

*Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
Diretoria de Metrologia Científica e Industrial - Dimci
Divisão de Metrologia Mecânica - Dimec*

CALIBRAÇÃO DE COMPARADORES DE BLOCOS-PADRÃO

DIMEC/gc-01/v.00
Tradução do documento EURAMET/cg-02/v.01

Guia de Calibração

Março 2008



Informação

Esta publicação é uma tradução do Guia de Calibração EURAMET “Calibração de Comparadores de Blocos-Padrão” (EURAMET/cg-02/v.01, November 2007). Os direitos autorais do documento original pertencem à EURAMET e.V. 2007. O guia de calibração não pode ser copiado para a revenda e não pode ser reproduzido a não ser na sua totalidade. Em nenhuma circunstância a EURAMET, os autores ou qualquer outra pessoa envolvida na criação do documento poderá ser responsabilizada por quaisquer danos decorrentes do uso das informações aqui contidas.

Nota: Tradução feita por José Carlos Valente de Oliveira.

Conteúdo

1	Introdução -----	1
2	Abrangência e campo de aplicação -----	1
3	Terminologia -----	2
4	Padrões de referência -----	2
5	Exemplo de um procedimento de calibração -----	3
	5.1 Preparação para a calibração	
	5.2 Medição de comparação do comprimento central	
	5.3 Medição de comparação com o bloco-padrão de formato “ponte”	
	5.4 Desvios f_o e f_u em relação ao comprimento central	
6	Avaliação dos resultados -----	5
	6.1 Considerações gerais	
	6.2 Critérios de aceitação	
7	Incerteza de medição -----	6
8	Certificado de calibração -----	6
9	Referências -----	7
	Apêndice A -----	8
	A1 Diferenças do comprimento central l_c	
	A2 Diferença do comprimento central do par N° 6	
	A3 Desvios f_o e f_u em relação ao comprimento central	

Calibração de Comparadores de Blocos-Padrão

1. Introdução

- 1.1 Este guia técnico visa contribuir com a harmonização na calibração de comparadores de blocos-padrão e, conseqüentemente, na calibração de blocos-padrão. Ele orienta laboratórios de calibração no estabelecimento de procedimentos práticos. É baseado em um guia de calibração nacional [ref. 1] e na Norma Internacional ISO 3650 [ref. 2].

Na primeira parte deste guia (seções 2, 3 e 4), são apresentadas as definições gerais e os requisitos técnicos mínimos para a calibração de comparadores de blocos-padrão.

Na segunda parte, é dada orientação prática a laboratórios de calibração. Nas seções 5 e 6, é apresentado um exemplo de procedimento de calibração.

Laboratórios que trabalham de acordo com a ISO/IEC 17025 devem validar seus procedimentos de calibração. Isto pode levar à modificações dos princípios e exemplos dados neste documento.

2. Abrangência e campo de aplicação

- 2.1 Este guia se refere a equipamentos utilizados na calibração de blocos-padrão até 100mm de comprimento nominal, pelo método da comparação (ISO 3650, item 7.4), onde o comprimento de um bloco-padrão de referência é transferido para o bloco-padrão a calibrar, por apalpação mecânica. A calibração destes equipamentos deve ser realizada com o auxílio de blocos-padrão.

Este guia é aplicável a equipamentos que apalham as faces de medição opostas dos blocos-padrão com dois medidores de deslocamento eletrônicos.

- 2.2 **Componentes:** O comparador de blocos-padrão é composto de pedestal, mesa de medição com sistema de posicionamento de blocos-padrão, dois medidores de deslocamento eletrônicos conectados a um instrumento de medição eletrônico com mostrador numérico e uma interface digital, se necessário.

- 2.3 **Local da calibração:** O comparador deve ser calibrado em seu local de uso, de modo que as condições ambientais, as quais influenciarão o equipamento em serviço, são levadas em consideração.

3. Terminologia

3.1 As definições adotadas neste guia estão de acordo com a Norma Internacional ISO 3650 [ref. 2].

l_n comprimento nominal do bloco-padrão

l_c comprimento central do bloco-padrão

$f_o = l_{max} - l_c$ diferença entre o comprimento máximo e o comprimento central

$f_u = l_c - l_{min}$ diferença entre o comprimento central e o comprimento mínimo

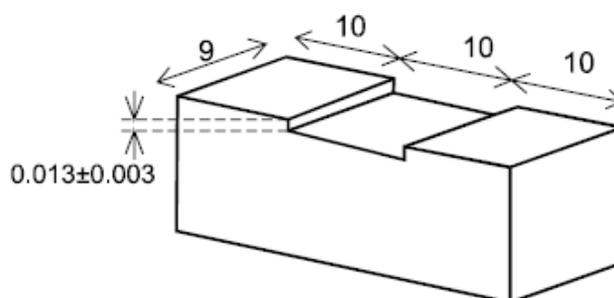
A variação do comprimento medido no centro e os quatro cantos do bloco-padrão pode ser considerada como representativa para se obter f_o e f_u (ISO 3650, item, 7.4.4).

4. Padrões de referência

4.1 O comparador de blocos-padrão deve ser calibrado por meio de blocos-padrão, preferencialmente utilizando-se seis pares conforme a seguir:

Par número	Comprimento nominal (mm)	
	A	B
1	0,5	0,5
2	1,0	1,0
3	1,0	1,0
4	4,0	4,0
5	100,0	100,0
6	6,0	*6,0

*Bloco-padrão em formato “ponte”.



4.2 Os blocos-padrão devem ser do mesmo material, marcados com um número de identificação e satisfazer, com respeito à qualidade das faces de medição (planeza e variação do comprimento), as tolerâncias da classe de exatidão K (ISO 3650).

O bloco-padrão B do par de número 6 é um bloco especial, tendo em uma de suas superfícies, o formato “ponte”. Isto permite que a sensibilidade do medidor de deslocamento eletrônico inferior seja comparada com a do superior.

Uma de suas faces de medição é plana, enquanto a face oposta é dividida em três seções de mesmo tamanho (9mm x 10mm). A seção central possui um comprimento nominal de 6mm e as seções externas são $(13\pm 3)\mu\text{m}$ mais longas.

A superfície plana do bloco-padrão deve permitir boa qualidade de “colagem” (aderência). A variação em comprimento não deve exceder $0,05\mu\text{m}$ na área central (7mm em diâmetro) e $0,2\mu\text{m}$ nas seções externas.

Os blocos-padrão com formato “ponte” são disponibilizados no mercado por vários fabricantes.

4.3 A diferença entre os comprimentos centrais l_c dos blocos-padrão A e B, formando pares de 1 a 5, e os desvios f_o e f_u em relação ao comprimento central dos blocos-padrão B, de pares 2 e 3, devem ser obtidos com uma incerteza expandida de medição ($k = 2$), preferencialmente, menor ou igual a $0,02\mu\text{m}$.

Os blocos-padrão de par número 6 não necessitam ser calibrados.

5. Exemplo de um procedimento de calibração

5.1 Preparação para a calibração

5.1.1 Antes da calibração, verificar se o comparador de blocos-padrão está operando corretamente, conforme descrito nas instruções de operação do fabricante.

Além disso, outras propriedades devem ser verificadas:

- (a) A superfície da mesa de medição deve estar impecável, isto, sem arranhões e sem desgaste.
- (b) As faces dos contatos de medição dos medidores de deslocamento eletrônicos devem ser esféricas e estar sem danos. Seus vértices devem estar corretamente alinhados, um em relação ao outro.
- (c) As forças de medição de ambos medidores de deslocamento eletrônicos devem estar de acordo com as especificações do fabricante.
- (d) A seqüência correta na retração dos dois contatos de medição. A face de medição do contato inferior, quando retraído, deve ficar abaixo da superfície da mesa de medição.

(e) Na posição sem retração, a face de medição do contato inferior deve ficar de $20\mu\text{m}$ a $100\mu\text{m}$ acima da superfície da mesa de medição.

5.2 Medição de comparação do comprimento central

5.2.1 Com cada um dos pares de blocos-padrão de números de 1 a 5, deve-se realiza cinco medições comparativas. As medições devem ser repetidas depois que as posições dos blocos-padrão A e B forem trocadas no sistema de posicionamento de blocos.

Os valores médios e os desvios-padrão devem ser calculados para cada série de medição de um par de blocos-padrão (dez valores de medição).

5.3 Medição de comparação com o bloco-padrão de formato “ponte”

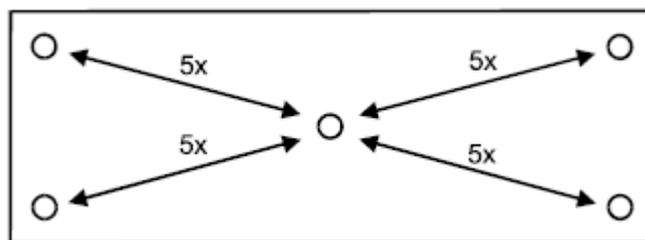
5.3.1 Duas séries de medição, cada uma composta de dez medições, devem ser realizadas para o par de número 6.

Na primeira série, o bloco-padrão de formato “ponte” deve ser posicionado com a superfície plana na mesa de medição, enquanto que para a segunda série deve ser invertido.

Devem ser calculados os valores médios e os desvios-padrão para ambas séries de medição (dez valores de medição cada), assim como a diferença entre os dois valores médios.

5.4 Desvios f_o e f_u em relação ao comprimento central

5.4.1 Para se determinar os desvios f_o e f_u em relação ao comprimento central, deve-se apalpar cinco vezes consecutivas, cada um dos quatro cantos da face de medição do bloco-padrão de $1,005\text{mm}$ ou de $1,01\text{mm}$, iniciando-se pelo centro da face de medição.



As quatro séries de medição devem ser repetidas depois do bloco-padrão ser rotacionado de 180° no plano horizontal.

Os valores médios e os desvios-padrão devem ser calculados para cada um das oito séries de medições.

Os desvios f_o e f_u em relação ao comprimento central resultam do maior e do menor dos oito valores médios.

6. Avaliação dos resultados

6.1 Considerações gerais

6.1.1 Em princípio, os resultados de medição e os valores de calibração dos padrões podem ser usados para determinar correções para o comparador de blocos-padrão calibrado e para estimar a incerteza.

Na prática, entretanto, os valores indicados do comparador de blocos-padrão são utilizados sem correção, para simplificar o procedimento de medição. Isto é justificável, sempre que as diferenças das medições de comprimento sejam pequenas e as correções possam ser, de maneira geral, desprezadas.

Suas influências devem ser levadas em consideração como uma contribuição para a incerteza de medição. Nos casos, em que os desvios dos valores indicados excedem limites aceitáveis, o comparador e sua eletrônica devem ser reajustados.

6.1.2 A seguir, são apresentados os critérios de aceitação para o comparador de blocos-padrão e a incerteza baseada nestes critérios.

Tais critérios são recomendados para aplicação em calibrações de blocos-padrão da classe de exatidão 0, onde uma incerteza expandida desejada de $0,05\mu\text{m} + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot l_n$ ($k=2$) é obtida.

Se esses critérios não são atendidos ou se são toleradas maiores incertezas de medição, os critérios podem ser modificados e as incertezas associadas têm de ser avaliadas.

6.2 Critérios de aceitação

6.2.1 Os desvios-padrão determinados de acordo com os parágrafos 5.2, 5.3 e 5.4 não devem exceder o valor de $0,015\mu\text{m}$.

Os desvios máximos permitidos dos valores médios, de acordo com o parágrafo 5.2, e o desvio máximo permitido dos valores de f_o e f_u , de acordo com o parágrafo 5.4, não devem exceder de $\pm 0,03\mu\text{m}$ quando comparados aos valores que constam no certificado de calibração dos blocos-padrão de referência.

A diferença entre os valores médios de acordo com o parágrafo 5.3 não deve exceder de $\pm 0,03\mu\text{m}$.

7 Incerteza de medição

7.1 A incerteza de medição do comparador de blocos-padrão é avaliada com base nos critérios de aceitação acima.

Levando em consideração a contribuição aleatória para uma média de pelo menos cinco medições, a resolução digital do mostrador eletrônico ($0,01\mu\text{m}$), uma diferença residual na sensibilidade dos dois medidores de deslocamento eletrônicos, a qualidade da mesa de medição e a incerteza na calibração dos medidores, obtém-se uma incerteza expandida de $U = 0,03\mu\text{m} + 0,002 \cdot D$, se a indicação do comprimento não exceder $10\mu\text{m}$.

A incerteza declarada corresponde à incerteza padrão combinada multiplicada pelo fator de abrangência de $k = 2$, de acordo com o GUM [ref. 3].

7.2 A incerteza do comparador de blocos-padrão tem de ser levada em consideração, quando da determinação da incerteza na calibração de blocos-padrão.

Ela não contempla a influência da temperatura e a qualidade das faces de medição dos blocos-padrão a serem comparados.

8 Certificado de calibração

8.1 O certificado de calibração do comparador de blocos-padrão deve conter as seguintes informações:

- (a) Seu local de uso e, conseqüentemente, da calibração.
- (b) A identificação dos padrões utilizados e seus valores, de acordo com o certificado de calibração.
- (c) O fabricante, tipo e número de série dos componentes do comparador.
- (d) O posicionamento dos elementos de controle do comparador durante a calibração (faixa de medição, resolução digital do mostrador, etc).
- (e) A faixa da temperatura ambiente durante a calibração.
- (f) Os resultados de medição devem ser apresentados na forma tabular (ver apêndice).

9 Referências

1. DKD – R4 – 1: 1994. Auswahl und Kalibrierung von Endemassmessgeräten zur Verwendung als Normalgeräte in Kalibrierlaboratorien.
2. ISO 3650: 1998. Geometrical Product Specifications (GPS) – Length Standards – Gauge blocks.
3. ISO Guide to the expression of Uncertainty in Measurement, first edition 1995, ISO (Geneva).

Apêndice A

Exemplo de tabelas para a apresentação dos resultados de calibração de um comparador de blocos-padrão.

A1 Diferenças do comprimento central l_c

Par N°	Comprimento nominal		N° de identificação dos blocos-padrão	Valor do certificado de calibração C $(B - A)/\mu\text{m}$	Valor medido médio M $(B - A)/\mu\text{m}$	Diferença $C - M$ μm	Desvio-padrão medido $(B - A)/\mu\text{m}$
	A mm	B mm					
1	0,5	0,5					
2	1,0	1,005					
3		1,010					
4	4	4					
5	100	100					

A2 Diferença do comprimento central do par N° 6

Par	Comprimento nominal		N° de identificação dos blocos-padrão	Valor medido médio		Diferença da média $\text{Pos. } d - \text{Pos. } u$ μm	Desvio-padrão medido	
	A mm	B mm		Bloco B lado plano p/ baixo (Pos. d) $(B - A)/\mu\text{m}$	Bloco B lado plano p/ cima (Pos. u) $(B - A)/\mu\text{m}$		Pos. d $(B - A)/\mu\text{m}$	Pos. u $(B - A)/\mu\text{m}$
6	6	6						

A3 Desvios f_o e f_u em relação ao comprimento central

Comprimento nominal	N° de identificação	Valor do certificado de calibração		Valor medido médio		Diferença $C - M$	Desvio-padrão medido valor máx. de 8 séries μm
		f_o μm	f_u μm	f_o μm	f_u μm		
mm							