

## METROLOGIA – AULA INTRODUTÓRIA

- Medidas na antiguidade:
  - tempo
    - ano, (12 meses lunares (354 dias) ou 13 meses a cada 3 anos)
    - mês, (29 ou 30 dias (lua nova))
    - semana, (7 dias – sábado)
    - dia, (do nascer ao pôr do sol)
    - hora, 1/12 do dia (variava conforme época do ano)
    - minuto, (1/60 da hora)
    - segundo (1/60 do minuto)
  - lineares
    - comprimento, distância
  - peso
  - capacidade
    - secos e líquidos
  - área
  - ...
- As unidades de medidas lineares primitivas eram baseadas em partes do corpo humano.
  - medidas universais:
    - qualquer um poderia verificar uma medida a qualquer tempo e em qualquer lugar:
  - palmo, dedo, pé, cúbito, passo, mão...
  - ainda em uso
    - passo (barreira no futebol) – braça (caiçaras) – mão (haras)...

➤ Sistema FRACIONÁRIO

➤ Diferentes biótipos

➤ Outras medidas:

➤ Côvado – medidas da Arca de Noé (cotovelo → ponta do dedo médio – 2 palmos – 44,4cm)

➤ Cúbito – medida das pirâmides (cotovelo → ponta do dedo)

nome de um osso do antebraço

➤ Padronização

➤ medidas do Rei

➤ cúbito padrão

➤ pedra – madeira – gravado nas paredes das pirâmides

➤ Toesa – barra de ferro chumbada na parede do 'Grand Chatelet' próximo a Paris – França (6 pés ~ 1.829m).

➤ Necessidade de se estabelecer uma unidade natural

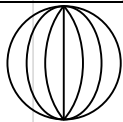
➤ encontrada na natureza

➤ sistema decimal

➤ 1790 – Telleyrand propõe o metro

do grego: metron = medir

➤ **metro é a décima milionésima "10.000.000" parte de um quarto do meridiano terrestre**



Qualquer dos círculos máximos da esfera terrestre que passam pelos pólos.

➤ Delambre e Mechain – cálculos

➤ 1799 – Metro dos Arquivos (barra de platina 25,4mm x 4mm x 1m)

➤ novos cálculos, encontrou-se diferença (aperfeiçoamento da Geodesia)

➤ Nova definição:

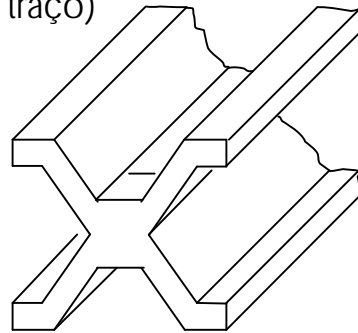
➤ metro é a distância entre os dois extremos da barra de platina depositada nos Arquivos da França apoiada sobre pontos de mínima flexão e na temperatura de zero graus celsius

➤ Problemas com o Metro dos Arquivos

- as faces não eram paralelas
- desgaste nas faces
- flexão da barra

➤ Novo protótipo (protótipo internacional a traço)

- "X" de Tresca
  - maior estabilidade
  - 10% de iridium
  - medição óptica



➤ 1889 – nova definição

➤ metro é a distância entre os eixos de dois traços principais marcados na superfície neutra do padrão internacional depositado no Bureau International des Poids et Mésures, na temperatura de zero graus celsius e sob uma pressão atmosférica de 760mmHg e apoiada sobre pontos de mínima flexão

- permite erros: 0,03 ~ 0,05  $\mu\text{m}$

➤ 1960 – novas definições “não abandonou a anterior”

➤ metro deve conter 1.670.763,73 comprimentos de onda da raia laranja da lâmpada de vapor de criptônio 86

➤ 1983 – definição do INMETRO (fins científicos)

➤ metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante um intervalo de tempo de 1/299.792.458 do segundo

➤ nomes e símbolos para prefixos do metro

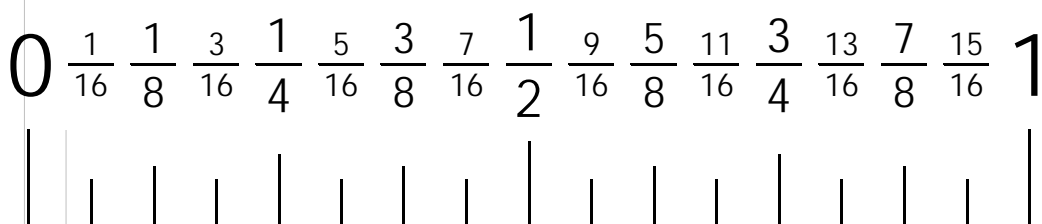
NOME	SÍMBOLO	MULTIPLICAR
exametro	Em	$10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ m$
peptametro	Pm	$10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ m$
terametro	Tm	$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ m$
gigametro	Gm	$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000\ m$
megametro	Mm	$10^6 = 1\ 000\ 000\ m$
quilômetro	km	$10^3 = 1\ 000\ m$
hectômetro	Hm	$10^2 = 100\ m$
decâmetro	dam	$10^1 = 10\ m$
metro	m	$1 = 1\ m$
decímetro	dm	$10^{-1} = 0,1m$
centímetro	cm	$10^{-2} = 0,01m$
milímetro	mm	$10^{-3} = 0,001m$
décimo de milímetro		$10^{-4} = 0,000\ 1m$ ou $0,1mm$
centésimo de milímetro		$10^{-5} = 0,000\ 01m$ ou $0,01mm$
micrometro milésimo do milímetro mícron – micra ( <i>plural</i> )	$\mu m$	$10^{-6} = 0,000\ 001m$ ou $0,001mm$
nanometro	nm	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001m$
picometro	pm	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001m$
femtometro	fm	$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001m$
attometro	am	$10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001m$

➤ Medidas Inglesas:

➤ A polegada (inch) é igual a 1/12 do pé

➤ Fracionária

➤ 3' 1.3/8"



➤ Millesimal

➤ O separador da posição da unidade na representação decimal é o ponto

➤ 15,436,411.5789"

➤ 1959 – as medidas inglesas passaram a ser definidas em função do metro

nome	name	equivalente				pol
		m	mm ou milha	jarda	pé	
jarda (yd)	yard	0,91440m	914,40mm	1yd	3ft	36"
pé (ft) (')	foot	0,30480m	304,80mm	0.333yd	1ft	12"
polegada (")	inch	0,0254m	25,4mm	0.0278yd	0.083ft	1"
milha terrestre	mile	1 609,344m		1 760yd	5 280ft	
milha náutica	mile, nautical	1 852,354m	1.151mile	2 025.7yd	6 077.3ft	

➤ EXERCÍCIO

1. converter 7.5" em mm
2. converter 90,000mm em polegada millesimal
3. converter 7' em polegada millesimal
4. converter 5km em m
5. converter 7 $\mu$ m em mm
6. converter 268m em km
7. converter 7.394 $\mu$ m em mm
8. converter 1,542Hm em dm
9. converter 1,789" em mm
10. converter 1,789" em pé
11. converter 4,564mm em polegada fracionária

➤ RESPOSTAS

1.  $7.5\text{pol} \cdot 25,4\text{mm/pol} = 190,5\text{mm}$
2.  $90\text{mm} / 25,4\text{mm/pol} = 3.5433"$
3.  $7' \cdot 12\text{pol/pé} = 84.0000"$
4.  $5\text{km} \cdot 1.000\text{m/km} = 5.000\text{m}$
5.  $7\mu\text{m} \cdot 0,001\text{mm}/\mu\text{m} = 0,007\text{mm}$
6.  $268\text{m} / 1.000\text{m/km} = 0,268\text{km}$
7.  $7.394\mu\text{m} / 1.000\mu\text{m}/\text{mm} = 7,394\text{mm}$
8.  $1,542\text{Hm} \cdot 1.000\text{dm}/\text{Hm} = 1.542\text{dm}$
9.  $1,789" \cdot 25,4\text{mm}/\text{pol} = 45.440,6\text{mm}$
10.  $1,789" / 12\text{pol/pé} = 149'-1"$  (faz-se a divisão, subtrai-se a parte inteira, multiplica-se por 12 para saber quantas polegadas inteiras)
11.  $4,564\text{mm} / 25,4\text{mm}/\text{pol} = 23/128"$  (faz-se a divisão, subtrai-se a parte inteira, multiplica-se por 128 para saber quantos 128 avos da polegada, faz-se a simplificação)

- Mensuração (adaptado de: COSTA, Sérgio Francisco)
  - Desde a antigüidade: necessidade de medir
    - pedras (cálculo – do latim calculu, 'pedrinha'); nós; entalhes; contas etc.
      - exemplo: corresponder uma ovelha a uma pedra
      - noções de: conjunto, pertinência, correspondência
      - problema: grande volume de pedras, perda de pedras
    - Símbolos:
      - Gregos, Egípcios, Romanos, Fenícios
      - Árabes (Murramed Al-khwarizmi)
        - numerais (algarismos): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0
  - Medir
    - associar uma magnitude (grandeza) a um número real
      - número
        - nunca varia
      - magnitude
        - diferem umas das outras
          - comprimento, massa, velocidade, temperatura, inteligência
    - realizar as seguintes operações
      - definir-se o que será medido
      - definir-se um critério para medição (escala)
      - leitura
      - interpretação
    - estabelecer uma relação entre magnitude e critério
  - Níveis de mensuração:

- 1° nível
  - nível nominal
    - qualitativa, distintiva
  - exemplo: número de telefones e placas de automóveis
  - não permite manipulações matemáticas
- 2° nível
  - nível ordinal
    - mais que, menos que
      - impossível qualificação precisa
  - exemplo: provas escolares
  - não permite manipulações matemáticas
- 3° nível
  - nível intervalar
    - unidade de medida arbitrária e fixa
    - zero relativo
      - convencional
  - exemplo: escalas termométricas (excetuando-se Kelvin)
    - zero e distância entre traços contíguos convencionados
  - só permite soma
- 4° nível
  - nível racional
    - unidade de medida fixa
    - zero absoluto
  - exemplo: escala linear, volume, área, massa

- permite todas as operações aritméticas (com restrições)
  - só é possível a soma de valores de mesma unidade
- 5° nível
  - nível contagem
    - resulta números inteiros
    - zero absoluto
  - exemplo: quantidades
  - permite todas as operações aritméticas sem restrições



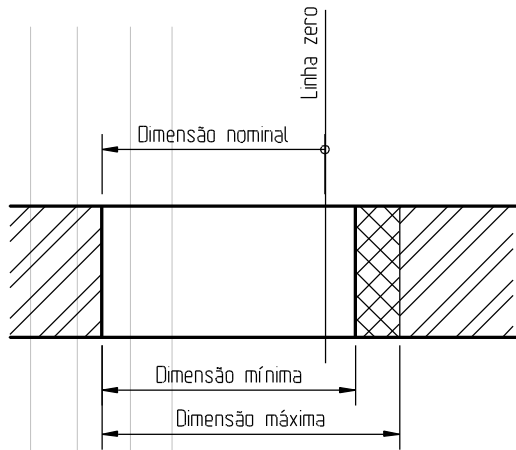


Figura 1 - Dimensões: nominal, máxima e mínima

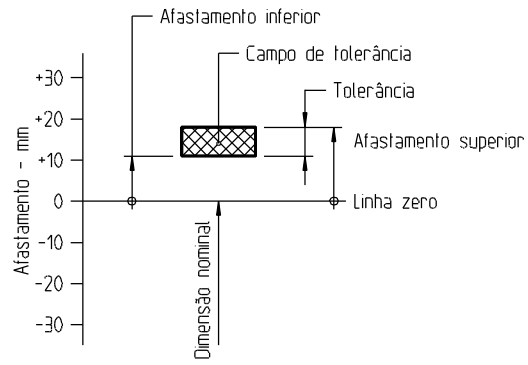


Figura 2 - Representação convencional: campo de tolerância

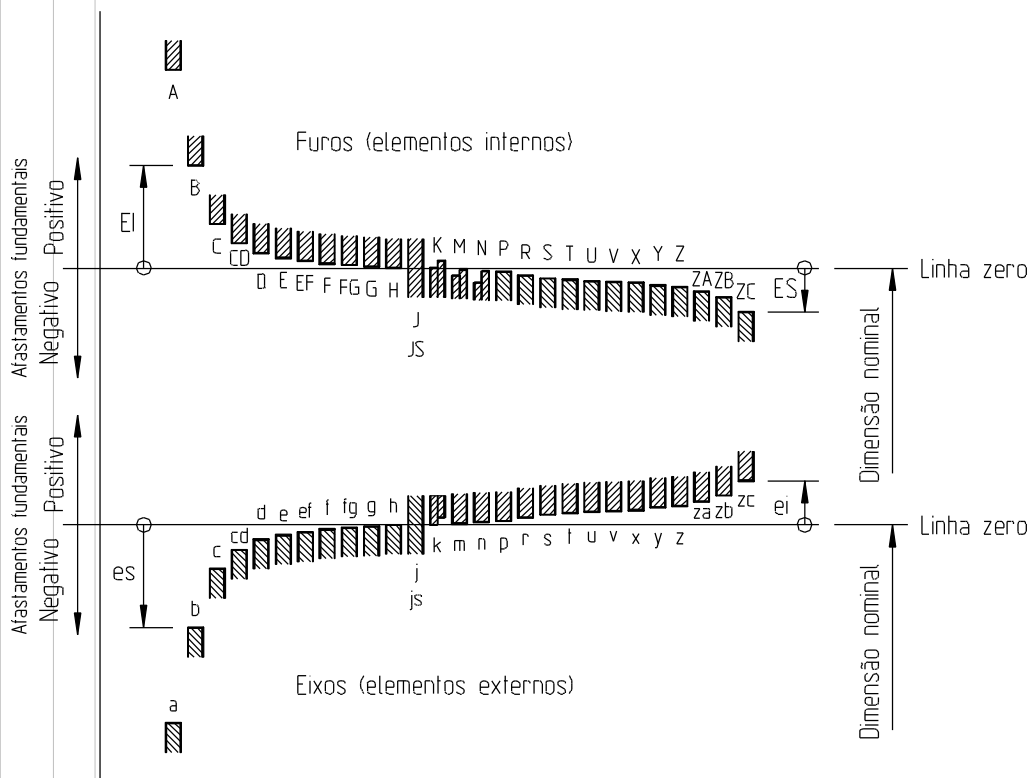
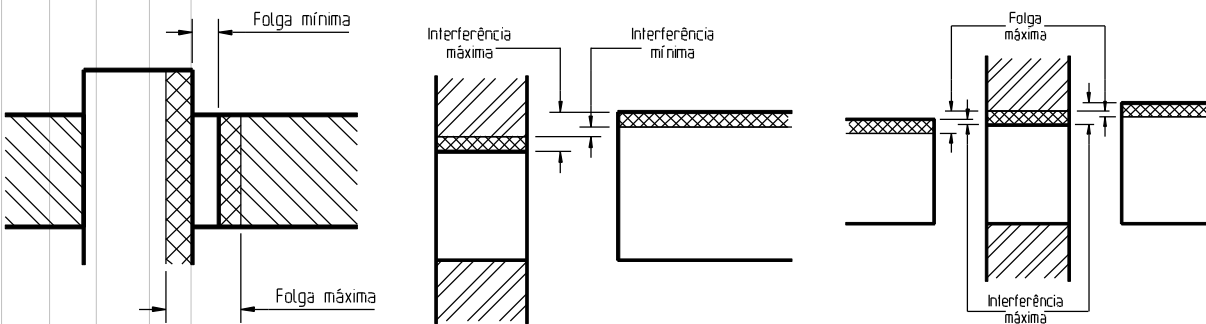


Figura 3 - Representação esquemática das posições dos afastamentos fundamentais



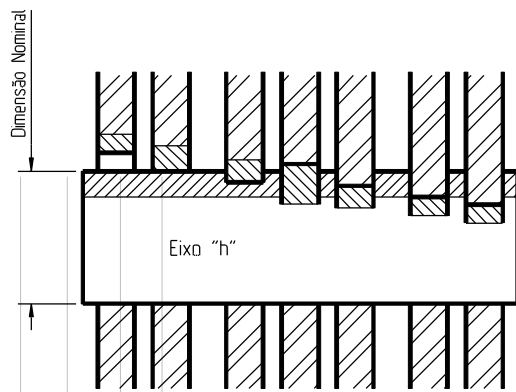


Figura 13 - Sistema eixo-base de ajuste

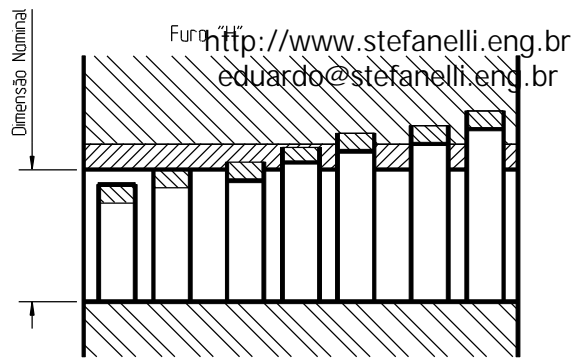


Figura 14 - Sistema furo-base de ajuste

Tabela - Grupo de dimensões nominais

Acima	Até e inclusive
-	3
3	6
6	10
10	18
18	30
30	50
50	80
80	120
120	180
180	250
250	315
315	400
400	500

Acima	Até e inclusive
500	630
630	800
800	1000
1000	1250
1250	1800
1800	2000
2000	2500
2500	3150

Fórmula - Cálculo da média geométrica das dimensões limites do grupo de dimensões nominais

$$D = \sqrt{D1 \times D2}$$

Fórmula - Cálculo do fator de tolerância-padrão "i" para dimensões nominais até 500mm

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

Fórmula - Cálculo do fator de tolerância-padrão "I" para dim. nominais de 500mm até 3150mm

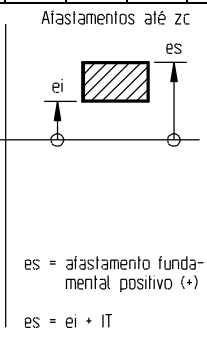
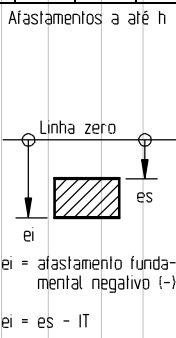
$$I = 0,004D + 2,1$$

Tabela - Fórmulas para graus de tolerância-padrão IT1 a IT18

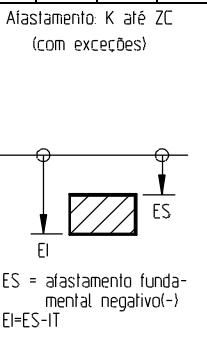
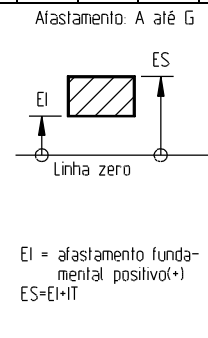
Dimensão nominal (mm)	Graus de tolerância-padrão																		
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
Acima	Até e inclusive	<b>Fórmulas para tolerância-padrão (resultados em µm)</b>																	
-	500	-	-	-	-	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i	1600i	2500i
500	3150	2I	2,7I	3,7I	5I	7I	10I	16I	25I	40I	64I	100I	160I	250I	400I	640I	1000I	1600I	2500I

Tabela - Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT para dimensões nominais até 3150 mm

Dimensão nominal (mm)	Graus de tolerância-padrão																		
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
	Tolerância (μm)											(mm)							
-	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	10	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
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,5	13,5	21	33



Afastamentos para eixo



Afastamentos para furo

← Afastamento superior es												Afastamentos fundamentais (µm)					Afastamento inferior ei →																
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-padrão																
Acima	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j			k			m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc	
	-	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	A	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14		+18		+20		+26	+32	+40	+60	
3	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4		+1	0	+4	+8	+12	+15	+19		+23		+28		+35	+42	+50	+80		
6	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	-5		+1	0	+6	+10	+15	+19	+23		+28		+34		+42	+52	+67	+97		
10																																	
14	-290	-150	-95		-50	-32		-16		-6	0		-3	-6		+1	0	+7	+12	+18	+23	+28		+33		+40		+50	+64	+90	+130		
18																																	
24	-300	-160	-110		-65	-40		-20		-7	0		-4	-8		+2	0	+8	+15	+22	+28	+35		+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188		
30	-310	-170	-120		-80	-50		-25		-9	0		-5	-10		+2	0	+9	+17	+26	+34	+43		+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274	
40	-320	-180	-130																														
50	-340	-190	-140		-100	-60		-30		-10	0		-7	-12		+2	0	+11	+20	+32			+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65	-360	-200	-150																														
80	-380	-220	-170		-120	-72		-36		-12	0		-9	-15		+3	0	+13	+23	+37			+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
100	-410	-240	-180																														
120	-460	-260	-200																														
140	-520	-280	-210		-145	-85		-43		-14	0		-11	-18		+3	0	+15	+27	+43			+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
160	-580	-310	-230																														
180	-660	-340	-240																														
200	-740	-380	-260		-170	-100		-50		-15	0		-13	-21		+4	0	+17	+31	+50			+55	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
225	-820	-420	-280																														
250	-920	-480	-300		-190	-110		-56		-17	0		-16	-26		+4	0	+20	+34	+56			+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800



Dimensão nominal (mm)	Afastamento inferior EI												Afastamentos fundamentais (µm)										Afastamento superior ES . . .						Valores para Δ (µm)								
	Todos os graus de tolerância-padrão												IT6	IT7	IT8	até IT8 (incl)	Acima de IT8	até IT8 (incl)	Acima de IT8	até IT8 (incl)	Acima de IT8	até IT7 (incl)	Graus de tolerância-padrão acima de IT7						Graus de tolerância-padrão								
	Acima	Até e inclusive	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J		K		M		N		P até ZC	P	R	S	T	U	V	X	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	
-	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0		+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4	-4		-6	-10	-14		-18		-20	0	0	0	0	0	0	
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	-1+Δ		-4+Δ	-4	-8+Δ	0		-12	-15	-19		-23		-28	1	1,5	1	3	4	6	
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	-1+Δ		-6+Δ	-6	-10+Δ	0		-15	-19	-23		-28		-34	1	1,5	2	3	6	7	
10	14	+290	+150	+95		+50	+32		+16		+6	0		+6	+10	+15	-1+Δ		-7+Δ	-7	-12+Δ	0		-18	-23	-28		-33		-40	1	2	3	3	7	9	
14	18																																				-39
18	24	+300	+160	+110		+65	+40		+20		+7	0		+8	+12	+20	-2+Δ		-8+Δ	-8	-15+Δ	0		-22	-28	-35		-41	-47	-54	1,5	2	3	4	8	12	
24	30																																				-48
30	40	+310	+170	+120		+80	+50		+25		+9	0		+10	+14	+24	-2+Δ		-9+Δ	-9	-17+Δ	0		-26	-34	-43		-48	-60	-68	-80	1,5	3	4	5	9	14
40	50	+320	+180	+130																																	
50	65	+340	+190	+140		+100	+60		+30		+10	0		+13	+18	+28	-2+Δ		-11+Δ	-11	-20+Δ	0		-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	2	3	5	6	11	16	
65	80	+360	+200	+150																																	-146
80	100	+380	+220	+170		+120	+72		+36		+12	0		+16	+22	+34	-3+Δ		-13+Δ	-13	-23+Δ	0		-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	2	4	5	7	13	19	
100	120	+410	+240	+180																																	-210
120	140	+460	+260	+200		+145	+85		+43		+14	0		+18	+26	+41	-3+Δ		-15+Δ	-15	-27+Δ	0		-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	3	4	6	7	15	23	
140	160	+520	+280	+210																																	-280
160	180	+580	+310	+230		+170	+100		+50		+15	0		+22	+30	+47	-4+Δ		-17+Δ	-17	-31+Δ	0		-50	-77	-122	-166	-236	-284	-350	3	4	6	9	17	26	
200	225	+740	+380	+260																																	-385
225	250	+820	+420	+280		+190	+110		+56		+17	0		+25	+36	+56	-4+Δ		-20+Δ	-20	-34+Δ	0		-56	-94	-158	-218	-315	-385	-475	4	4	7	9	20	29	
280	315	+1050	+540	+330																																	-425
315	355	+1200	+600	+360		+210	+125		+62		+18	0		+29	+39	+60	-4+Δ		-21+Δ	-21	-37+Δ	0		-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	4	5	7	11	21	32	
355	400	+1350	+680	+400																																	-660
400	450	+1500	+760	+440		+230	+135		+68		+20	0		+33	+43	+66	-5+Δ		-23+Δ	-23	-40+Δ	0		-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	5	5	7	13	23	34	
450	500	+1650	+840	+480																																	-820

Dimensão nominal (mm)		← Afastamento inferior EI											Afastamentos fundamentais (μm)								Afastamento superior ES →						Valores para Δ (μm)													
		Todos os graus de tolerância-padrão												IT6	IT7	IT8	até IT8 (incl)	Acima de IT8	até IT8 (incl)	Acima de IT8	até IT8 (incl)	Acima de IT8	até IT7 (incl)	Graus de tolerância-padrão acima de IT7						Graus de tolerância-padrão										
Acima	Até e inclusive	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J		K		M		N		P até ZC	P	R	S	T	U	V	X	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8					
500	560					+260	+145		+76		+22	0	Afastamento = ± IT <sub>n</sub> / 2 , onde n é o valor IT				0		-26		-44	Valores para graus de tolerância-padrão acima de IT7 acrescido por Δ	-78	-150	-280	-400	-600													
560	630																																							
630	710																																							
710	800					+290	+160		+80		+24	0						0		-30			-50																	
800	900																																							
900	1000					+320	+170		+86		+26	0						0		-34			-56																	
1000	1120																																							
1120	1250					+350	+195		+98		+28	0						0		-40			-66																	
1250	1400																																							
1400	1600					+390	+220		+110		+30	0						0		-48			-78																	
1600	1800																																							
1800	2000					+430	+240		+120		+32	0						0		-58			-92																	
2000	2240																																							
2240	2500					+480	+260		+130		+34	0						0		-68			-110																	
2500	2800																																							
2800	3150					+520	+290		+145		+38	0						0		-76			-135																	

1) Calcular a tolerância e comparar com a "tabela de Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT" o ajuste: 300 H8 - f7

Solução:

A dimensão 300 pertence ao Grupo de dimensões nominais:  $>250 \leq 315$  então:

$$D = \sqrt{D1 \times D2} \quad i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D$$

$$D = \sqrt{250 \times 315} \quad i = 0,45 \sqrt[3]{280,6243} + 0,001 \times 280,6243$$

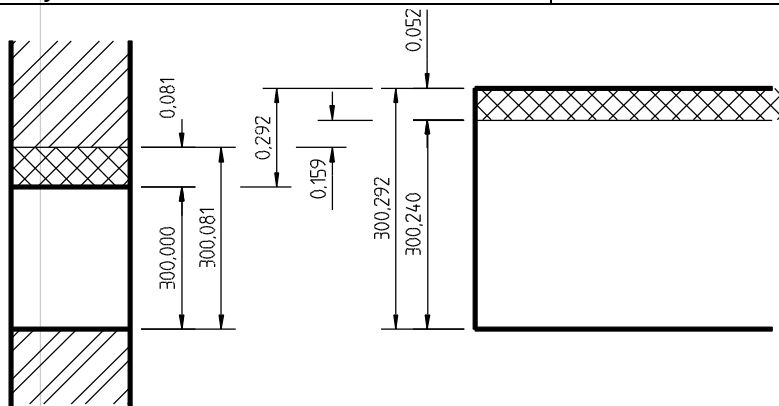
$$D = 280,6243 \quad i = 3,2268$$

Cálculo			tabelado
IT7	16.i	16 x 3,2268	51,6280 $\mu\text{m}$
IT8	25.i	25 x 3,2268	80,6688 $\mu\text{m}$

2) Calcular e montar tabela de ajustes e fazer gráfico:

300 H8 - f7	furo	eixo
Tolerância-padrão	8	7
Tolerância	81 $\mu\text{m}$	52 $\mu\text{m}$
Dimensão Nominal	300mm	300mm
Afastamento fundamental	0	+240 $\mu\text{m}$
Afastamento superior	+81 $\mu\text{m}$	+292 $\mu\text{m}$
Afastamento inferior	0	+240 $\mu\text{m}$
Dimensão limite	300 <sup>+81</sup>	300 <sup>+292</sup> <sub>+240</sub>
Dimensão máxima	300,081mm	300,292mm
Dimensão mínima	300,000mm	300,240mm
Tipo de Ajuste (interferência, folga, incerto)	interferência	
Interferência ou Folga máxima	292 $\mu\text{m}$	
Interferência ou Folga mínima	159 $\mu\text{m}$	
Sistema de ajuste: (furo ou eixo base)	furo base	

gráfico:





1) Calcular a tolerância e comparar com a "tabela de Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT" o ajuste: 250 F7 - h6

Solução:

Cálculo				tabelado

2) Calcular e montar tabela de ajustes e fazer gráfico:

	furo	eixo
Tolerância-padrão		
Tolerância		
Dimensão Nominal		
Afastamento fundamental		
Afastamento superior		
Afastamento inferior		
Dimensão limite		
Dimensão máxima		
Dimensão mínima		
Tipo de Ajuste (interferência, folga, incerto)		
Interferência ou Folga máxima		
Interferência ou Folga mínima		
Sistema de ajuste: (furo ou eixo base)		

gráfico:

1) Calcule adequadamente a tolerância e compare com a "tabela de Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT" o ajuste: 120 H7-e6

2) Calcule e monte tabela de ajustes e faça o gráfico

	furo	eixo
Tolerância-padrão		
Tolerância		
Afastamento fundamental		
Afastamento superior		
Afastamento inferior		
Dimensão nominal		
Dimensão limite		
Dimensão máxima		
Dimensão mínima		
Ajuste (interferência, incerto, folga)		
<input type="checkbox"/> Interferência ou <input type="checkbox"/> folga máxima		
<input type="checkbox"/> Interferência ou <input type="checkbox"/> folga <input type="checkbox"/> máxima <input type="checkbox"/> mínima		
Furo base ou eixo base		

gráfico:

3) Um inspetor de qualidade consultou um desenho onde as dimensões especificadas para um ajuste era: 120 H7/g6, medindo aleatoriamente um furo e um eixo observou as dimensões do furo e do eixo eram 120,000mm, preencha para ele o relatório:

	conforme	não conforme
eixo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
furo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

estas duas peças terão um ajuste:  com folga,  com interferência,  incerto.  
 qual o tipo de dimensão observada no ato da medição: \_\_\_\_\_

1) Calcule adequadamente a tolerância e compare com a "tabela de Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT" o ajuste: 15 P7-h6

2) Calcule e monte tabela de ajustes e faça o gráfico

	furo	eixo
Tolerância-padrão		
Tolerância		
Afastamento fundamental		
Afastamento superior		
Afastamento inferior		
Dimensão nominal		
Dimensão limite		
Dimensão máxima		
Dimensão mínima		
Ajuste (interferência, incerto, folga)		
<input type="checkbox"/> Interferência ou <input type="checkbox"/> folga máxima		
<input type="checkbox"/> Interferência ou <input type="checkbox"/> folga <input type="checkbox"/> máxima <input type="checkbox"/> mínima		
Furo base ou eixo base		

gráfico:

3) No ato da medição de um conjunto utilizando o ajuste acima você observou que o eixo estava com 15,020mm e o furo com 15,000mm, preencha o relatório:

	conforme	não conforme
eixo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
furo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

estas duas peças terão um ajuste:  com folga,  com interferência,  incerto.

1) Calcule adequadamente a tolerância e compare com a "tabela de Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT" o ajuste: 400 H7-j6

2) Calcule e monte tabela de ajustes e faça o gráfico

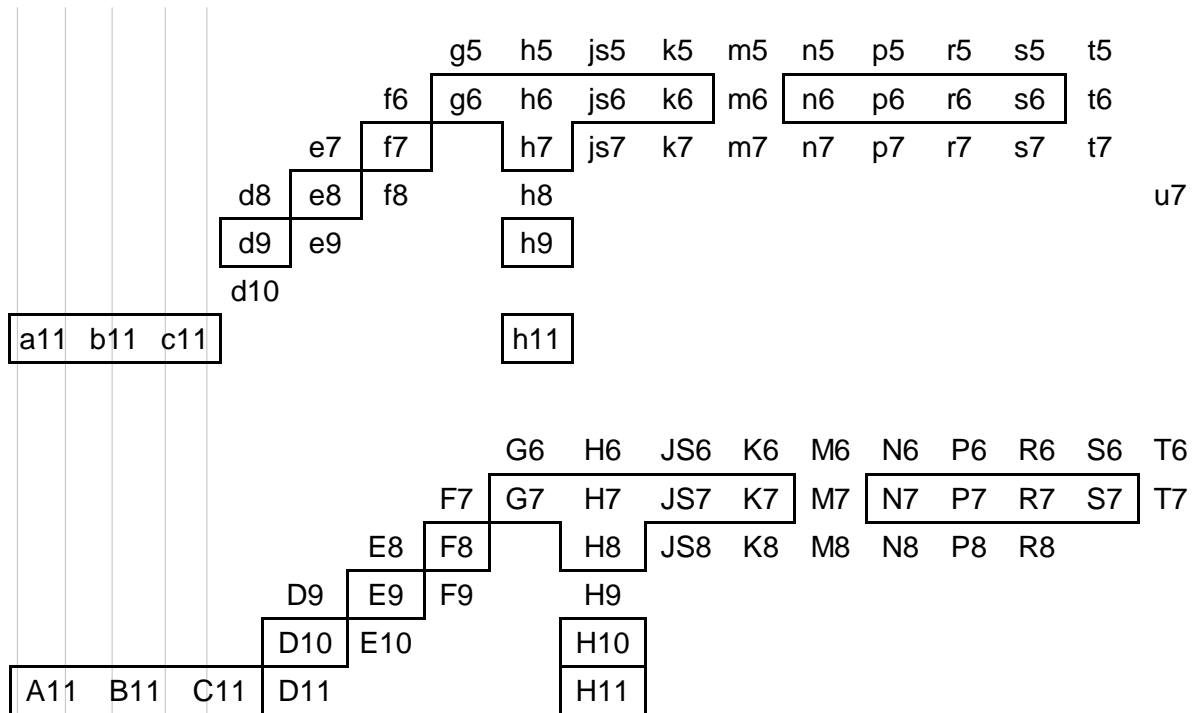
	furo	eixo
Tolerância-padrão		
Tolerância		
Afastamento fundamental		
Afastamento superior		
Afastamento inferior		
Dimensão nominal		
Dimensão limite		
Dimensão máxima		
Dimensão mínima		
Ajuste (interferência, incerto, folga)		
<input type="checkbox"/> Interferência ou <input type="checkbox"/> folga máxima		
<input type="checkbox"/> Interferência ou <input type="checkbox"/> folga <input type="checkbox"/> máxima <input type="checkbox"/> mínima		
Furo base ou eixo base		

gráfico:

3) No ato da medição de um conjunto utilizando o ajuste acima você observou que tanto o eixo como o furo estavam com 400,000mm, preencha o relatório:

	conforme	não conforme
eixo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
furo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

estas duas peças terão um ajuste:  com folga,  com interferência,  incerto.



Blocos Padrão

- 1896 - Sueco Carl Edward Johansson
- Peças em formato de paralelepípedo
  - Superfícies opostas rigorosamente planas e paralelas
  - distância correspondente à dimensão nominal
- Servem para aferição ou medição por comparação

Particularidades fundamentais:

- elevada precisão de fabricação
- inalterabilidade da forma com tempo de uso
- auto-aderência entre superfícies de medição
- elevada resistência ao desgaste

Classes dos blocos

- 00 - (0,05 + 0,001 . l)  $\mu\text{m}$  - fins científicos
- 0 - (0,10 + 0,002 . l)  $\mu\text{m}$  - referência
- 1ek - (0,20 + 0,004 . l)  $\mu\text{m}$  - inspeção de instrumentos
- 2 - (0,40 + 0,008 . l)  $\mu\text{m}$  - oficinas e ferramentarias

jogos dos blocos

- jogo de 112 peças

	escopo	razão	peças
1,0005			01
1,001	a 1,009	0,001	09
1,01	a 1,49	0,01	49
0,5	a 24,5	0,5	49
25	a 100	25	04

- jogo de 111 peças

	escopo	razão	peças
1,001	a 1,009	0,001	09
1,01	a 1,49	0,01	49
0,5	a 24,5	0,5	49
25	a 100	25	04

- jogo de 102 peças

	escopo	razão	peças
1,001	a 1,009	0,001	09
1,01	a 1,49	0,01	49
0,5	a 19,5	0,5	39
20	a 100	20	05

- jogo de 87 peças

	escopo	razão	peças
1,001	a 1,009	0,001	09
1,01	a 1,49	0,01	49
0,5	a 9,5	0,5	19
10	a 100	10	10

- jogo de 46 peças

	escopo	razão	peças
1,001	a 1,009	0,001	09
1,01	a 1,09	0,01	09
1,1	a 1,9	0,1	09
1	a 9	1	09
10	a 100	10	10

- jogo de 32 peças

	escopo	razão	peças
1,005			01
1,01	a 1,09	0,01	9
1,1	a 1,90	01	9
1	a 9	1	9
10	20	30	60

- jogo de 18 peças

1,005			
1,01	1,02	1,03	1,06
1,1	1,2	1,3	1,6
1	2	3	6
10	20	30	60
100			





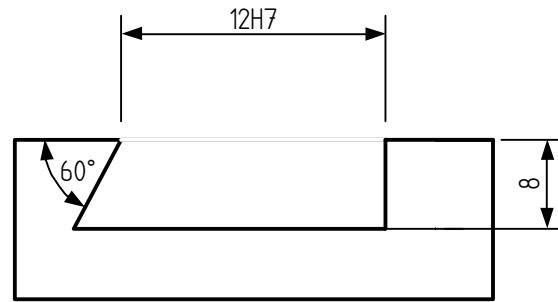






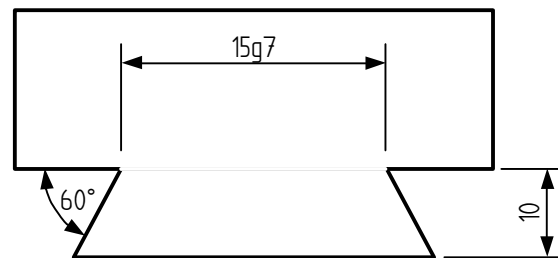
1. Dar o empilhamento de blocos-padrão para controlar a tolerância do encaixe fêmea do rabo-de-andorinha dado:

↳ utilizar pinos  $\varnothing 7,000\text{mm}$



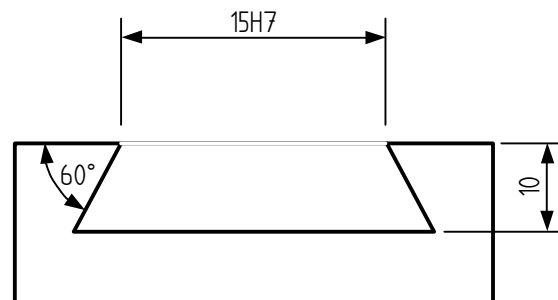
2. Dar o empilhamento de blocos-padrão para controlar a tolerância do encaixe macho do rabo-de-andorinha dado:

↳ utilizar pinos  $\varnothing 8,500\text{mm}$



3. Dar o empilhamento de blocos-padrão para controlar a tolerância do encaixe fêmea do rabo-de-andorinha dado:

↳ utilizar pinos  $\varnothing 8,000\text{mm}$



- Calibradores de Tolerância e Referência

- Confeccionados para medir uma única dimensão em um peça

- Confrontar as dimensões limites de uma tolerância com a dimensão real da peça
  - $\text{mínima} < \text{REAL} < \text{máxima}$  - peça boa
  - $\text{REAL} < \text{mínima} < \text{máxima}$  - peça não conforme
  - $\text{mínima} < \text{máxima} < \text{REAL}$  - peça não conforme
- Passa - Não Passa (P-NP)
- Avaliação de: cores, entalhes, roscas, folgas...
- Princípio de Taylor:
  - Para controle de um eixo usa-se um furo calibrado e para controle de um furo usa-se um eixo calibrado de modo que no lado passa o calibrador e a peça deve ter contato integral, enquanto que no lado não passa o calibrador deve apalpar a peça em dois pontos diametralmente opostos. "feito para verificar além da medida a forma"
- Verificar a condição de máximo metal
- Classificação de calibradores
  - pino padrão de aferição
  - calibradores para dimensões limites
  - calibradores para formas geométricas
  - calibradores multidimensionais
  - calibradores de contorno
  - calibradores de montagem
- Detalhes construtivos
  - precisão de fabricação
  - alta rigidez
  - baixo peso
  - resistência ao desgaste
  - alta produtividade
  - estabilidade dimensional
  - resistência à corrosão