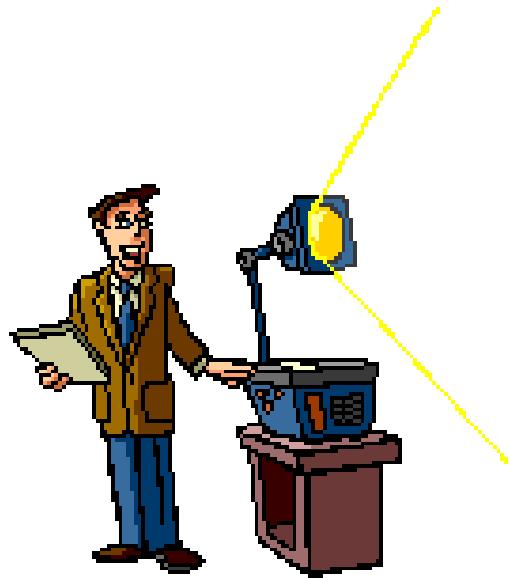


TÉCNICO EM ELETROMECÂNICA



METROLOGIA

Prof. Fábio Evangelista Santana, MSc. Eng.
fsantana@cefetsc.edu.br

PROGRAMAÇÃO



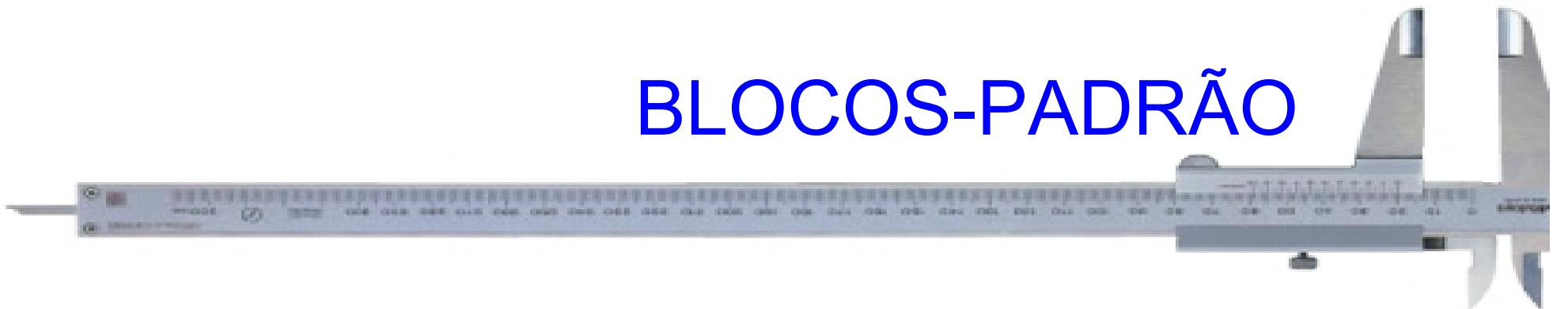
Aula	Data	Conteúdo
1	07/11	Correção da avaliação, blocos-padrão, calibradores, verificadores, goniômetro
2	14/11	Relógio comparador, rugosidade
3	21/11	Tolerância (dimensional e geométrica)
4	28/11	GT: blocos-padrão, relógio comparador, rugosímetro
5	05/12	Trabalhos práticos
6	12/12	Apresentação dos trabalhos práticos
7	19/12	Recuperação

SUMÁRIO



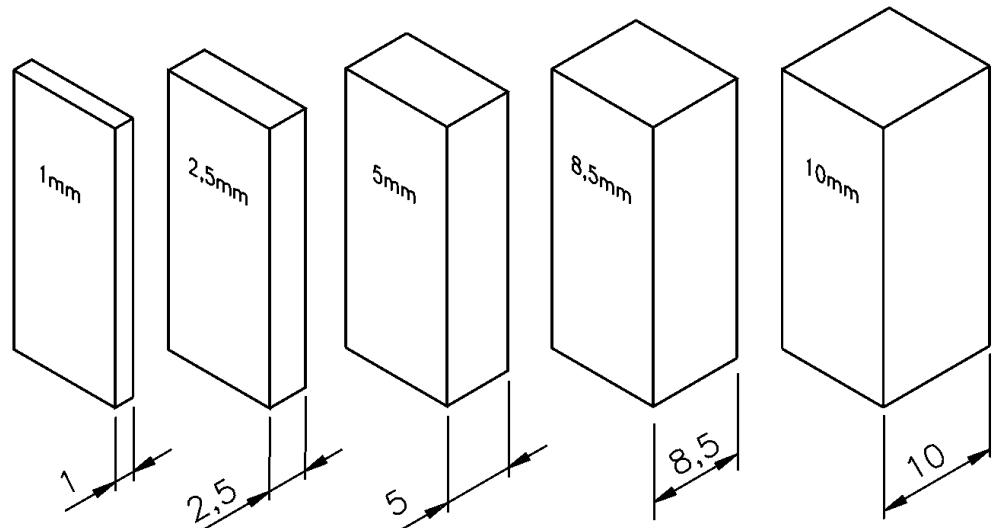
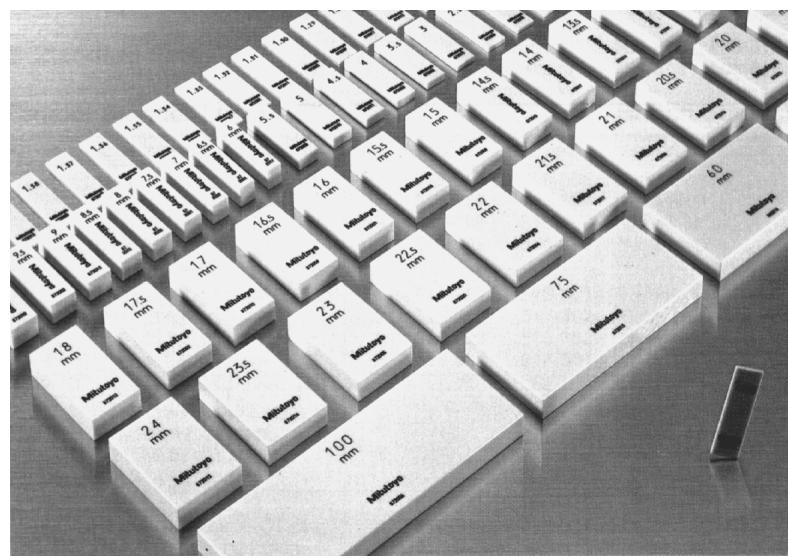
- Blocos-padrão
- Calibradores
- Verificadores
- Goniômetro

BLOCOS-PADRÃO

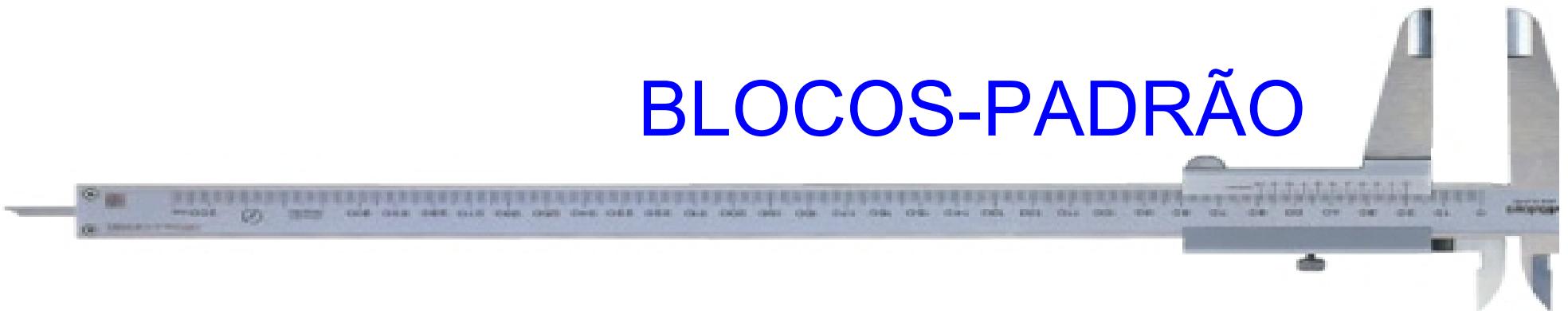


Padrão de referência

- Para realizar qualquer medida
- Padrões adotados ao longo do tempo: pé, braço, metro, etc.
- 1898 - patente de blocos-padrão (Johanson):
 - Peças em forma de pequenos paralelepípedos, padronizados nas dimensões de 30 ou 35 mm x 9 mm, variando de espessura a partir de 0,5 mm. Atualmente, nas indústrias são encontrados blocos-padrões em milímetro e em polegada

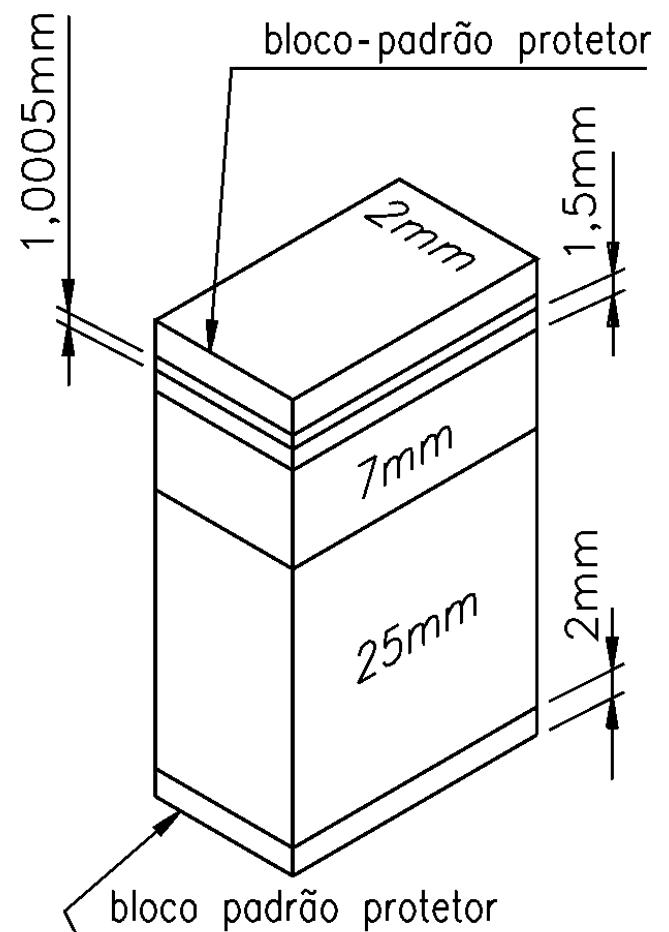


BLOCOS-PADRÃO

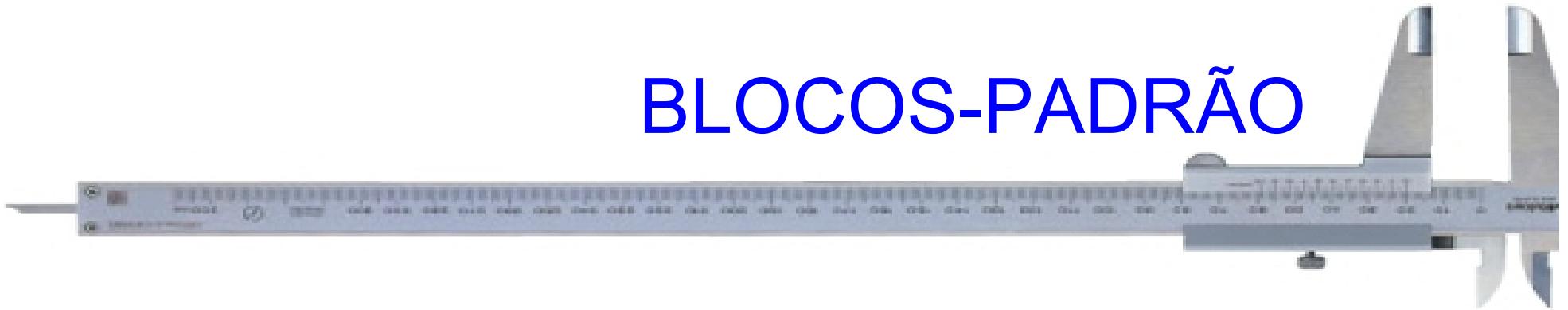


Bloco-padrão protetor

- Bloco-padrão: dimensões extremamente exatas
- Uso constante pode interferir na exatidão
- Blocos protetores: mais resistentes (material de maior dureza)
 - Impedir que os blocos-padrão entrem em contato direto com instrumentos ou ferramentas
 - Geralmente são fornecidos em jogos de dois blocos, e suas espessuras normalmente são de 1, 2 ou 2,5 mm, podendo variar em situações especiais



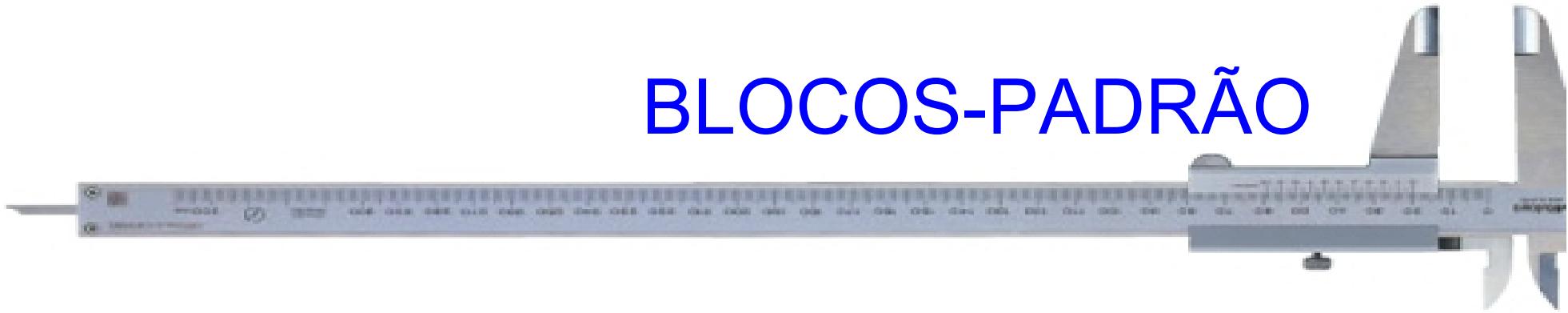
BLOCOS-PADRÃO



Jogo de bloco-padrão

- Base de 1mm, ou seja, intervalos de 0,001, 0,01 e 0,1mm
- Exemplo com 114 peças:
 - 2 blocos-padrão protetores de 2,00 mm de espessura;
 - 1 bloco-padrão de 1,0005 mm;
 - 9 blocos-padrão de 1,001; 1,002; 1,003 1,009 mm;
 - 49 blocos-padrão de 1,01; 1,02; 1,03 1,49 mm;
 - 49 blocos-padrão de 0,50; 1,00; 1,50; 2,00 24,5 mm;
 - 4 blocos-padrão de 25; 50; 75 e 100 mm
- Qual jogo de bloco-padrão o CEFET possui?

BLOCOS-PADRÃO

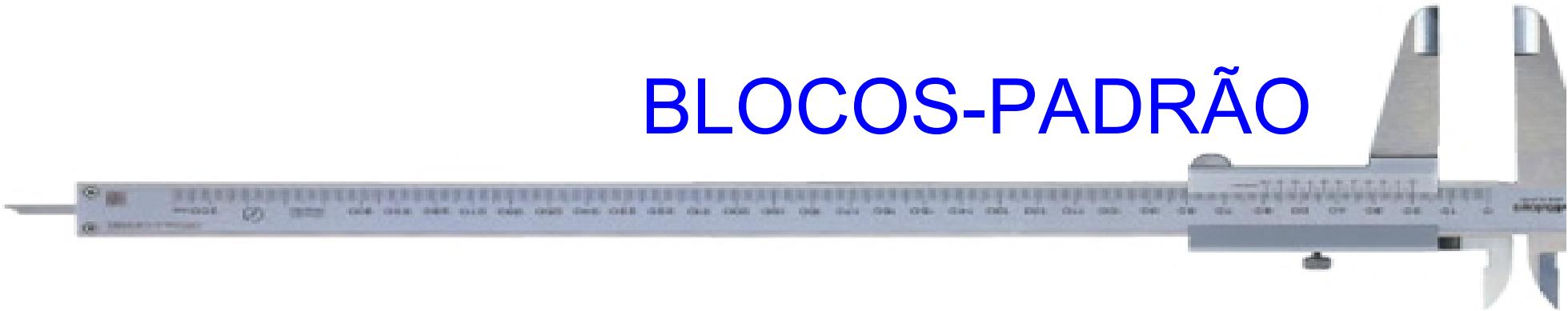


Jogo de bloco-padrão

- Outros exemplos (Starrett)

Classe de Exatidão*	Blocos Por Jogo	Constituição dos Jogos	Nº Catálogo
B89.1.9 0	45	9 Blocos 1,001mm – 1,009mm (Intervalos de 0,001mm) 9 Blocos 1,01mm – 1,09mm (Intervalos de 0,01mm) 9 Blocos 1,1mm – 1,9mm (Intervalos de 0,1mm)	RC45.MA1
B89.1.9 00		9 Blocos 1mm – 9mm (Intervalos de 1mm)	RC45.MAA
Webber LM		9 Blocos 10mm – 90mm (Intervalos de 10mm)	RC45.MLM
B89.1.9 0	88	1 Bloco 1,0005mm 9 Blocos 1,001mm – 1,009mm (Intervalos de 0,001mm)	RC88.MA1
B89.1.9 00		49 Blocos 1,01mm – 1,49 mm (Intervalos de 0,01mm) 19 Blocos 0,5mm – 9,5mm (Intervalos de 0,5mm)	RC88.MAA
Webber LM		10 Blocos 10mm – 100mm (Intervalos de 10mm)	RC88.MLM
B89.1.9 0	112	1 Bloco 1,0005mm 9 Blocos 1,001mm – 1,009mm (Intervalos de 0,001mm)	RC112.MA1
B89.1.9 00		49 Blocos 1,01mm – 1,49mm (Intervalos de 0,01mm) 49 Blocos 0,5mm – 24,5mm (Intervalos de 0,5mm)	RC112.MAA
Webber LM		4 Blocos 25mm – 100mm (Intervalos de 25mm)	RC112.MLM

BLOCOS-PADRÃO



Classificação

- De acordo com o trabalho

DIN./ISO/JIS	BS	FS	APLICAÇÃO
00	00	1	Para aplicação científica ou calibração de blocos-padrão.
0	0	2	Calibração de blocos-padrão destinados a operação de inspeção, e calibração de instrumentos.
1	I	3	Para inspeção e ajuste de instrumentos de medição nas áreas de inspeção.
2	II	B	Para uso em oficinas e ferramentas.

Normas: DIN. 861

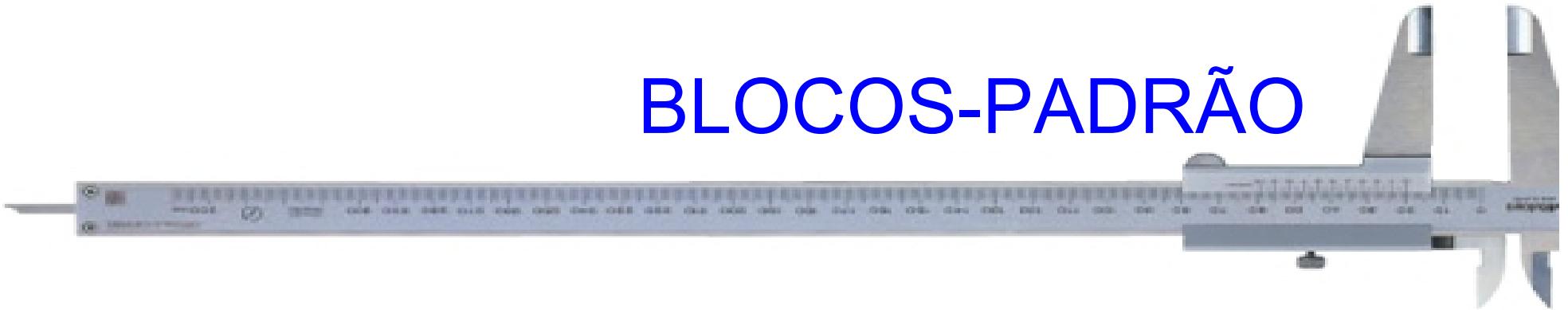
FS. (Federal Standard) GCG-G-15C

SB (British Standard) 4311

ISO 3650

JIS B-7506

BLOCOS-PADRÃO



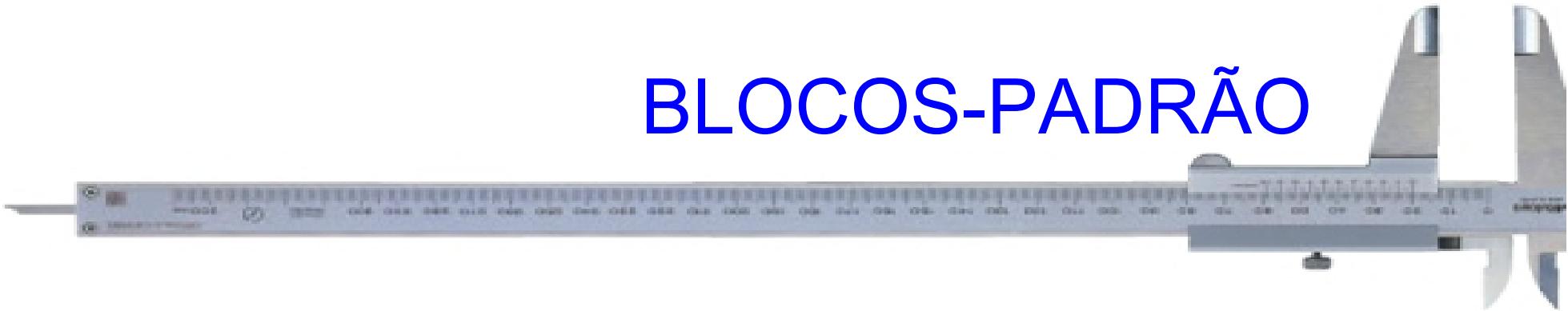
Erros admissíveis

- Estabelecidos por normas internacionais
- Ex.: qual é a tolerância do bloco-padrão de 30 mm do CEFET?

Dimensão (mm)	Exatidão a 20°C (μm)			
	Classe 00	Classe 0	Classe 1	Classe 2
até 10	± 0.06	± 0.12	± 0.20	± 0.45
10 - 25	± 0.07	± 0.14	± 0.30	± 0.60
25 - 50	± 0.10	± 0.20	± 0.40	± 0.80
50 - 75	± 0.12	± 0.25	± 0.50	± 1.00
75 - 100	± 0.14	± 0.30	± 0.60	± 1.20
100 - 150	± 0.20	± 0.40	± 0.80	± 1.60
150 - 200	± 0.25	± 0.50	± 1.00	± 2.00
200 - 250	± 0.30	± 0.60	± 1.20	± 2.40
250 - 300	± 0.35	± 0.70	± 1.40	± 2.80
300 - 400	± 0.45	± 0.90	± 1.80	± 3.60
400 - 500	± 0.50	± 1.10	± 2.20	± 4.40
500 - 600	± 0.60	± 1.30	± 2.60	± 5.00
600 - 700	± 0.70	± 1.50	± 3.00	± 6.00
700 - 800	± 0.80	± 1.70	± 3.40	± 6.50
800 - 900	± 0.90	± 1.90	± 3.80	± 7.50
900 - 1000	± 1.00	± 2.00	± 4.20	± 8.00

DIN./ISO/JIS

BLOCOS-PADRÃO

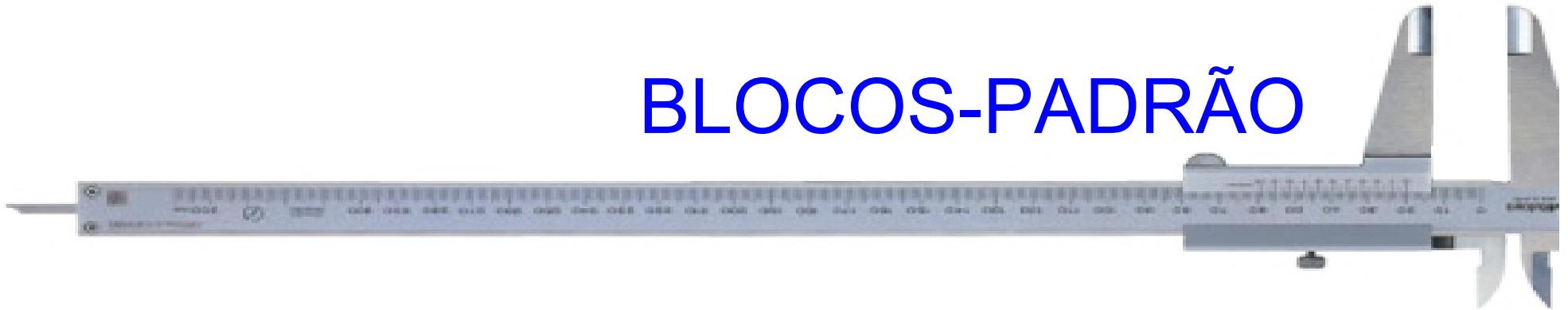


Materiais

- **Aço:** atualmente é o mais utilizado nas indústrias. O aço é tratado termicamente para garantir a estabilidade dimensional, além de assegurar dureza acima de 800 HV.
- **Metal duro:** são blocos geralmente fabricados em carbureto de tungstênio. Hoje, este tipo de bloco-padrão é mais utilizado como bloco protetor. A dureza deste tipo de bloco padrão situa-se acima de 1.500 HV.
- **Cerâmica:** o material básico utilizado é o zircônio. A utilização deste material ainda é recente, e suas principais vantagens são a excepcional estabilidade dimensional e a resistência à corrosão. A dureza obtida nos blocos-padrão de cerâmica situa-se acima de 1400 HV

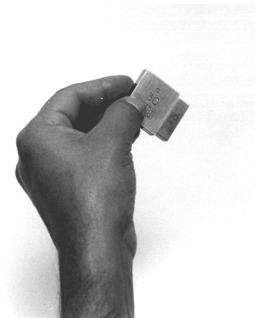
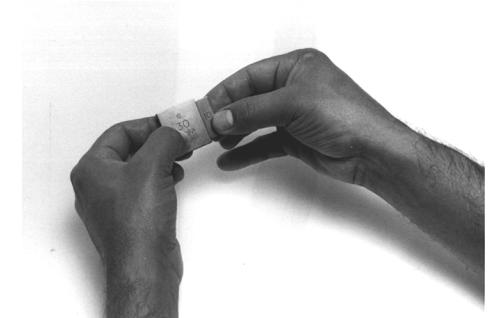


BLOCOS-PADRÃO

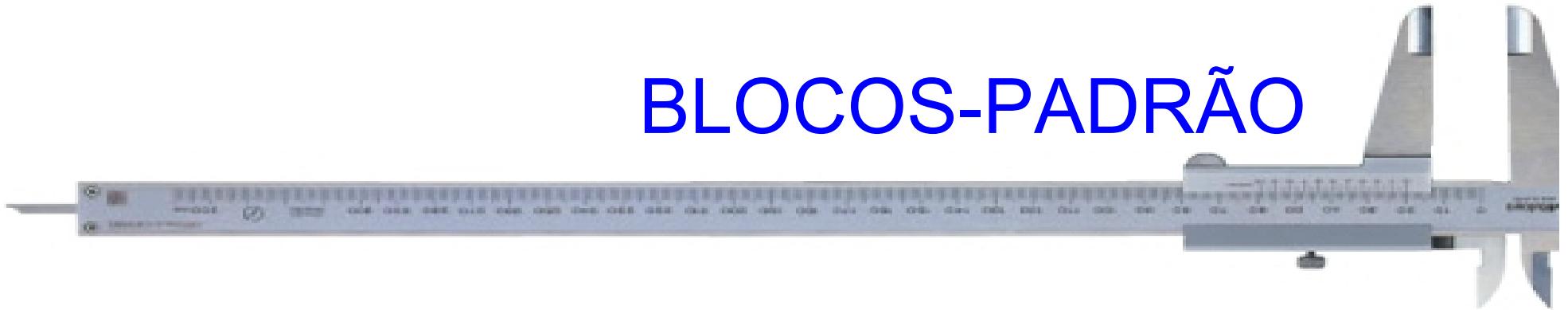


Técnica de empilhamento

1. Limpar com algodão embebido em benzina ou algum tipo de solvente
2. Retirar impureza e umidade com papel, camurça ou similares (sem fiapos)
3. Colocar as superfícies em contato em forma cruzada
4. Girar lentamente, exercendo-se uma pressão moderada até que suas faces fiquem alinhadas e haja perfeita aderência, de modo a expulsar a lâmina de ar que as separa.
5. Proceder da mesma forma para montar os demais blocos, até atingir a medida desejada



BLOCOS-PADRÃO

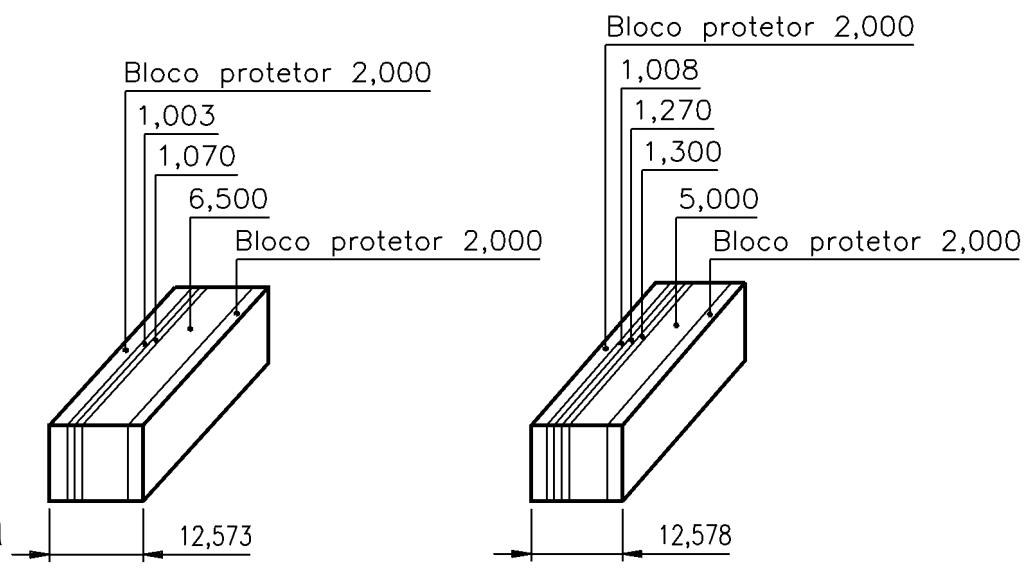
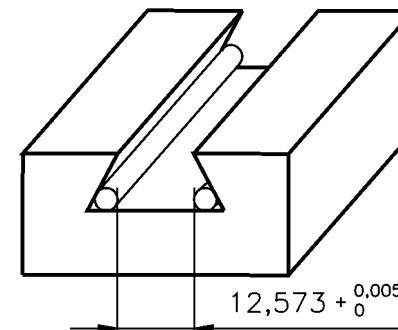


Exemplo de aplicação

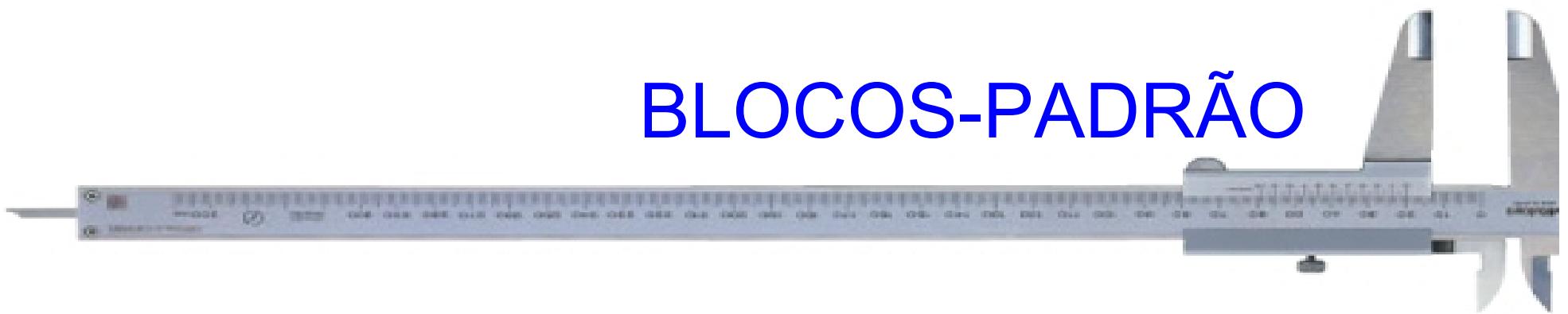
1. Verificar um rasgo em forma de rabo de andorinha com roletes, no valor de $12,573 + 0,005$.

Deve-se fazer duas montagens de blocos-padrão, uma na dimensão mínima de 12,573 mm e outra na dimensão máxima de 12,578 mm

Faz-se a combinação por blocos de forma regressiva, procurando utilizar o menor número possível de blocos. A técnica consiste em eliminar as últimas casas decimais, subtraindo da dimensão a medida dos blocos existentes no jogo



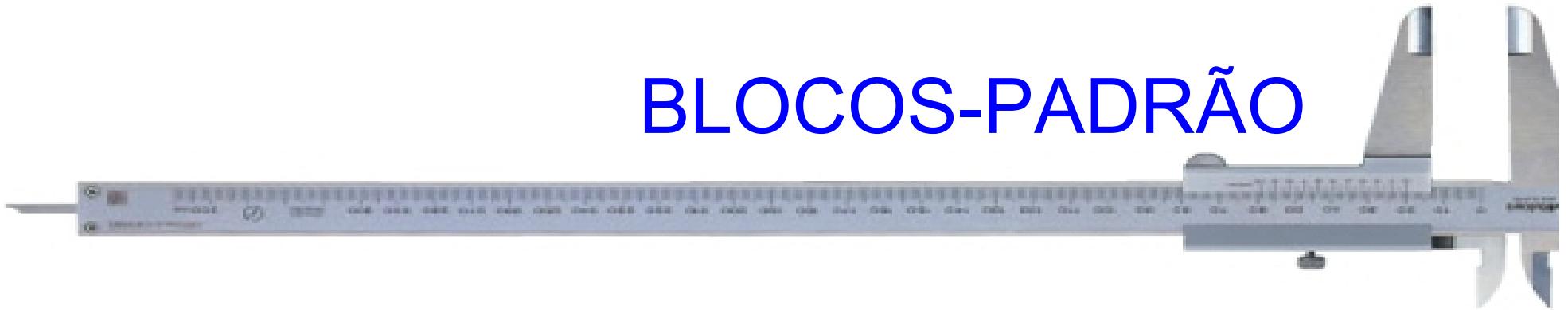
BLOCOS-PADRÃO



Exemplo de aplicação

Dimensão máxima	Dimensão mínima
12,578	12,573
DIM 12,578	DIM 12,573
<u>BLOCO 4,000</u> → 2 blocos protetores	<u>BLOCO 4,000</u> → 2 blocos protetores
DIM -8,578	DIM -8,573
<u>BLOCO 1,008</u> → 1	<u>BLOCO 1,003</u> → 1
DIM -7,570	DIM -7,570
<u>BLOCO 1,270</u> → 1	<u>BLOCO 1,070</u> → 1
DIM 6,300	DIM -6,500
<u>BLOCO 1,300</u> → 1	<u>BLOCO -6,500</u> → 1
DIM -5,000	0 → 5 blocos
<u>BLOCO -5,000</u> → 1 0 → 6 blocos	

BLOCOS-PADRÃO



Exercício

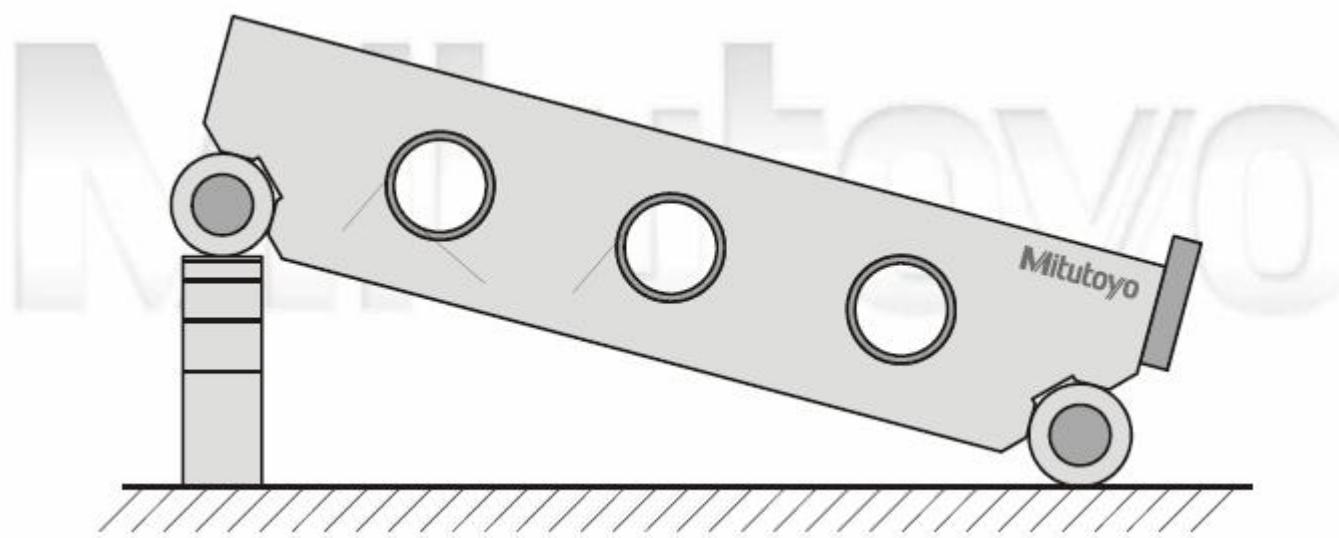
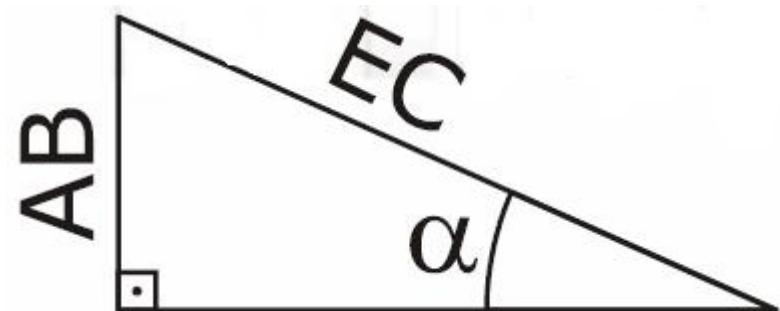
1. Preparar uma régua de seno com entre centros de 200,00 mm, para uma peça com um ângulo de 20°.

- Calcular a altura

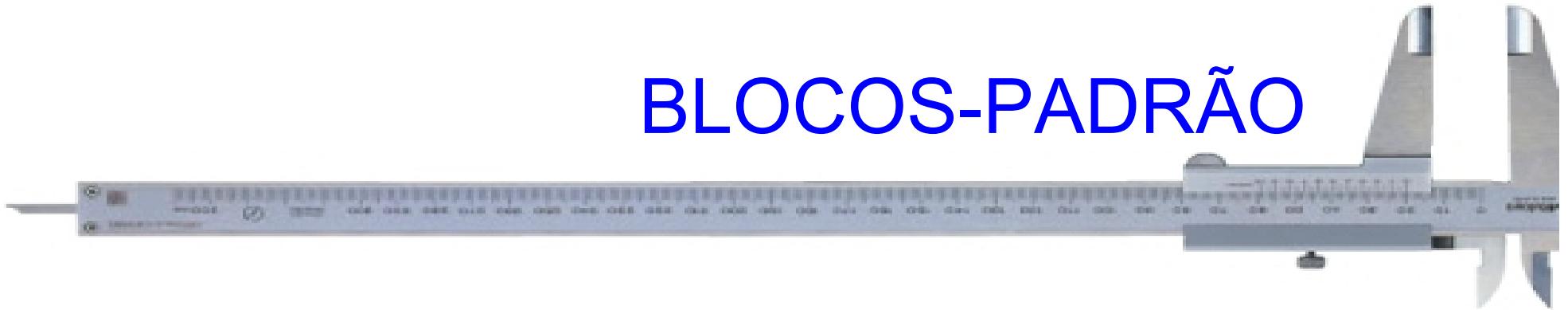
- AB: altura dos blocos
- EC: entre centros da régua
- α : ângulo desejado

- Montar os blocos

- Montar a régua



BLOCOS-PADRÃO



Conservação

- Evitar a oxidação pela umidade, marcas dos dedos ou aquecimento utilizando luvas sempre que possível
- Evitar quedas de objetos sobre os blocos e não deixá-los cair
- Limpar os blocos após sua utilização com benzina pura, enxugando-os com camurça ou pano. Antes de guardá-los, é necessário passar uma leve camada de vaselina (os blocos de cerâmica não devem ser lubrificados)
- Evitar contato dos blocos-padrão com desempeno, sem o uso dos blocos protetores.



CALIBRADORES



Medição indireta por comparação

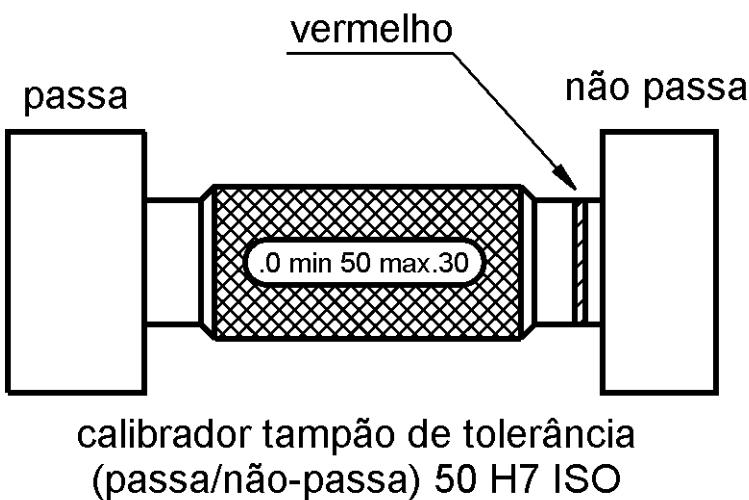
- Confrontar a peça com padrão
 - Ex.: medir eixo com calibrador para eixo, furo com calibrador tampão

Calibradores

- Instrumentos que estabelecem limites máximo e mínimo das dimensões
- Aço carbono com faces de contato temperada e retificada

Tipos

- Calibrador tampão (furos, roscas)
 - Ex.: calibrador tampão 50 H7
 - 50 mm + 0,000 mm: passa
 - 50 mm + 0,030 mm: não-passa

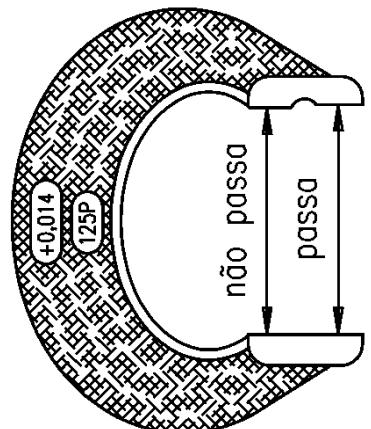
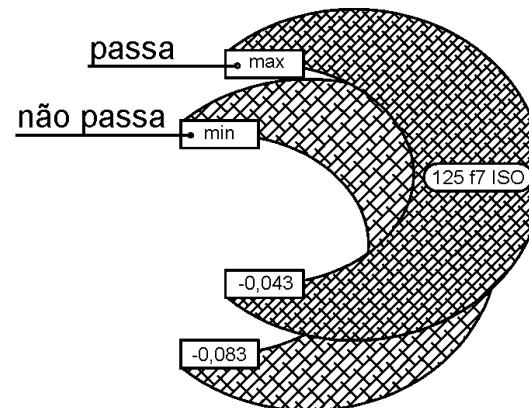
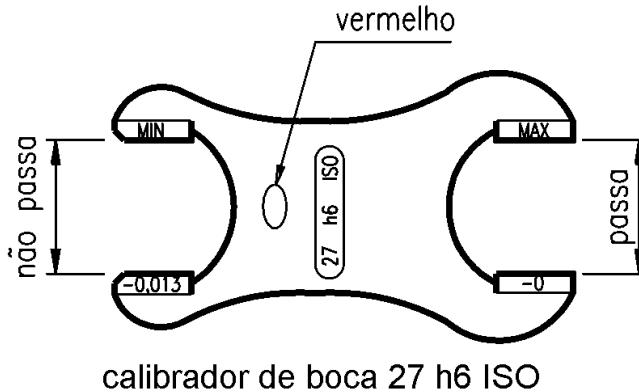


CALIBRADORES



Tipos

- Calibrador de boca
 - Até 100 mm
 - lado não-passa: chanfro e marca vermelha
- Calibrador de boca separada
 - De 100 a 500 mm
- Calibrador de boca escalonada
 - Maior rapidez

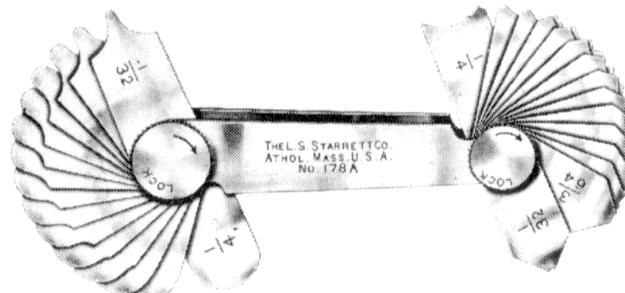
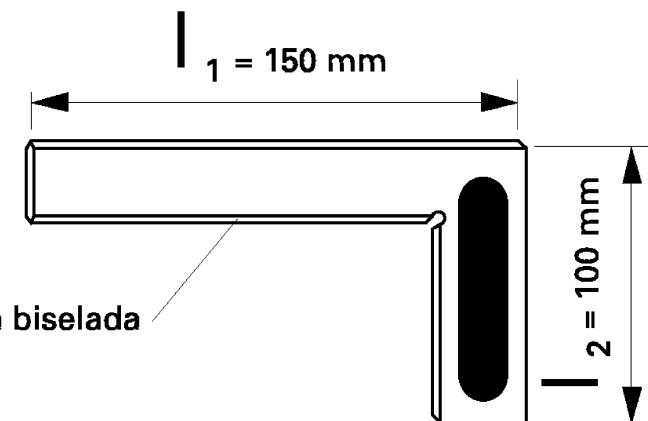
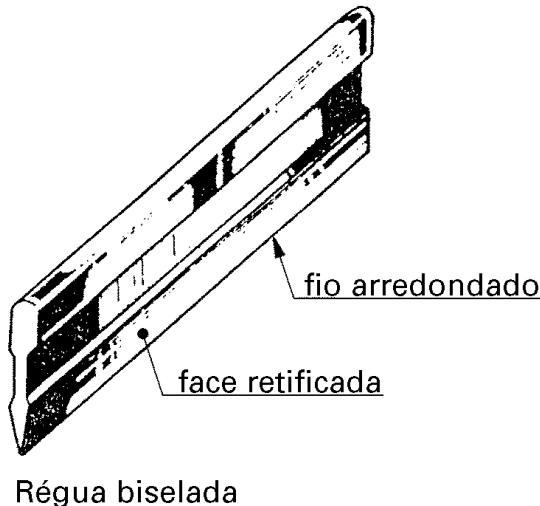


VERIFICADORES



Tipos

- Régua de controle
 - Verificação de superfícies planas
- Esquadro de precisão
 - Verificação de superfícies em 90°
- Verificador de raio

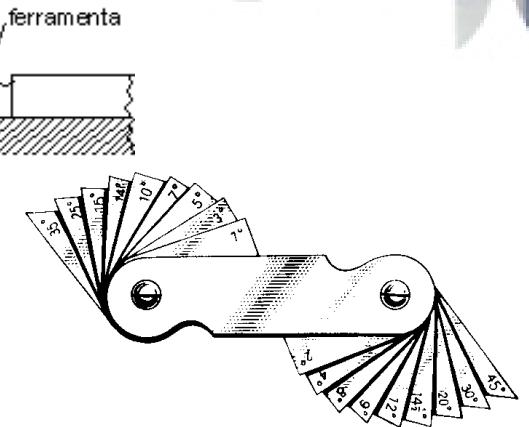
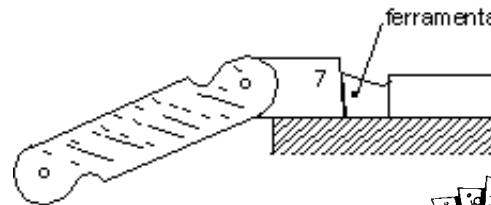


VERIFICADORES

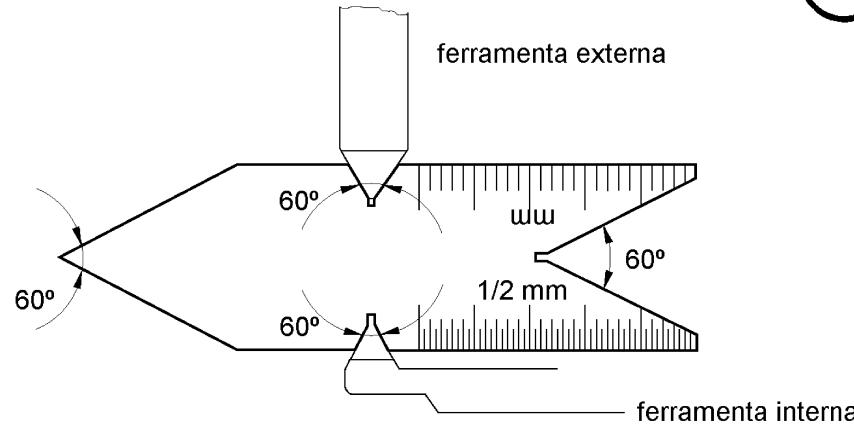


Tipos

- Verificador de ângulos

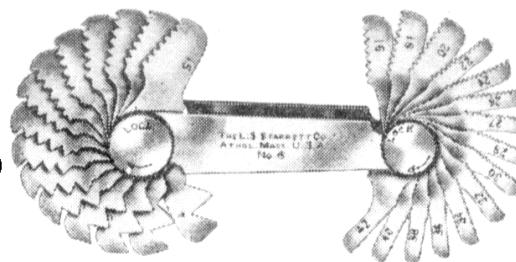


- Escantilhões
 - Rosca métrica
 - Rosca whitworth



- Verificador de rosca

calibrador de roscas
(passo em milímetros)

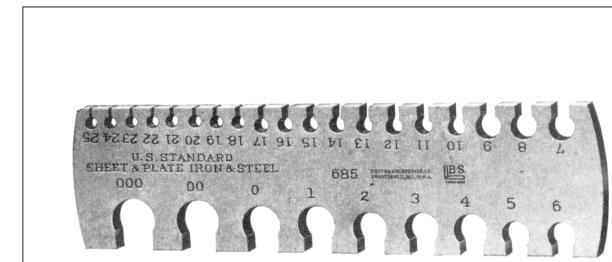
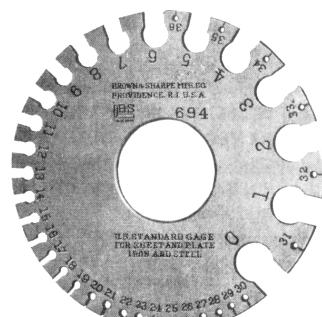
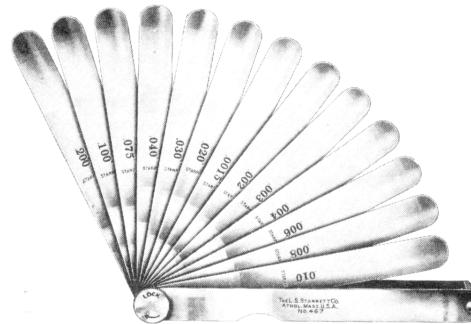


VERIFICADORES



Tipos

- Verificador de folga
- Fieira
 - Chapas e fios
 - Espessuras e diâmetros

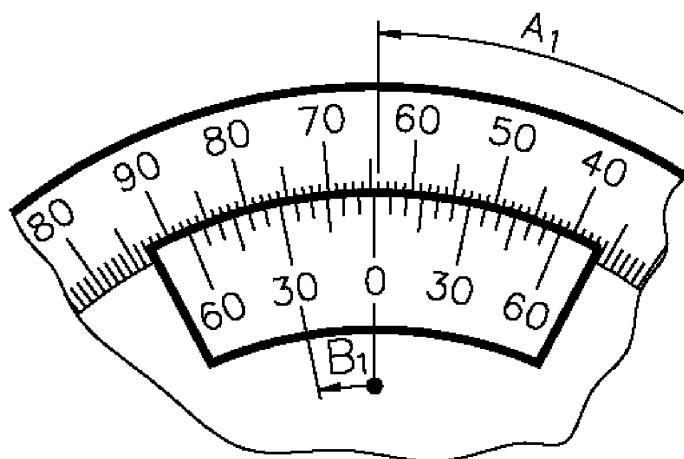


GONIÔMETRO

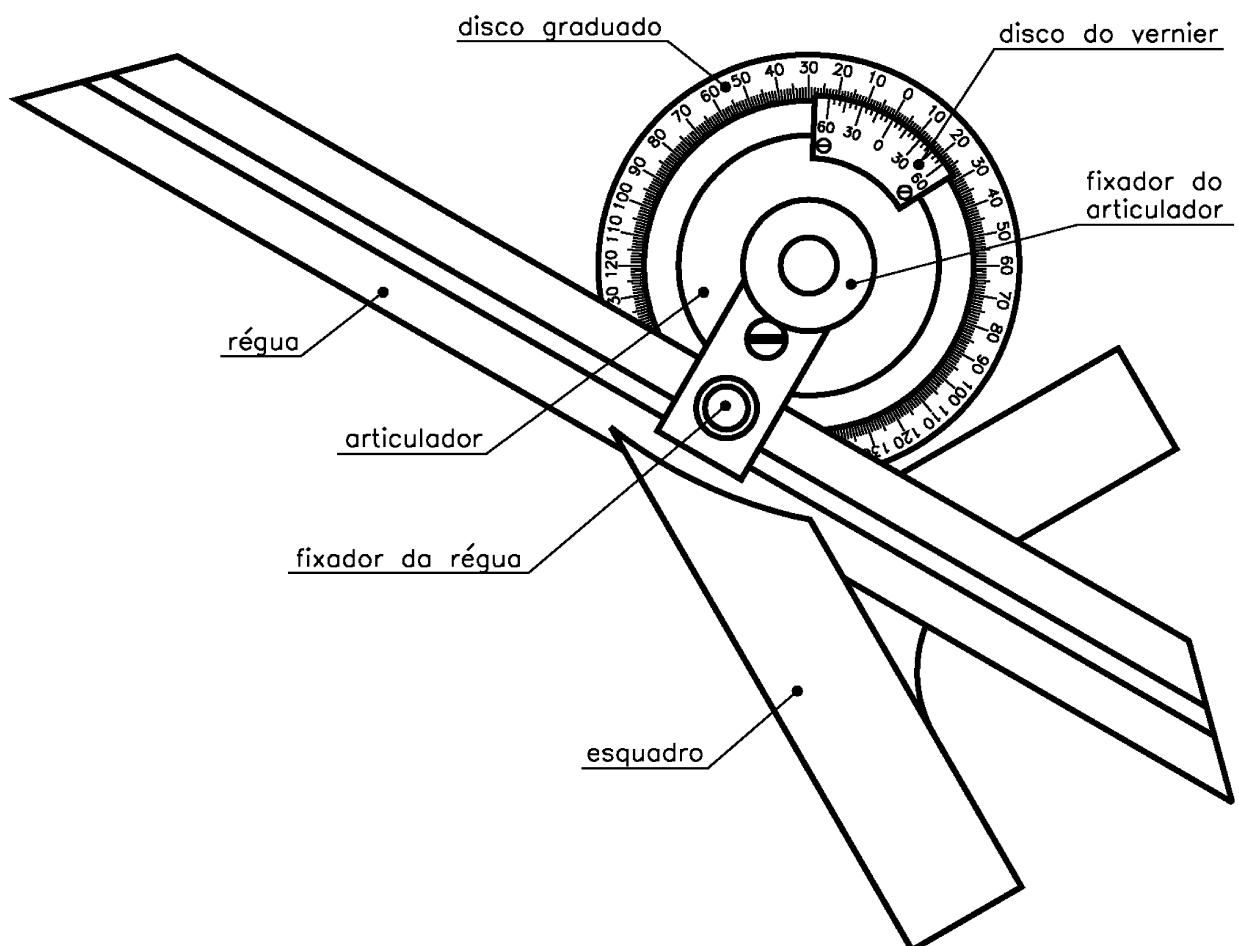


Goniômetro

- Verificador de medidas angulares
- Cálculo de resolução



- Leitura: $64^{\circ}30'$



GONIÔMETRO



Exemplos de aplicação

