

Projeto e Computação Gráfica

Pedro Mitsuo Shiroma

Tolerância

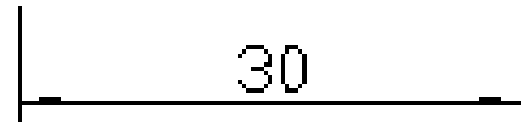
- Normas ABNT:
 - NBR 6158: Sistema de tolerância e ajustes;
 - NBR 6409: Tolerâncias geométricas;
- Capítulo 10 – Comunicação Gráfica Moderna

Tolerância

- Peças subcontratadas;
- Equipes diferentes;
- Peças de reposição;
- Precisão define processo construtivo;
- Todo processo produtivo é impreciso;

Tolerância

- Medida normal:



- Medida com tolerância:



Tolerância

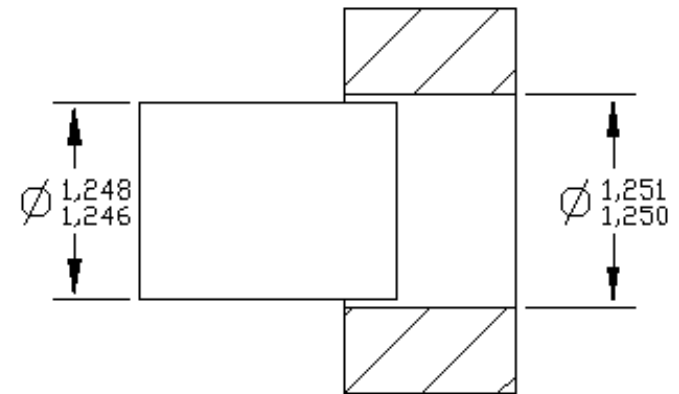
■ Medida com tolerância:

$30,0^{+0,2}_{-0,1}$

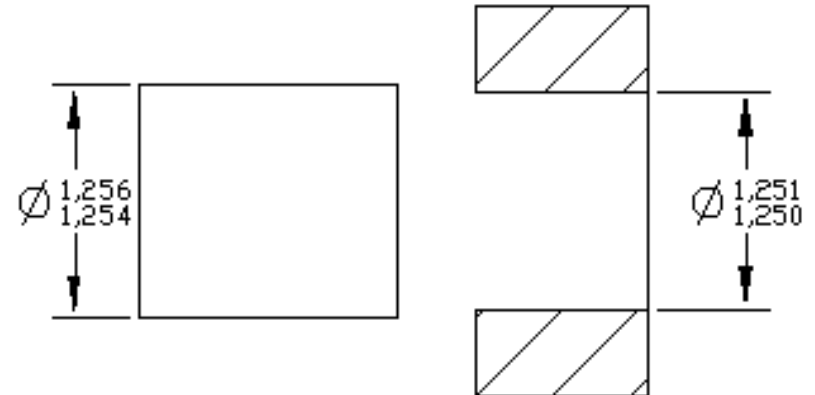
- Medida nominal: 30,0
- Medida efetiva: 30,15
- Tolerância: 0,3

Ajustes

- Ajuste com folga

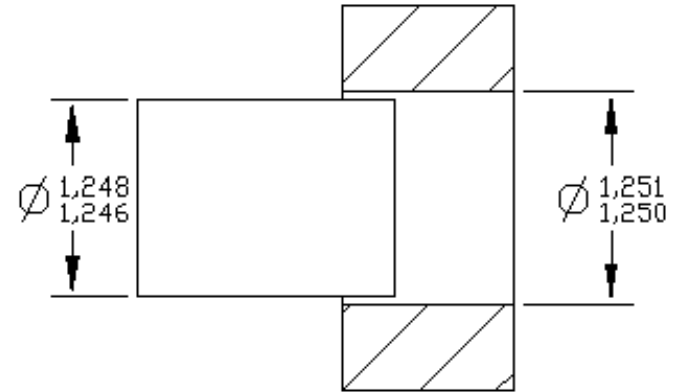


- Ajuste com interferênci



Ajustes

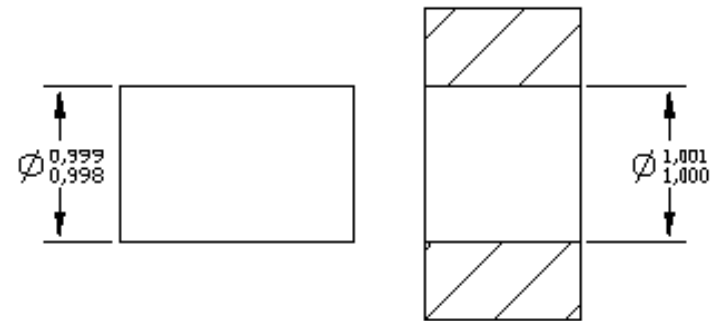
- Ajuste com folga



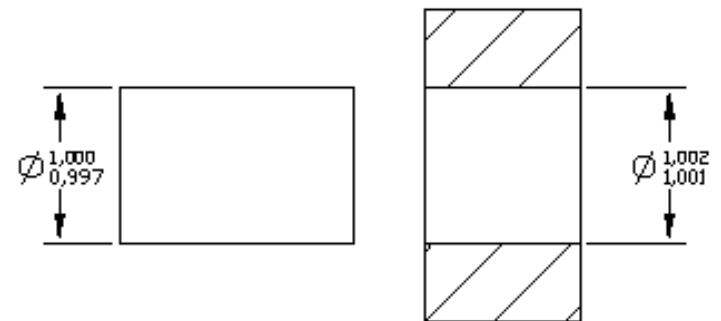
- Folga mínima (admissível): 0,002
- Folga máxima: 0,005

Ajuste

- Sistema furo-base:
 - Desgaste do furo

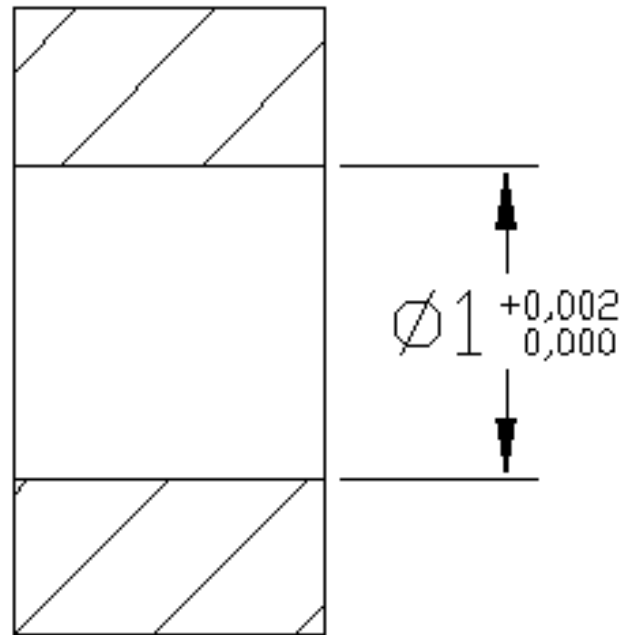


- Sistema eixo-base:
 - Desgaste do eixo

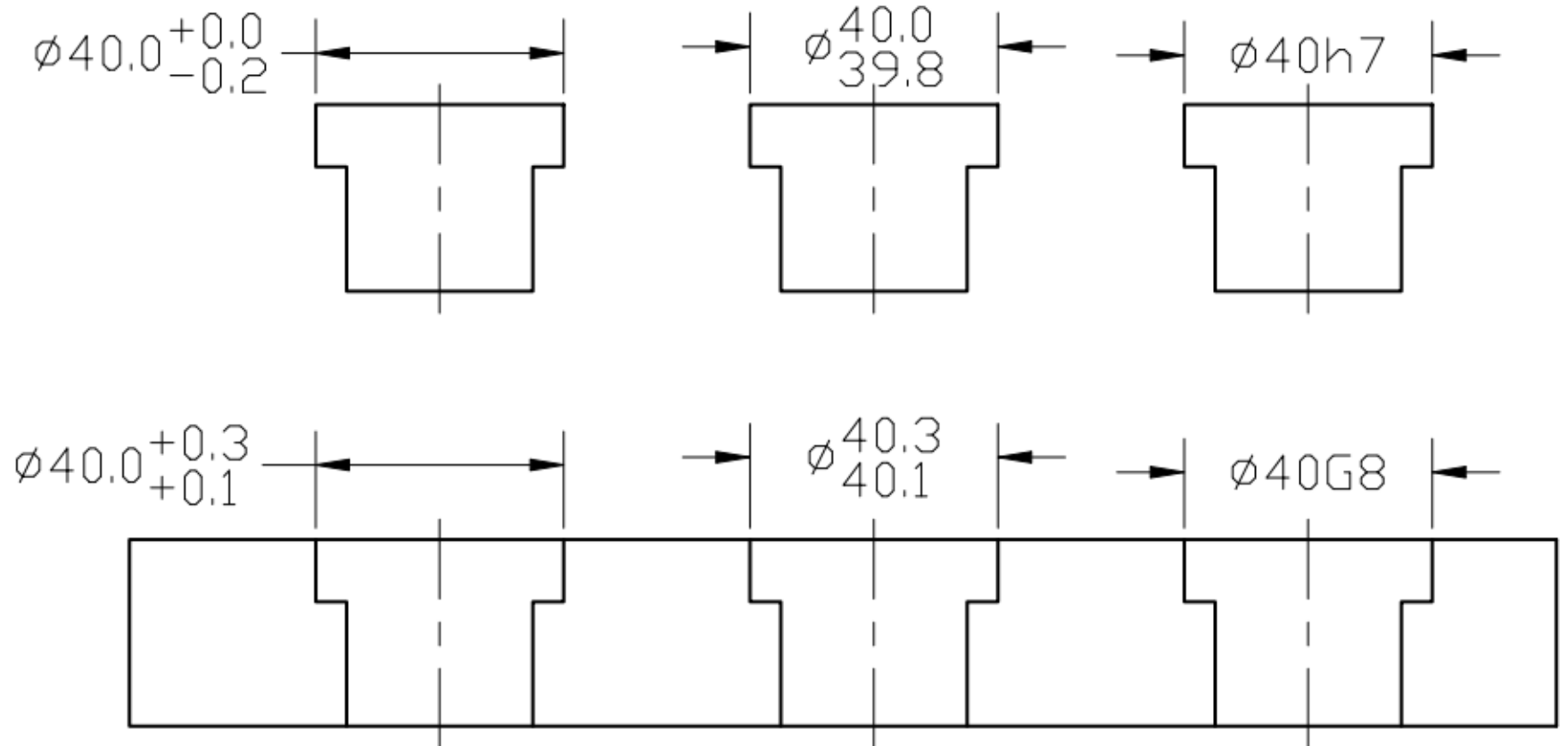


Tolerância unilateral

- Tolerância apenas em uma direção:



Tolerância dimensional



Tolerância dimensional

- Qualidade de trabalho: 18 “graus de tolerância” previstas pela norma
 - IT = ISO Tolerance

		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						

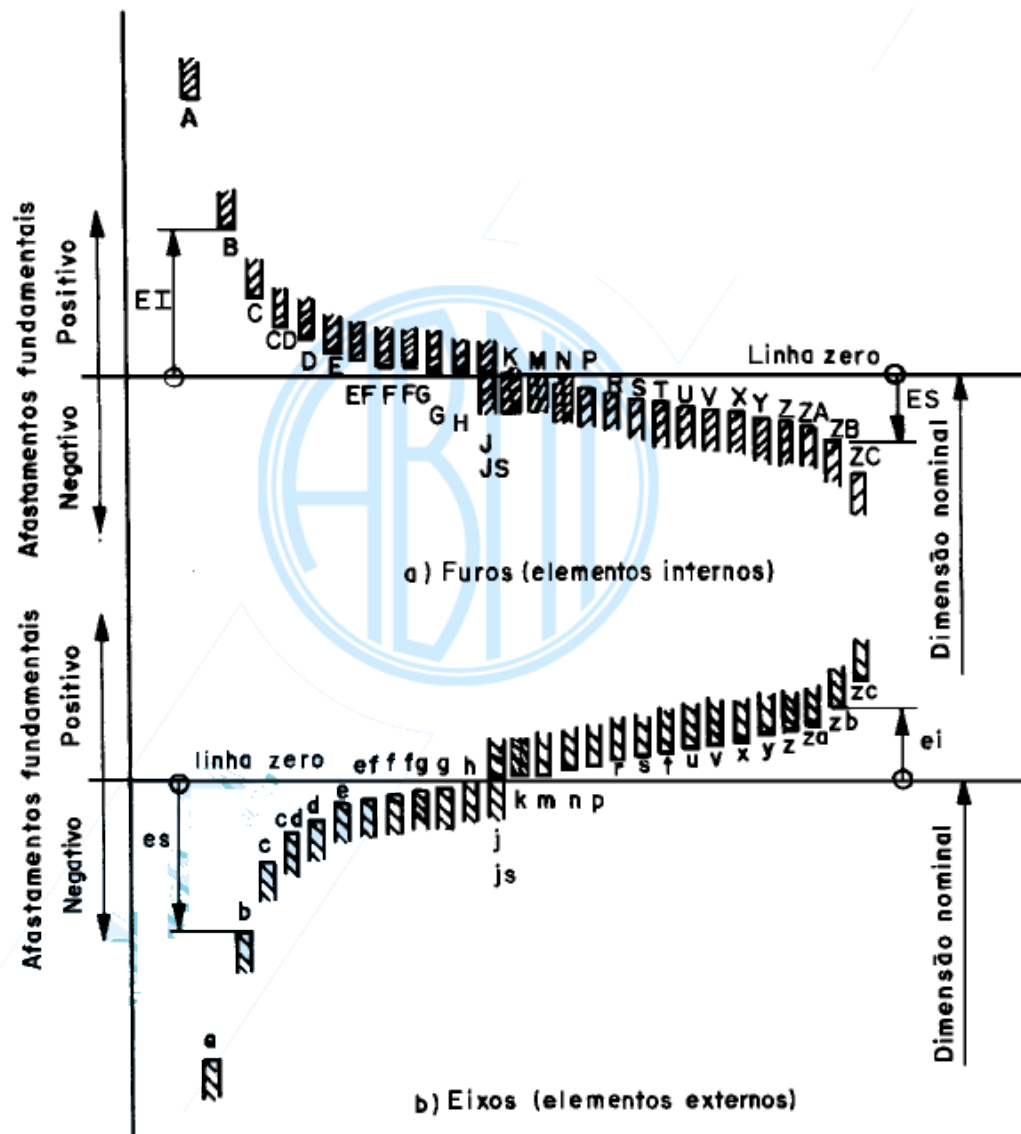
Tolerância dimensional

- Posição em relação à linha base:

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

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

Tolerância dimensional



Tolerância dimensional

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
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3

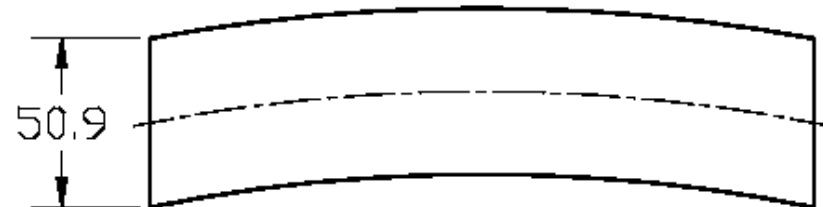
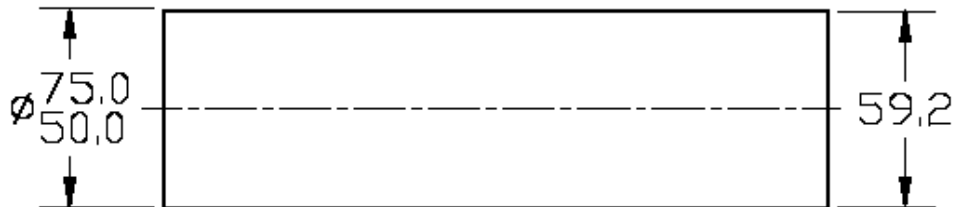
Tolerância dimensional

Dimensão nominal (mm)		Afastamento superior es											Afastamentos fundamentais (µm)					Afastamento inferior										
		Todos os graus de tolerância-padrão											IT5 e IT6	IT7	IT8	IT4 até IT7	Até IT3 (inclusive e acima de IT7)	Todos os graus de tolerância										
Acima	Até e inclusive	a ^(A)	b ^(A)	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js ^(B)	j		k			m	n	p	r	s	t	u	v	x	
-	3 ^(A)	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	$IT_n = \pm \frac{IT}{2}$, onde n é o valor IT	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14		+18		+20	
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19			+23		+28	
6	10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	-5	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23			+28		+34	
10	14	-290	-150	-95		-50	-32		-16		-6	0		-3	-6	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28			+33		+40	
14	18																											
18	24	-300	-160	-110		-65	-40		-20		-7	0		-4	-8	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35			+41	+47	+54	
24	30																											
30	40	-310	-170	-120		-80	-50		-25		-9	0		-5	-10	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43		+48	+60	+68	+80	
40	50	-320	-180	-130		-80	-50		-25		-9	0		-5	-10	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43		+48	+54	+70	+81	+97
50	65	-340	-190	-140		-100	-60		-30		-10	0		-7	-12	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122		
65	80	-360	-200	-150		-100	-60		-30		-10	0		-7	-12	+2	0	+11	+20	+32	+43	+59	+75	+102	+120	+146		
80	100	-380	-220	-170		-120	-72		-36		-12	0		-9	-15	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178		
100	120	-410	-240	-180		-120	-72		-36		-12	0	-9	-15	+3	0	+13	+23	+37	+54	+79	+104	+144	+172	+210			
120	140	-460	-260	-200		-120	-72		-36		-12	0	-9	-15	+3	0	+13	+23	+37	+63	+92	+122	+170	+202	+248			

Tolerância geométrica

- Quando:

- Tolerância dimensional não for suficiente para as necessidades do projeto;





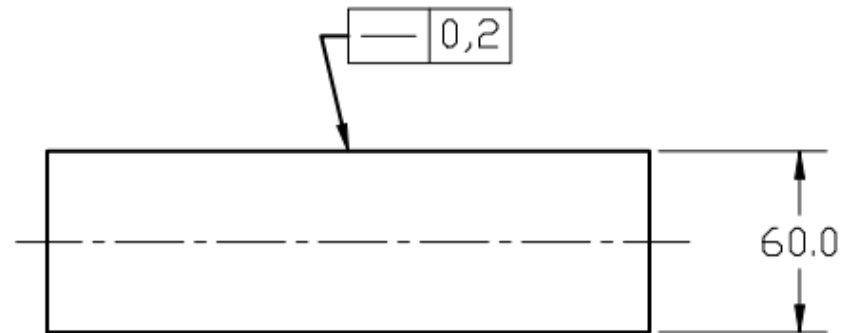
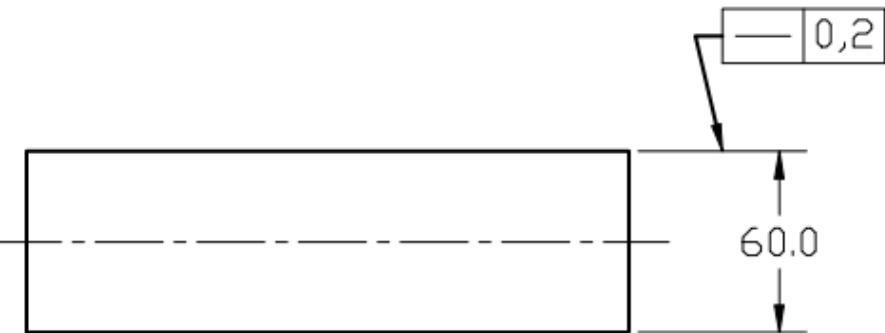
Tolerância geométrica

- Tipos:
 - Forma;
 - Posição;

Tolerância geométrica

■ Retilidade:

- Cada linha deve estar limitada dentro do valor de tolerância especificado



LEADER
TOLERANCE

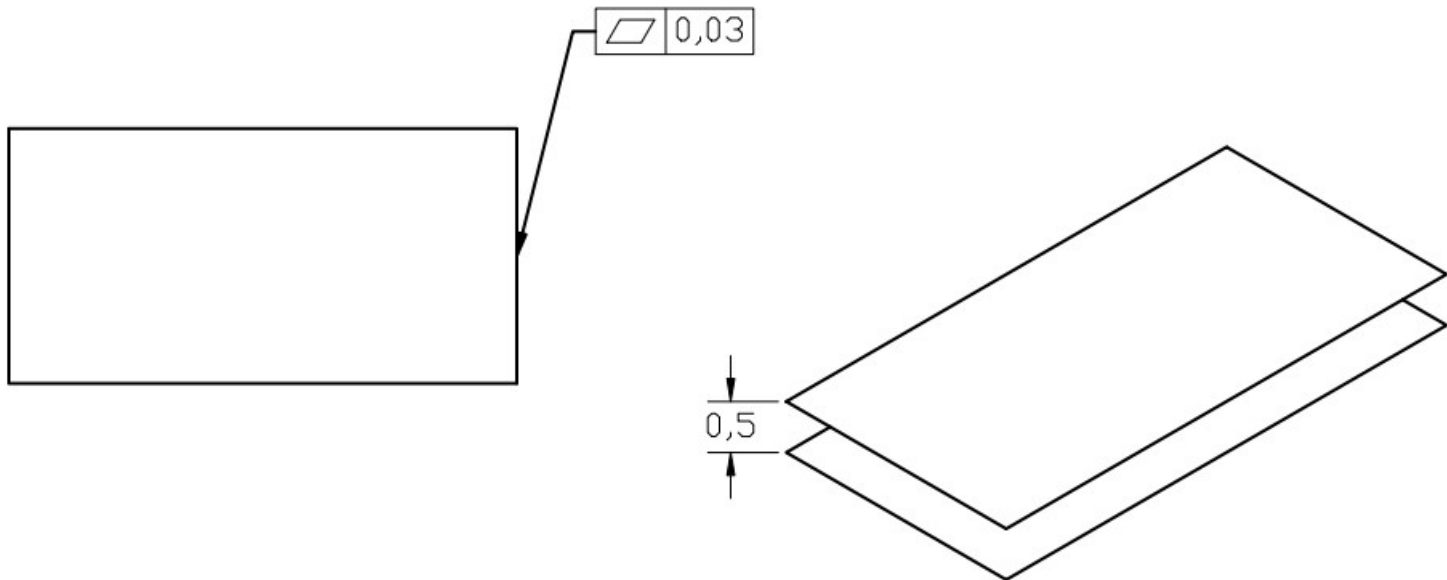
Tolerância geométrica

Características afetadas pelas tolerâncias		
FORMA para elementos isolados	Retilidade	
	Planeza	▱
	Circularidade	○
	Cilindricidade	⊘
	Forma de uma linha qualquer	⌒
	Forma de uma superfície qualquer	Ⓓ
ORIENTAÇÃO para elementos associados	Paralelismo	//
	Perpendicularidade	⊥
	Inclinação	∕
POSIÇÃO para elementos associados	Posição de um elemento	⊕
	Concentricidade	⊙
	Simetria	≡
Batimento		↗

Tolerância geométrica

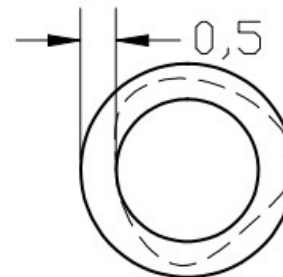
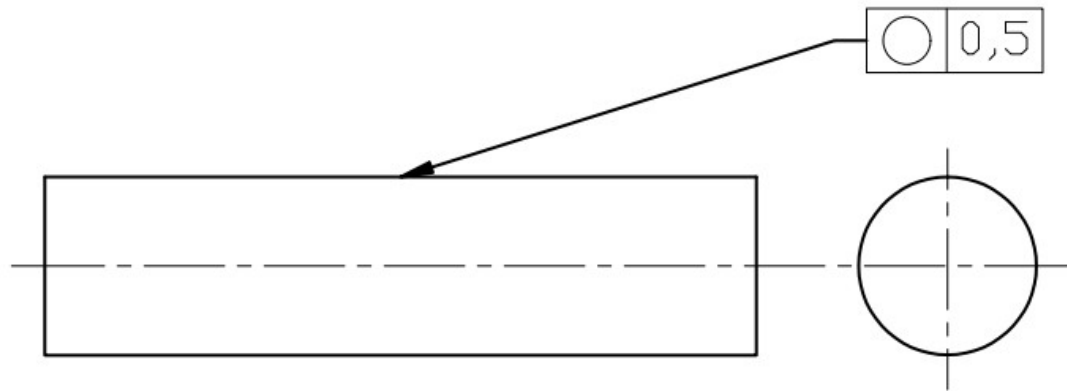
■ Planeza:

- Torno: 0,01 a 0,03mm
- Fresadora: 0,02 a 0,05mm
- Retífica: 0,005 a 0,01mm



Tolerância geométrica

- Circularidade:



Tolerância geométrica

- Paralelismo:

