

Designação da UFCD:

Metrologia dimensional

Código:

4903

Carga Horária:

25 horas

Objetivos

- Identificar, selecionar e aplicar os instrumentos de medição mais adequados à determinação e controlo das dimensões das peças, em função da geometria das mesmas.

Recursos Didáticos

Conteúdos

• Introdução à metrologia. Unidades e instrumentos

- Introdução aos sistemas unidades
- Unidades fundamentais de medida
- Unidades de medidas métricas, inglesas e medidas angulares
- Processos e cuidados para evitar erros de leitura
- Instrumentos de medição e verificação: escala (régua graduada); transferidor; fita métrica; esquadros; compassos de exteriores, de interiores, de traçar, de pontas; paquímetros; micrómetros

• Estudo do paquímetro

- O nónio e sua aplicação nos instrumentos de medição
- Nónios retilíneos e circulares
- Tipos de paquímetros: analógicos, digitais, de profundidades, de cremalheira
- Composição, manuseamento e interpretação de leituras
- Prática de leituras com paquímetros analógicos

• Estudo do micrómetro

- Composição, manuseamento, limpeza, calibração e interpretação de leituras
- Tipos de micrómetros: de exteriores, de interiores com 2 contactos, de interiores com 3 contactos, de profundidades
- Prática de leituras com micrómetros analógicos

• Outros instrumentos de medição e verificação

- Comparadores (relógios de medida), calibres ou gabaritos (medição de passos de rosca ângulos e interstícios), régua de senos
- Calibres tampão e calibres de roscas: vantagens na utilização destes, composição e manuseamento
- Rugosímetro

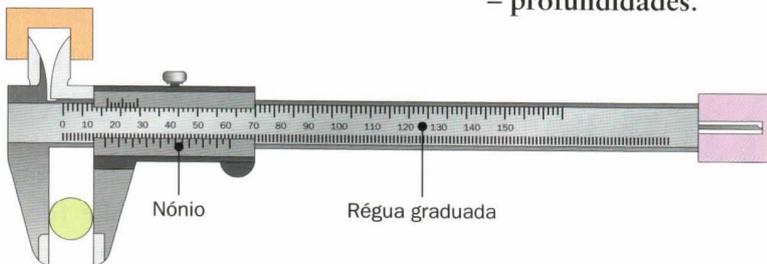
1- Instrumentos de medida utilizados em Mecânica

PAQUÍMETRO

Instrumento de medida muito utilizado e de fácil manejo, que se destina a medir comprimentos em geral inferiores a 200 mm.

Está concebido para fazer medições de:

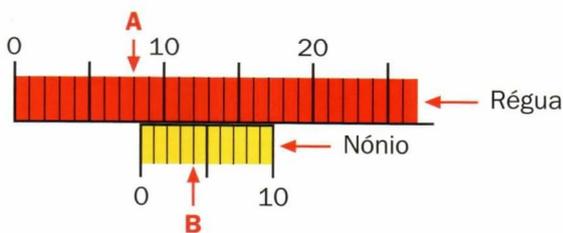
- comprimentos e diâmetros exteriores;
- comprimentos e diâmetros interiores;
- profundidades.



Utilização do paquímetro

O **paquímetro** é, basicamente, constituído por uma régua graduada em milímetros e polegadas. Sobre esta régua desliza um cursor onde se encontra uma pequena escala que se chama **nónio** e que se apresenta dividido em 10 ou 20 partes.

Depois de ajustar os bicos do paquímetro à peça a medir, faz-se a leitura da seguinte forma:



1 - Lê-se, na escala da régua, o valor em milímetros indicado pela divisão que está imediatamente antes do zero do nóvio (neste exemplo, **A = 8 mm**).

2 - Lê-se o número correspondente à divisão do nóvio que coincide com qualquer divisão da régua (no exemplo, **B = 4**).

3 - A medida do comprimento será **A + B**:

$$8 + 0,4 = 8,4 \text{ mm}$$

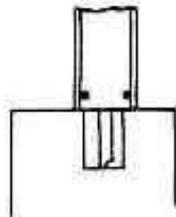
Fonte - Ribeiro, A. Mendes et all. Ideias e Projectos. Porto Editora 2006



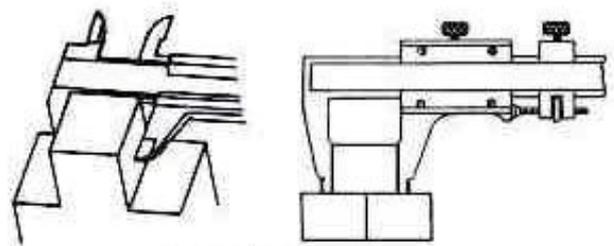
Fonte - Faleiro, Armando et all. Ideias e Projectos. Porto Editora 2006



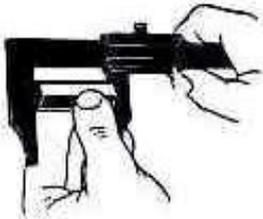
1 - Medição de um Anel



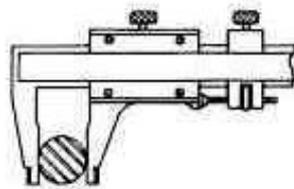
2 - Medição de Profundidade



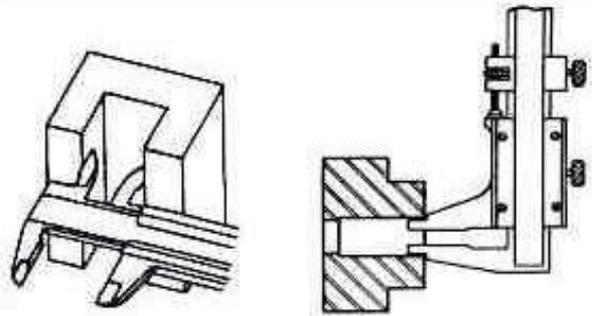
3 - Medição Externa



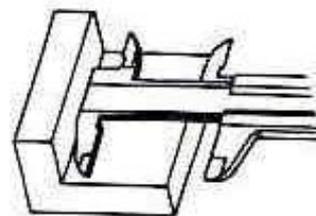
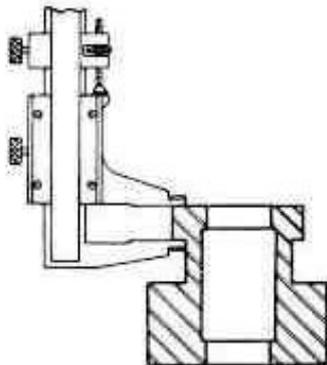
4 - Medição de um Cilindro



5 - Medição do Diâmetro de uma Peça Cilíndrica



6 - Medição Interna



7 - Medição de um Ressalto

Fonte - Web

1.1 - Micrómetro

Micrómetro

Os micrómetros são instrumentos que permitem fazer medições com a precisão de 0,01 mm ou 0,001 mm, conforme as suas características. O nome micrómetro deriva de micro, que corresponde à milésima parte do milímetro (0,001 mm).

Este instrumento é basicamente constituído por um parafuso com o passo de 0,5 mm ou 1 mm (o passo de um parafuso é a distância que ele avança quando se lhe dá um volta completa) que se encontra no interior de um cilindro graduado em milímetros e de um tambor graduado na periferia. Este mecanismo está ligado a um arco em forma de U que contém na extremidade a ponta fixa (ver figura).

Utilização do micrómetro de exteriores

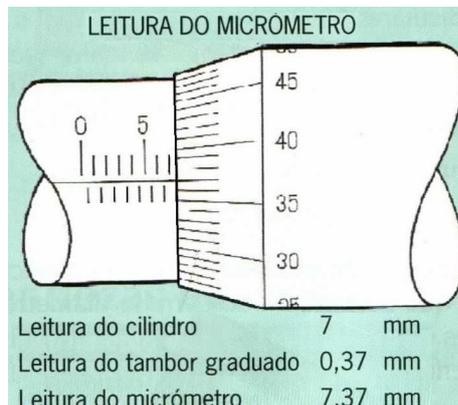
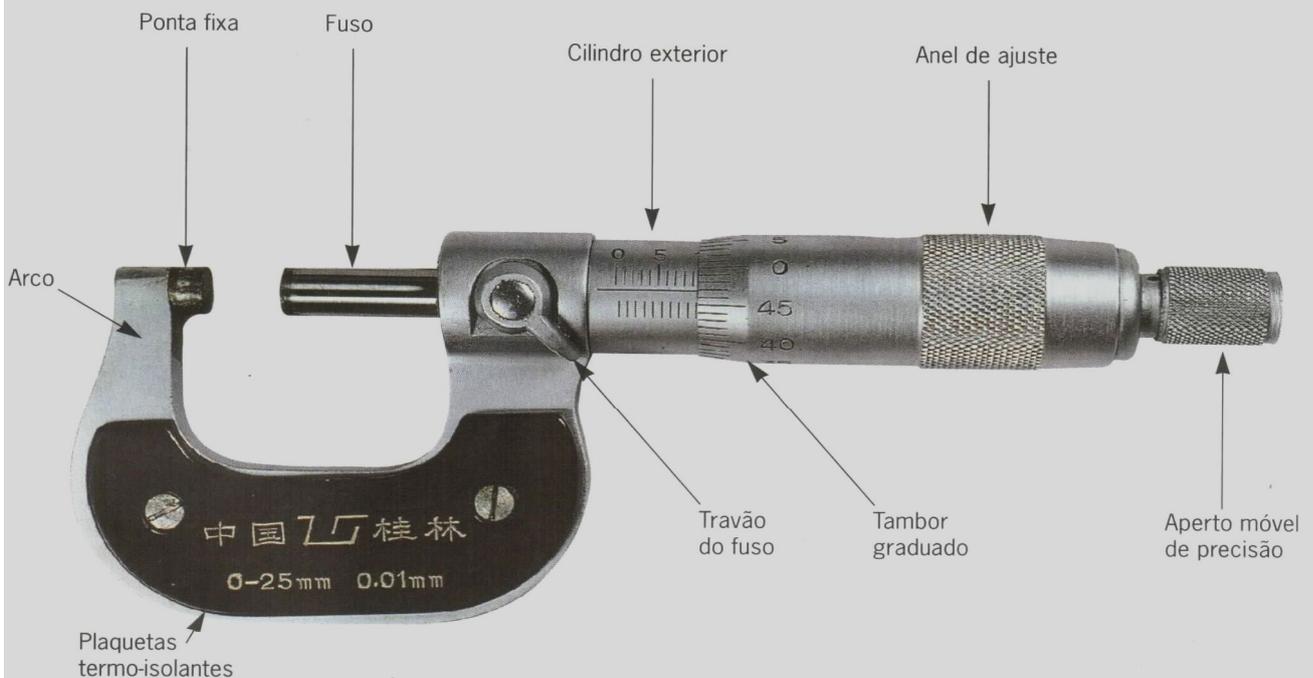
Após colocar a peça entre a ponta fixa e o fuso, roda-se o tambor e o botão de aperto de precisão, de forma a exercer uma pequena pressão na peça.

A leitura faz-se do seguinte modo:

- 1 – Toma-se o valor em milímetros na escala principal ($A + B = 11 \text{ mm} + 0,50 \text{ mm}$).
- 2 – Lê-se o valor correspondente ao traço do tambor coincidente com a linha de referência ($C = 0,17 \text{ mm}$).

Leitura: $A + B + C$

$$11 + 0,50 + 0,17 = 11,67 \text{ mm}$$



Fonte- Ribeiro, A. Mendes et all. Ideias e Projectos 9ºAno. Porto Editora 1998

2 - Outros instrumentos de mecânica.

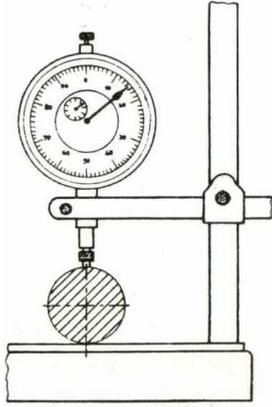


Fig. 14.55— Comparador de engrenagens

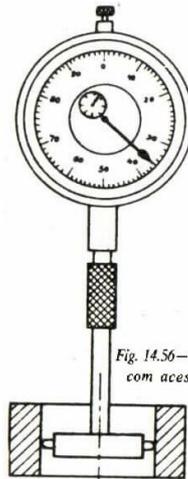


Fig. 14.56— Comparador de engrenagens com acessório para medir interiores

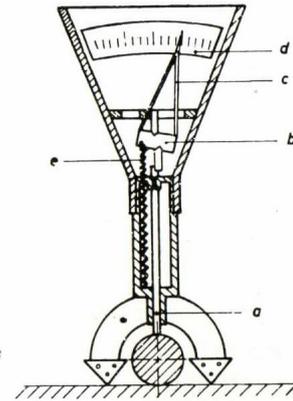


Fig. 14.54— Comparador de alavanca em corte

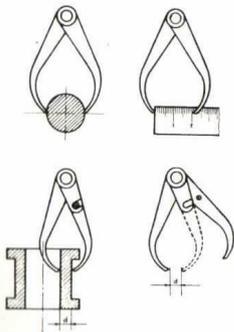


Fig. 14.43— Utilização do compasso de volta

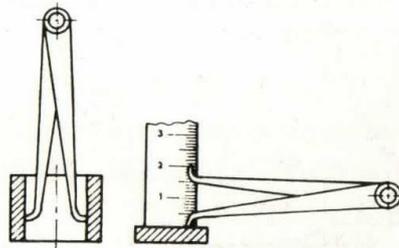


Fig. 14.44— Utilização do compasso de pernas

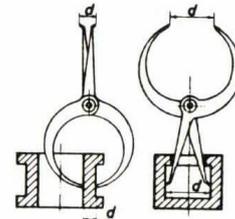


Fig. 14.45— Utilização do compasso bailarino como compasso de exteriores e interiores

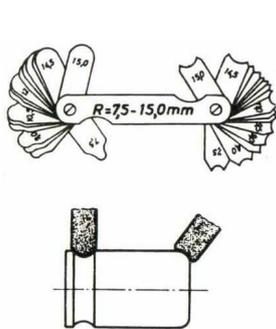


Fig. 14.38— Escantilhões de concordâncias e sua utilização

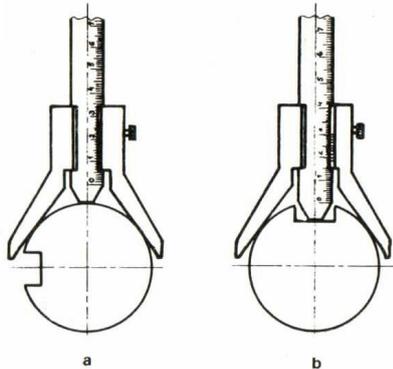


Fig. 14.51— Medidor de correção

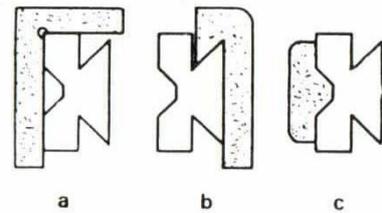


Fig. 14.39— Verificação de ângulos com esquadros e mestras

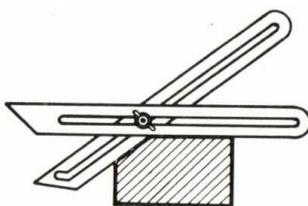


Fig. 14.40— Esquadro regulável

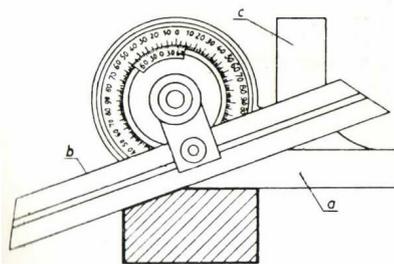


Fig. 14.58— Suta universal

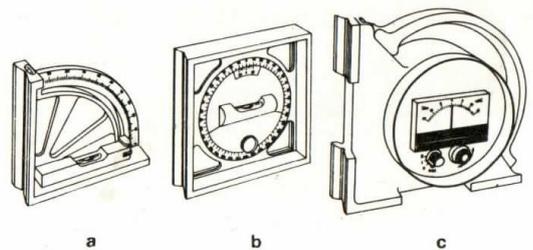


Fig. 14.59— Inclínômetros

Fonte: Cunha, Luis Veiga. Desenho Técnico. Fundação Cal. Gulbenkian. 1980

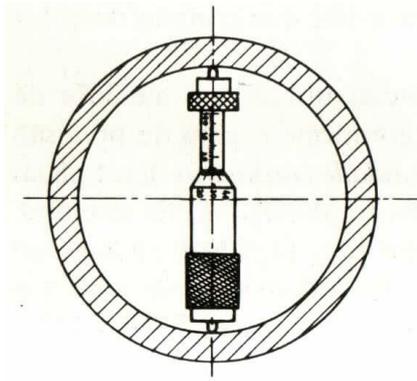


Fig. 14.52 – Micrómetro de interiores

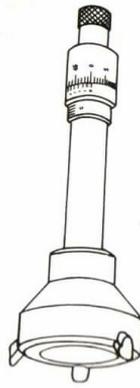


Fig. 14.53 – Micrómetro de interiores

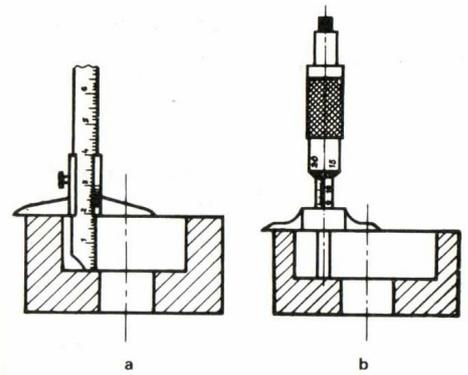


Fig. 14.50 – Medidores de profundidades ordinário e micrométrico

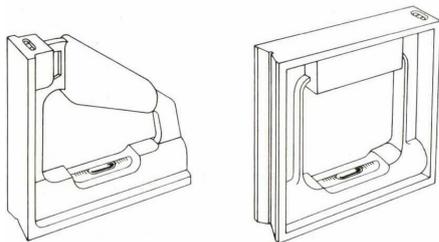


Fig. 14.42 – Níveis de bolha de ar para verificação de superfícies horizontais e verticais

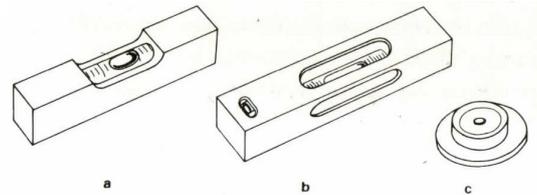


Fig. 14.41 – Níveis de bolha de ar

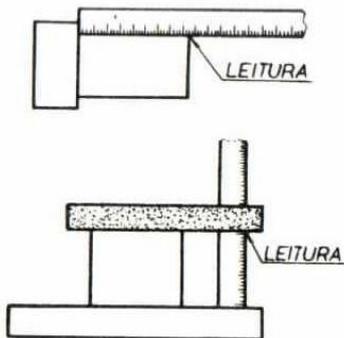


Fig. 14.46 – Utilização da régua graduada

Fonte: Cunha, Luis Veiga. Desenho Técnico. Fundação Cal. Gulbenkian. 1980

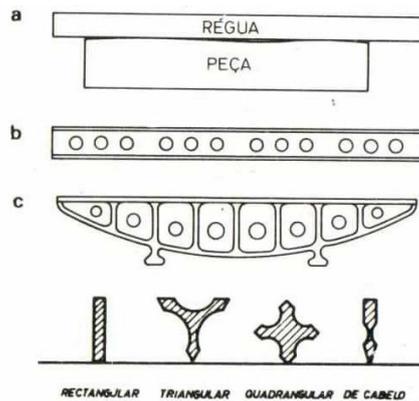
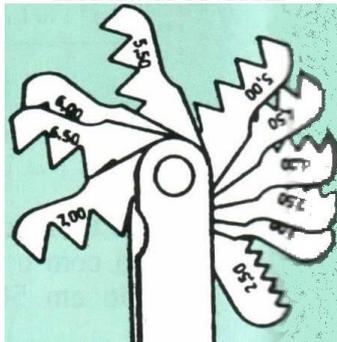


Fig. 14.37 – Verificação da superfície de peças com uma régua pelo processo da fenda de luz. Perfis de régua de aço

Escantilhão de roscas



O **apalpa-folgas** é composto por um conjunto de lâminas com várias espessuras que se destinam à medição de folgas.

No automóvel é utilizado para medir a folga nos eléctrodos das velas, platinados, válvulas, etc.



Fonte- Ribeiro, A. Mendes et all. Ideias e Projectos 9ºAno. Porto Editora 1998

3 – Sistema internacional de medidas (SI)

Unidades de base do SI

Grandeza de base		Unidade de base	
Nome	Símbolo característico	Nome	Símbolo
Tempo	<i>t</i>	segundo	s
Comprimento	<i>L, x, r, etc.</i>	metro	m
Massa	<i>m</i>	kilograma	kg
Corrente elétrica	<i>I, i</i>	ampere	A
Temperatura termodinâmica	<i>T</i>	kelvin	K
Quantidade de matéria	<i>n</i>	mole	mol
Intensidade luminosa	<i>I_v</i>	candela	cd

Unidades do SI com nomes e símbolos especiais (parte)

Grandeza derivada	Nome	Expressão em unidades de base do SI	Expressão em outras unidades do SI
Ângulo plano	radiano (<i>a</i>)	rad = m m ⁻¹	
Ângulo sólido	esterradiano (<i>b</i>)	sr = m ² m ⁻²	
Frequência	hertz (<i>c</i>)	Hz = s ⁻¹	
Força	newton	N = kg m s ⁻²	
Pressão, tensão	pascal	Pa = kg m ⁻¹ s ⁻²	
Energia, trabalho, quantidade de calor.	joule	J = kg m ² s ⁻²	N m
Potência, fluxo energético	watt	W = kg m ² s ⁻³	J s ⁻¹
Carga elétrica	coulomb	C = s A	
Diferença de potencial elétrico (<i>d</i>)	volt	V = kg m ² s ⁻³ A ⁻¹	W A ⁻¹
Capacidade elétrica	farad	F = kg ⁻¹ m ² s ⁴ A ²	C V ⁻¹
Resistência elétrica	ohm	Ω = kg m ² s ⁻³ A ⁻²	V A ⁻¹

Unidades derivadas do SI

Grandeza derivada	Símbolo característico da grandeza	Unidade derivada expressa em unidades de base
Superfície	A	m ²
Volume	V	m ³
Velocidade	v	m s ⁻¹
Aceleração	a	m s ⁻²
Número de onda	σ	m ⁻¹
Massa volúmica	ρ	kg m ⁻³
Massa superficial	ρ _A	kg m ⁻²
Volume mássico	v	m ³ kg ⁻¹
Densidade de corrente	j	A m ²
Campo magnético	H	A m ⁻¹
Concentração de quantidade de matéria	c	mol m ⁻³
Concentração mássica	ρ, γ	kg m ⁻³
Luminância	L _v	cd m ⁻²

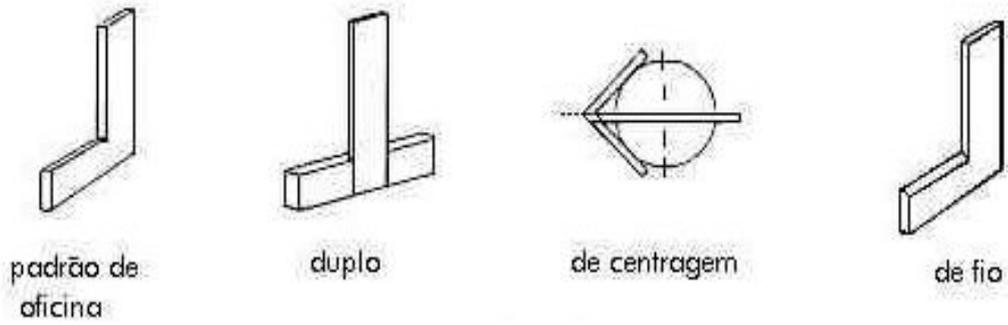
Prefixos e símbolos do SI

Fator	Nome	Símbolo	Fator	Nome	Símbolo
10 ¹	deca	da	10 ⁻¹	deci	d
10 ²	hecto	h	10 ⁻²	centi	c
10 ³	kilo	k	10 ⁻³	mili	m
10 ⁶	mega	M	10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁹	giga	G	10 ⁻⁹	nano	n
10 ¹²	tera	T	10 ⁻¹²	pico	p
10 ¹⁵	peta	P	10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ¹⁸	exa	E	10 ⁻¹⁸	atto	a
10 ²¹	zetta	Z	10 ⁻²¹	zepto	z
10 ²⁴	yotta	Y	10 ⁻²⁴	yocto	y

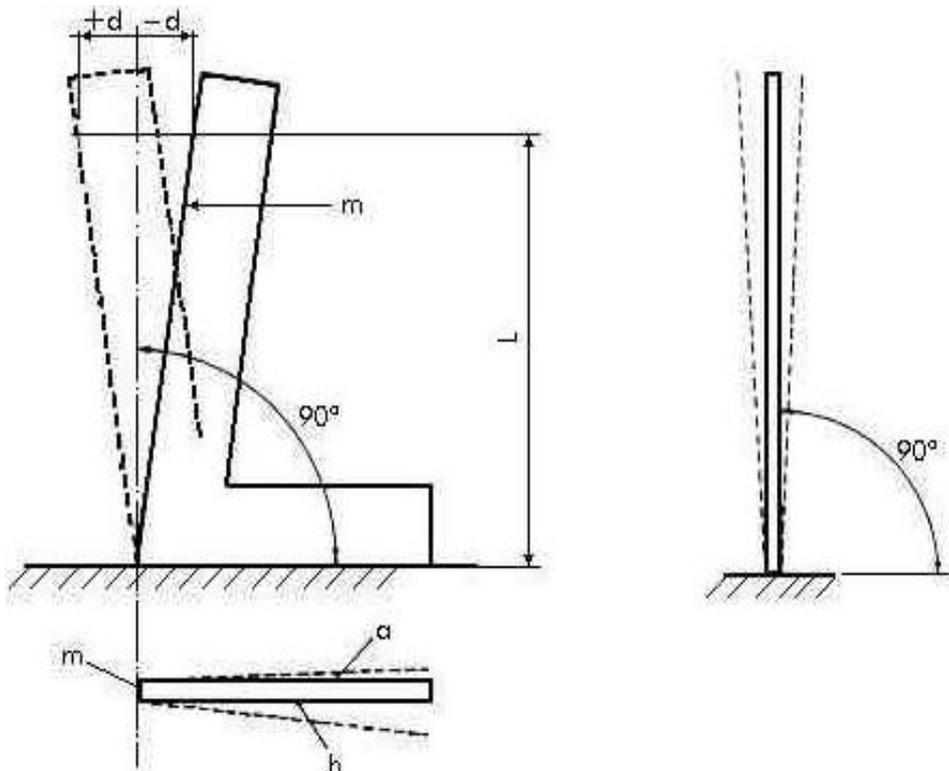
Fonte - Decreto-Lei n.º 76/2020 de 25 de setembro

4 - Outros instrumentos e equipamentos de mecânica e cuidados a ter com erros

Tipos de esquadros de oficina



Erro de perpendicularíssimo em esquadros.

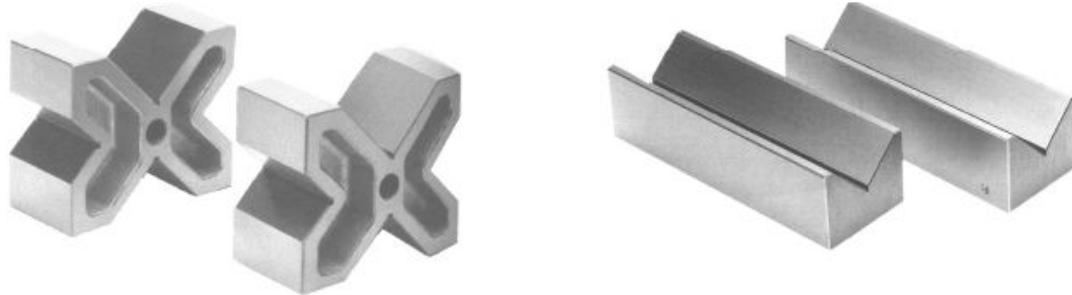


Fonte - Instrumentos auxiliares medição - PROF MARCO CAVACO - UFSC FLORIANOPOLIS

Plano de precisão (rascado) - ferramenta utilizada essencialmente na traçagem de precisão.



Cavedais em v - são ferramentas utilizadas essencialmente para apoiar peças nas mais diversas operações.



Rugosímetro é um instrumento industrial usado para medir a rugosidade, a textura e a ondulação dos materiais ferrosos e não ferrosos.



Foto de um exemplo de Rugosímetro

5- Sistema imperial

Há países como os EUA que continuam a usar o antigo sistema inglês.

Apesar da Europa ter aderido ao SI, ainda se usa este sistema, por exemplo as canalizações de água têm as roscas em polegadas, e a medida que conta é do diâmetro interno, por exemplo em casa o mais usado é $\frac{1}{2}$ ", que equivale a $0.5 \times 25.4 = 12.7$ mm pois uma polegada vale 25.4 mm e representa-se por ".

O pé (ft) representa-se por ' e vale 12 polegadas, feitas as contas são 304,8 mm.

No automóvel ainda são usadas pelo menos duas medidas em polegadas, as jantes e os tubos dos travões e do ar condicionado podendo algumas roscas das ligações dos tubos já serem em mm.

Apresenta-se uma tabela de conversão para algumas unidades incluindo do sistema imperial.

São apresentadas nesta tabela as equações para fazer as conversões das temperaturas. Na temperatura $^{\circ}\text{C}$ (celsius) = K (kelvin), e $0^{\circ}\text{C} = 273,15\text{ K}$ pelo que $0\text{ K} = -273,15^{\circ}\text{C}$ (ver DL 76/2020).

Ao fazer cálculos de temperatura é irrelevante usar K ou $^{\circ}\text{C}$ mas na radiação tem de se usar K.

Tabela C-3 Factores de conversão de algumas unidades para unidades do Sistema Internacional.

Para converter de:	Para:	Multiplicar por:
ångstrom	metro	1.0×10^{-10}
atmosfera	pascal	101325
(atm)(pé) ³	Btu	2.7195
(atm)(dm ³)	joule	101.325
(atm)(dm ³)	caloria	24.217
bar	pascal	1.0×10^5
(bar)(dm ³)	joule	100
(bar)(dm ³)	caloria	418.4
British thermal unit - IT (Btu)	joule	1055.056
Btu/(libra-massa•°F)	joule/(kg•kelvin)	4186.8
Btu/segundo	watt	1.055056×10^3
caloria (termoquímica)	joule	4.184
caloria (Internacional)	joule	4.1868
cal/(grama•°C)	joule/(kg•kelvin)	4186.8
centimetro de mercúrio (0°C)	pascal	1.3332237×10^3
centimetro de água (4°C)	pascal	98.0638
debye	coulomb•metro	3.33564×10^{-30}
dyne	newton	1.0×10^{-5}
erg	joule	1.0×10^{-7}
electrão-volt (eV)	joule	1.60218×10^{-19}
grau Fahrenheit (°F)	kelvin	$T_K = (T_F + 459.67)/1.8$
grau Rankine (°R)	kelvin	1/1.8
galão (US)	metro ³	3.78541×10^{-3}
hp	kW	0.7457
jarda	metro	9.144×10^{-1}
kJ/kg	metro ² /s ²	1000
libra-força•segundo/pé ²	pascal•s	47.88026
libra-massa	kg	4.535924×10^{-1}
libra-massa/pé ³	kg/metro ³	16.01846
libra-massa/(pé•segundo)	pascal•s	1.488164
milha	metro	1609.344
milha/hora	metro/s	4.4704×10^{-1}
milimetro de mercúrio (0°C)	pascal	133.322
onça	grama	28.3495
pé	metro	3.048×10^{-1}
pé/segundo ²	metro/s ²	3.048×10^{-1}
pé•libra-força	joule	1.355818
pé ² /segundo	metro ² /s	9.290304×10^{-2}

Fonte – Azevedo, Edmundo Gomes. Termodinâmica Aplicada. Escolar Editora. 2000