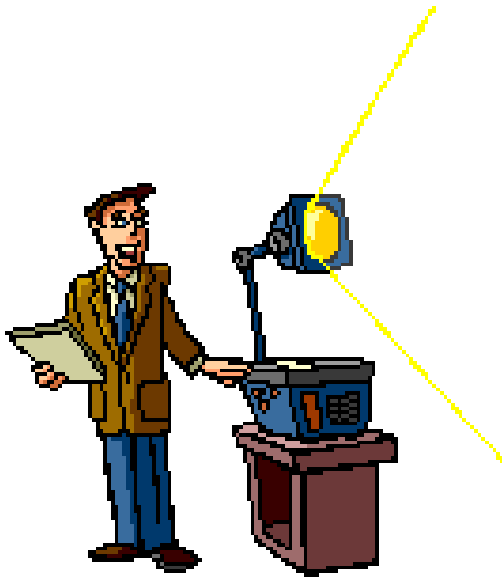


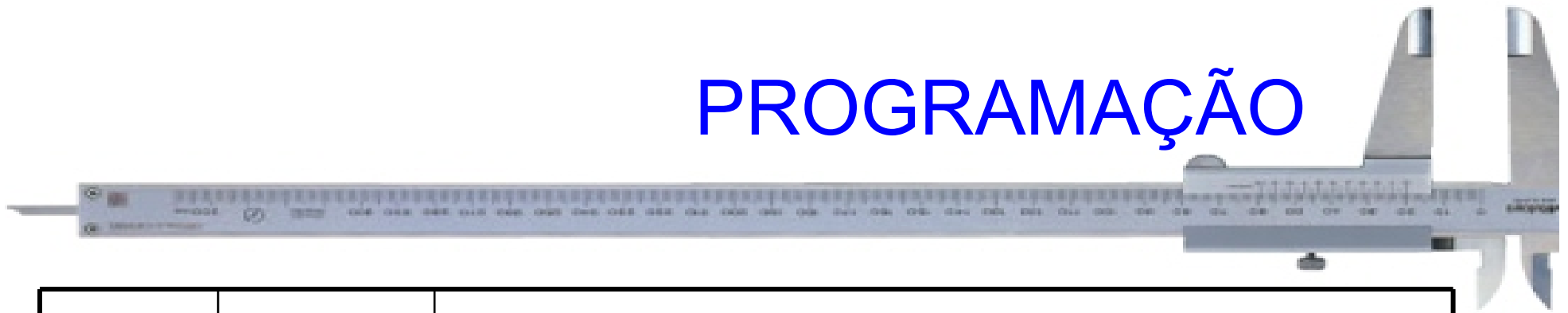
TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA



METROLOGIA

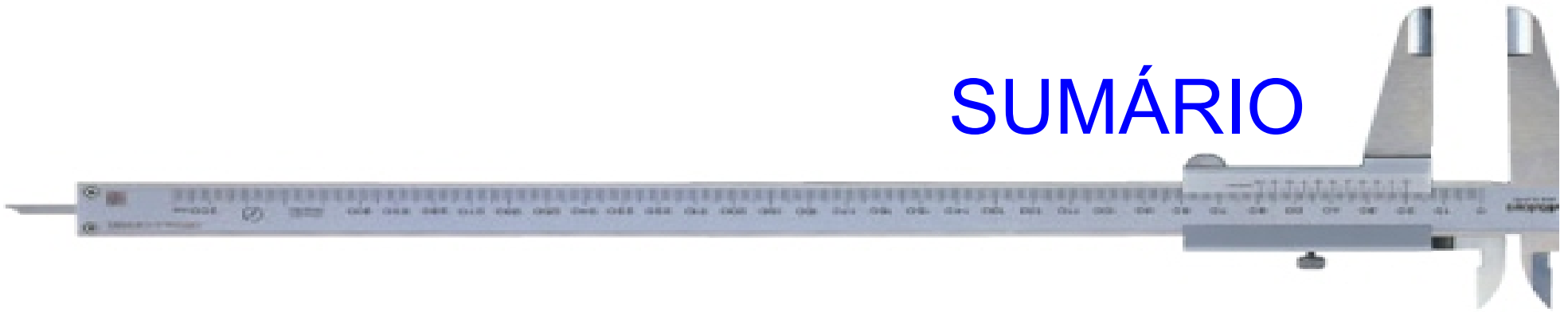
Prof. Fábio Evangelista Santana, MSc. Eng.
fsantana@cefetsc.edu.br

PROGRAMAÇÃO



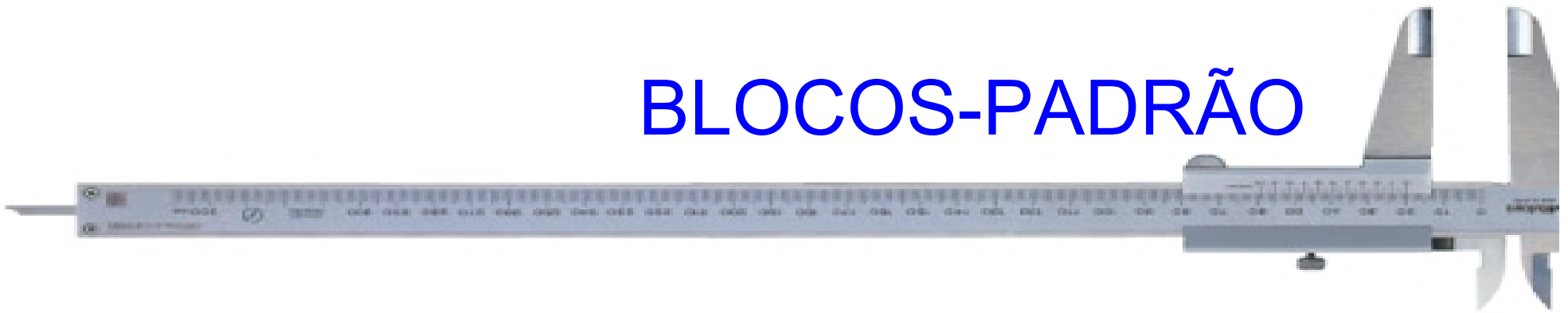
Aula	Data	Conteúdo
1	07/11	Correção da avaliação, blocos-padrão, calibradores, verificadores, goniômetro
2	14/11	Relógio comparador, rugosidade
3	21/11	Tolerância (dimensional e geométrica)
4	28/11	GT: blocos-padrão, relógio comparador, rugosímetro
5	05/12	Trabalhos práticos
6	12/12	Apresentação dos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

SUMÁRIO



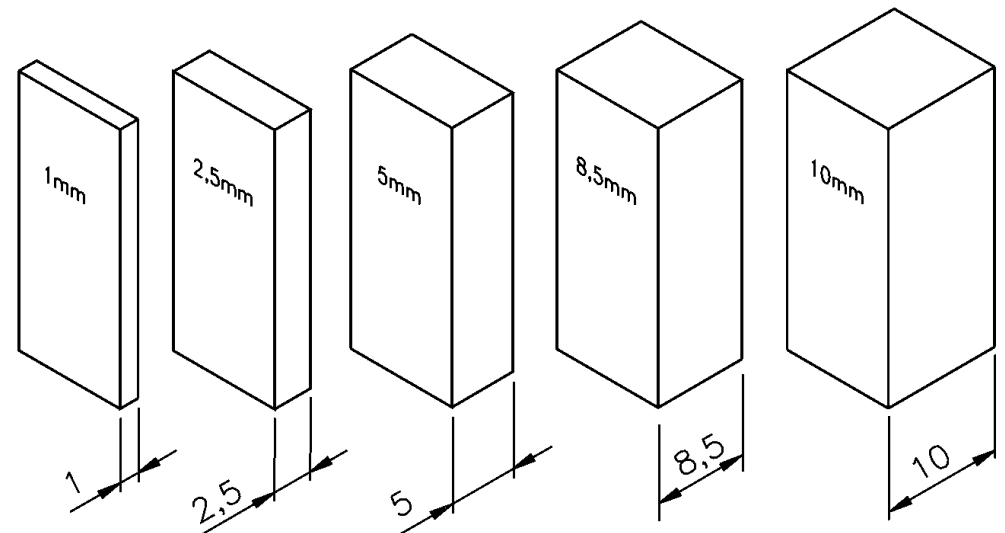
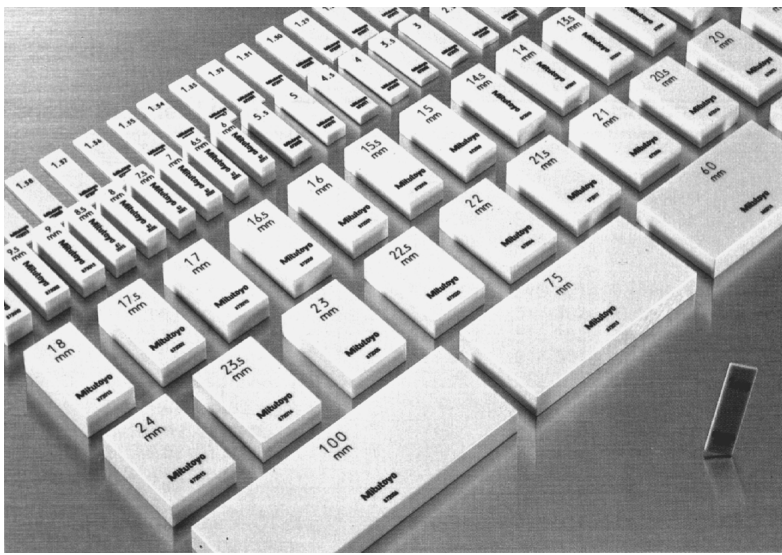
- Blocos-padrão
- Calibradores
- Verificadores
- Goniômetro

BLOCOS-PADRÃO

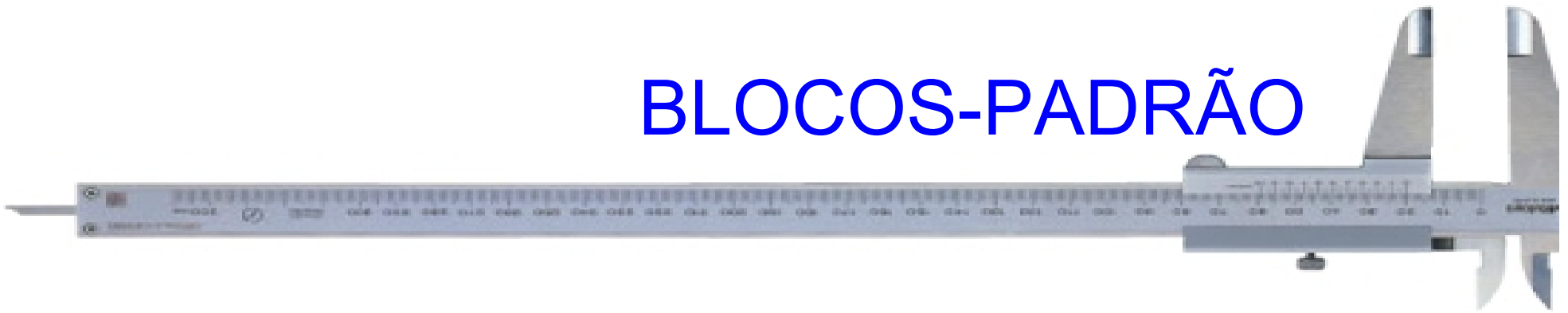


Padrão de referência

- 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

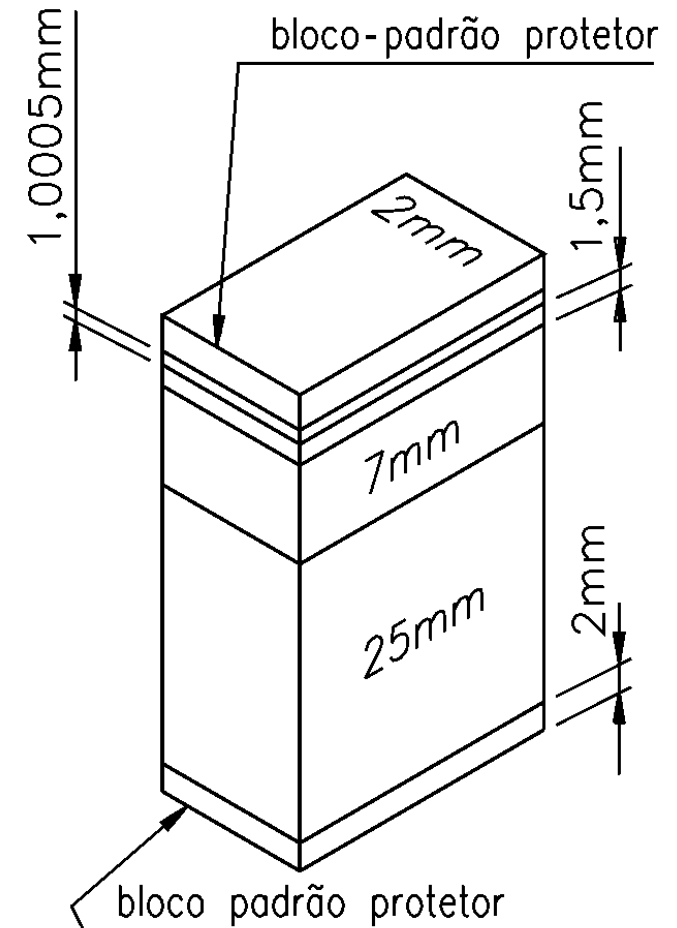


BLOCOS-PADRÃO

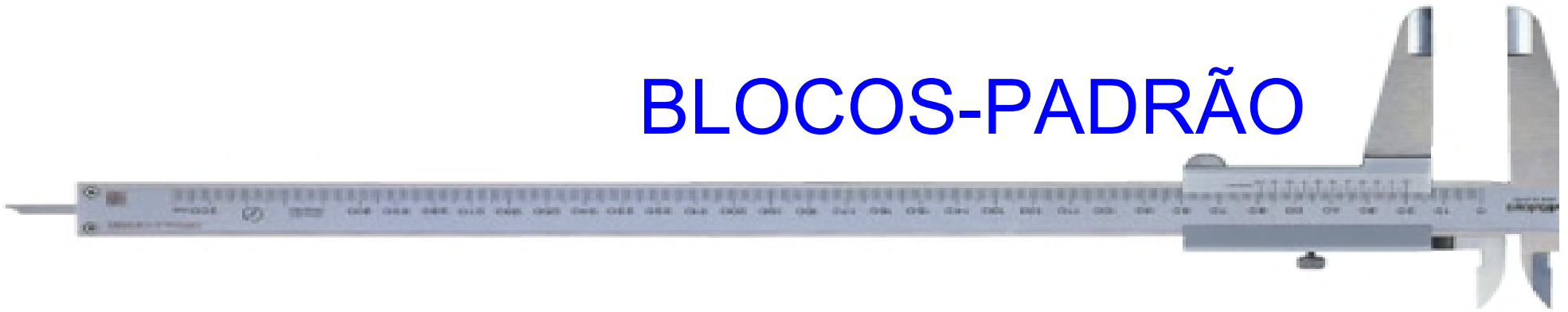


Bloco-padrão protetor

- 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



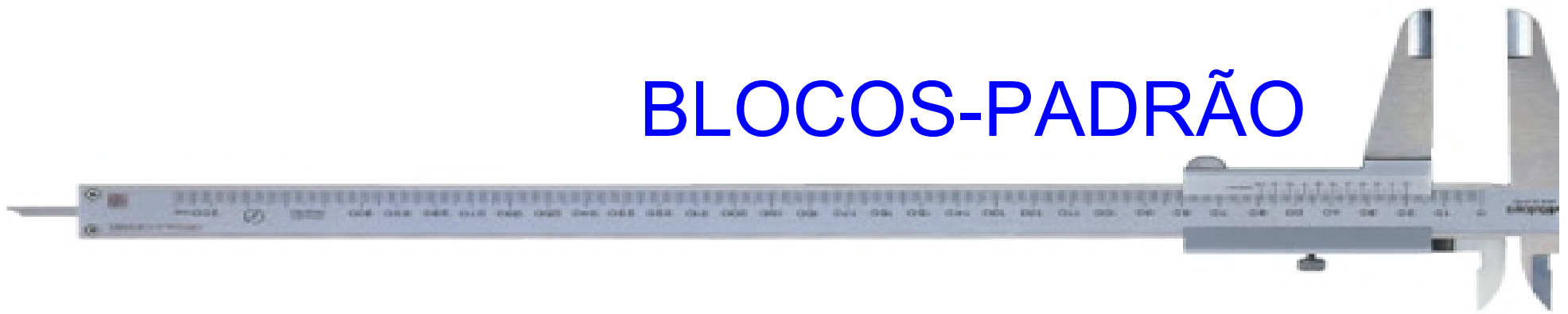
BLOCOS-PADRÃO



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

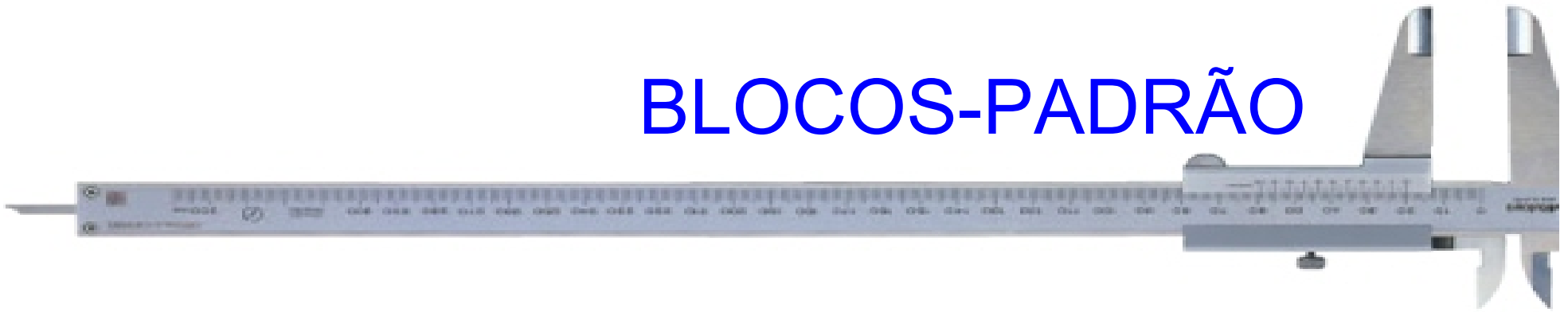


Jogo de bloco-padrão

- Outros exemplos (Starret)

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)	RC45.MA1
B89.1.9 00		9 Blocos 1,01mm – 1,09mm (Intervalos de 0,01mm)	RC45.MAA
Webber LM		9 Blocos 1,1mm – 1,9mm (Intervalos de 0,1mm)	RC45.MLM
		9 Blocos 1mm – 9mm (Intervalos de 1mm)	
		9 Blocos 10mm – 90mm (Intervalos de 10mm)	
B89.1.9 0	88	1 Bloco 1,0005mm	RC88.MA1
B89.1.9 00		9 Blocos 1,001mm – 1,009mm (Intervalos de 0,001mm)	RC88.MAA
Webber LM		49 Blocos 1,01mm – 1,49 mm (Intervalos de 0,01mm)	RC88.MLM
		19 Blocos 0,5mm – 9,5mm (Intervalos de 0,5mm)	
		10 Blocos 10mm – 100mm (Intervalos de 10mm)	
B89.1.9 0	112	1 Bloco 1,0005mm	RC112.MA1
B89.1.9 00		9 Blocos 1,001mm – 1,009mm (Intervalos de 0,001mm)	RC112.MAA
Webber LM		49 Blocos 1,01mm – 1,49mm (Intervalos de 0,01mm)	RC112.MLM
		49 Blocos 0,5mm – 24,5mm (Intervalos de 0,5mm)	
		4 Blocos 25mm – 100mm (Intervalos de 25mm)	

BLOCOS-PADRÃO



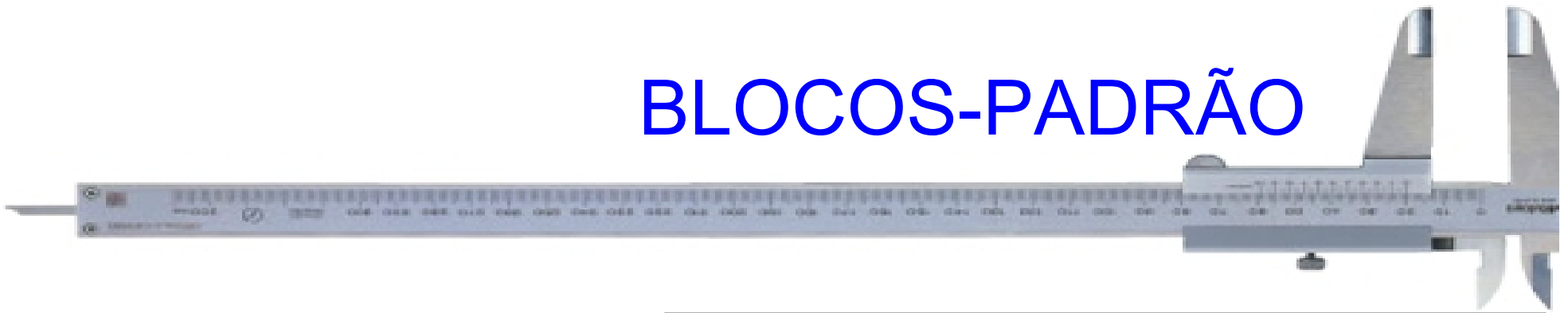
Classificação

- 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



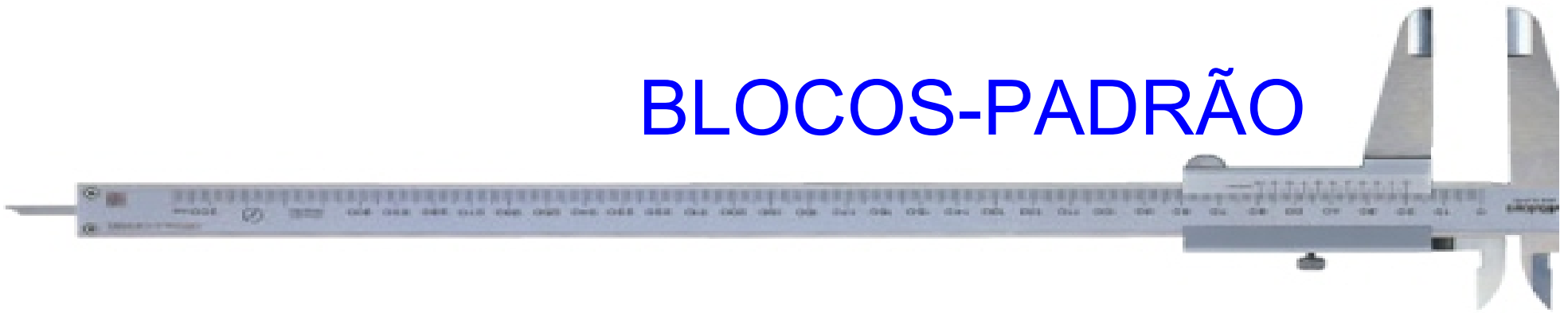
Erros admissíveis

- 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

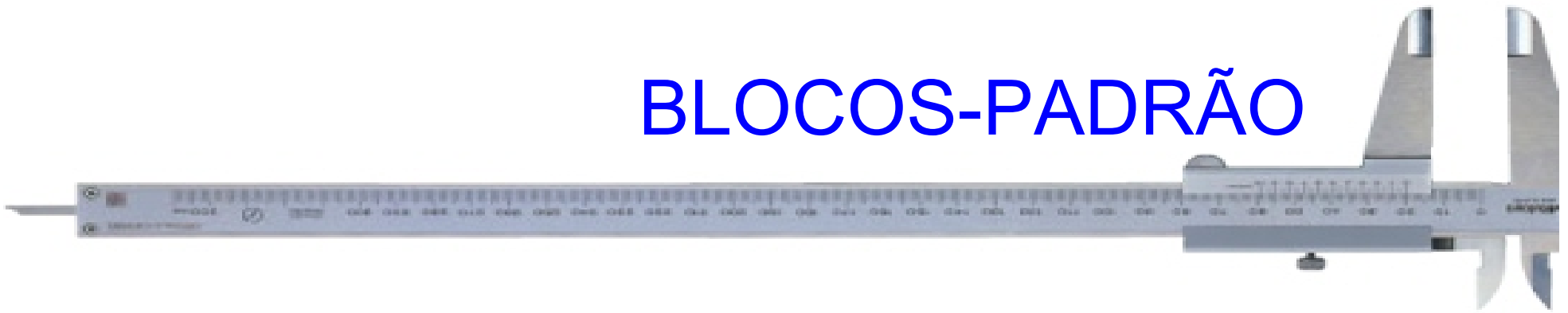


Materiais

- **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

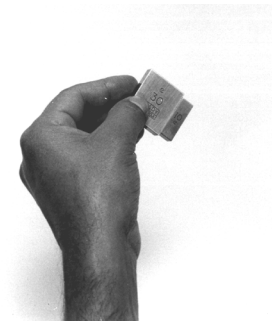
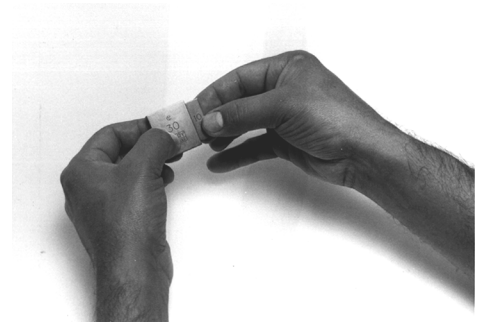


BLOCOS-PADRÃO

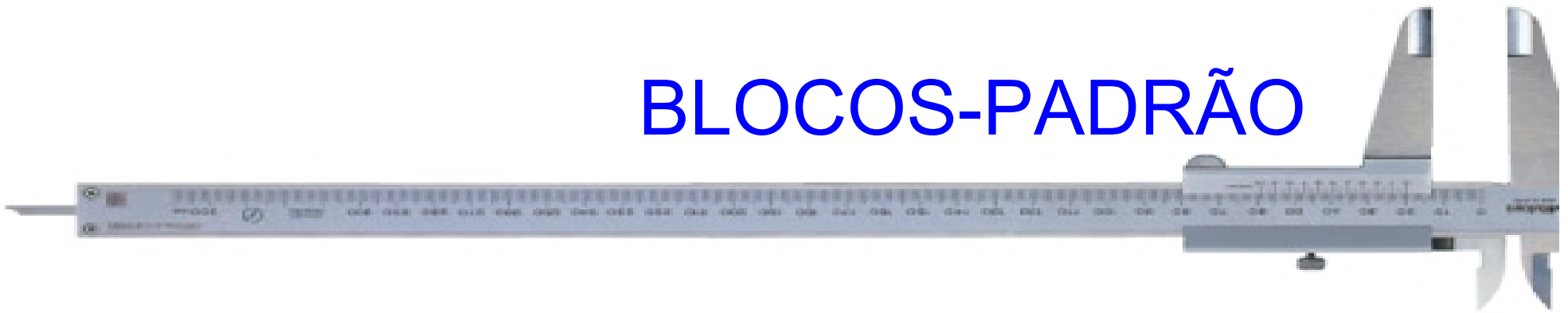


Técnica de empilhamento

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

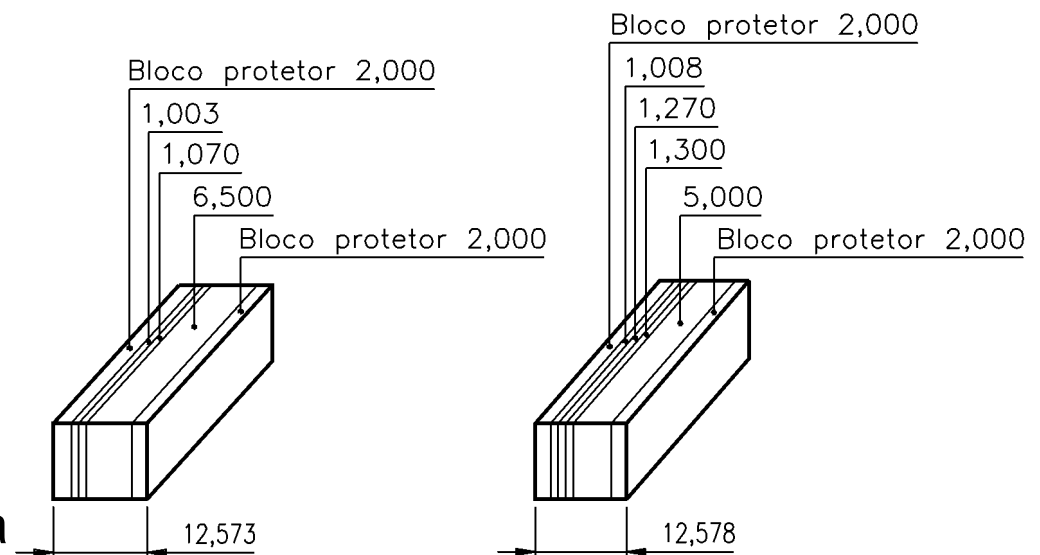
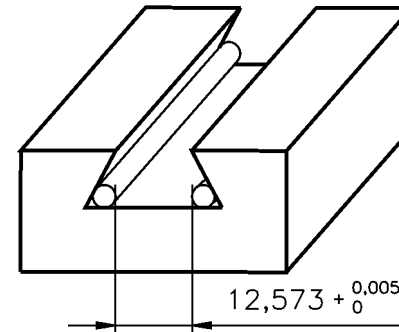


Exemplo de aplicação

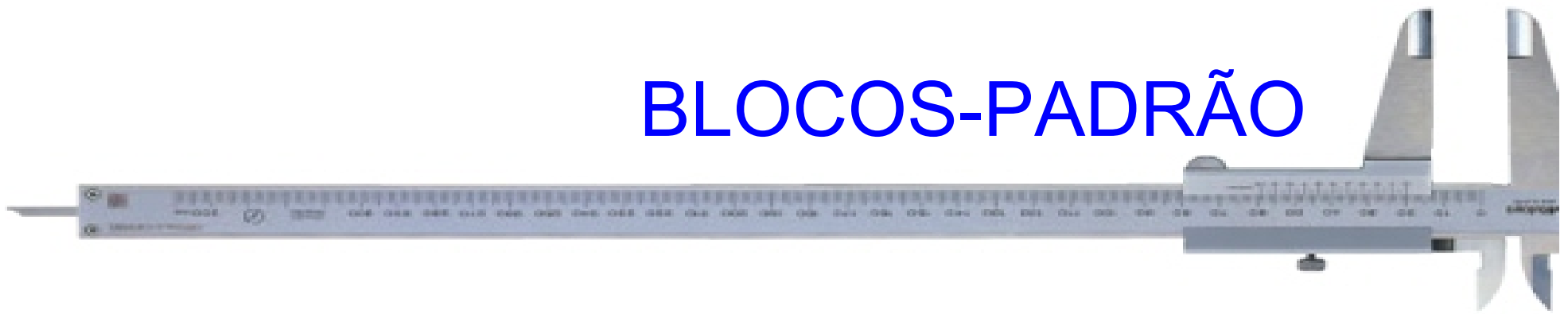
1. Verificar um rasgo em forma de rabo de andorinha com roletes, no valor de $12,573 + 0,005$.

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



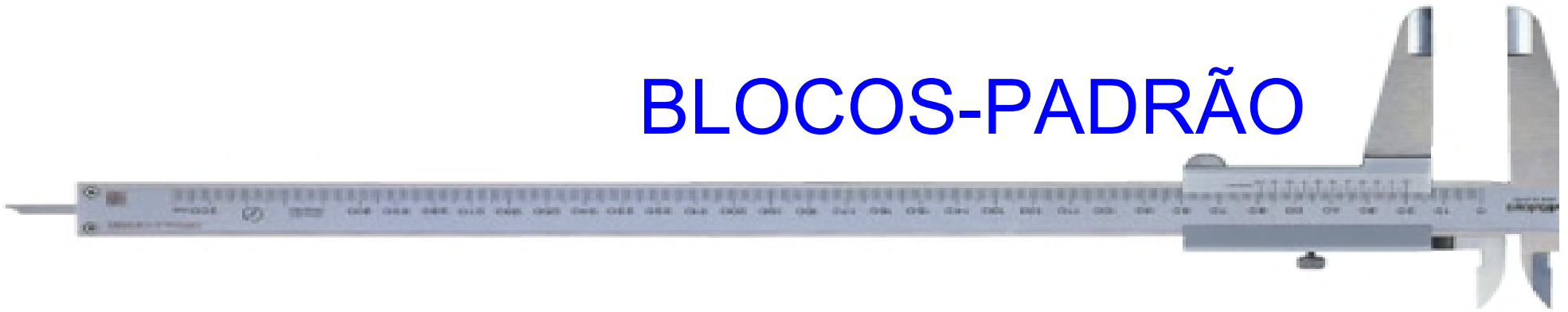
BLOCOS-PADRÃO



Exemplo de aplicação

Dimensão máxima		Dimensão mínima	
12,578		12,573	
DIM	12,578	DIM	12,573
BLOCO	4,000	BLOCO	4,000
DIM	-8,578	DIM	-8,573
	→ 2 blocos protetores		→ 2 blocos protetores
BLOCO	1,008	BLOCO	1,003
DIM	-7,570	DIM	-7,570
	→ 1		→ 1
BLOCO	1,270	BLOCO	1,070
DIM	6,300	DIM	-6,500
	→ 1		→ 1
BLOCO	1,300	BLOCO	-6,500
DIM	-5,000		0
	→ 1		→ $\frac{1}{5}$ blocos
BLOCO	-5,000		
	→ $\frac{1}{6}$ 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

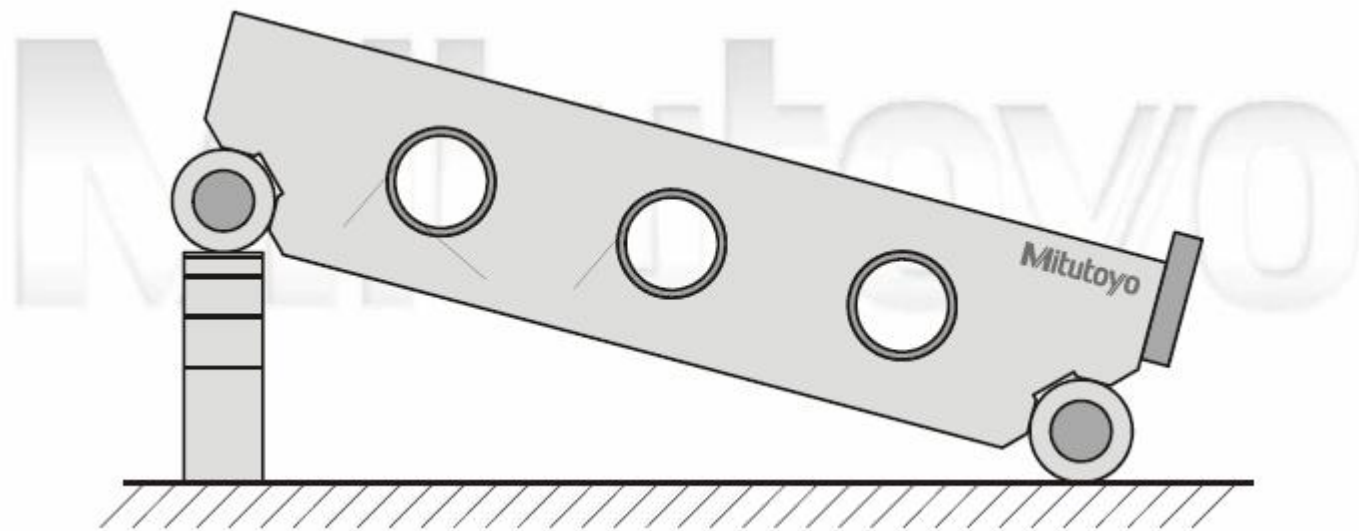
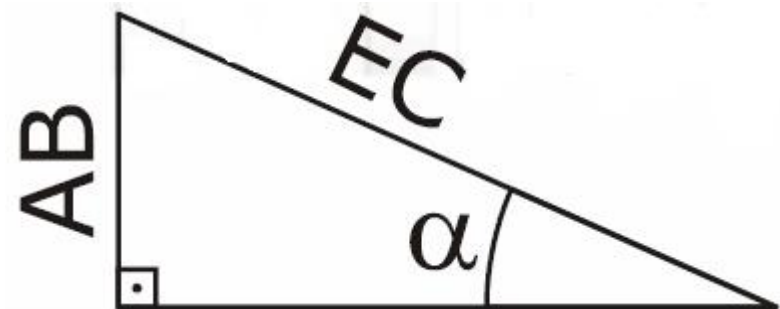
- AB: altura dos blocos

- EC: entre centros da régua

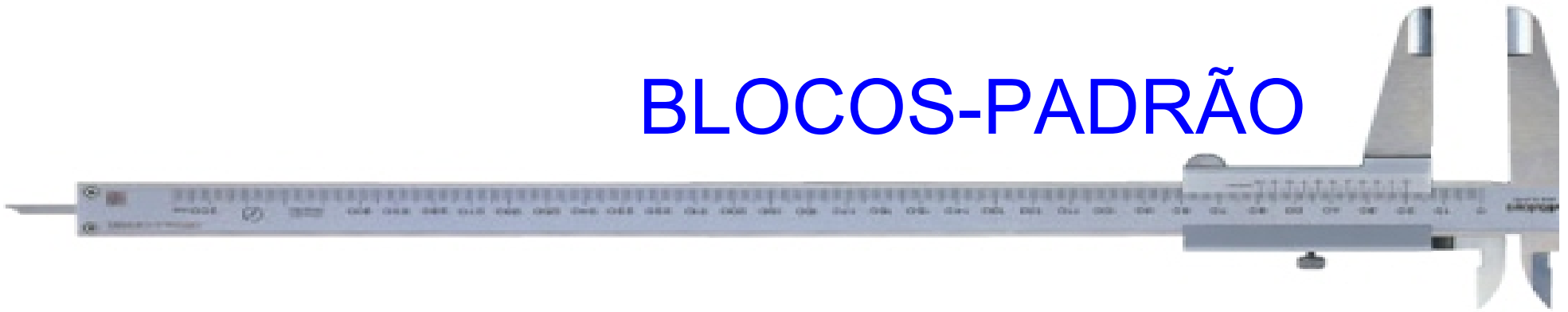
- α : ângulo desejado

- 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 desempenho, sem o uso dos blocos protetores.



CALIBRADORES



Medição indireta por comparação

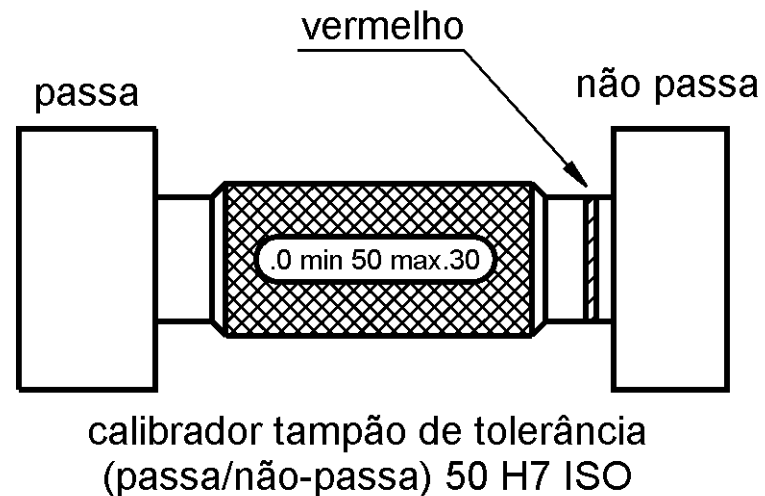
- Confrontar a peça com padrão
- Ex.: medir eixo com calibrador para eixo, furo com calibrador tampão

Calibradores

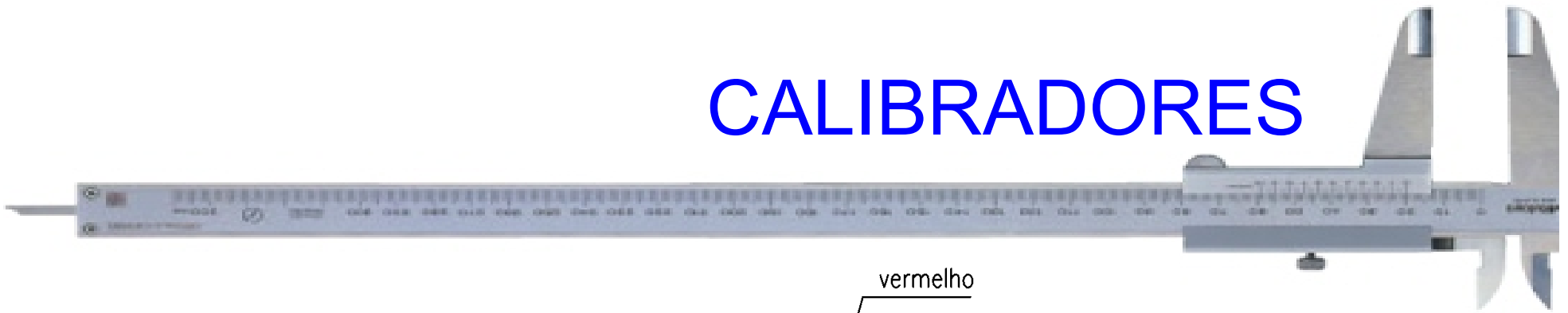
- Instrumentos que estabelecem limites máximo e mínimo das dimensões
- Aço carbono com faces de contato temperada e retificada

Tipos

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

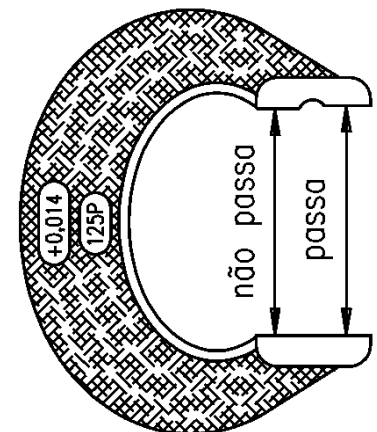
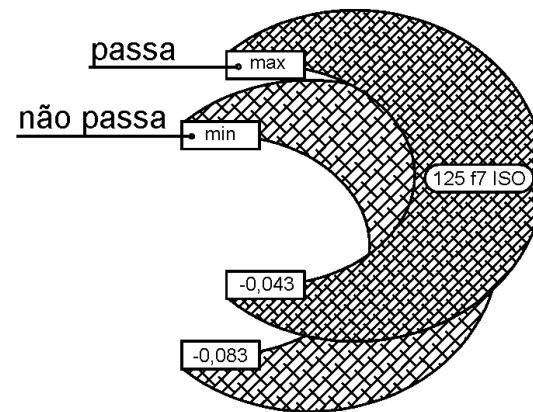
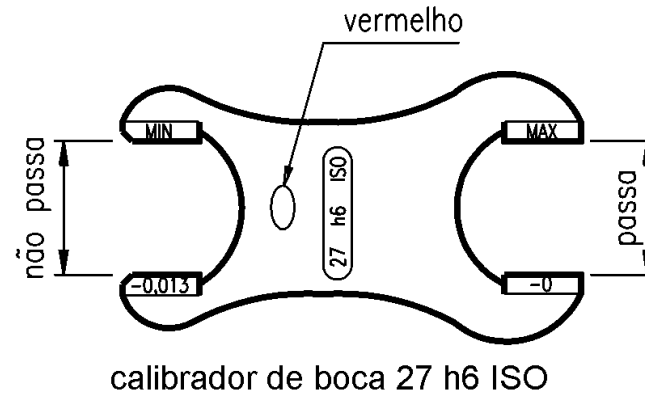


CALIBRADORES



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

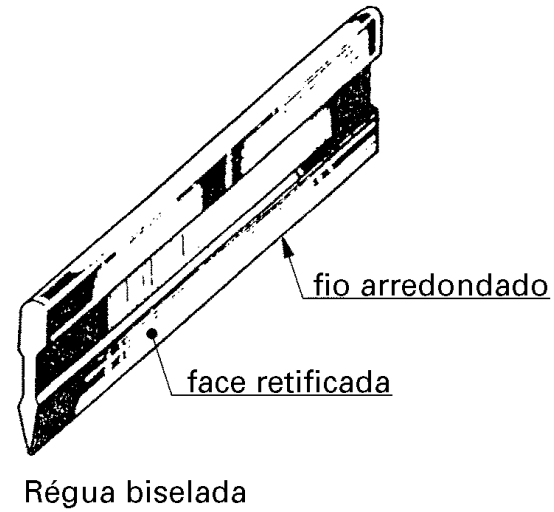


VERIFICADORES

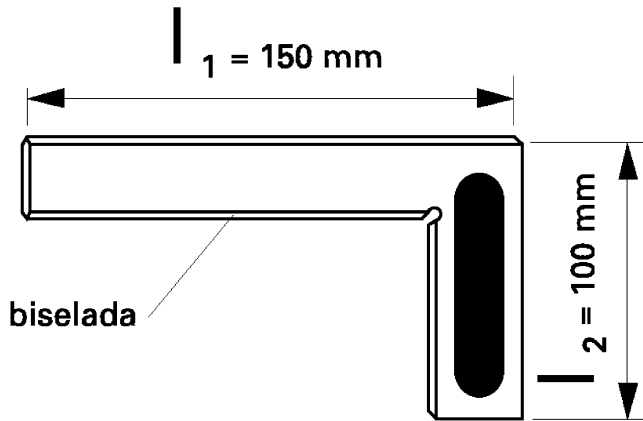


Tipos

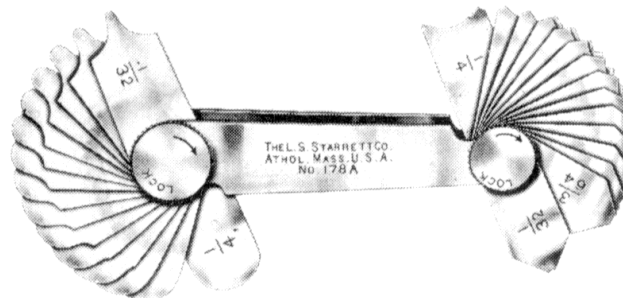
- Régua de controle
- Verificação de superfícies planas
- Esquadro de precisão
- Verificação de superfícies em 90°
- Verificador de raio



Régua biselada



lâmina biselada

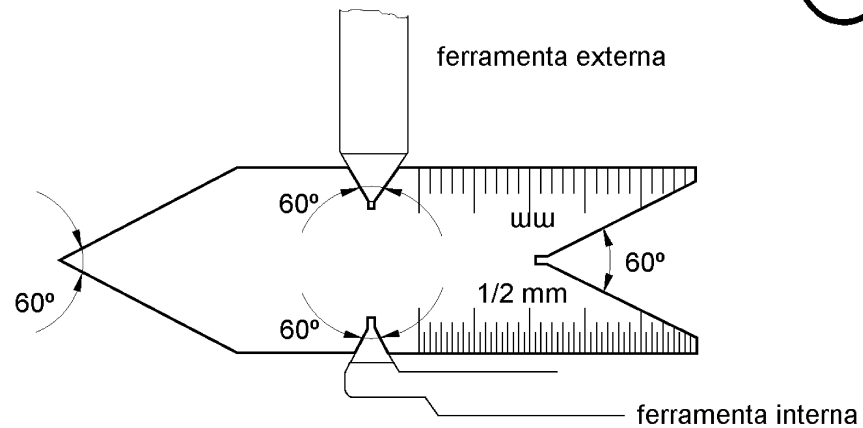
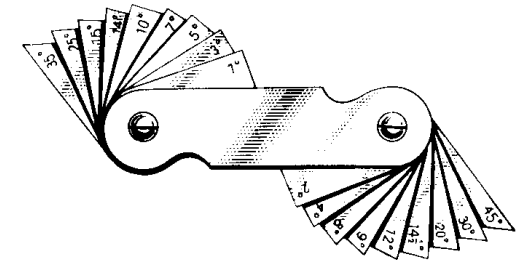
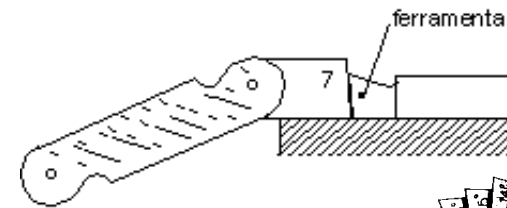


VERIFICADORES

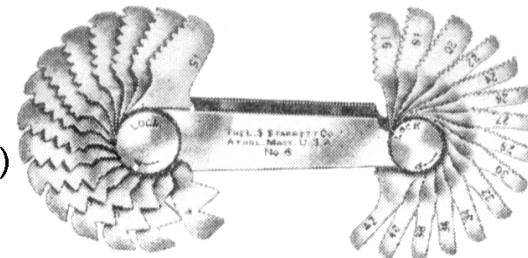


Tipos

- Verificador de ângulos
- Escantilhões
 - Rosca métrica
 - Rosca whitworth
- Verificador de rosca



calibrador de rosca
(passo em milímetros)

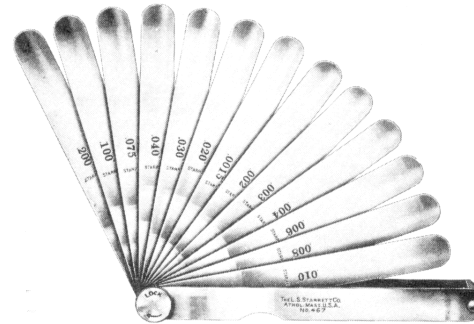


VERIFICADORES

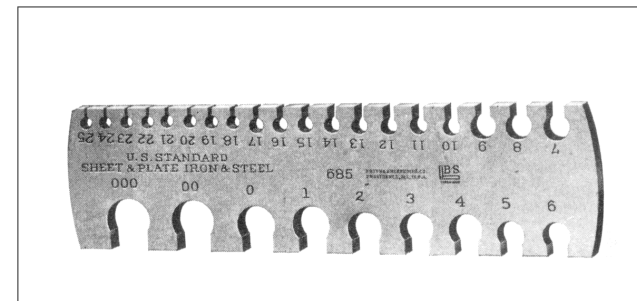
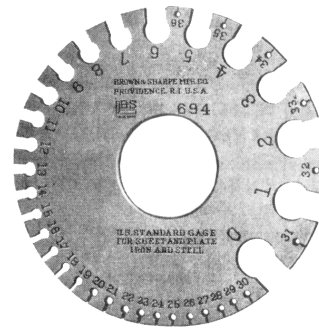


Tipos

- Verificador de folga



- Fieira
 - Chapas e fios
 - Espessuras e diâmetros

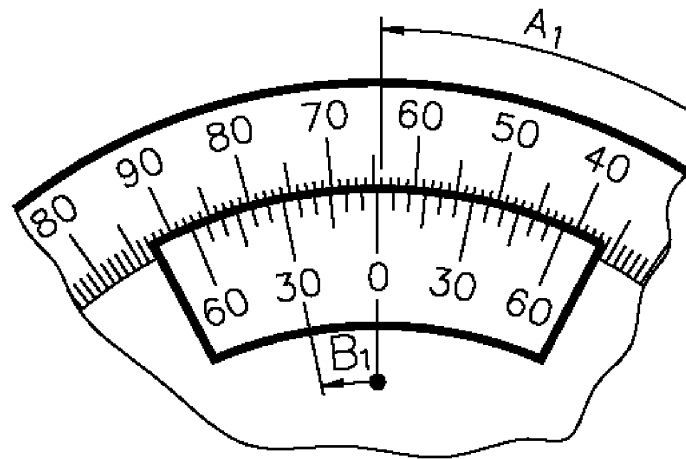


GONIÔMETRO

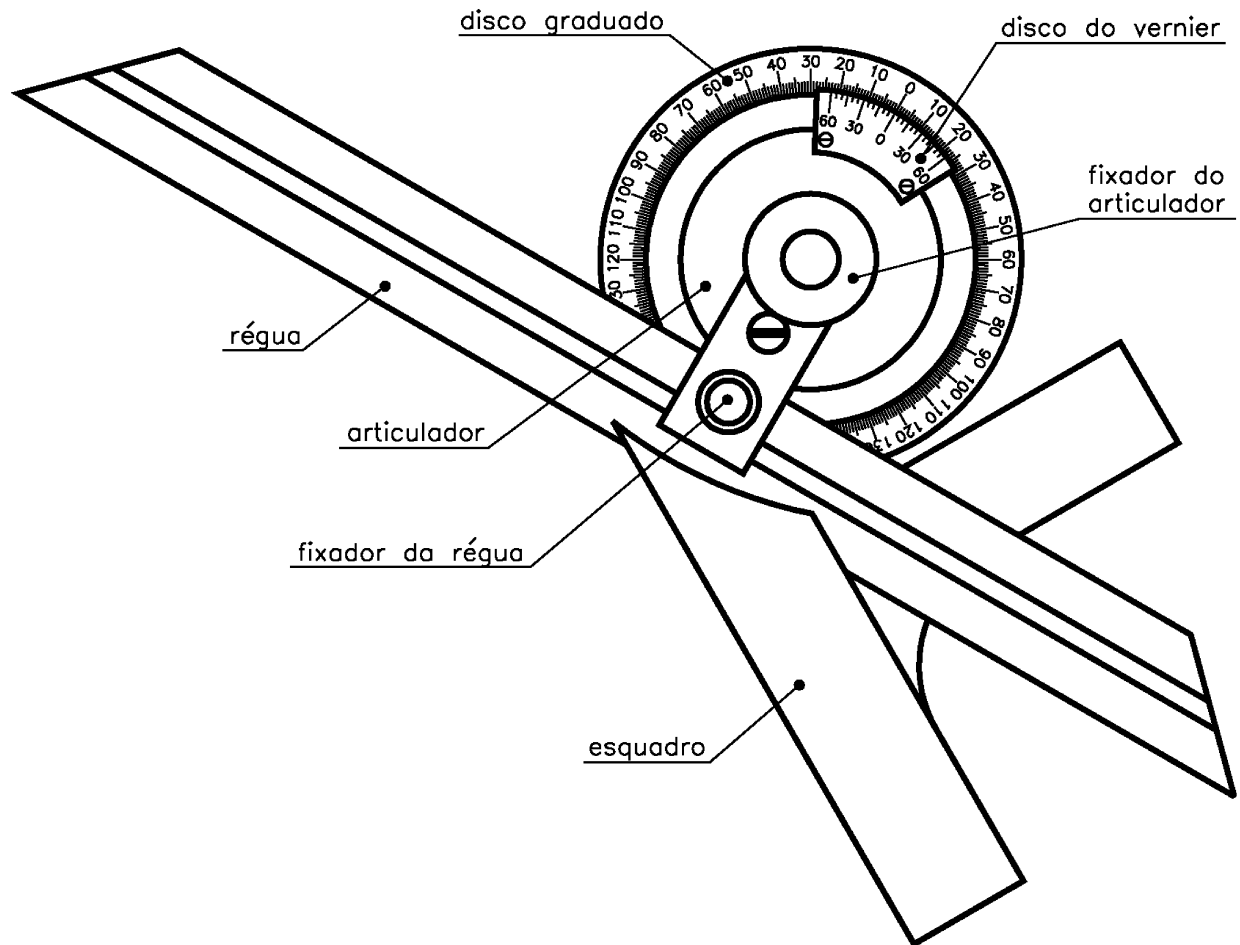


Goniômetro

- Verificador de medidas angulares
- Cálculo de resolução



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



GONIÔMETRO



Exemplos de aplicação

