ “Aprovado” no próprio certificado!
- ✓ “Aprovado com restrições”.
- ✓ Através de um formulário próprio para isso.
- ✓ No próprio instrumento de medição ou padrão.
- ✓ Qualquer outra forma de deixe claro isso!

Estas informações podem estar à mão, no próprio certificado, ou por meio de carimbos, selos, formulários anexados, entre outros, criados para este propósito. O importante, neste processo, é a evidência da análise crítica, pois, sem ela, fica difícil termos certeza de que os dados foram, de fato, analisados!

*E, com isso, concluímos a aula de hoje!*

*Na próxima aula, vamos estudar sobre a definição da periodicidade de calibração dos instrumentos, e a importância e uso das verificações intermediárias dos mesmos.*

*Até lá!*