

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 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

- Outra 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

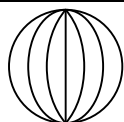
- encontrada na natureza

- 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:

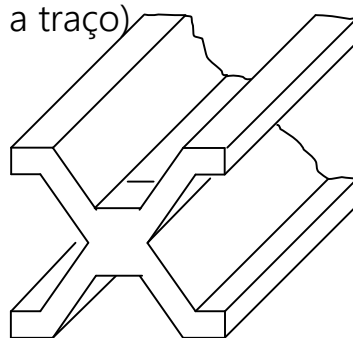
- metro é a **distância** entre os **dois extremos** da **barra de platina depositada** nos **Arquivos da França** apoiada sobre **pontos de mínima flexão** e na temperatura de **zero graus Celsius**

➤ 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 μm

➤ 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**

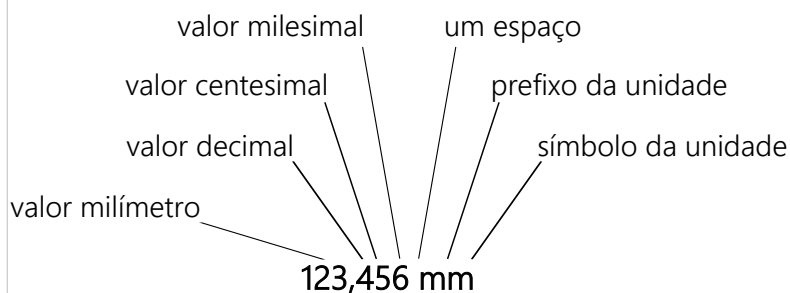
➤ 1983 – definição do INMETRO (fins científicos)

- 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>) | μm | $10^{-6} = 0,000\ 001m$ 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 | $10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001m$ |

➤ representação

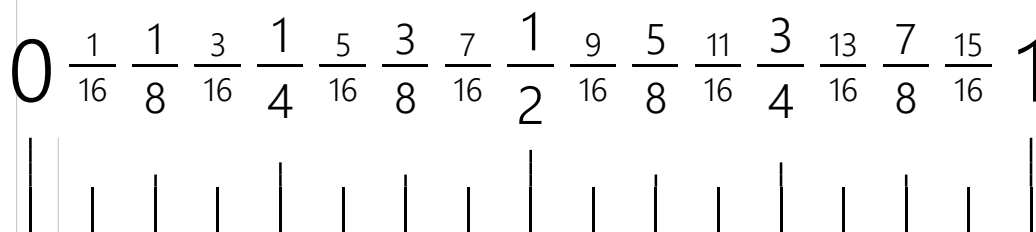


➤ Medidas Inglesas:

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

➤ Fracionária

➤ 3' 1.3/8"



➤ Mlesimal

➤ 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 milesimal
3. converter 7' em polegada milesimal
4. converter 5km em m
5. converter 7 μ m em mm
6. converter 268m em km
7. converter 7.394 μ 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. $7.5\text{pol} * 25,4\text{mm/pol} = 190,5\text{mm}$
2. $90\text{mm} / 25,4\text{mm/pol} = 3.5433''$
3. $7' * 12\text{pol/pé} = 84.0000''$
4. $5\text{km} * 1.000\text{m/km} = 5.000\text{m}$
5. $7\mu\text{m} * 0,001\text{mm}/\mu\text{m} = 0,007\text{mm}$
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. $1,542\text{Hm} * 1.000\text{dm}/\text{Hm} = 1.542\text{dm}$
9. $1,789'' * 25,4\text{mm/pol} = 45.440,6\text{mm}$
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. $4,564\text{mm} / 25,4\text{mm/pol} = 23/128''$ (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 antiguidade: 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

➤ Afastamentos e Tolerâncias ABNT NBR 6158

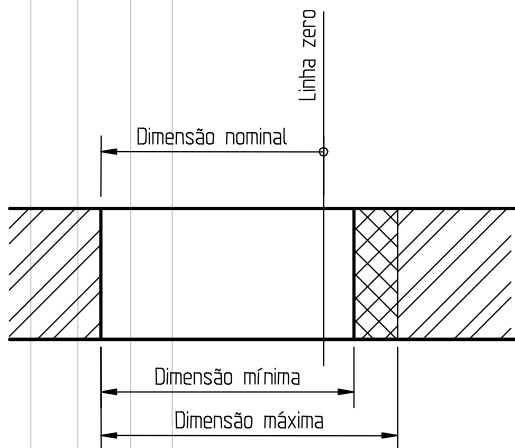


Figura 1 - Dimensões: nominal, máxima e mínima

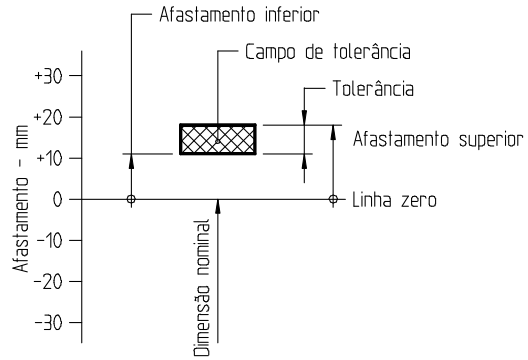


Figura 2 - Representação convencional: campo de tolerância

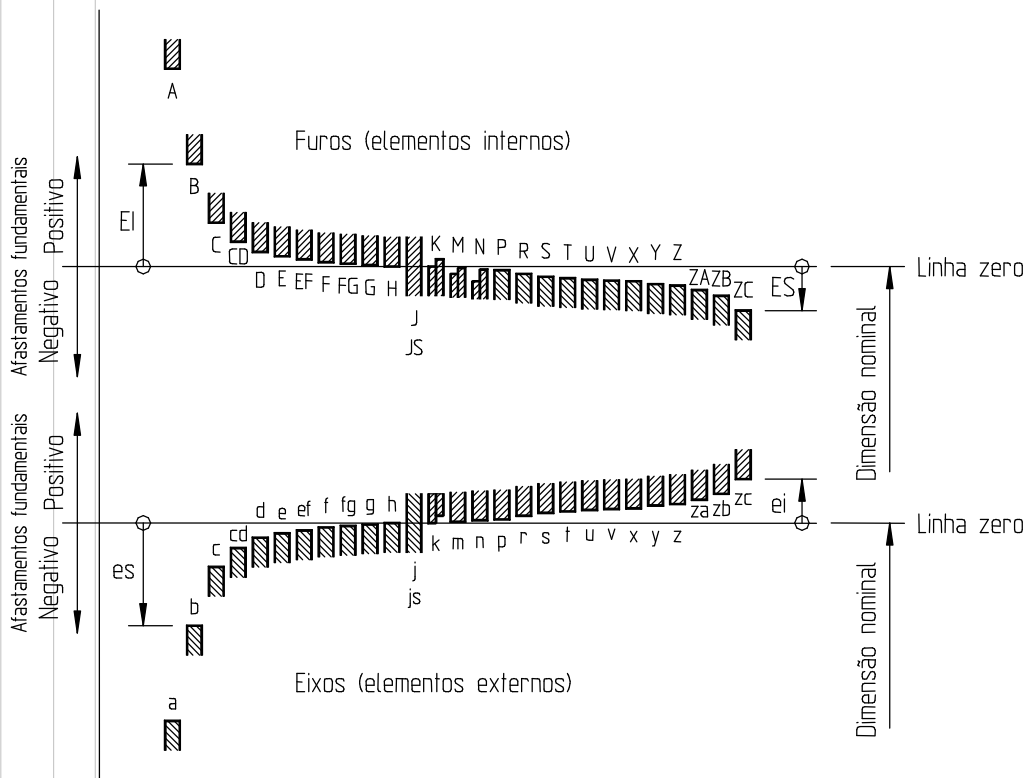
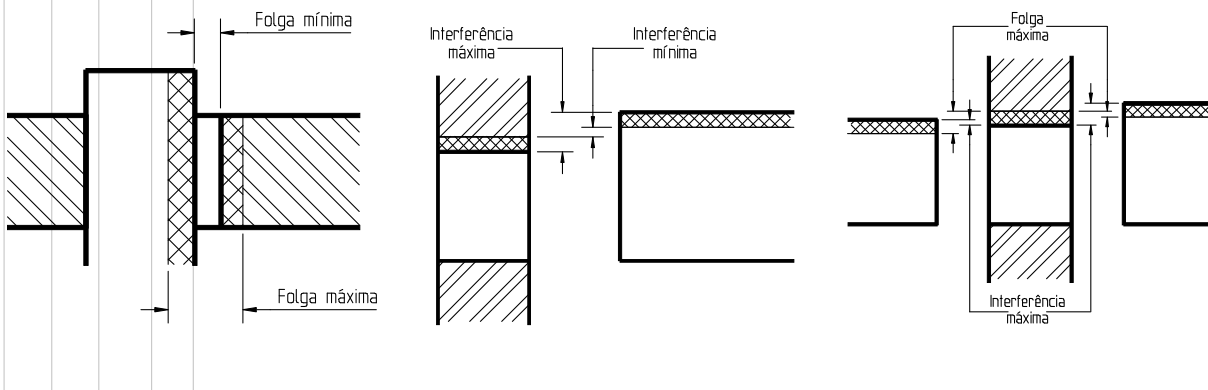


Figura 3 - Representação esquemática das posições dos afastamentos fundamentais



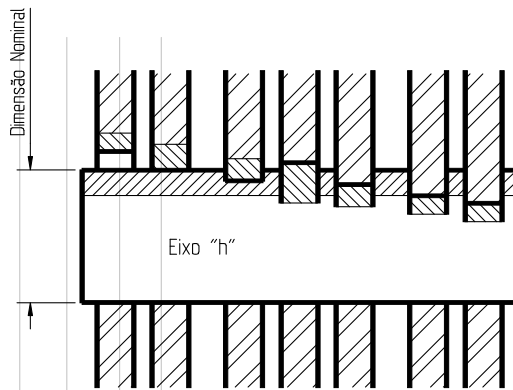


Figura 13 - Sistema eixo-base de ajuste

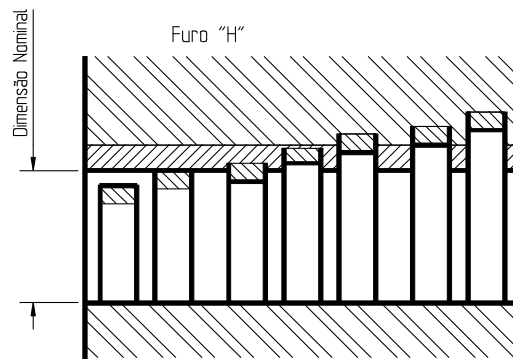


Figura 14 - Sistema furo-base de ajuste

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

$$D = \sqrt{D_1 \times D_2}$$

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

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

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

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

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

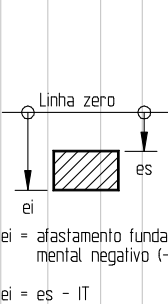
➤ Tabela de valores numéricos – graus de tolerância-padrão IT – ABNT NBR 6158

| 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 | Fórmulas para tolerância-padrão (resultados em µm) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | 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 |

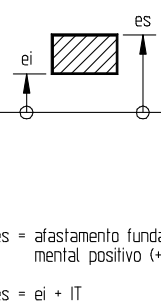
Tabela - Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT para dimensões nominais até 3150 mm

| 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 |
| Acima | Até e inclusive | 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 | 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 |
| 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 a até h

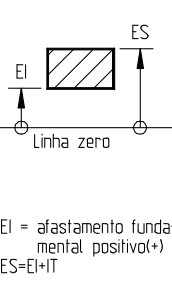


Afastamentos até zc

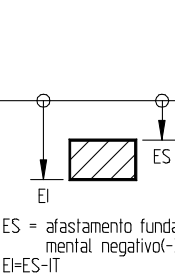


Afastamentos para eixo

Afastamento: A até G



Afastamento: K até ZC (com exceções)



Afastamentos para furo

Tabela de afastamentos fundamentais para eixos – ABNT NBR 6158

| Dimensão nominal (mm) | | ← 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 | Até e inclusive | 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 |
| - | 3 | -270 | -140 | -60 | -34 | -20 | -14 | -10 | -6 | -4 | -2 | 0 | | -2 | -4 | -6 | 0 | 0 | +2 | +4 | +6 | +10 | +14 | | +18 | | +20 | | +26 | +32 | +40 | +60 |
| 3 | 6 | -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 | 10 | -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 |
| 14 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 24 | -300 | -160 | -110 | | -65 | -40 | | -20 | | -7 | 0 | | -4 | -8 | | +2 | 0 | +8 | +15 | +22 | +28 | +35 | +41 | +48 | +47 | +54 | +63 | +73 | +98 | +136 | +188 |
| 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 | +94 | +112 | +148 | +200 | +274 |
| 40 | 50 | -320 | -180 | -130 | | -80 | -50 | | -25 | | -9 | 0 | | -5 | -10 | | +2 | 0 | +9 | +17 | +26 | +34 | +43 | +54 | +70 | +81 | +97 | +114 | +136 | +180 | +242 | +325 |
| 50 | 65 | -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 | 80 | -360 | -200 | -150 | | -100 | -60 | | -30 | | -10 | 0 | | -7 | -12 | | +2 | 0 | +11 | +20 | +32 | +43 | +59 | +75 | +102 | +120 | +146 | +174 | +210 | +274 | +360 | +480 |
| 80 | 100 | -380 | -220 | -170 | | -120 | -72 | | -36 | | -12 | 0 | | -9 | -15 | | +3 | 0 | +13 | +23 | +37 | +51 | +71 | +91 | +124 | +146 | +178 | +214 | +258 | +335 | +445 | +585 |
| 100 | 120 | -410 | -240 | -180 | | -120 | -72 | | -36 | | -12 | 0 | | -9 | -15 | | +3 | 0 | +13 | +23 | +37 | +54 | +79 | +104 | +144 | +172 | +210 | +254 | +310 | +400 | +525 | +690 |
| 120 | 140 | -460 | -260 | -200 | | -145 | -85 | | -43 | | -14 | 0 | | -11 | -18 | | +3 | 0 | +15 | +27 | +43 | +63 | +92 | +122 | +170 | +202 | +248 | +300 | +365 | +470 | +620 | +800 |
| 140 | 160 | -520 | -280 | -210 | | -145 | -85 | | -43 | | -14 | 0 | | -11 | -18 | | +3 | 0 | +15 | +27 | +43 | +65 | +100 | +134 | +190 | +228 | +280 | +340 | +415 | +535 | +700 | +900 |
| 160 | 180 | -580 | -310 | -230 | | -145 | -85 | | -43 | | -14 | 0 | | -11 | -18 | | +3 | 0 | +15 | +27 | +43 | +68 | +108 | +146 | +210 | +252 | +310 | +380 | +465 | +600 | +780 | +1000 |
| 180 | 200 | -660 | -340 | -240 | | -170 | -100 | | -50 | | -15 | 0 | | -13 | -21 | | +4 | 0 | +17 | +31 | +50 | +77 | +122 | +166 | +236 | +284 | +350 | +425 | +520 | +670 | +880 | +1150 |
| 200 | 225 | -740 | -380 | -260 | | -170 | -100 | | -50 | | -15 | 0 | | -13 | -21 | | +4 | 0 | +17 | +31 | +50 | +80 | +130 | +180 | +258 | +310 | +385 | +470 | +575 | +740 | +960 | +1250 |
| 225 | 250 | -820 | -420 | -280 | | -170 | -100 | | -50 | | -15 | 0 | | -13 | -21 | | +4 | 0 | +17 | +31 | +50 | +84 | +140 | +196 | +284 | +340 | +425 | +520 | +640 | +820 | +1050 | +1350 |
| 250 | 280 | -920 | -480 | -300 | | -190 | -110 | | -56 | | -17 | 0 | | -16 | -26 | | +4 | 0 | +20 | +34 | +56 | +94 | +158 | +218 | +315 | +385 | +475 | +580 | +710 | +920 | +1200 | +1550 |
| 280 | 315 | -1050 | -540 | -330 | | -190 | -110 | | -56 | | -17 | 0 | | -16 | -26 | | +4 | 0 | +20 | +34 | +56 | +98 | +170 | +240 | +350 | +425 | +525 | +650 | +790 | +1000 | +1300 | +1700 |
| 315 | 355 | -1200 | -600 | -360 | | -210 | -125 | | -62 | | -18 | 0 | | -18 | -28 | | +4 | 0 | +21 | +37 | +62 | +108 | +190 | +268 | +390 | +475 | +590 | +730 | +900 | +1150 | +1500 | +1900 |
| 355 | 400 | -1350 | -680 | -400 | | -210 | -125 | | -62 | | -18 | 0 | | -18 | -28 | | +4 | 0 | +21 | +37 | +62 | +114 | +208 | +294 | +435 | +530 | +660 | +820 | +1000 | +1300 | +1650 | +2100 |
| 400 | 450 | -1500 | -760 | -440 | | -230 | -135 | | -68 | | -20 | 0 | | -20 | -32 | | +5 | 0 | +23 | +40 | +68 | +126 | +232 | +330 | +490 | +595 | +740 | +920 | +1100 | +1450 | +1850 | +2400 |
| 450 | 500 | -1650 | -840 | -480 | | -230 | -135 | | -68 | | -20 | 0 | | -20 | -32 | | +5 | 0 | +23 | +40 | +68 | +132 | +252 | +360 | +540 | +660 | +820 | +1000 | +1250 | +1600 | +2100 | +2600 |

Afastamento = $\pm IT_n/2$, onde n é o valor IT

Tabela de afastamentos fundamentais para eixos – ABNT NBR 6158

| Dimensão nominal (mm) | ← 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 | Até e inclusive | 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 |
| 500 | 560 | | | | | -260 | -145 | | -76 | | -22 | 0 | Afastamento = $\Phi \frac{ITn}{2}$, onde n é o valor IT | | | | 0 | 0 | +26 | +44 | +78 | +150 | +280 | +400 | +600 | | | | | | | |
| 560 | 630 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | +155 | +310 | +450 | +660 | | | | | | | |
| 630 | 710 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | +175 | +340 | +500 | +740 | | | | | | | |
| 710 | 800 | | | | | -290 | -160 | | -80 | | -24 | 0 | | | | | | | | | | +185 | +380 | +560 | +840 | | | | | | | |
| 800 | 900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | +210 | +430 | +620 | +940 | | | | | | | |
| 900 | 1000 | | | | | -320 | -170 | | -86 | | -26 | 0 | | | | | | | | | | +220 | +470 | +680 | +1050 | | | | | | | |
| 1000 | 1120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | +250 | +520 | +780 | +1150 | | | | | | | |
| 1120 | 1250 | | | | | -350 | -195 | | -98 | | -28 | 0 | | | | | | | | | | +260 | +580 | +840 | +1300 | | | | | | | |
| 1250 | 1400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | +300 | +640 | +960 | +1450 | | | | | | | |
| 1400 | 1600 | | | | | -390 | -220 | | -110 | | -30 | 0 | | | | | | | | | | +330 | +720 | +1050 | +1600 | | | | | | | |
| 1600 | 1800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | +370 | +820 | +1200 | +1850 | | | | | | | |
| 1800 | 2000 | | | | | -430 | -240 | | -120 | | -32 | 0 | | | | | | | | | | +400 | +920 | +1350 | +2000 | | | | | | | |
| 2000 | 2240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | +440 | +1000 | +1500 | +2300 | | | | | | | |
| 2240 | 2500 | | | | | -480 | -260 | | -130 | | -34 | 0 | | | | | | | | | | +460 | +1100 | +1650 | +2500 | | | | | | | |
| 2500 | 2800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | +550 | +1250 | +1900 | +2900 | | | | | | | |
| 2800 | 3150 | | | | | -520 | -290 | | -145 | | -38 | 0 | | | | | | | | | | +580 | +1400 | +2100 | +3200 | | | | | | | |

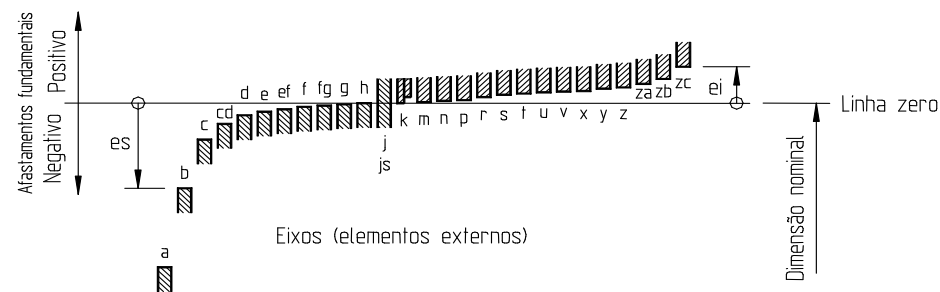
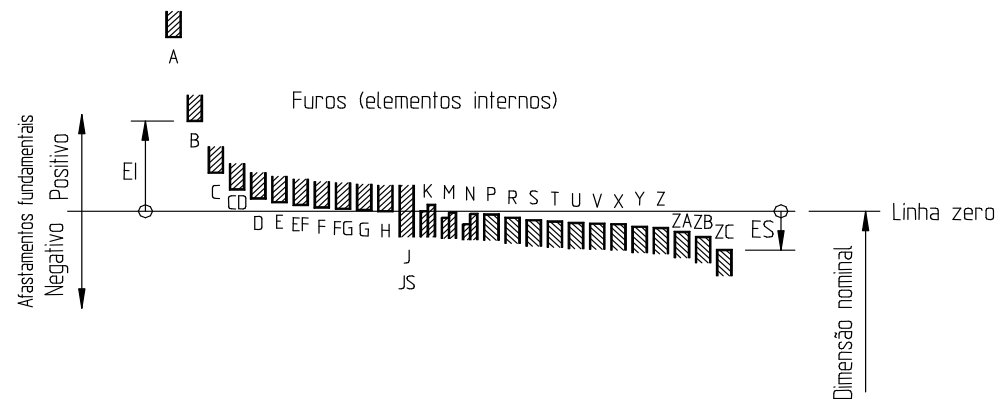


Tabela de afastamentos fundamentais para FUROS – ABNT NBR 6158

| 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 | Afastamento = $\pm IT_n/2$, onde n é o valor IT | +2 | +4 | +6 | 0 | 0 | -2 | -2 | -4 | -4 | Valores para graus de tolerância-padrão acima de IT7 acrescido por Δ | -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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 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 | 2 | 3 | 5 | 6 | 11 | 16 |
| 65 | 80 | +360 | +200 | +150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 2 | 4 | 5 | 7 | 13 | 19 |
| 100 | 120 | +410 | +240 | +180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 3 | 4 | 6 | 7 | 15 | 23 |
| 140 | 160 | +520 | +280 | +210 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 3 | 4 | 6 | 9 | 17 | 26 |
| 180 | 200 | +660 | +340 | +240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 225 | +740 | +380 | +260 | | +190 | +110 | | +56 | | +17 | 0 | | +25 | +36 | +56 | -4+Δ | | -20+Δ | -20 | -34+Δ | 0 | | -56 | -80 | -130 | | -180 | -258 | -310 | 4 | 4 | 7 | 9 | 20 | 29 |
| 225 | 250 | +820 | +420 | +280 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 280 | +920 | +480 | +300 | | +210 | +125 | | +62 | | +18 | 0 | | +29 | +39 | +60 | -4+Δ | | -21+Δ | -21 | -37+Δ | 0 | | -62 | -94 | -158 | | -218 | -315 | -385 | 4 | 5 | 7 | 11 | 21 | 32 |
| 280 | 315 | +1050 | +540 | +330 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 315 | 355 | +1200 | +600 | +360 | | +230 | +135 | | +68 | | +20 | 0 | +33 | +43 | +66 | -5+Δ | | -23+Δ | -23 | -40+Δ | 0 | -68 | -108 | -190 | | -268 | -390 | -475 | 5 | 5 | 7 | 13 | 23 | 34 | | |
| 355 | 400 | +1350 | +680 | +400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 5 | 5 | 7 | 13 | 23 | 34 | | |
| 450 | 500 | +1650 | +840 | +480 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela de afastamentos fundamentais para FUROS – ABNT NBR 6158

| 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 = $\pm ITn/2$, 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -155 | -310 | -450 | -660 | | | | | | | | | | |
| 630 | 710 | | | | | +290 | +160 | | +80 | | +24 | 0 | | | | | | 0 | | -30 | | -50 | | -88 | -175 | -340 | -500 | -740 | | | | | | | | | |
| 710 | 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -185 | -380 | -560 | -840 | | | | | | | | | |
| 800 | 900 | | | | | +320 | +170 | | +86 | | +26 | 0 | | | | | | 0 | | -34 | | -56 | | -100 | -210 | -430 | -620 | -940 | | | | | | | | | |
| 900 | 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -220 | -470 | -680 | -1050 | | | | | | | | | |
| 1000 | 1120 | | | | | +350 | +195 | | +98 | | +28 | 0 | | | | | | 0 | | -40 | | -66 | | -120 | -250 | -520 | -780 | -1150 | | | | | | | | | |
| 1120 | 1250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -260 | -580 | -840 | -1300 | | | | | | | | | |
| 1250 | 1400 | | | | | +390 | +220 | | +110 | | +30 | 0 | | | | | | 0 | | -48 | | -78 | | -140 | -300 | -640 | -960 | -1450 | | | | | | | | | |
| 1400 | 1600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -330 | -720 | -1060 | -1600 | | | | | | | | | |
| 1600 | 1800 | | | | | +430 | +240 | | +120 | | +32 | 0 | | | | | | 0 | | -58 | | -92 | | -170 | -370 | -820 | -1200 | -1850 | | | | | | | | | |
| 1800 | 2000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -400 | -920 | -1350 | -2000 | | | | | | | | | |
| 2000 | 2240 | | | | | +480 | +260 | | +130 | | +34 | 0 | | | | | | 0 | | -68 | | -110 | | -195 | -440 | -1000 | -1500 | -2300 | | | | | | | | | |
| 2240 | 2500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -480 | -1100 | -1650 | -2500 | | | | | | | | | |
| 2500 | 2800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -550 | -1250 | -1900 | -2900 | | | | | | | | | |
| 2800 | 3150 | | | | | +520 | +290 | | +145 | | +38 | 0 | | | | | | 0 | | -76 | | -135 | | -240 | -580 | -1400 | -2100 | -3200 | | | | | | | | | |



➤ Exemplo

1) Calcular a tolerância e comparar com a “tabela de Valores numéricos de graus de tolerância-padrão IT” o ajuste: **300 H8 - t7**

Solução:

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

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

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

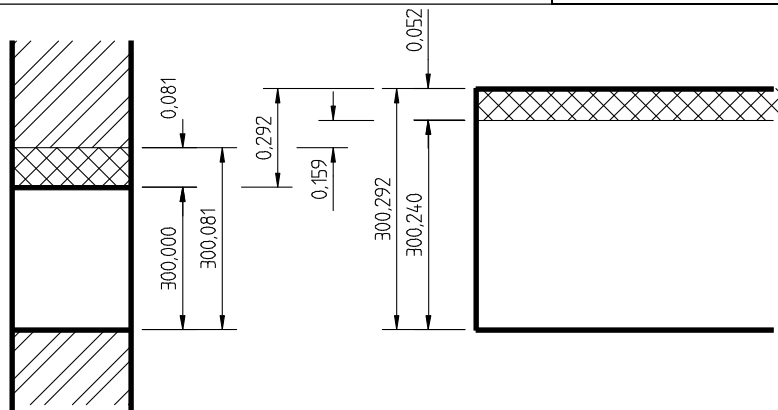
$$D = 280,6243 \quad i = 3,2268$$

| | | cálculo | | tabelado |
|-----|------|-------------|------------|----------|
| IT7 | 16.i | 16 x 3,2268 | 51,6280 μm | 52 μm |
| IT8 | 25.i | 25 x 3,2268 | 80,6688 μm | 81 μm |

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

| | | |
|---|--------------------|-------------------------------------|
| 300 H8 - t7 | furo | eixo |
| Tolerância-padrão | 8 | 7 |
| Tolerância | 81 μm | 52 μm |
| Dimensão Nominal | 300 mm | 300 mm |
| Afastamento fundamental | 0 | +240 μm |
| Afastamento superior | +81 μm | +292 μm |
| Afastamento inferior | 0 | +240 μm |
| Dimensão limite | 300 ⁺⁸¹ | 300 ⁺²⁹² ₊₂₄₀ |
| Dimensão máxima | 300,081 mm | 300,292 mm |
| Dimensão mínima | 300,000 mm | 300,240 mm |
| Tipo de Ajuste (<i>interferência, folga, incerto</i>) | interferência | |
| Interferência ou Folga máxima | 292 μm | |
| Interferência ou Folga mínima | 159 μm | |
| Sistema de ajuste: (<i>furo ou eixo base</i>) | 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 (<i>interferência, folga, incerto</i>) | | |
| Interferência ou Folga máxima | | |
| Interferência ou Folga mínima | | |
| Sistema de ajuste: (<i>furo ou eixo base</i>) | | |

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

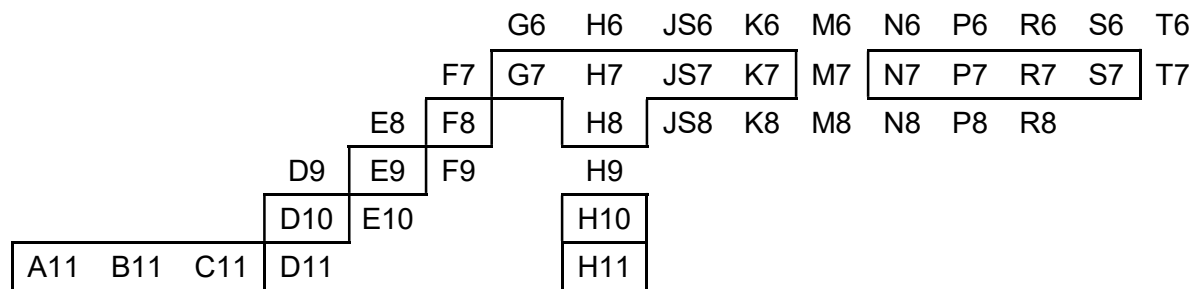
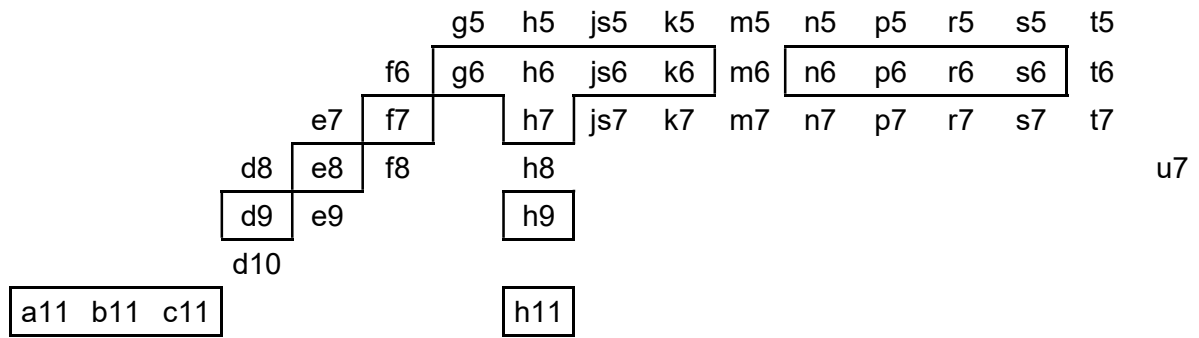
| | furo | eixo |
|--|------|------|
| Tolerância-padrão | | |
| Tolerância | | |
| Afastamento fundamental | | |
| Afastamento superior | | |
| Afastamento inferior | | |
| Dimensão nominal | | |
| Dimensão limite | | |
| Dimensão máxima | | |
| Dimensão mínima | | |
| Ajuste (interferência, incerto, 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) μm - fins científicos
 - 0 - (0,10 + 0,002 . l) μm - referência
 - 1ek - (0,20 + 0,004 . l) μm - inspeção de instrumentos
 - 2 - (0,40 + 0,008 . l) μm - 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 |

6. Utilizando, o jogo de 18 peças:

| | | | | |
|-------|------|------|------|----------|
| 1,005 | | | | eixo máx |
| 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 | | | | |

total: _____

- Utilizar blocos terminais de 2,000mm para **todas** as montagens.
- Cada exercício deverá ser resolvido de forma a utilizar somente uma caixa de blocos.

Dar o empilhamento de blocos-padrão para controlar a tolerância do ajuste:
28 H7/g6

7. Utilizando, o jogo de 111 peças:

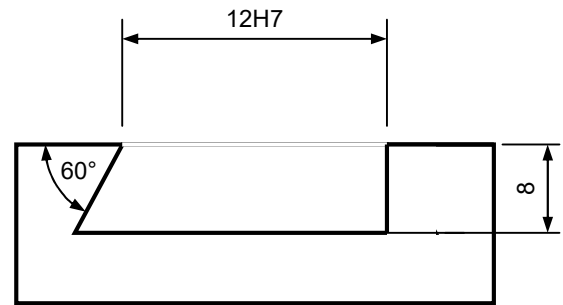
| | | | razão | peças | furo máx | furo mín | eixo máx | eixo mín |
|---------------|---|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 1,001 | a | 1,009 | 0,001 | 09 | | | | |
| 1,01 | a | 1,49 | 0,01 | 49 | | | | |
| 0,5 | a | 24,5 | 0,5 | 49 | | | | |
| 25 | a | 100 | 25 | 4 | | | | |
| total: | | | | | | | | |

8. Utilizando, o jogo de 102 peças:

| | | | razão | peças | furo máx | furo mín | eixo máx | eixo mín |
|---------------|---|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 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 | 5 | | | | |
| total: | | | | | | | | |

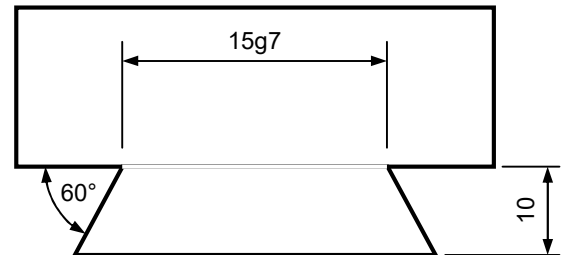
1. Dar o empilhamento de blocos-padrão para controlar a tolerância do encaixe fêmea do rabo-de-andorinha dado:

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



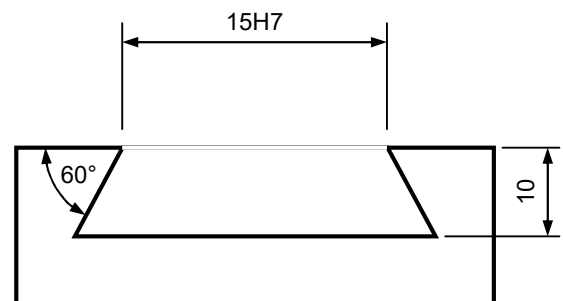
2. Dar o empilhamento de blocos-padrão para controlar a tolerância do encaixe macho do rabo-de-andorinha dado:

↪ 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
 - mínima < REAL < máxima - peça boa
 - REAL < mínima < máxima - peça não conforme
 - mínima < máxima < 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