



AULA 2

TOLERÂNCIA DIMENSIONAL

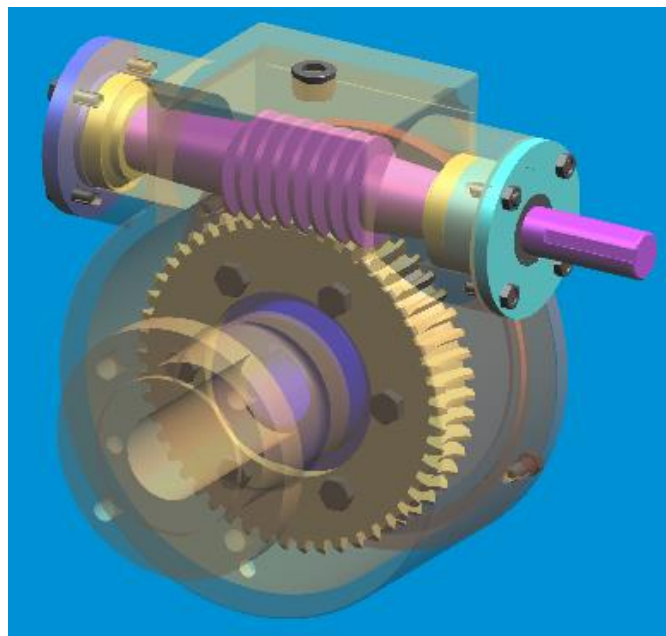
Disciplina

SEM 0560 - Fabricação Mecânica por Usinagem

Professores

Alessandro Roger Rodrigues

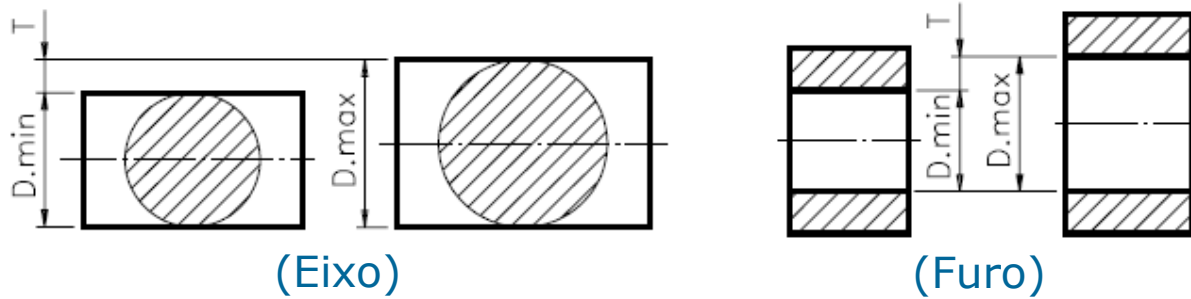
Renato Goulart Jasinevicius



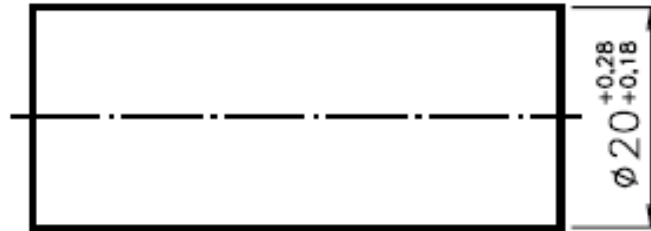
Conjunto Mecânico

DEFINIÇÕES

Tolerância: variação entre as dimensões máxima e mínima de uma peça



Afastamentos: desvios aceitáveis da dimensão nominal, para mais e para menos



Medida nominal: 20 mm

Afastamento superior: 0,28 mm

Afastamento inferior: 0,18 mm

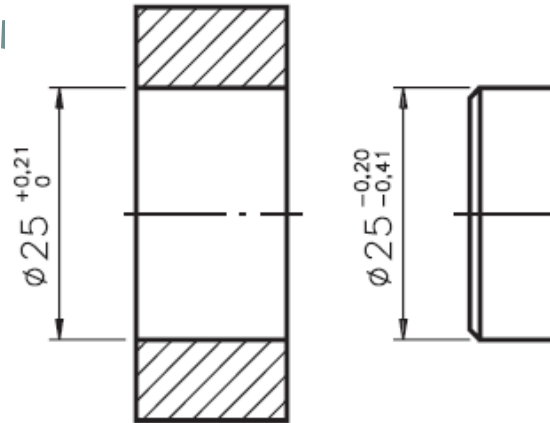
Dimensão máxima: 20,28 mm

Dimensão mínima: 20,18 mm

Tolerância: 0,10 mm

TIPOS DE AJUSTE

Ajuste com Folga



Furo

Dmax: 25,21

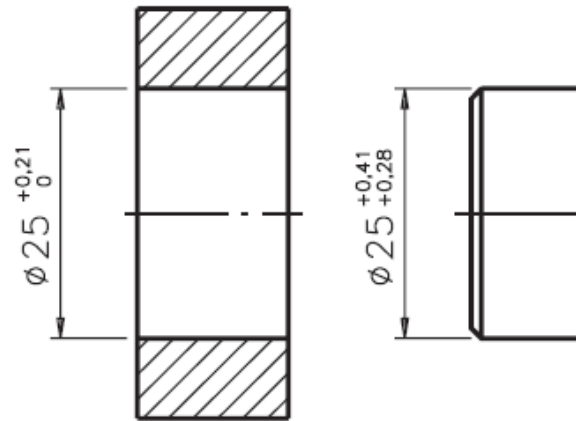
Dmin: 25,00

Eixo

Dmax eixo: 24,80

Dmin eixo: 24,59

Ajuste com Interferência



Furo

Dmax: 25,21

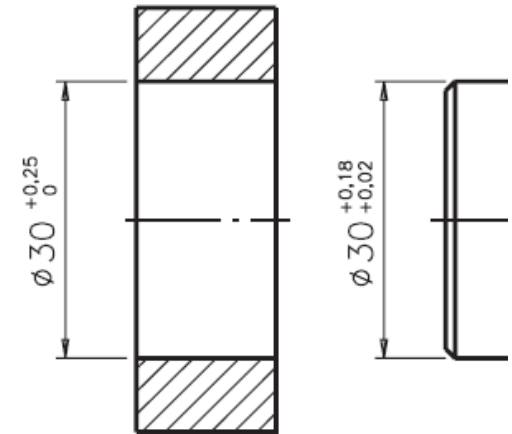
Dmin: 25,00

Eixo

Dmax eixo: 25,41

Dmin eixo: 25,28

Ajuste Incerto



Furo

Dmax: 30,25 (F)

Dmin: 30,00 (I)

Eixo

Dmax eixo: 30,18 (I/F)

Dmin eixo: 30,02 (I/F)

APLICAÇÕES DOS AJUSTES

Ajuste com Folga

Eixos, Polias, Pinos
Engrenagens



 www.starbike.com

Eixo Estriado



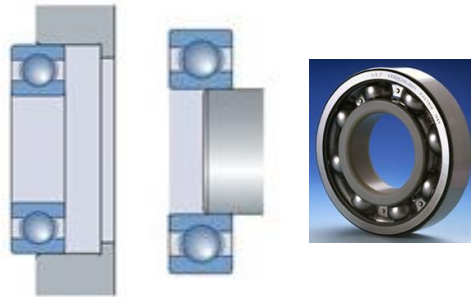
Engrenagem

Ajuste com Interferência

Buchas a pressão
Peças de travamento



Buchas a pressão



Rolamento

Ajuste Incerto

Assentos de rolamentos
Pinhões em eixo-árvore



Caixa de Rolamento



Coroa-Pinhão

SISTEMA DE TOLERÂNCIA E AJUSTES (ABNT/ISO)

Qualidade de trabalho: precisão da peça ou tamanho do intervalo
(números 01 a 16)

		Qualidade de Trabalho																	
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
Eixos		mecânica extra-precisa					mecânica corrente						mecânica grosseira						
Furos		mecânica extra-precisa					mecânica corrente						mecânica grosseira						

Campo de tolerância: valores entre as dimensões máxima e mínima ou posição do intervalo

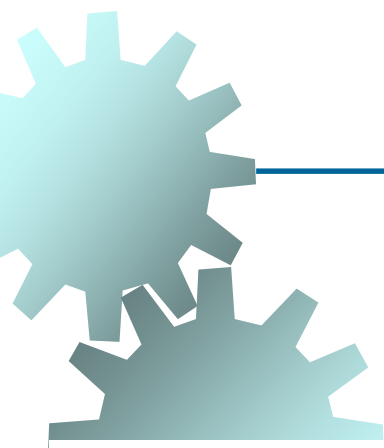
(letras a/A a zc/ZC)

a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j	js	k
m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc

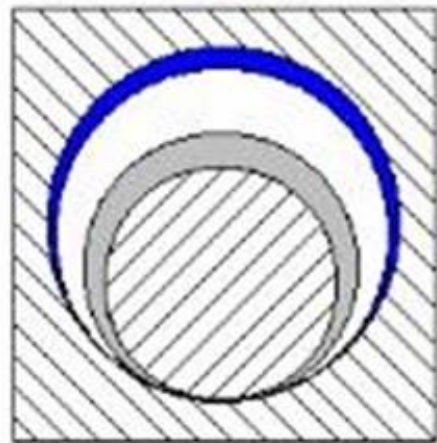
(Eixo)

A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J	JS	K
M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC

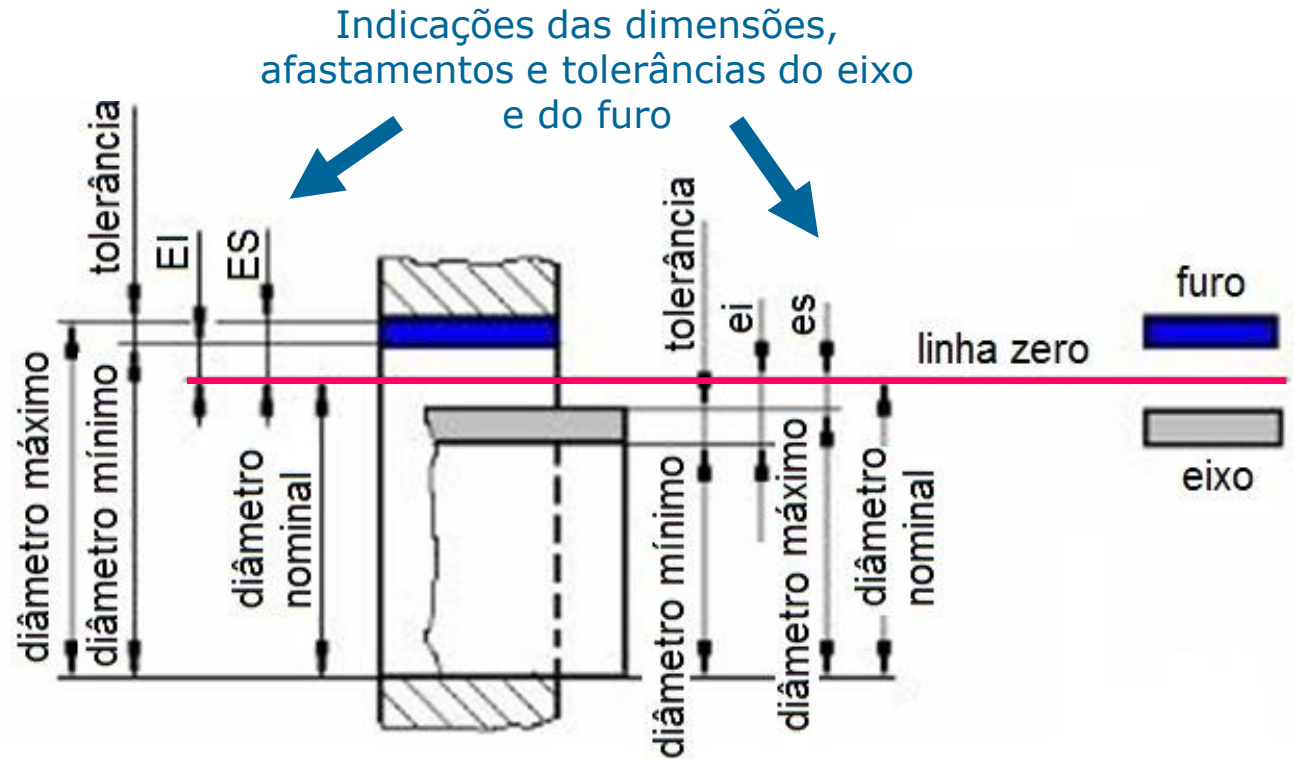
(Furo)



LINHA ZERO OU DIMENSÃO NOMINAL

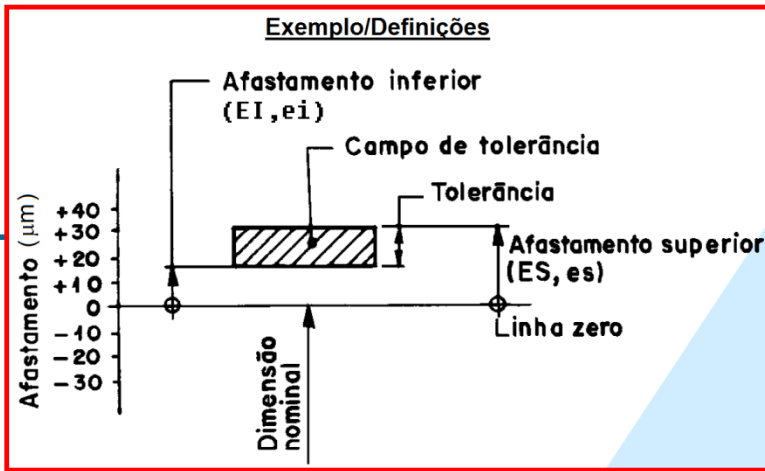


Vista Frontal
(montagem eixo-furo)



Vista Lateral
(montagem eixo-furo)

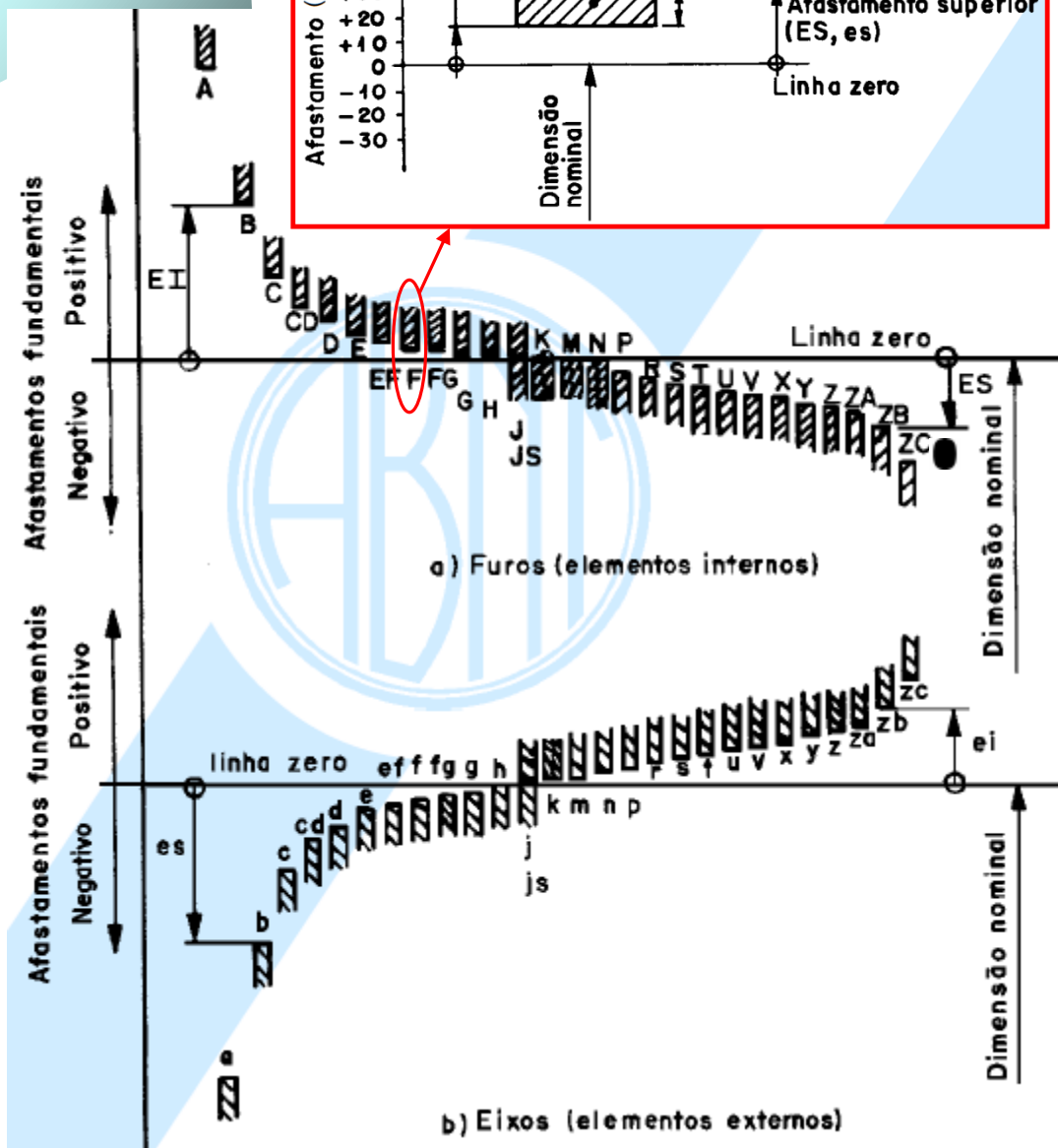
POSIÇÕES DOS AFASTAMENTOS FUNDAMENTAIS



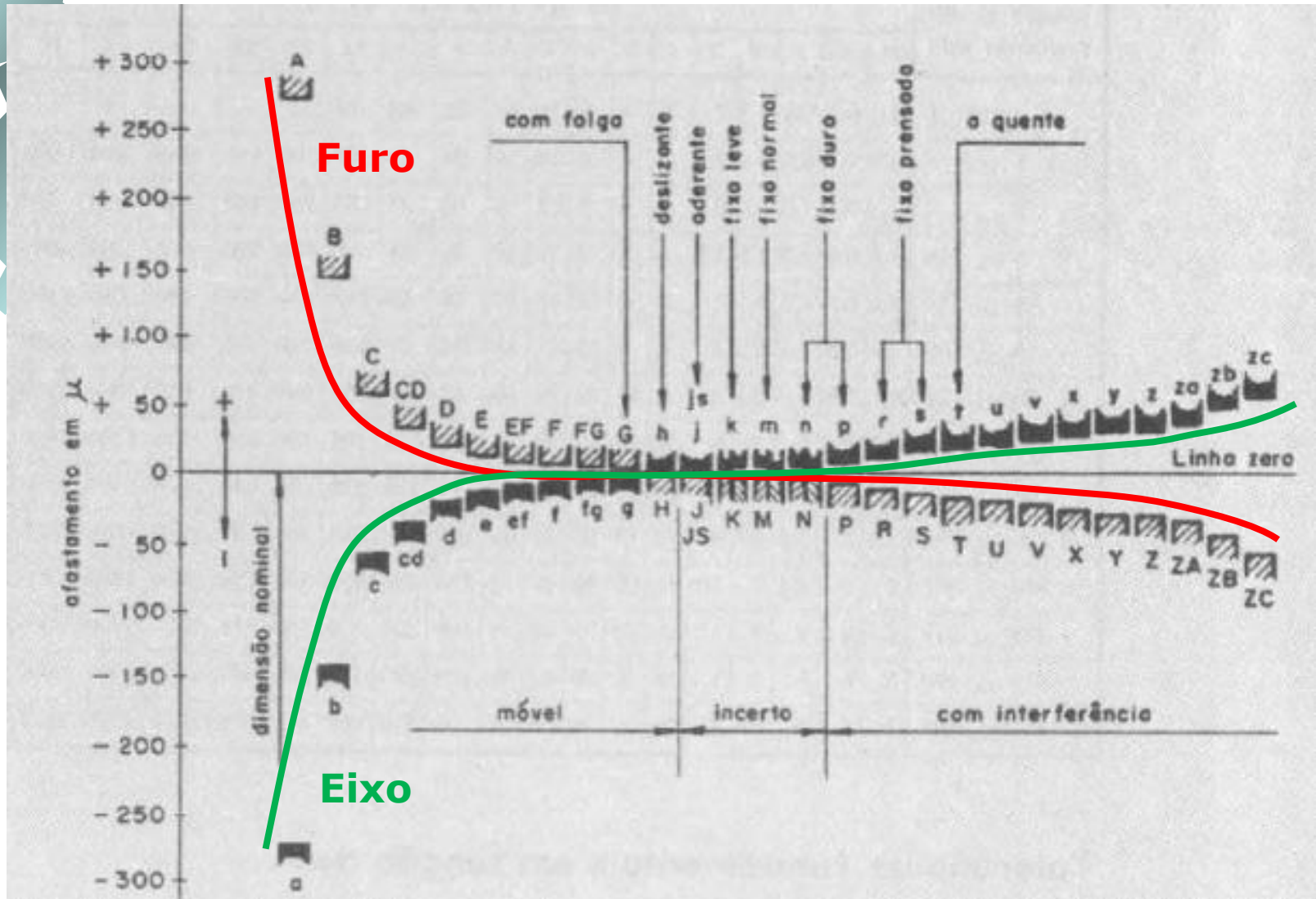
Dimensão nominal (mm)		Afastamento inferior EI										
Todos os graus de tolerância-padrão												
Acima	Até e inclusive	A ^(A)	B ^(A)	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H
-	3 ^(A) (E)	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0
10	14											
14	18	+290	+150	+95		+50	+32		+16	+6		0

Qualidade de trabalho: tamanho do intervalo

Dimensão nominal (mm)		IT1 ^(B)	IT2 ^(B)	IT3 ^(B)	T4 ^(B)	T5 ^(B)	IT6	IT7
Acima	Até e inclusive	(µm)						
-	3 ^(C)	0,8	1,2	2	3	4	6	10
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18



POSIÇÕES DOS AFASTAMENTOS FUNDAMENTAIS

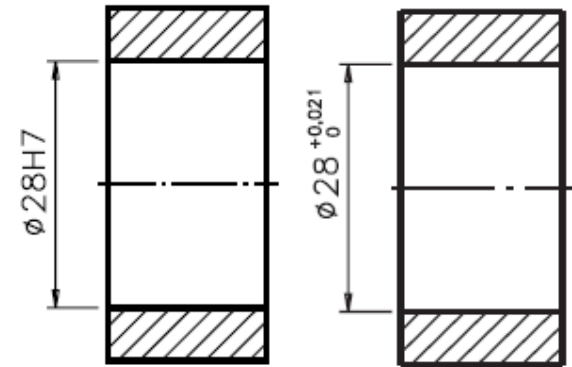
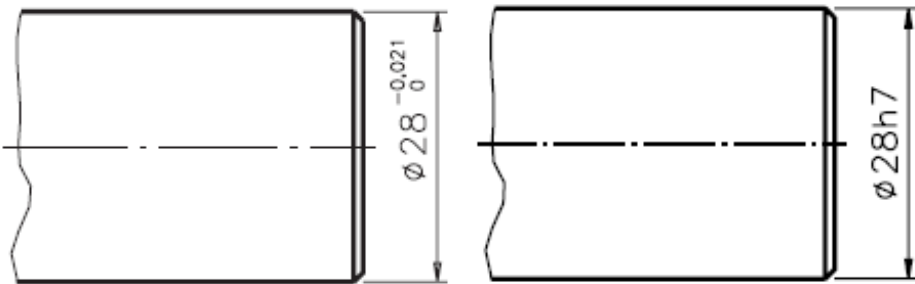


PROCESSOS DE FABRICAÇÃO E QUALIDADE DE TRABALHO

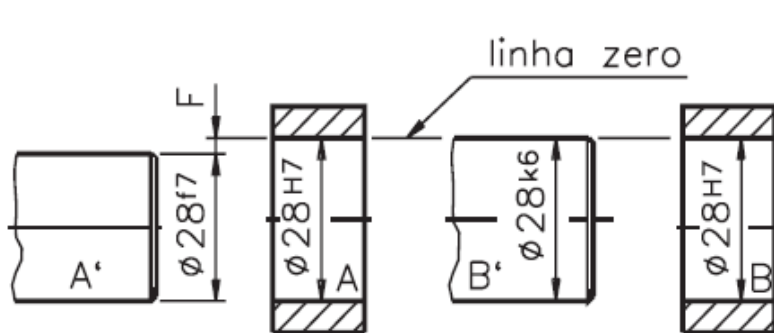
Tabela 1 - Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT para dimensões nominais até 3150 mm^(A)

Dimensão nominal (mm)		Graus de tolerância-padrão																	
		IT1 ^(B)	IT2 ^(B)	IT3 ^(B)	IT4 ^(B)	IT5 ^(B)	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14 ^(C)	IT15 ^(C)	IT16 ^(C)	IT17 ^(C)	IT18 ^(C)
Acima	Até e inclusive	Tolerância (μm)												Tolerância (mm)					
		-	3 ^(C)	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4

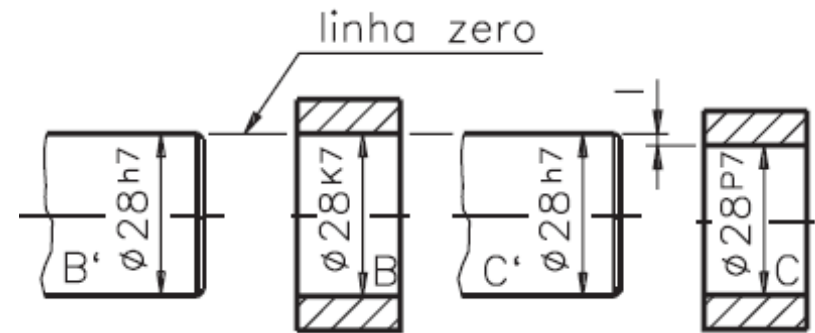
REPRESENTAÇÃO E SISTEMAS DE TOLERÂNCIA



	Eixo	Furo
Dimensão máxima:	28,000	28,021
Dimensão mínima:	- 27,979	- 28,000
Tolerância:	0,021	0,021



Sistema Furo-Base



Sistema Eixo-Base

AJUSTES NORMALIZADOS (SISTEMA FURO-BASE H7)

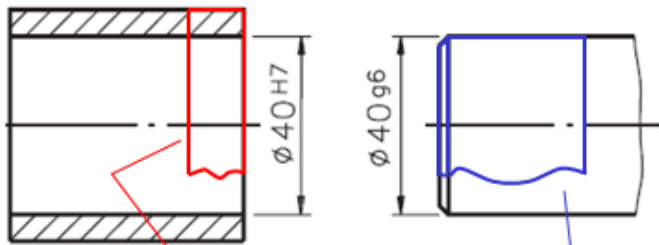
Tolerância em milésimos de milímetros (μm)

Dimensão nominal mm		Furo ^{af. inf.} ^{af. sup.}	EIXOS									
			afastamento superior					afastamento inferior				
acima de	até	H7	f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	p6	r6	
0	1	0	- 6	- 2	0	+ 4	+ 6		+ 10	+ 12	+ 16	
1	3	+ 10	- 16	- 8	- 6	- 2	0	-	+ 4	+ 6	+ 10	
3	6	0	- 10	- 4	0	+ 6	+ 9	+ 12	+ 16	+ 20	+ 23	
		+ 12	- 22	- 12	- 8	- 2	+ 1	+ 4	+ 8	+ 12	+ 15	
6	10	0	- 13	- 5	0	+ 7	+ 10	+ 15	+ 19	+ 24	+ 28	
		+ 15	- 28	- 14	- 9	- 2	+ 1	+ 6	+ 10	+ 15	+ 19	
10	14	0	- 16	- 6	0	+ 8	+ 12	+ 18	+ 23	+ 29	+ 34	
14	18	+ 18	- 34	- 17	- 11	- 3	+ 1	+ 7	+ 12	+ 18	+ 23	
18	24	0	- 20	- 7	0	+ 9	+ 15	+ 21	+ 28	+ 35	+ 41	
24	30	+ 21	- 41	- 20	- 13	- 4	+ 2	+ 8	+ 15	+ 22	+ 28	
30	40	0	- 25	- 9	0	+ 11	+ 18	+ 25	+ 33	+ 42	+ 50	
40	50	+ 25	- 50	- 25	- 16	- 5	+ 2	+ 9	+ 17	+ 26	+ 34	
50	65	0	- 30	- 10	0	+ 12	+ 21	+ 30	+ 39	+ 51	+ 60	
											+ 41	
65	80	+ 30	- 60	- 29	- 19	- 7	+ 2	+ 1	+ 20	+ 32	+ 62	
											+ 43	
80	100	0	- 36	- 12	0	+ 13	+ 25	+ 35	+ 45	+ 59	+ 73	
100	120	+ 35	- 71	- 34	- 22	- 9	+ 3	+ 13	+ 23	+ 37	+ 51	
											+ 76	
120	140										+ 54	
		0	- 43	- 14	0	+ 14	+ 28	+ 40	+ 52	+ 68	+ 88	
140	160										+ 63	
											+ 90	
											+ 65	

Até 3150 mm



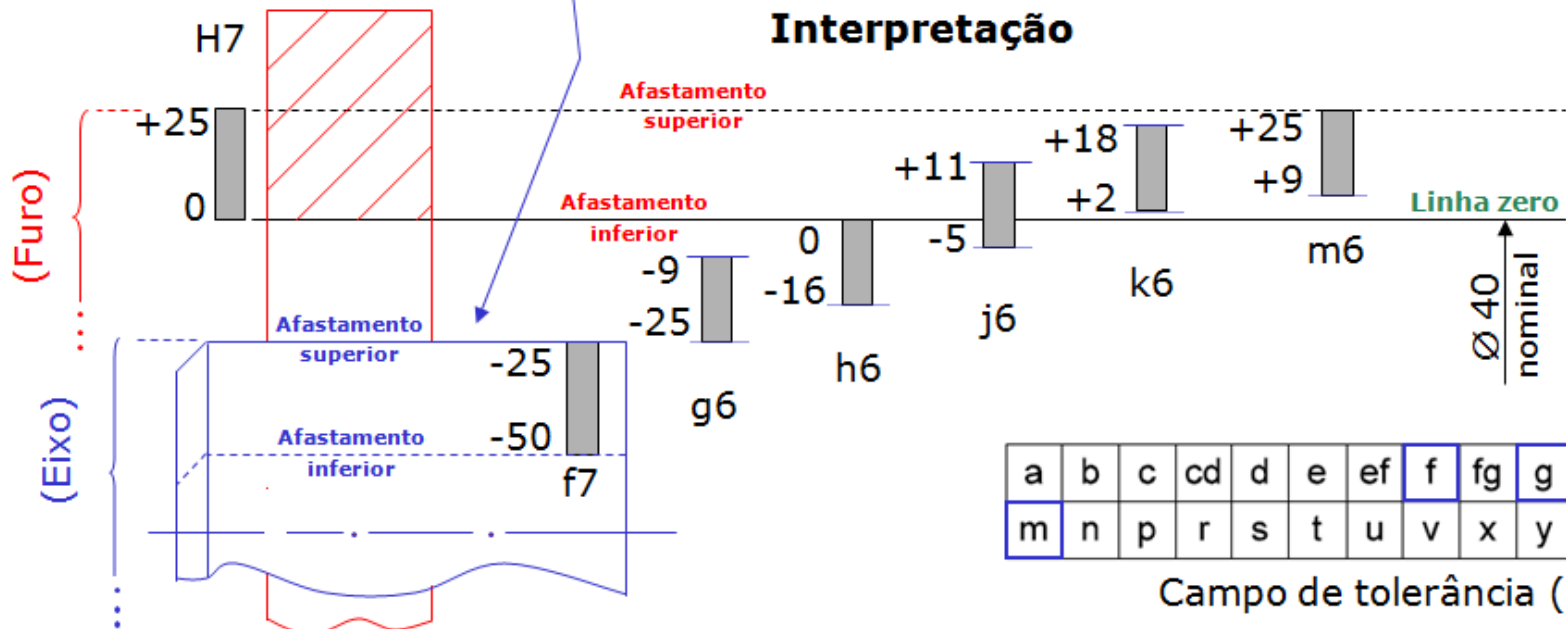
EXEMPLO DE APLICAÇÃO



Dimensão nominal mm		Furo af. inf. af. sup.	EIXOS								
acima de	até	H7	f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	p6	r6
30	40	0 +25	-25 -50	-9 -25	0 -16	+11 -5	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34

Campo de Tolerância e Qualidade de Trabalho

Interpretação



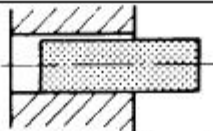
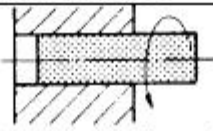
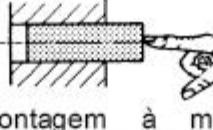

Campo de tolerância (Eixo)

RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS

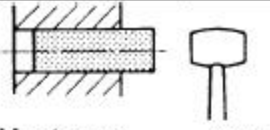

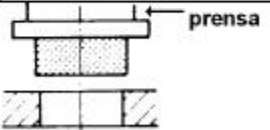
AJUSTES USUALMENTE UTILIZADOS									
Casos para emprego				Eixos (afastamento)	Furos				
					H6	H7	H8	H9	H11
				Eixos (IT)					
Peças móveis uma em relação à outra	Peça onde o funcionamento necessita de uma grande folga. (dilatação, mau alinhamento, etc)			c				9	11
				d				9	11
	Casos comuns de peças que giraram ou deslizam em anéis ou guias. (deve-se assegurar boa lubrificação)			e		7	8	9	
				f	6	6-7	7		
Peças com guia precisa para movimentos de pequena amplitude			g	5	6				
Peças imóveis uma em relação à outra	Desmontagem e remontagem possível sem danificar as peças	O acoplamento não pode transmitir esforços	Montagem possível à mão	h	5	6	7	8	
			Montagem por golpe	js	5	6			
				k	5				
				m		6			
	Desmontagem impossível sem danificar as peças	O acoplamento pode transmitir esforços	Montagem com prensa	p		6			
			Montagem com prensa ou por dilatação	s			7		
				u			7		
				x			7		
			z			7			

Graus de tolerância padrão mais utilizados

RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS

TIPO DE AJUSTE	EXEMPLO DE AJUSTE	EXTRA PRECISO	MECÂNICA PRECISA	MECÂNICA MÉDIA	MECÂNICA ORDINÁRIA	EXEMPLO DE APLICAÇÃO
LIVRE	 Montagem à mão, com facilidade.	$H_6 e_7$	$H_7 e_7$ $H_7 e_8$	$H_8 e_9$	$H_{11} a_{11}$	Peças cujos funcionamentos necessitam de folga por força de dilatação, mau alinhamento, etc.
ROTATIVO	 Montagem à mão podendo girar sem esforço.	$H_6 f_6$	$H_7 f_7$	$H_8 f_8$	$H_{10} d_{10}$ $H_{11} d_{11}$	Peças que giram ou deslizam com boa lubrificação. Ex.: eixos, mancais, etc.
DESLIZANTE	 Montagem à mão com leve pressão.	$H_6 g_5$	$H_7 g_6$	$H_8 g_8$ $H_8 h_8$	$H_{10} h_{10}$ $H_{11} h_{11}$	Peças que deslizam ou giram com grande precisão. Ex.: anéis de rolamentos, corredeiras, etc.
DESLIZANTE JUSTO	 Montagem à mão, porém, necessitando de algum esforço.	$H_6 h_5$	$H_7 h_6$			Encaixes fixos de precisão, órgãos lubrificados deslocáveis à mão. Ex.: punções, guias, etc.

RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS

TIPO DE AJUSTE	EXEMPLO DE AJUSTE	EXTRA PRECISO	MECÂNICA PRECISA	MECÂNICA MÉDIA	MECÂNICA ORDINÁRIA	EXEMPLO DE APLICAÇÃO
ADERENTE FORÇADO LEVE	 <p>Montagem com auxílio de martelo.</p>	$H_6 j_5$	$H_7 j_6$			Órgãos que necessitam de freqüentes desmontagens. Ex.: polias, engrenagens, rolamentos, etc.
FORÇADO DURO	 <p>Montagem com auxílio de martelo pesado.</p>	$H_6 m_5$	$H_7 m_6$			Órgão possíveis de montagens e desmontagens sem deformação das peças.
À PRESSÃO COM ESFORÇO	 <p>Montagem com auxílio de balancim ou por dilatação</p>	$H_6 p_5$	$H_7 p_6$			Peças impossíveis de serem desmontadas sem deformação. Ex.: buchas à pressão, etc.



Cálculo da unidade de tolerância

O cálculo da tolerância é baseado na unidade de tolerância (i), calculada pela expressão:

$$i = 0,45 \times \sqrt[3]{D} + 0,001D$$

na qual i unidade de tolerância expressa em micrometros e D média geométrica dos valores extremos de cada grupo de dimensões fixados em tabela, seja eixo ou seja furo (em mm).

Cálculo da unidade de tolerância

As séries de tolerâncias fundamentais válidas para a zona de medidas nominais, designam-se por IT1 até IT16 e são escalonadas como se segue:

“ a partir de IT6 os valores da qualidade são múltiplos da unidade fundamental i , de acordo com uma progressão geométrica de razão 1,6 (série R 5, fator $\sqrt[5]{10}$), de forma que cada qualidade tem uma tolerância 60% maior que a qualidade inferior. A qualidade IT6 por exemplo, é:

$$IT6 = 10 \times IT1 = 10 i.$$

na qual $IT1 = 1 \mu\text{m}$

Tabela: Tolerâncias fundamentais em função de i .

IT	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Unidade tolerância	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000

Cálculo da unidade de tolerância

Exemplo1:

- a. Qual a unidade de tolerância para 12 mm?
- b. Determinar a tolerância fundamental para qualidade de tolerância IT7, utilizando-se do cálculo.

a. O grupo de dimensões no qual está inserido 12 tem como valores extremos 10 e 18 mm, portanto a média geométrica é:

$$D = \sqrt{10 \times 18} = 13,41 \text{ mm}$$

$$i = 0,45 \times \sqrt[3]{D} + 0,001D = 0,45 \times \sqrt[3]{13,41} + 0,001 \times 13,41$$

$$i = 1,084 \text{ } \mu\text{m}$$

b. A tolerância fundamental para qualidade de trabalho IT7 é dada por:

$$t = 16 \times i = 16 \times 1,0825 = 17,32 \text{ } \mu\text{m}$$

Tabela 1 - Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT para dimensões nominais até 3150 mm^(A)

Dimensão nominal (mm)		Graus de tolerância-padrão																	
		IT1 ^(B)	IT2 ^(B)	IT3 ^(B)	T4 ^(B)	T5 ^(B)	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14 ^(C)	IT15 ^(C)	IT16 ^(C)	IT17 ^(C)	IT18 ^(C)
Acima	Até e inclusive	Tolerância (μm)												Tolerância (mm)					
		-	3 ^(C)	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4

Cálculo da unidade de tolerância

Exemplo 2:

- a. Qual a unidade de tolerância para 7 mm?
- b. Determinar a tolerância fundamental para qualidade de tolerância IT8, utilizando-se do cálculo.

a. O grupo de dimensões que compreende 7 mm tem como valores extremos 6 e 10 mm, portanto a média geométrica é:

$$D = \sqrt{6 \times 10} = 7,74 \text{ mm}$$

$$i = 0,45 \times \sqrt[3]{D} + 0,001D = 0,45 \times \sqrt[3]{7,74} + 0,001 \times 7,74$$

$$i = 0,8978 \text{ } \mu\text{m}$$

b. A tolerância fundamental para qualidade de trabalho IT8 é dada por:

$$t = 25 \times i = 25 \times 0,0825 = 22,44 \text{ } \mu\text{m}$$






Tabela 1 - Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT para dimensões nominais até 3150 mm^(A)

Dimensão nominal (mm)		Graus de tolerância-padrão																	
		IT1 ^(B)	IT2 ^(B)	IT3 ^(B)	T4 ^(B)	T5 ^(B)	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14 ^(C)	IT15 ^(C)	IT16 ^(C)	IT17 ^(C)	IT18 ^(C)
Acima	Até e inclusive	Tolerância (μm)												Tolerância (mm)					
		-	3 ^(C)	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4

EXEMPLOS

Virabrequim



SÍMBOLO DE ACABAMENTO SUPERFICIAL	SÍMBOLO INDICATIVO DE RUGOSIDADE
	
	de N 10 a N 12
	de N 7 a N 9
	de N 4 a N 6

PARA OS EXEMPLOS ABAIXO EM DESTAQUE

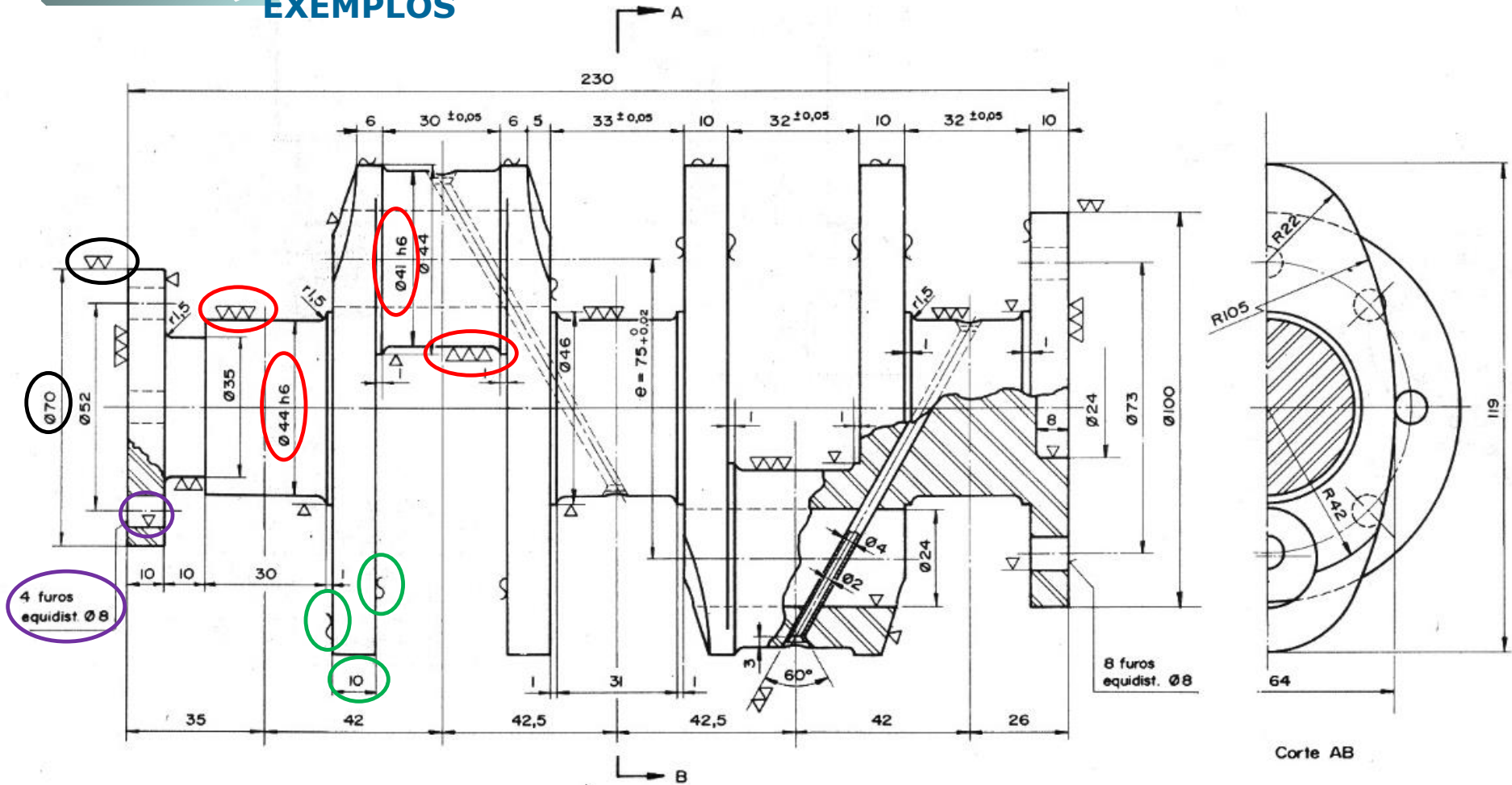
Acabamento do processo anterior (fundição)

Desbastado (furação)

Alisado (torneamento externo)

Retificado (retificação cilíndrica externa)

EXEMPLOS

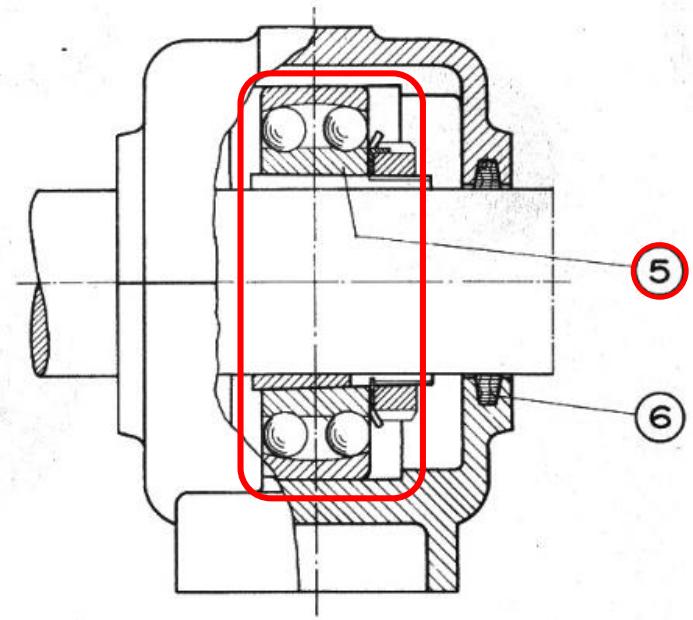
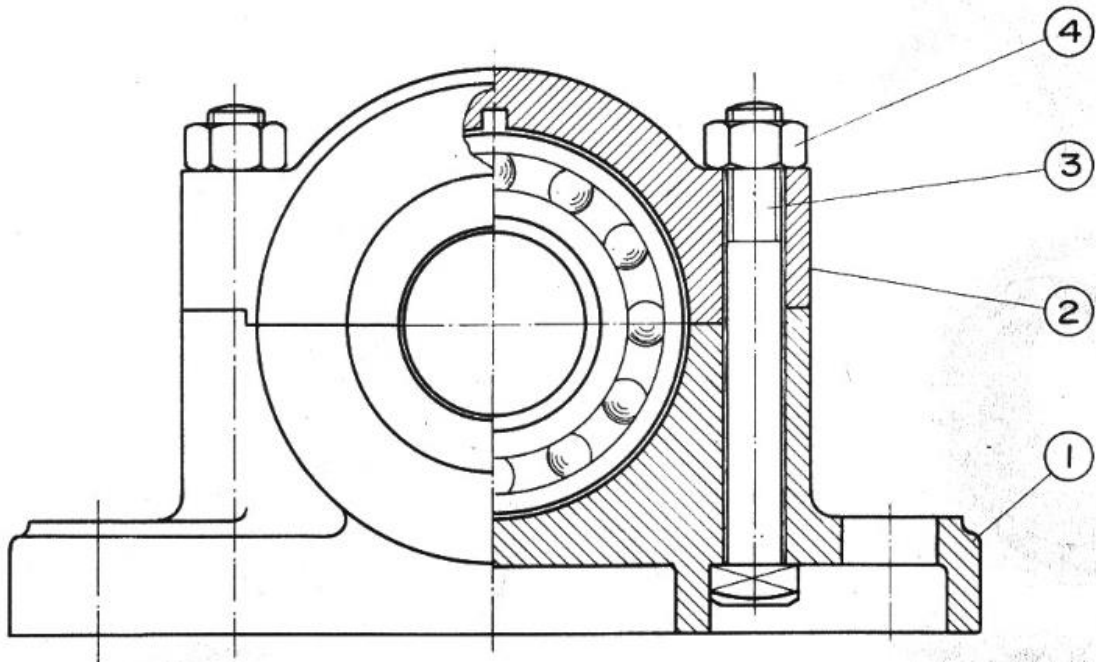


EXEMPLOS

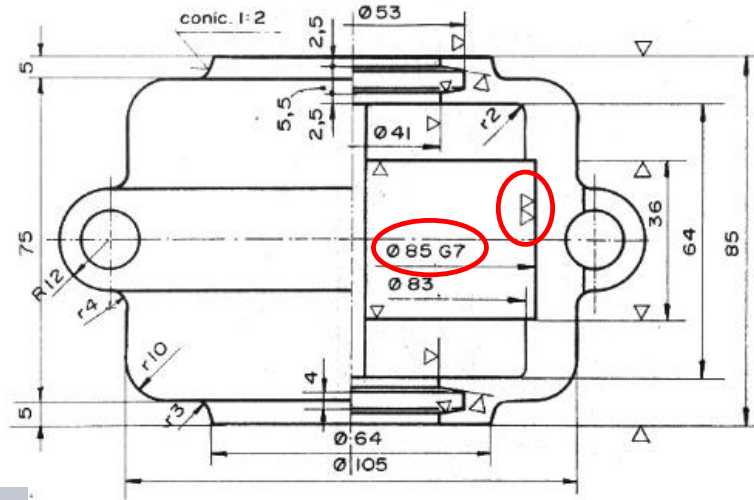
Mancal ou Caixa de Rolamento



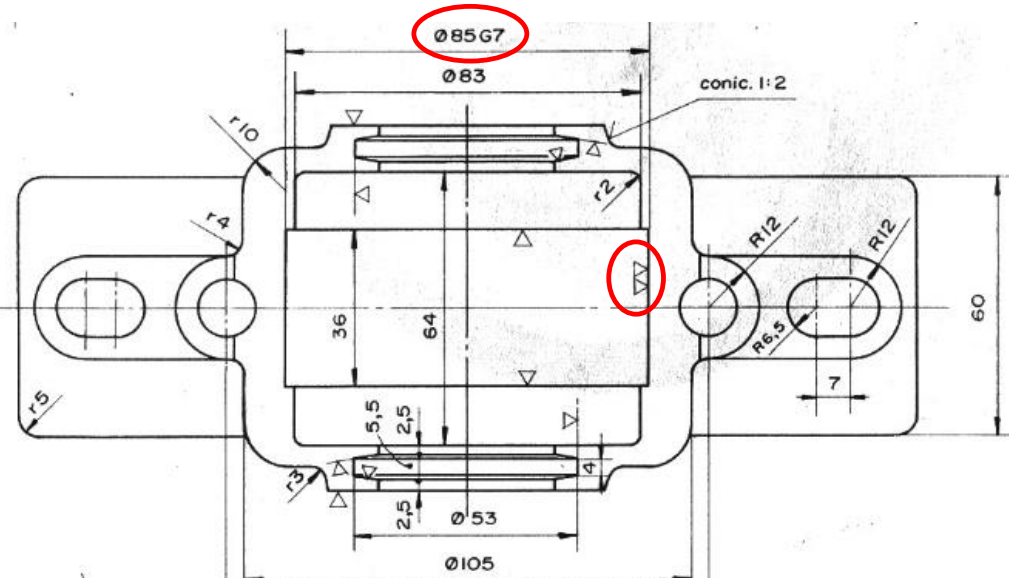
EXEMPLOS



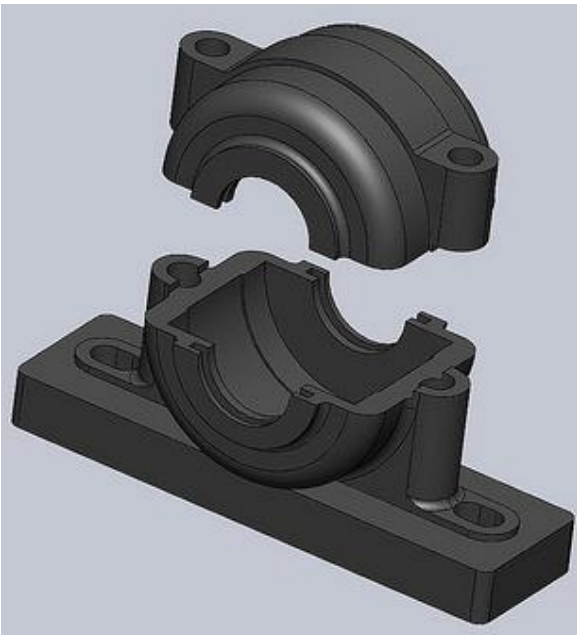
EXEMPLOS



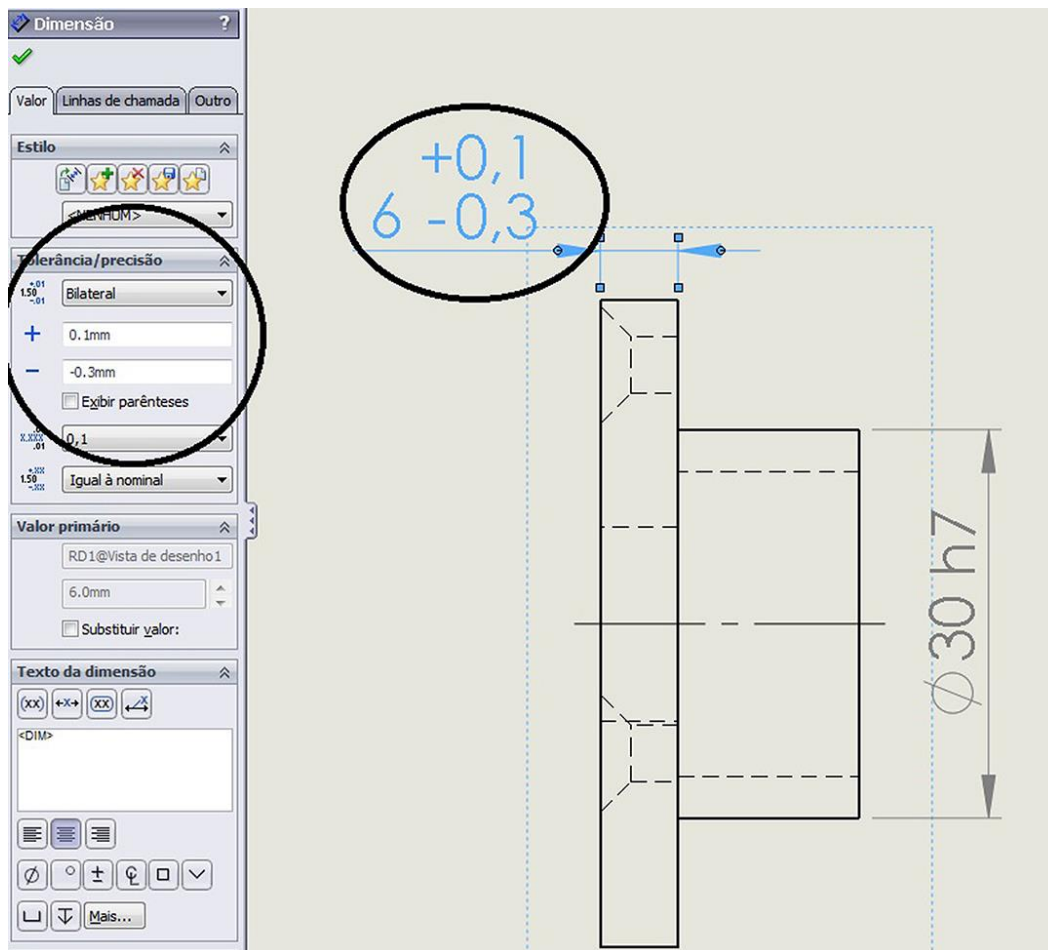
Tampa



Base



NOTAÇÃO

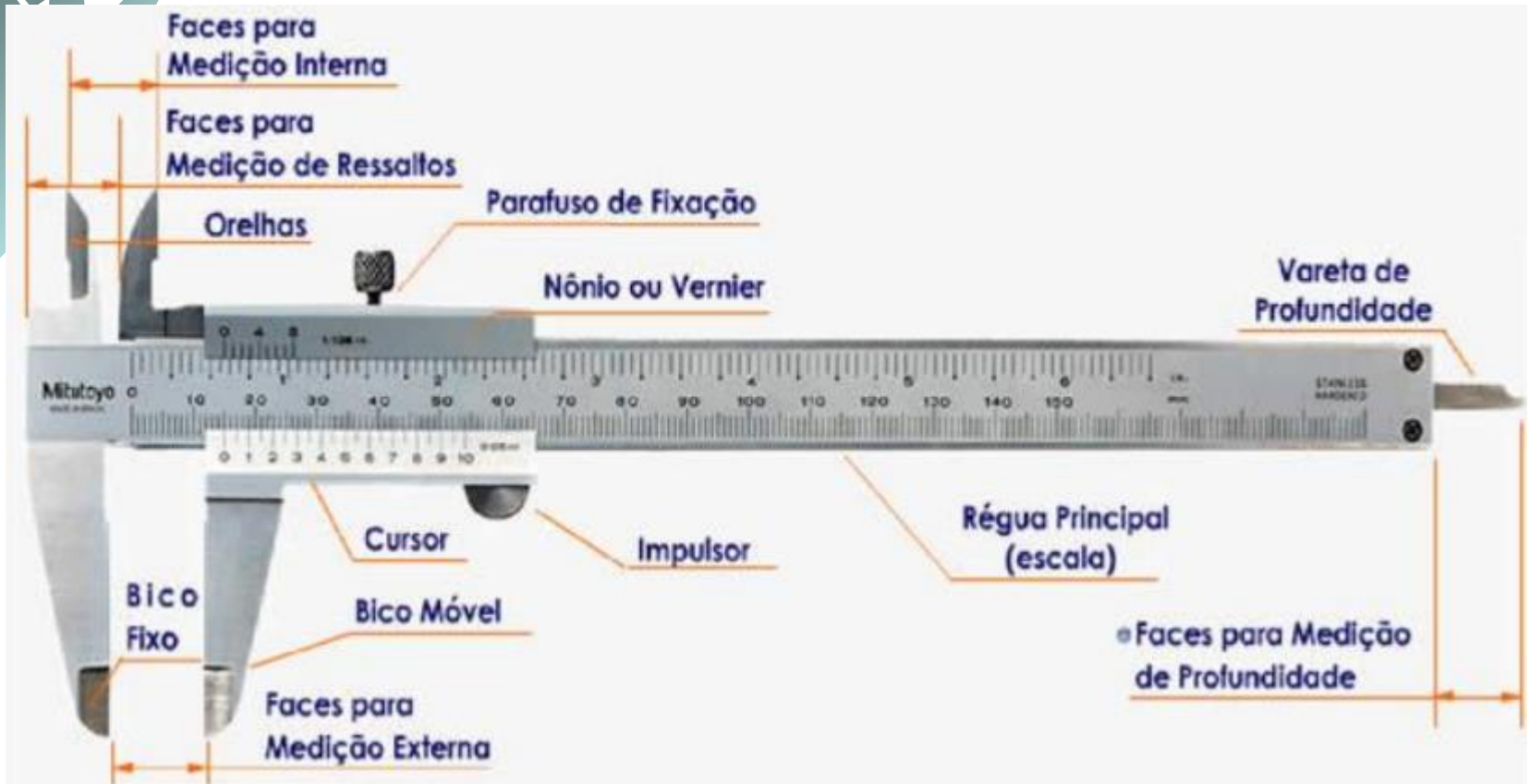


The image displays a CAD software interface for dimensioning and a technical drawing. On the left, the 'Dimensão' (Dimension) tool palette is shown, with the 'Tolerância/precisão' (Tolerance/precision) section circled. This section includes a 'Bilateral' dropdown, a '+' sign, a '0.1mm' input field, a '-' sign, a '-0.3mm' input field, an 'Exibir parênteses' checkbox, a '0.1' input field, and an 'Igual à nominal' dropdown. The 'Valor primário' (Primary value) section shows 'RD1@Vista de desenho1' and '6.0mm'. The 'Texto da dimensão' (Dimension text) section contains a text input field and various symbols like diameter, hole, and tolerance.

On the right, a technical drawing of a shaft is shown. A dimension line indicates a diameter of $\phi 30$ h7. A callout box, circled in black, contains the tolerance notation $+0,1$ and $6 -0,3$, which is positioned above the dimension line.

COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Partes do paquímetro



COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

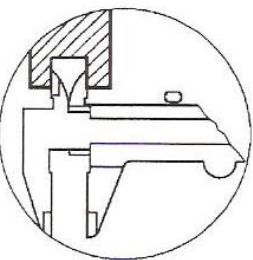
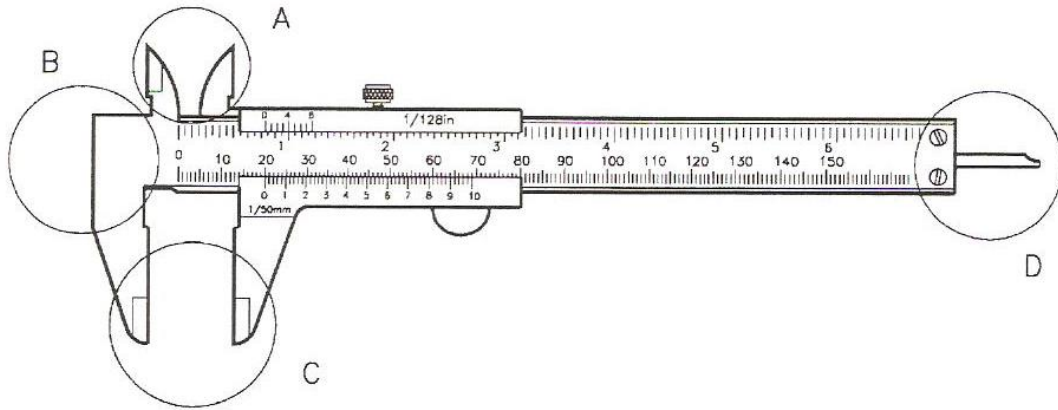


Paquímetro Analógico

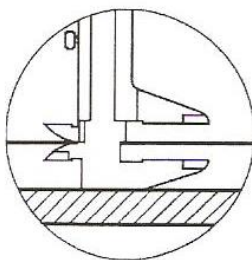


Paquímetro Digital

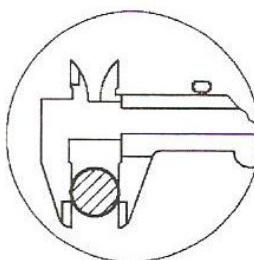
COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS



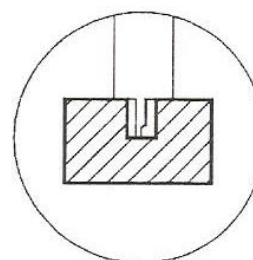
A
interna



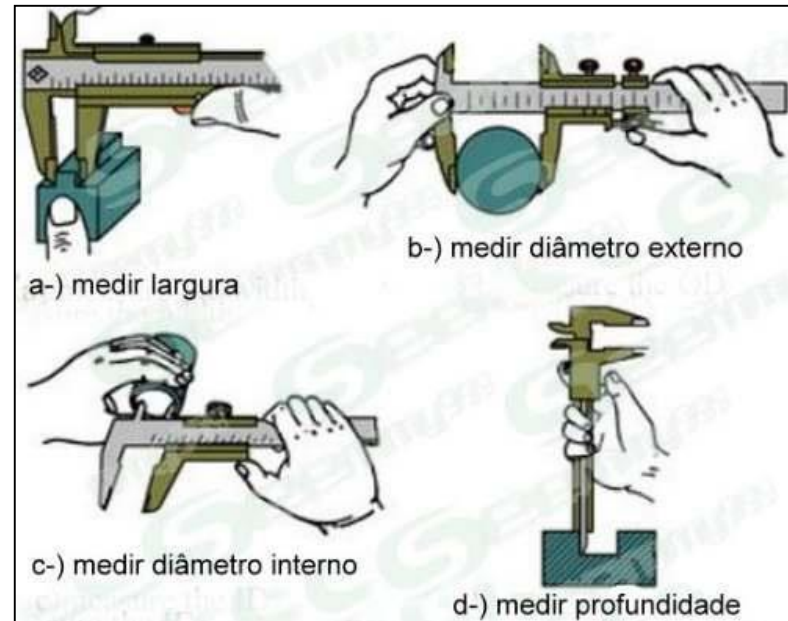
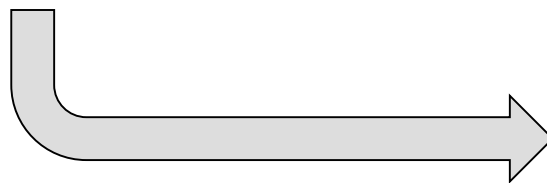
B
de ressalto



C
externo



D
de profundidade



COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Tipos de paquímetro

Paquímetros Universais



Paquímetros de Profundidade

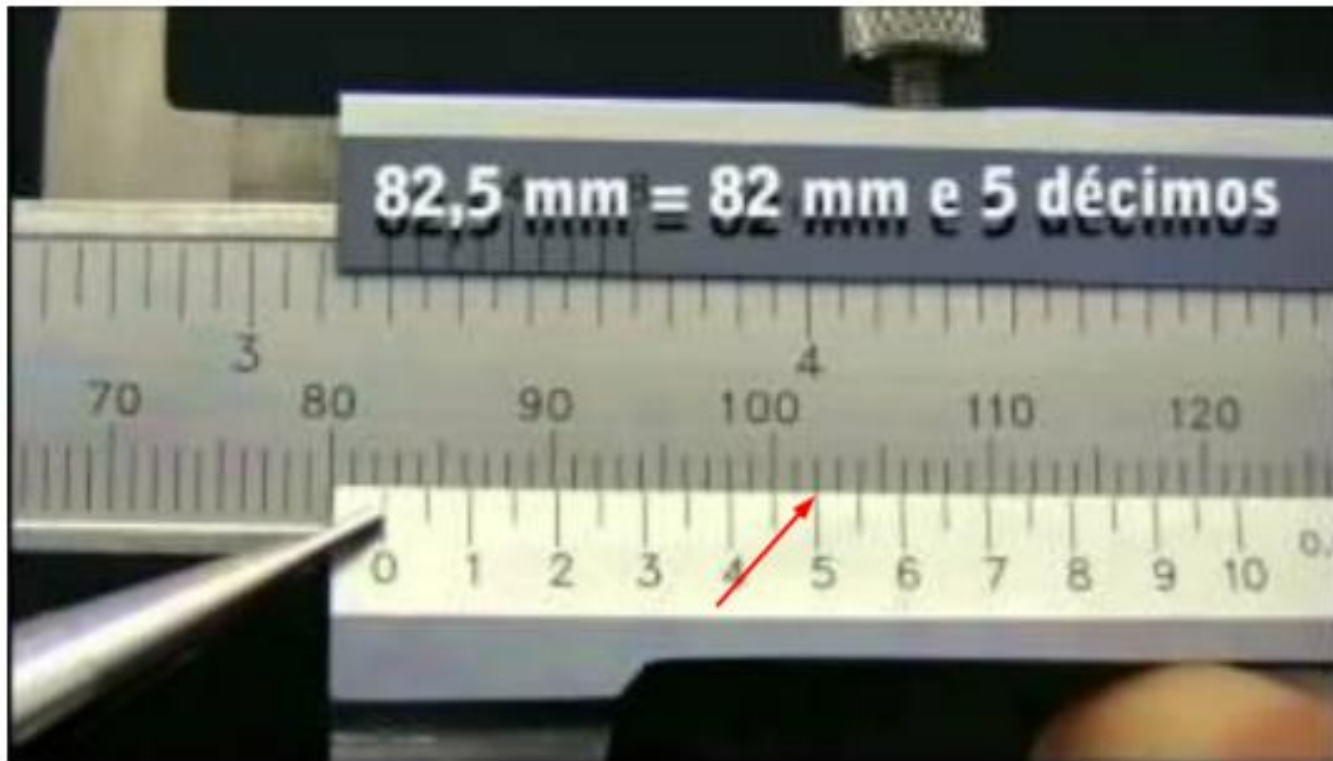


Paquímetros Especiais



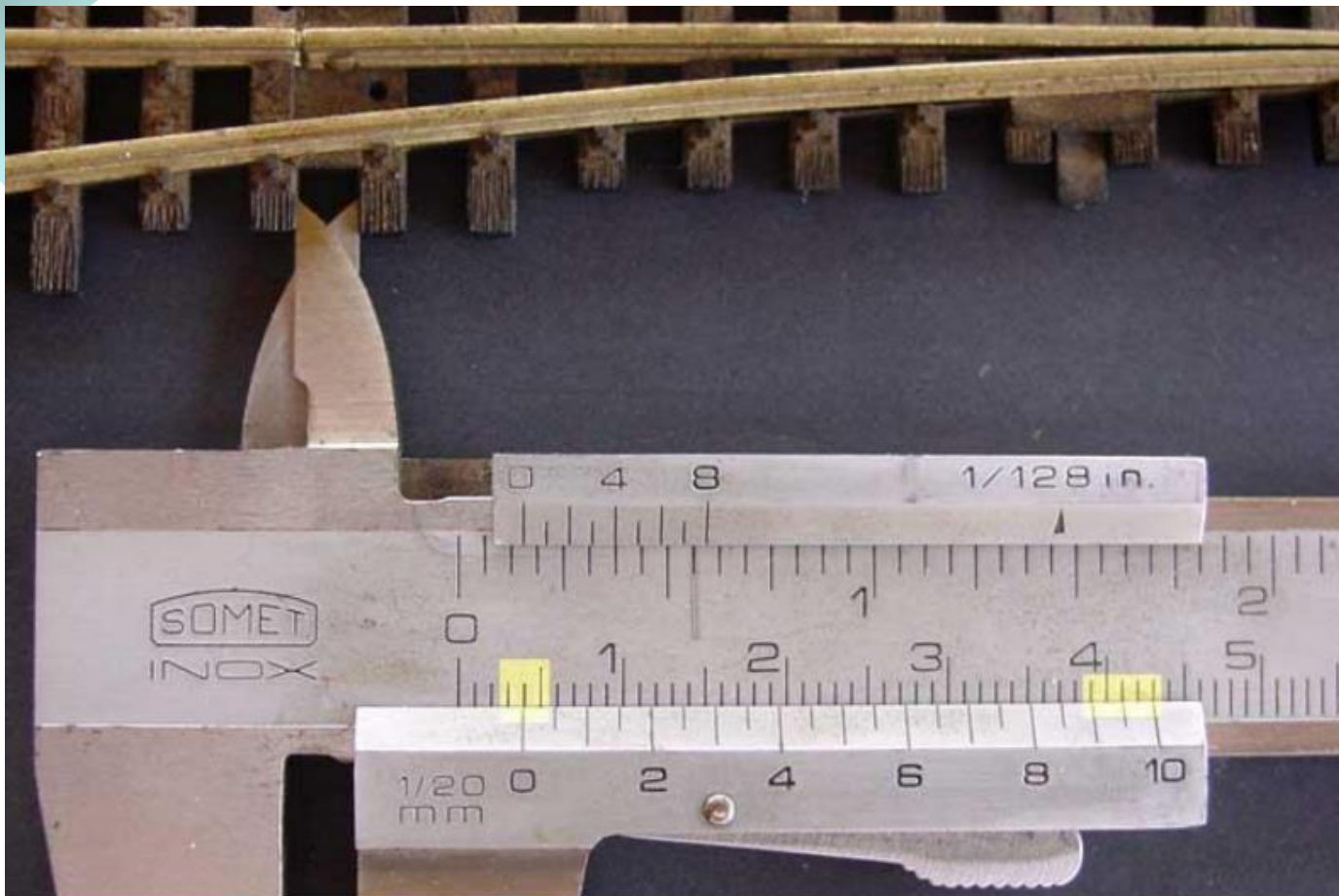
COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Como fazer leitura no paquímetro analógico



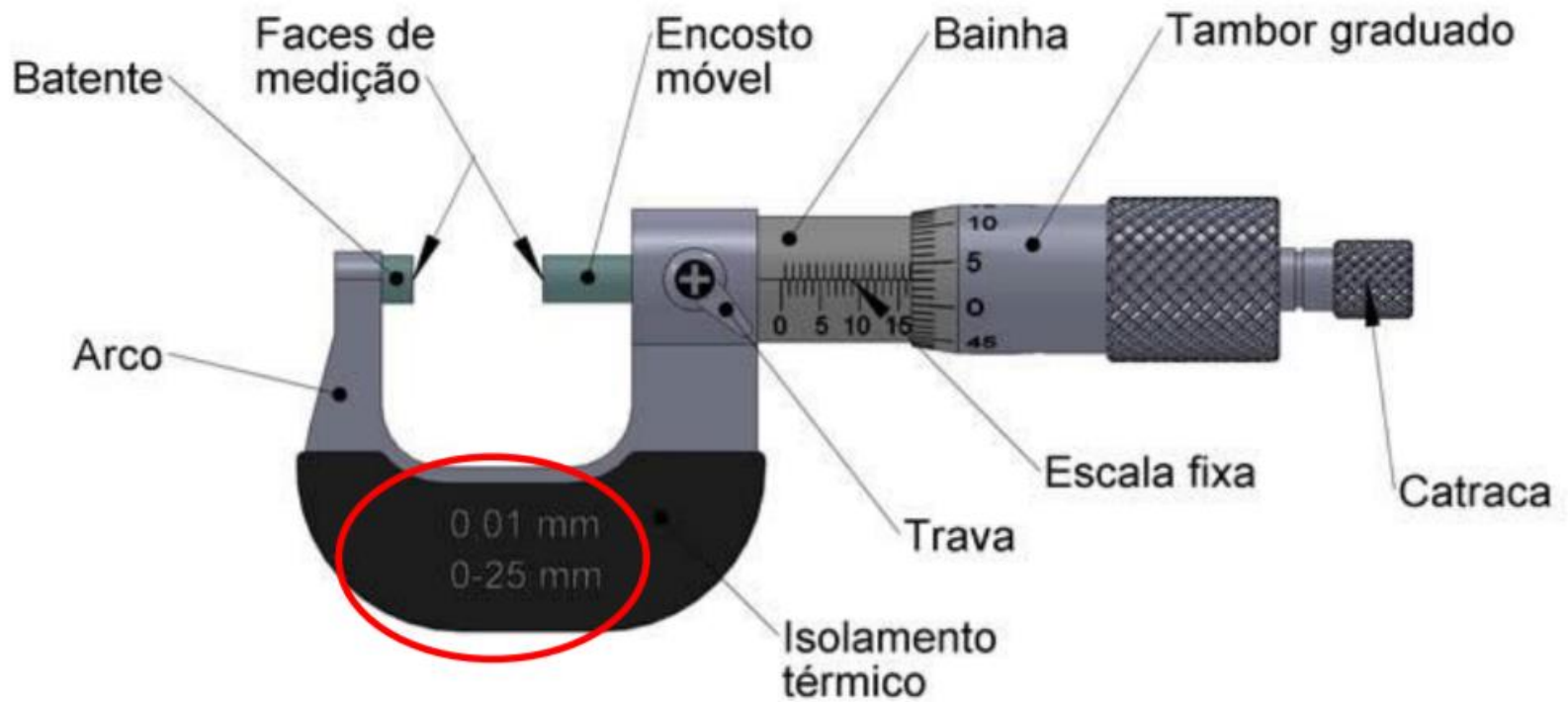
COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Como fazer leitura no paquímetro analógico



COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Partes do micrômetro



COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Micrômetro analógico



Micrômetro digital



COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Tipos de micrômetros



Micrometro para medições externas



Micrometro para medições internas



Micrometro de profundidade



Micrometro tipo paquímetro



*Micrometro para medir
paredes de tubos*

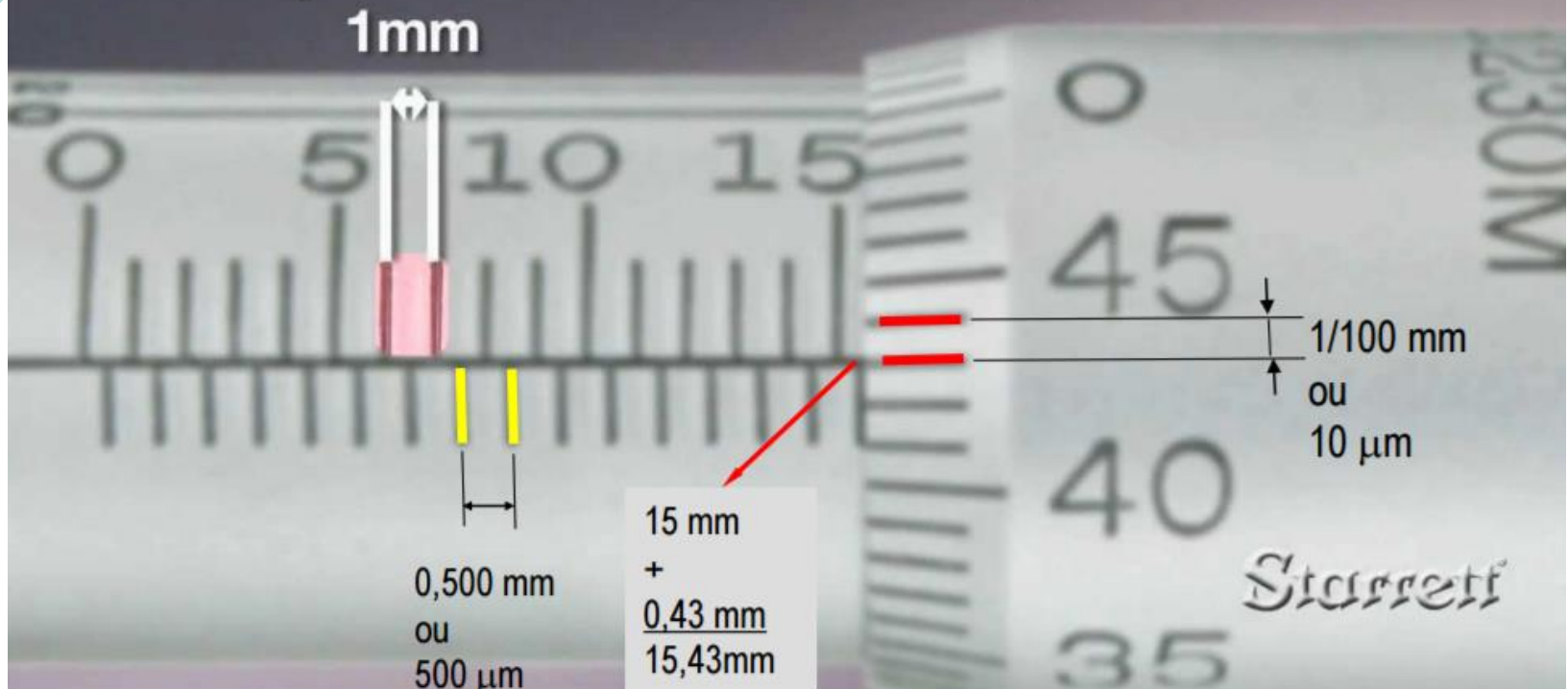


Micrometro digital

COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

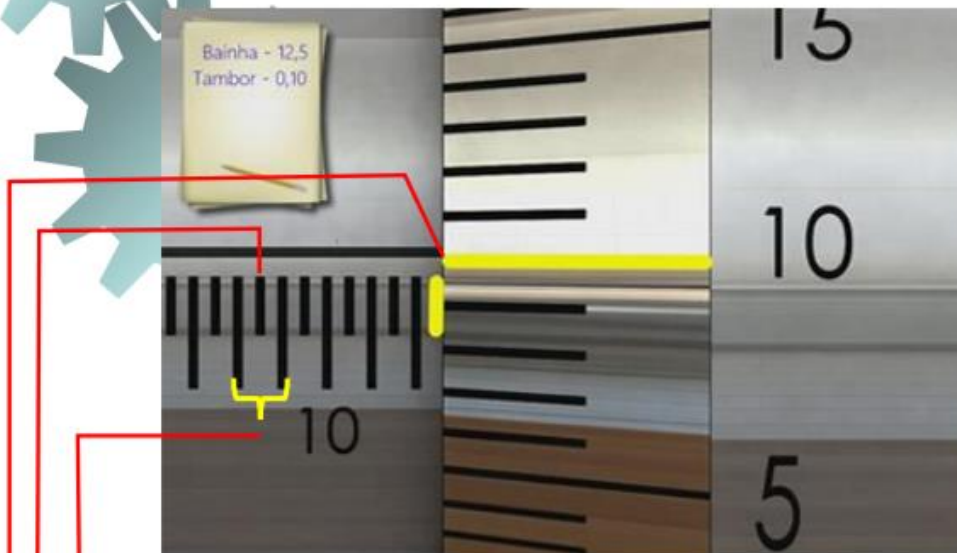
Como fazer leitura no micrômetro analógico centesimal

- marcação na linha superior = 1 mm
- marcação na linha inferior = 0,5 mm



COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Como fazer leitura no micrômetro analógico centesimal



1 Divisão na escala retilínea = 1 mm

1 subdivisão na escala retilínea dos meios = 0,5 mm

1/100 na escala móvel do tambor = 0,01 mm

Leitura

12 mm lidos na escala retilínea

+

0,5 mm na escala retilínea dos meios

+

10/100 mm na escala móvel do tambor = 0,10 mm

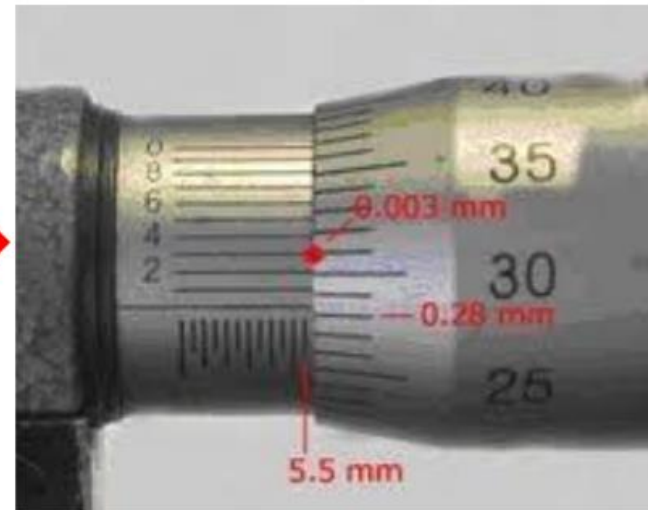
Resultado = 12,60 mm

0.01mm

0-25 mm

COMO MEDIR TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Como fazer leitura no micrômetro analógico milesimal



Leitura

5,0 mm lidos na escala retilínea

+

0,5 mm na escala retilínea dos meios

+

28/100 mm na escala móvel do tambor = 0,28 mm

+

3/1000 mm na escala vertical = 0,003 m

Resultado = 5,783 mm



REFERÊNCIAS

Silva, A., Ribeiro, C. T., Dias, J., Souza, L. **Desenho Técnico Moderno**. Ed. LTC, 4ª ed., 475p. 2006.

Agostinho, O., Rodrigues, A. C. S., Lirani, J. **Tolerâncias, Ajustes, Desvios e Análise de Dimensões**. Ed. Edgard Blücher, 43ª ed., 295p. 1977.

Novaski, O. **Introdução à Engenharia de Fabricação Mecânica**. Ed. Edgard Blücher, 1ª ed., 120p., 1994.

ABNT NBR ISO 2768-1:2001. Tolerâncias gerais - Parte 1: Tolerâncias para dimensões lineares e angulares sem indicação de tolerância individual.

ABNT NBR 6158:1995. Sistemas de tolerâncias e ajustes.

Andretta, C. S., Afonso, R. S., Alves Junior, V. **Desenho Técnico 2**. Apostila, s.d.