


# Órgãos de Maquinas

João Manuel R. S. Tavares

CFAC – Concepção e Fabrico Assistidos por Computador

# Bibliografia


- Simões Morais, José Almacinha, “Texto de Apoio à Disciplina de Desenho de Construção Mecânica (MiEM)”, AEFEUP, 2007
- Arlindo Silva, João Dias, Luís Sousa, “Desenho técnico moderno”, ISBN: 972-757-260-X, FCA Editora, 2002
- Simões Morais, “Desenho técnico básico 3”, ISBN: 972-96525-2-X, Porto Editora, 2006

# Sumário

- Ligações Mecânicas
- Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)
- Ligações com Peças Roscadas
  - Sistema de Designação para Elementos de Fixação (ISO 8991: 1986)
  - Classe de Material de Peças Roscadas
  - Parafusos
  - Pernos
  - Porcas
  - Anilhas
  - Ligações com Peças Roscadas
  - Produção de furos passantes, caixas e escareados

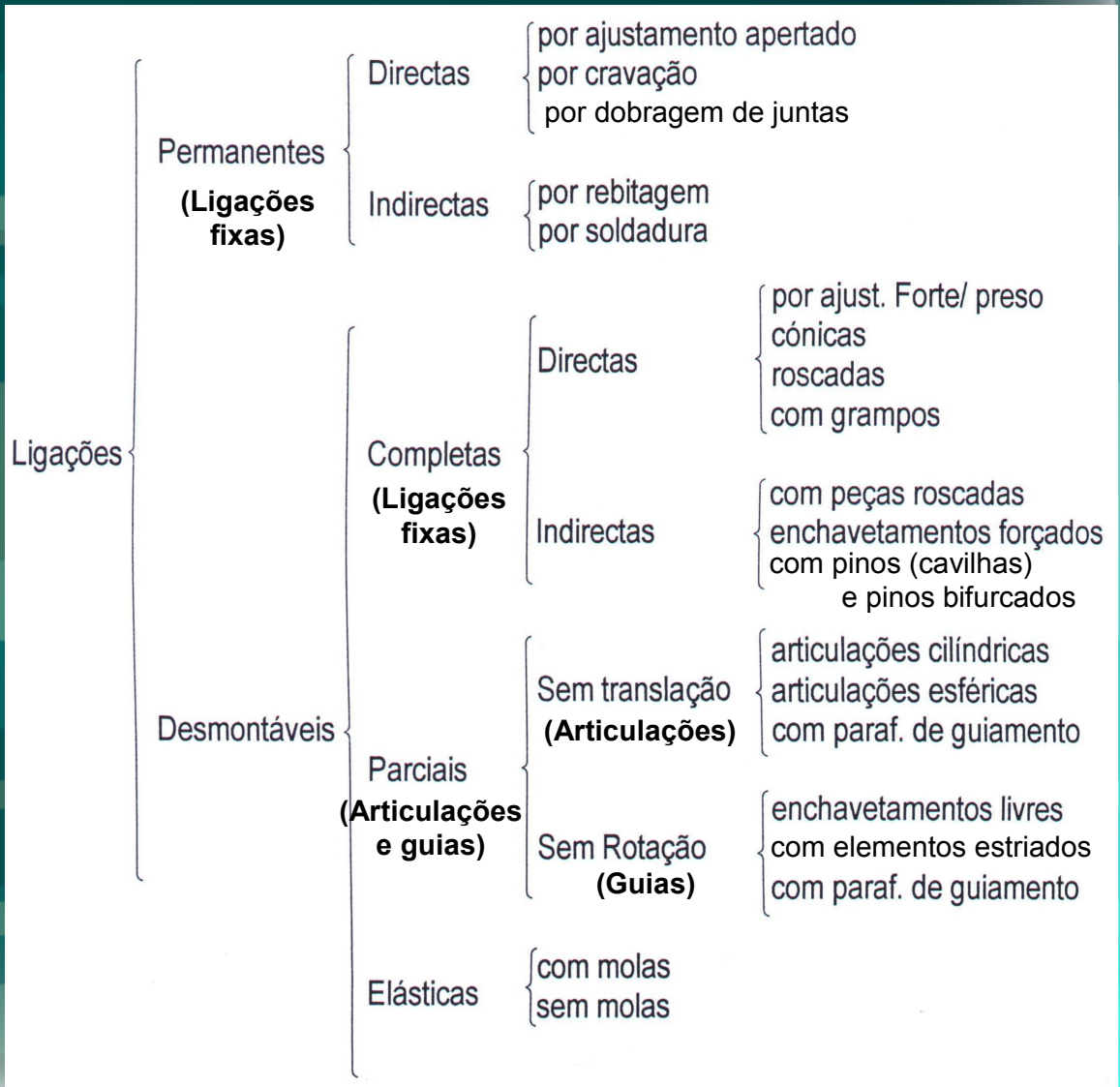
# Sumário

- Ligações com Pinos
- Anéis Elásticos
- Pontas de Veio e Enchavetamentos
- Acoplamentos por Estrias
- Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento
- Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica
- Engrenagens
- Ligações por Rebites
- Soldadura
- Molas

# Ligações Mecânicas

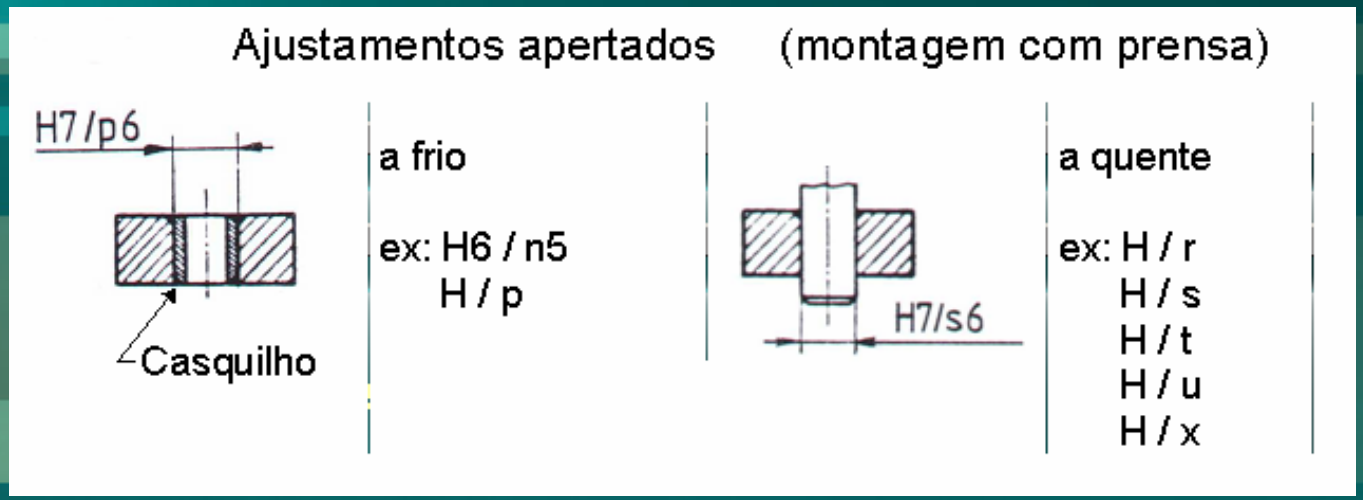
- Elementos de Ligação Mecânicos

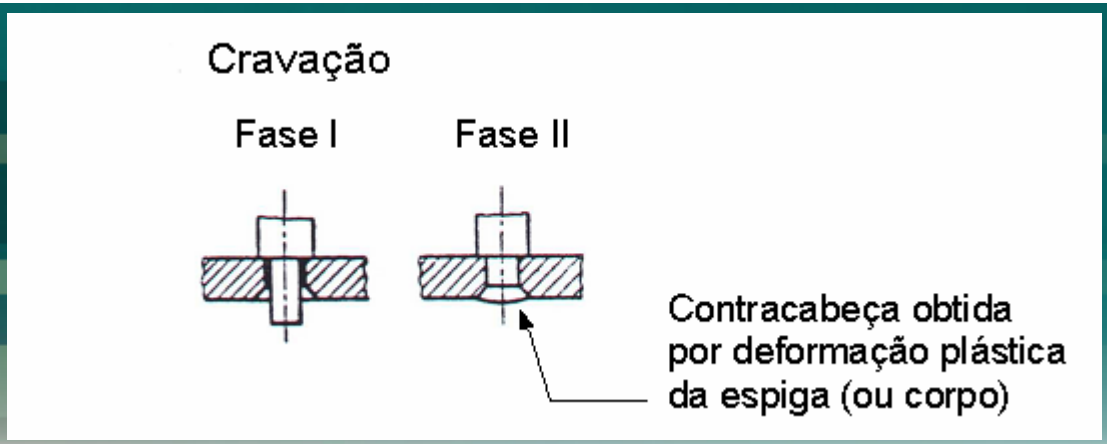
Elementos de ligação mecânicos são órgãos que **materializam funções mecânicas elementares**: ligações fixas, articulações, guias, ligações elásticas.



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Permanentes** (não desmontáveis)
  - Ligações **Directas** (apenas intervêm as peças a ligar)



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Permanentes** (não desmontáveis)
  - Ligações **Directas** (apenas intervêm as peças a ligar)

Dobragem de juntas

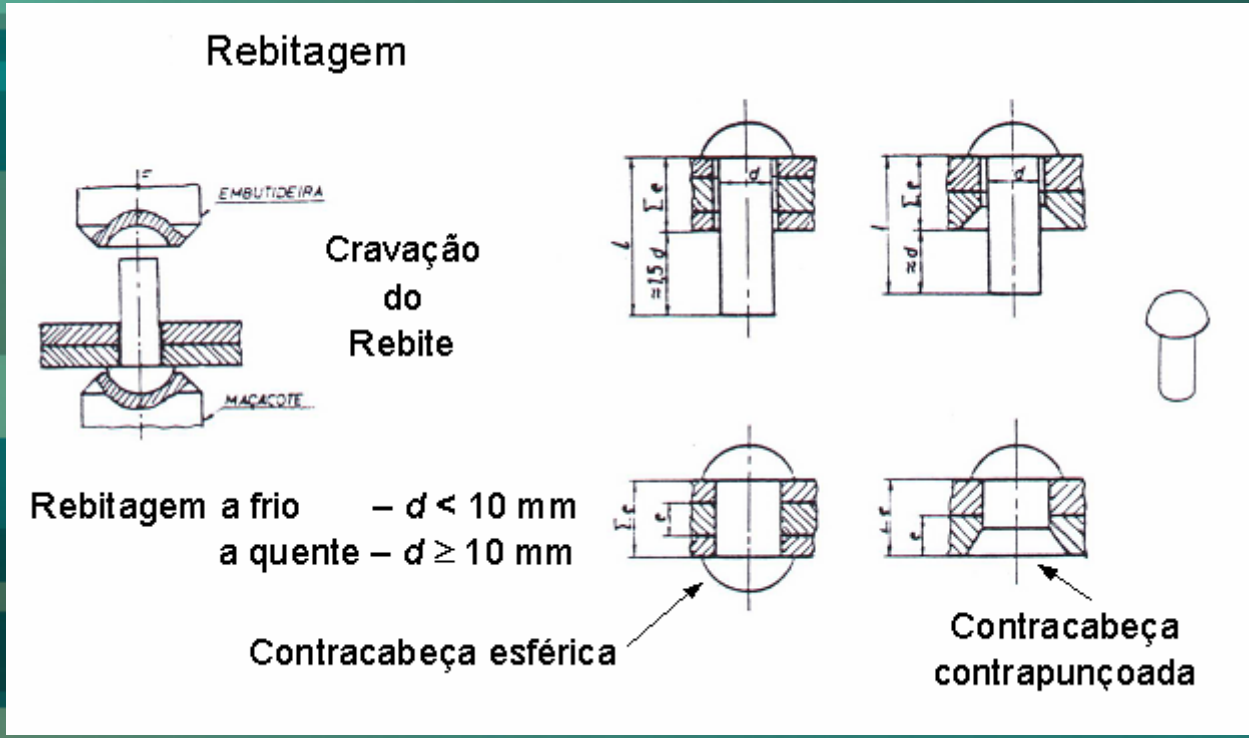
Aplicação em chapas de pequena espessura { chapas de alumínio / folha de flandres




Ligação estaque quando estanhada
(exemplo de aplicação: latas de conserva)

# Ligações Mecânicas

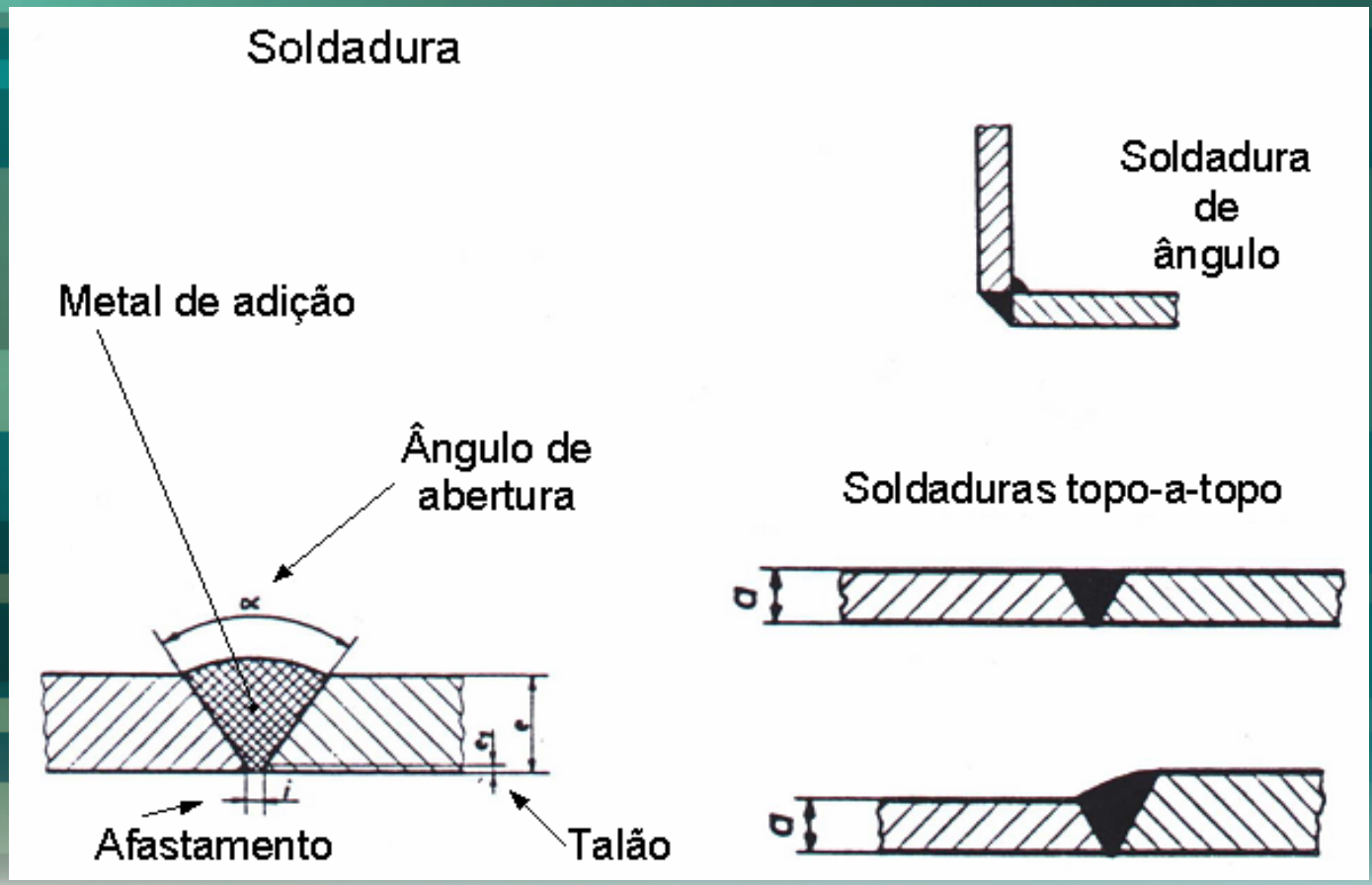
- Ligações **Permanentes** (não desmontáveis)
  - Ligações **Indirectas** (necessário recorrer a outra peça ou elemento intermediário)






# Ligações Mecânicas

- Ligações **Permanentes** (não desmontáveis)
  - Ligações **Indirectas** (necessário recorrer a outra peça ou elemento intermediário)



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Completas** (sem movimento relativo)
    - Ligações **Directas**

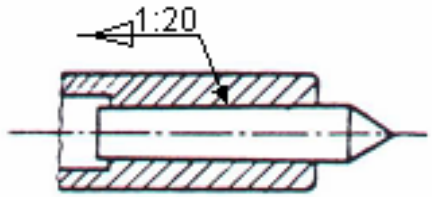
Ajustamentos fortemente presos

ex: H / m
H7 / n6 (montagem com martelo)



Ligações cónicas

Ligação por atrito na fixação.

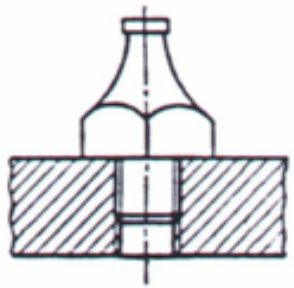


# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações Completas (sem movimento relativo)
    - Ligações **Directas**

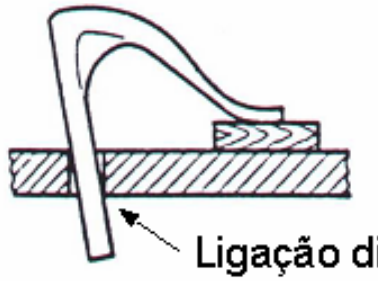
Ligações roscadas

O corpo roscado é parte integrante da peça (exemplo: copo de lubrificação)



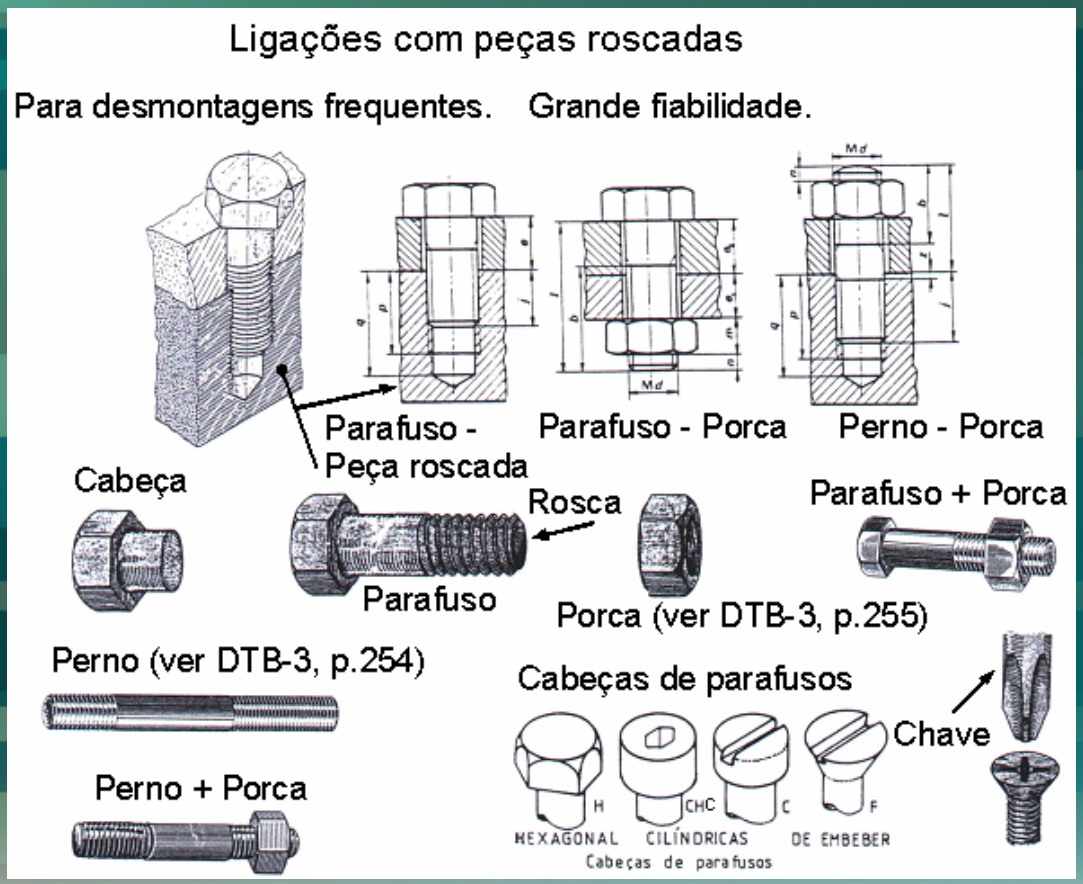
Ligações com grampos

Ligação por simples aderência



# Ligações Mecânicas

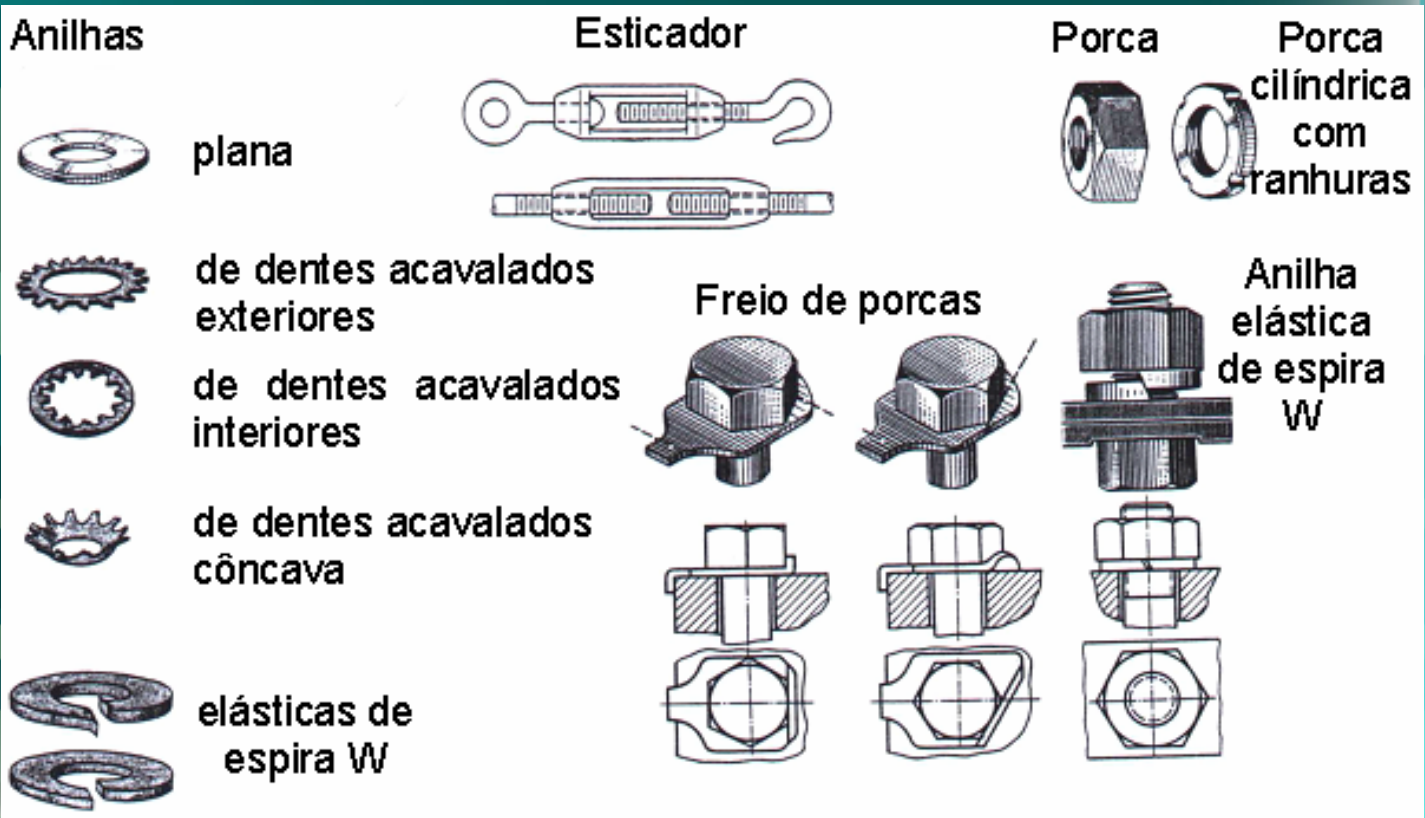
- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Completas** (sem movimento relativo)
    - Ligações **Indirectas** (utilização de outra peça)



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Completas** (sem movimento relativo)
    - Ligações **Indirectas** (utilização de outra peça)

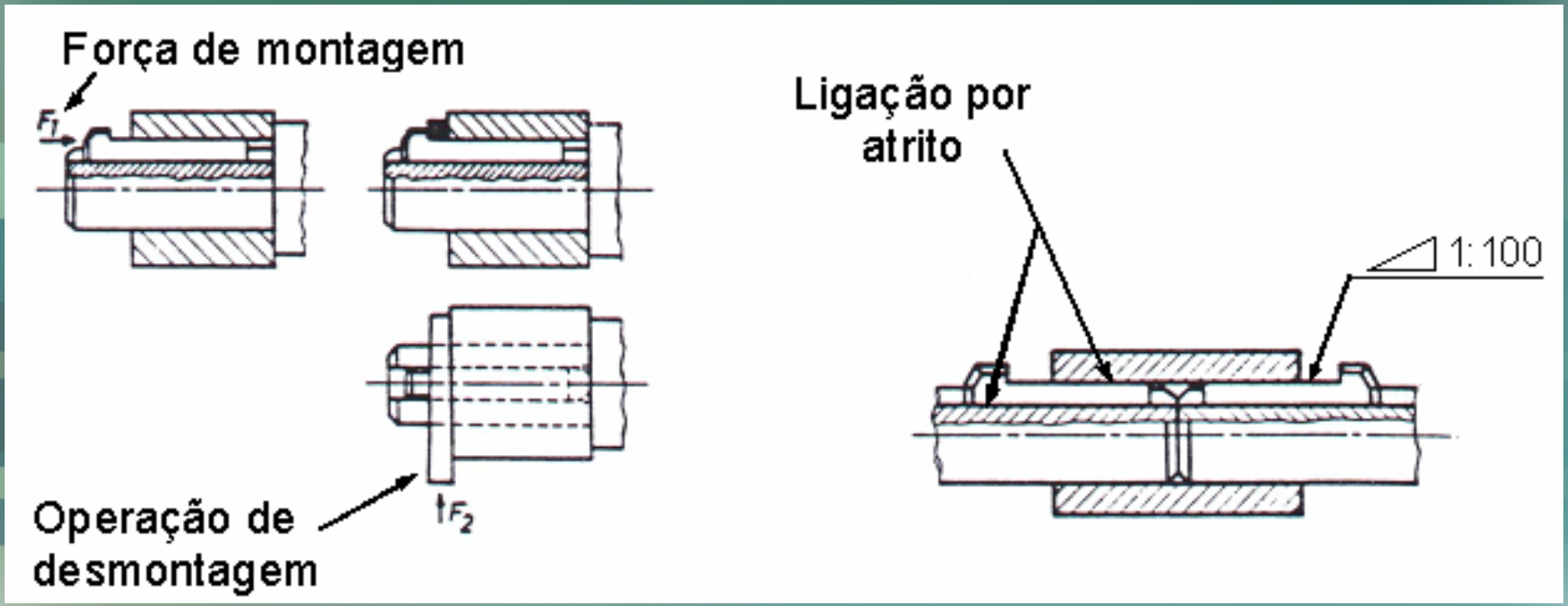
Peças roscadas (continuação).



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Completas** (sem movimento relativo)
    - Ligações **Indirectas** (utilização de outra peça)

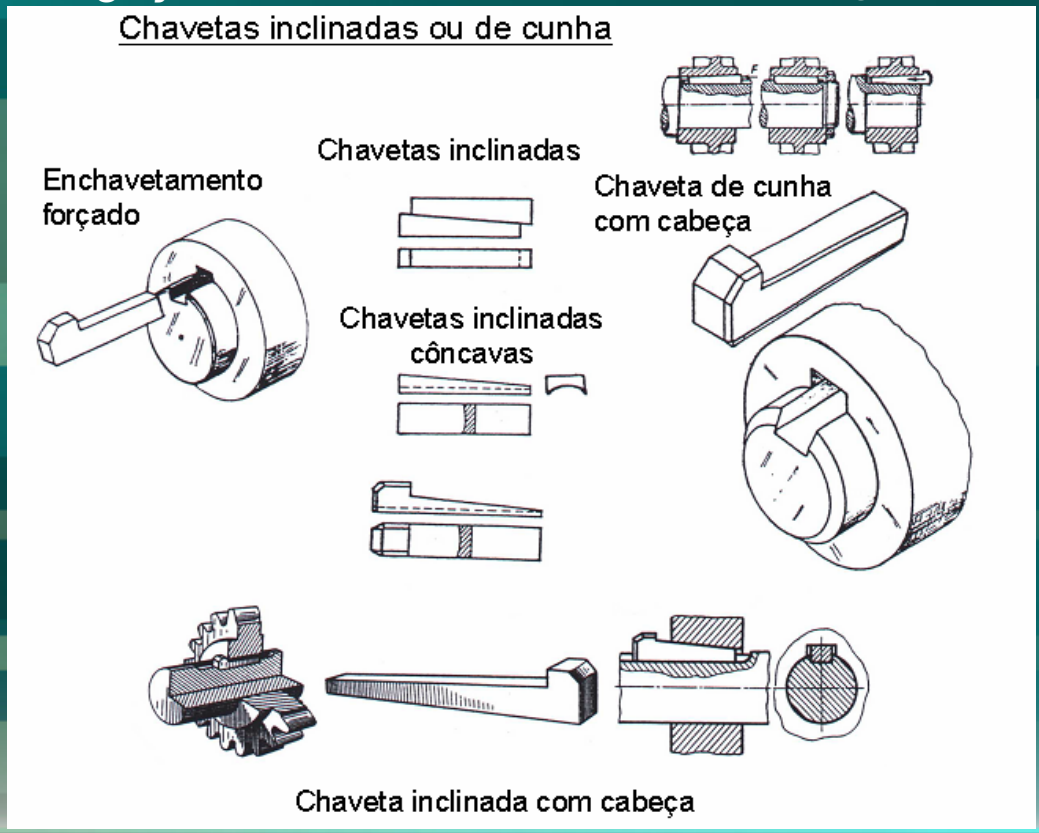
Ligações com **enchavetamentos forçados**



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Completas** (sem movimento relativo)
    - Ligações **Indirectas** (utilização de outra peça)

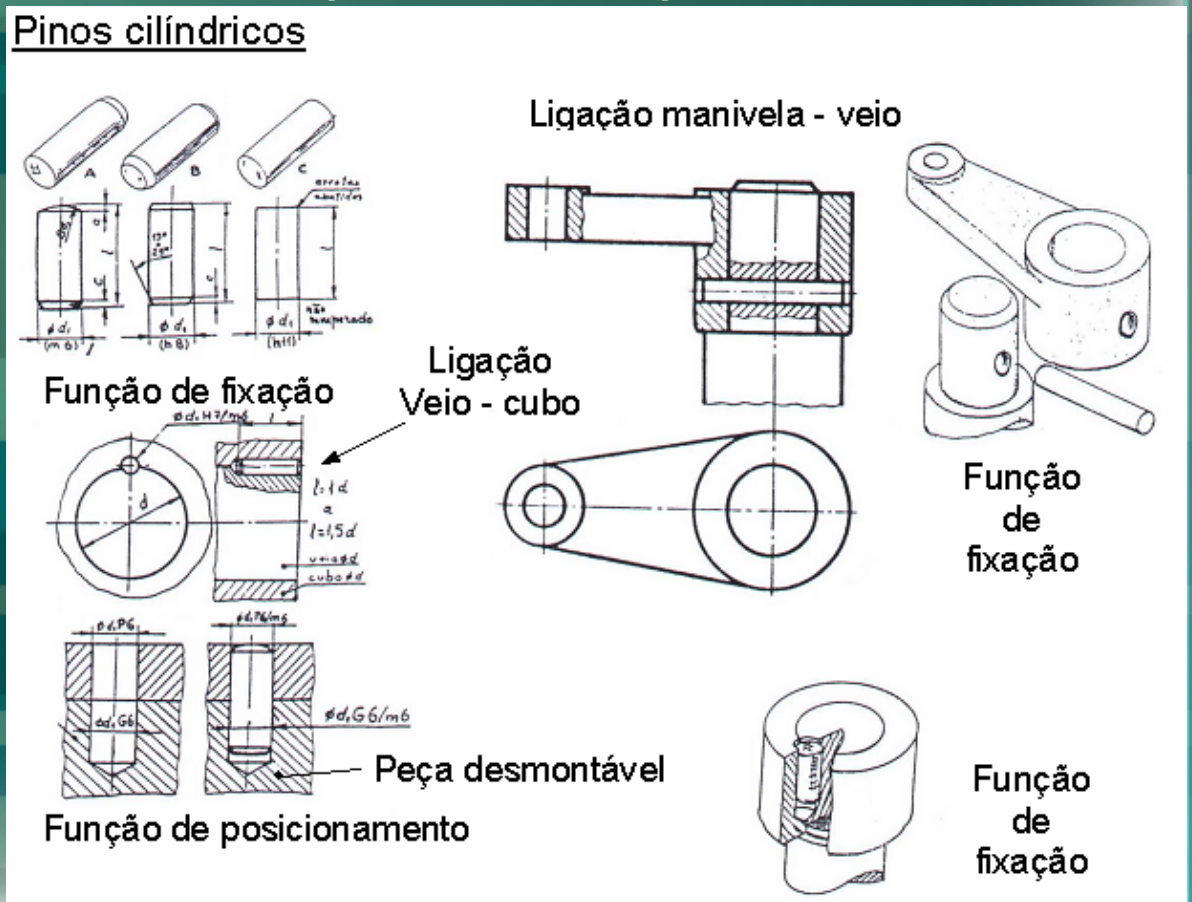
Ligações com **enchavetamentos forçados**



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Completas** (sem movimento relativo)
    - Ligações **Indirectas** (utilização de outra peça)

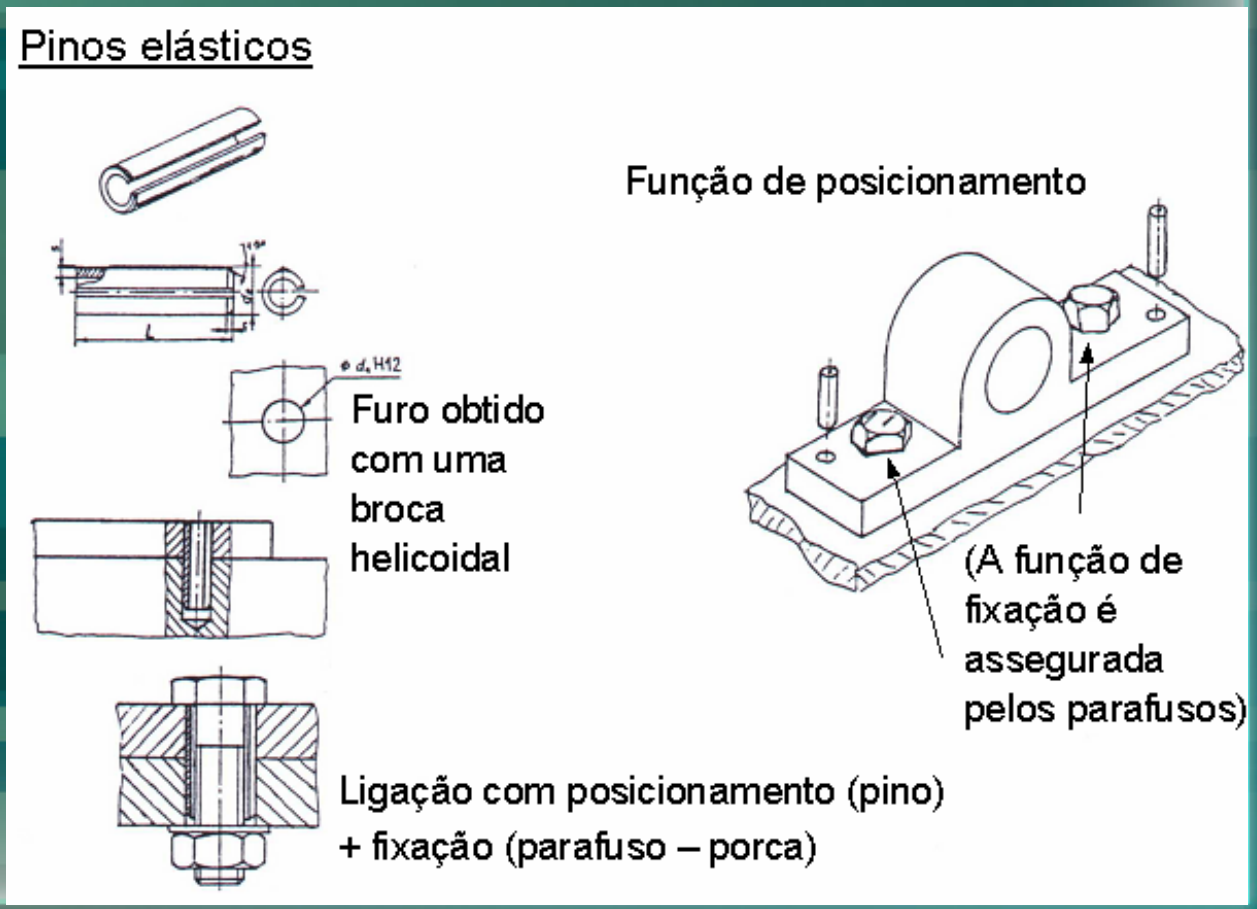
Ligações com **pinos (ou cavilhas)**



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Completas** (sem movimento relativo)
    - Ligações **Indirectas** (utilização de outra peça)

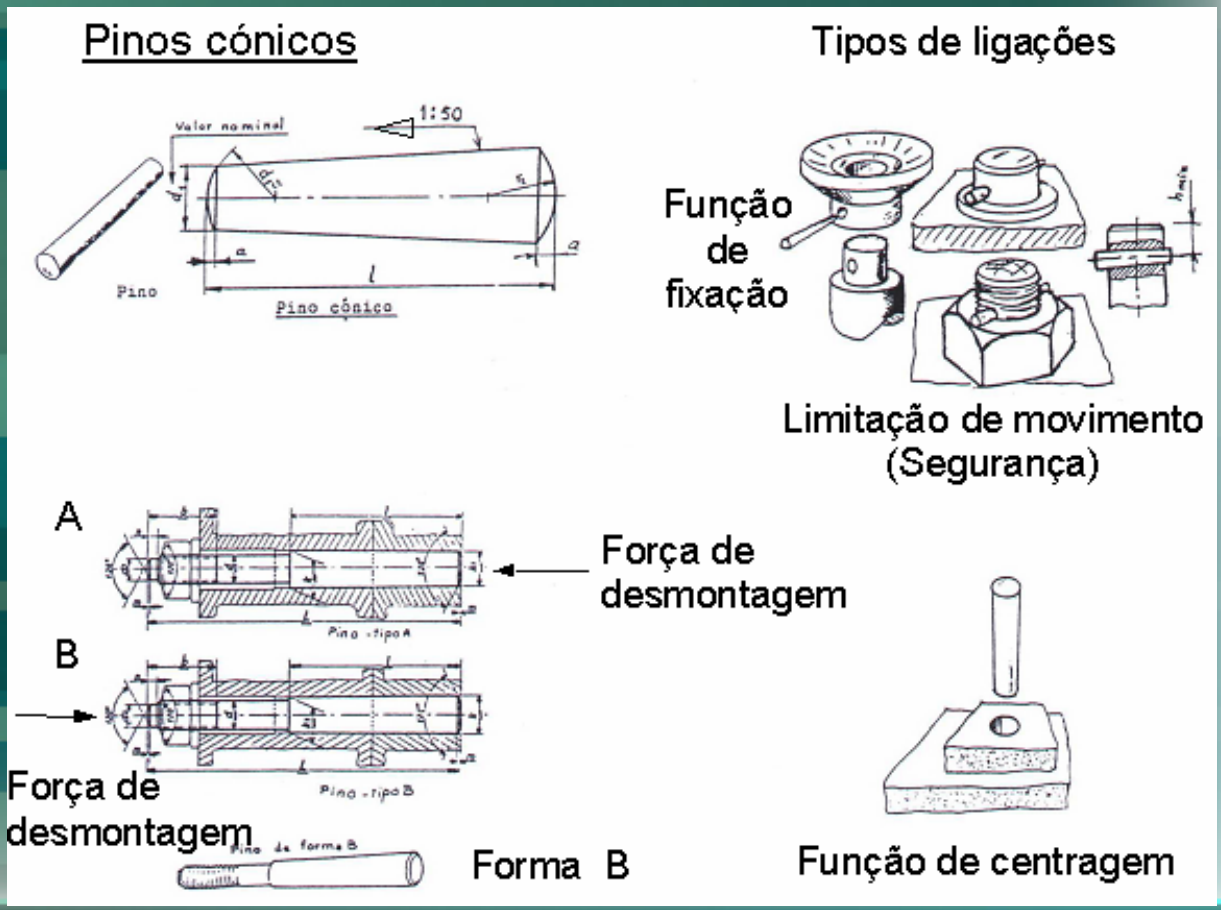
Ligações com **pinos (ou cavilhas)**



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Completas** (sem movimento relativo)
    - Ligações **Indirectas** (utilização de outra peça)

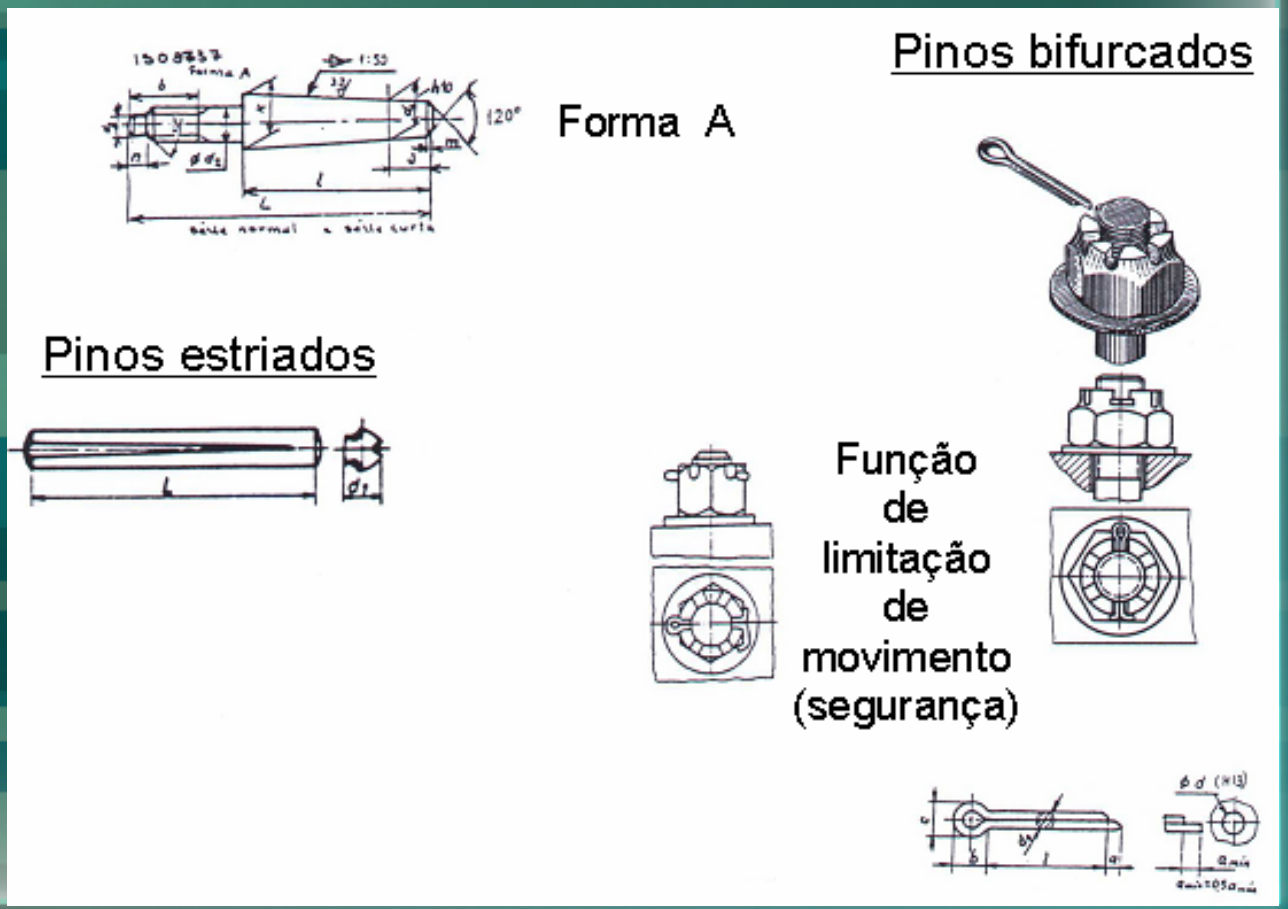
Ligações com **pinos (ou cavilhas)**



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Completas** (sem movimento relativo)
    - Ligações **Indirectas** (utilização de outra peça)

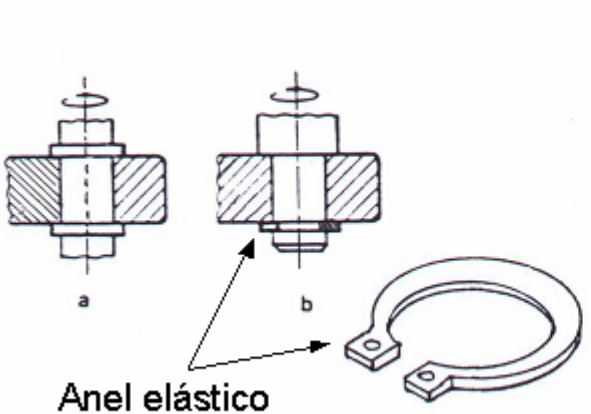
Ligações com **pinos (ou cavilhas)**



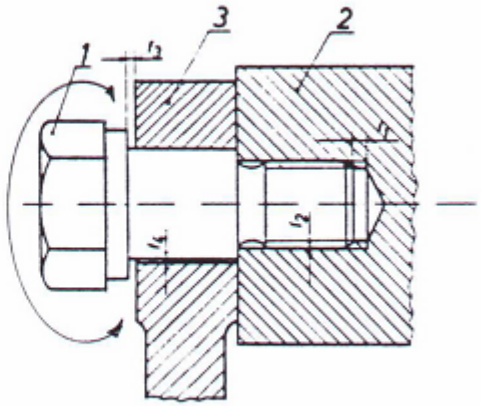
# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Parciais** (com movimento relativo)
    - Ligações Sem Translação (**Articulações**)

Articulações cilíndricas

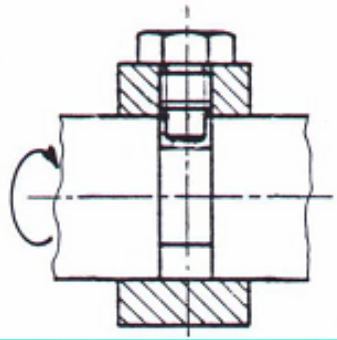



Anel elástico para veio




Ligação com parafuso de guiamento

É permitida apenas uma rotação.

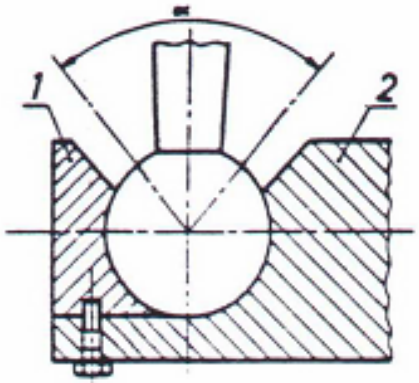


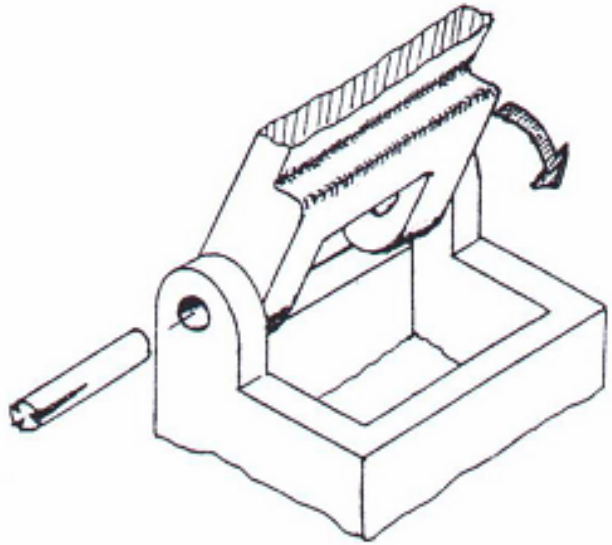
# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Parciais** (com movimento relativo)
    - Ligações Sem Translação (**Articulações**)

Articulações esféricas

(Rótula)

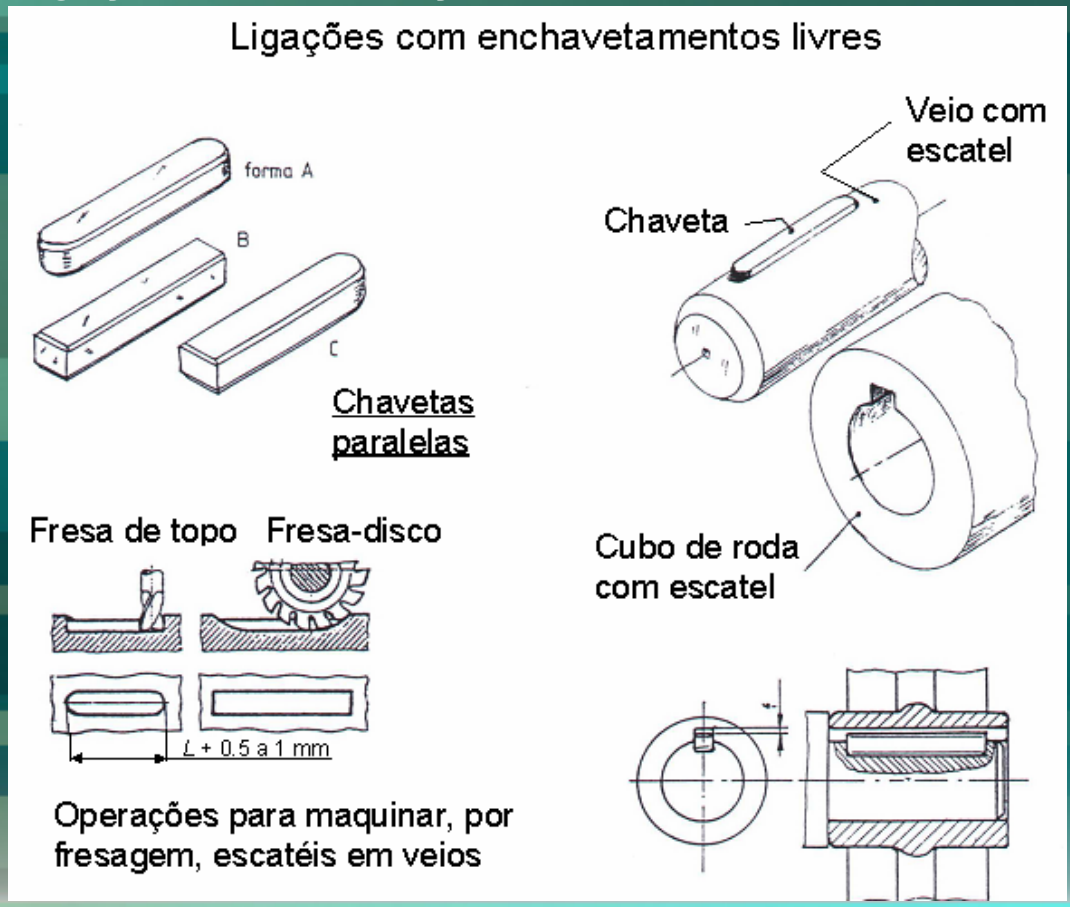


Articulação cilíndrica
com pinos cilíndricos

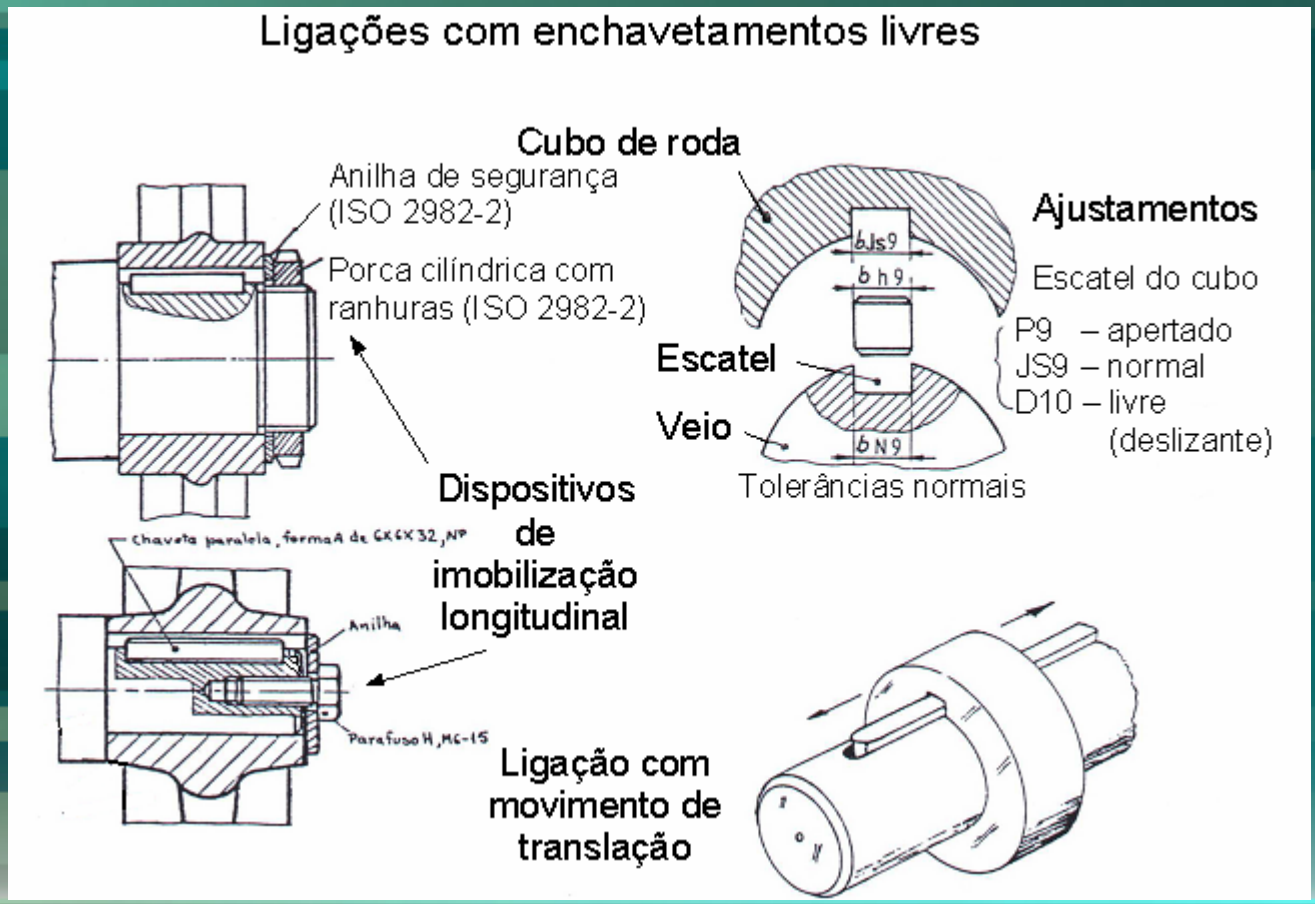
# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Parciais** (com movimento relativo)
    - Ligações Sem Rotação (**Guias**)



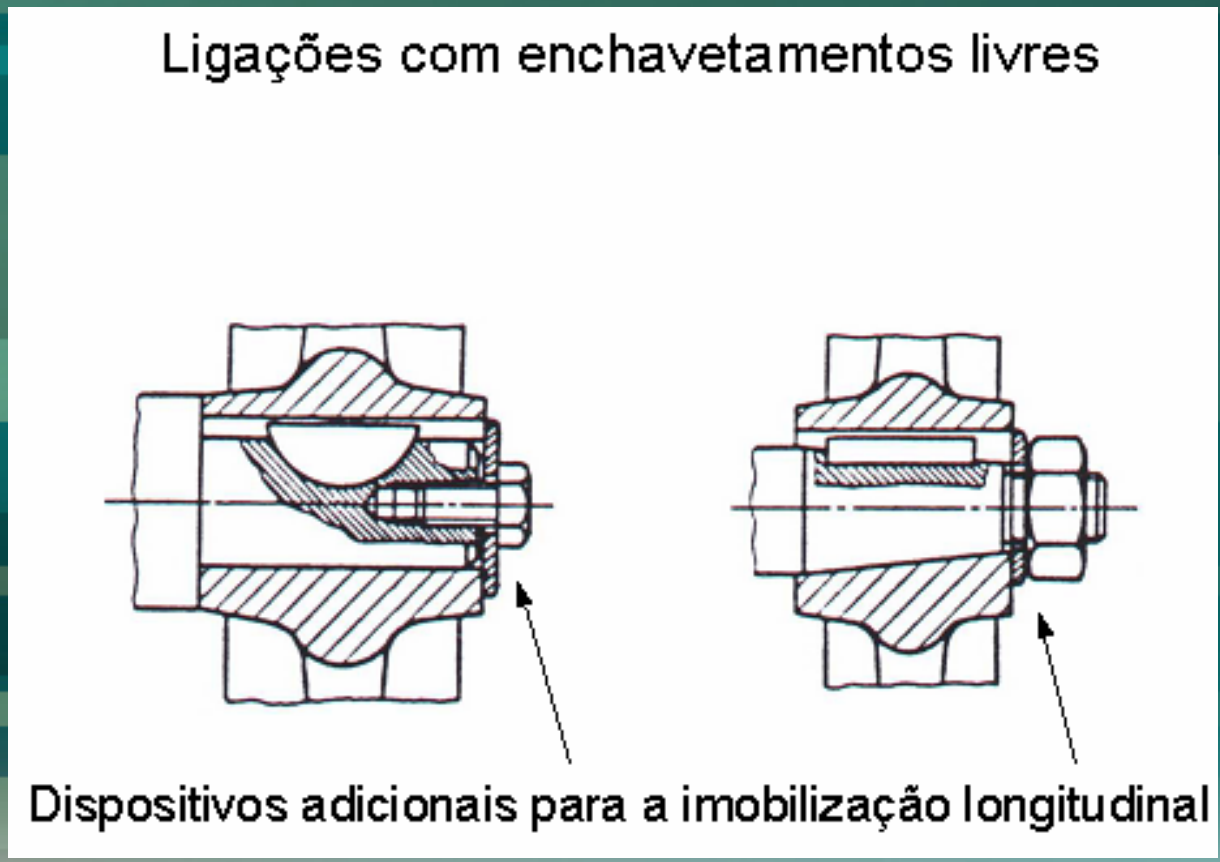
# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Parciais** (com movimento relativo)
    - Ligações Sem Rotação (**Guias**)



# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Parciais** (com movimento relativo)
    - Ligações Sem Rotação (**Guias**)

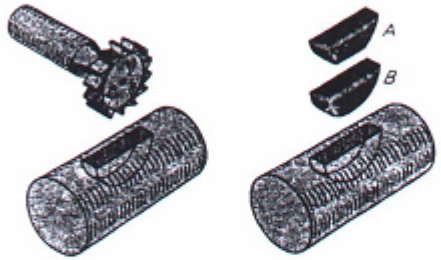


# Ligações Mecânicas

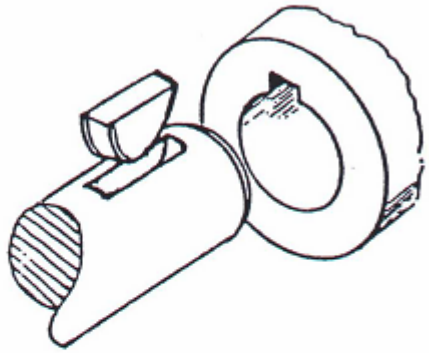
- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Parciais** (com movimento relativo)
    - Ligações Sem Rotação (**Guias**)

Ligações com enchavetamentos livres

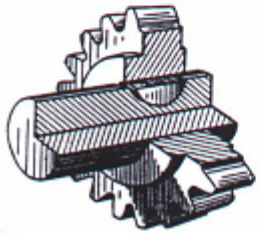
Chaveta-disco ou chaveta Woodruff

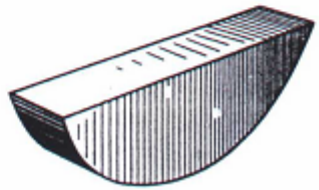


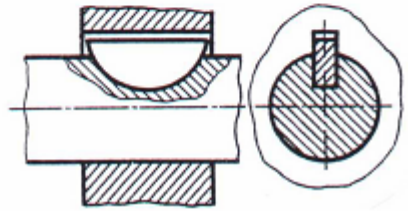

Abertura de escatel com fresa-disco



Enchavetamento livre

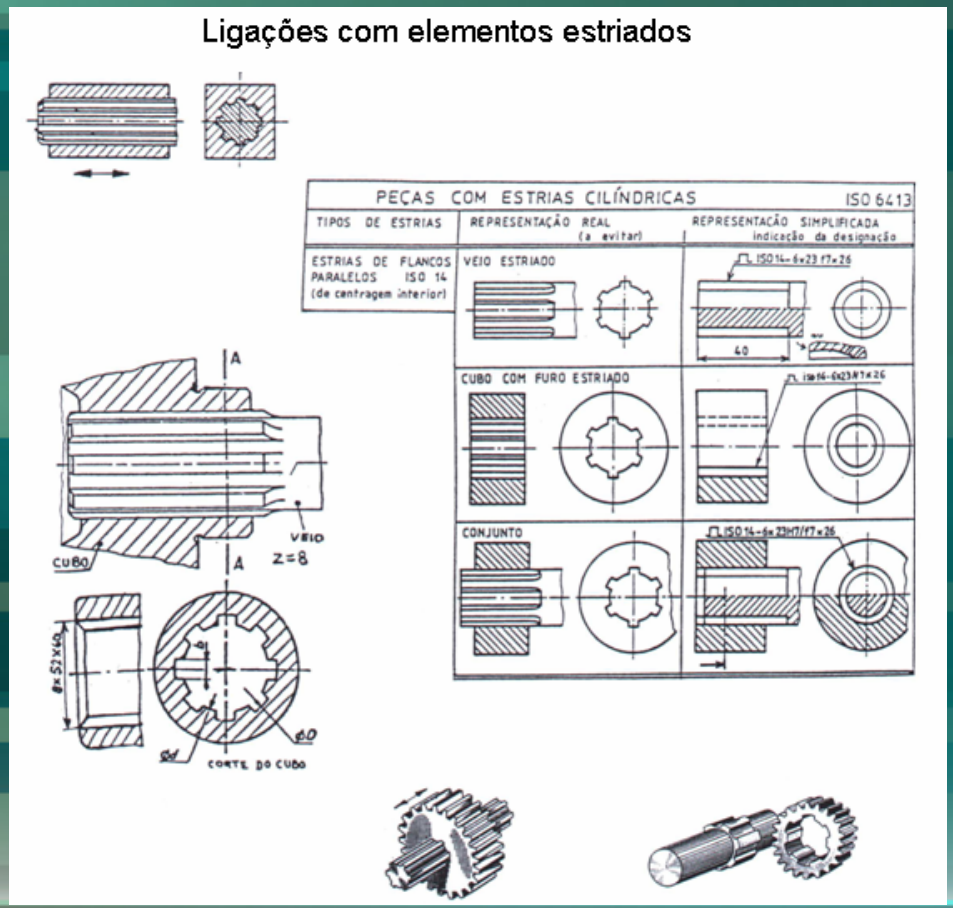






# Ligações Mecânicas

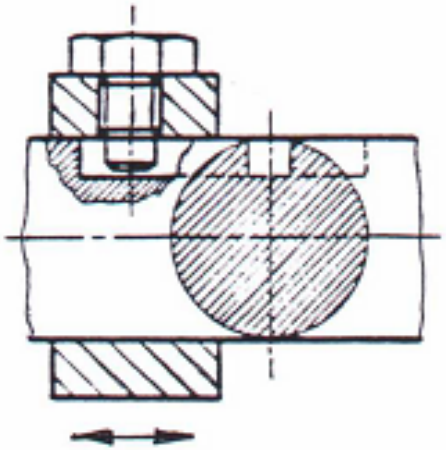
- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Parciais** (com movimento relativo)
    - Ligações Sem Rotação (**Guias**)



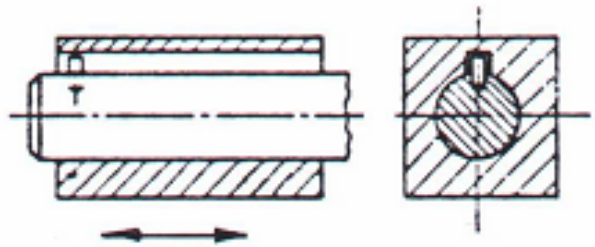
# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Parciais** (com movimento relativo)
    - Ligações Sem Rotação (**Guias**)

Ligações com parafuso (ou pino) de guiamento



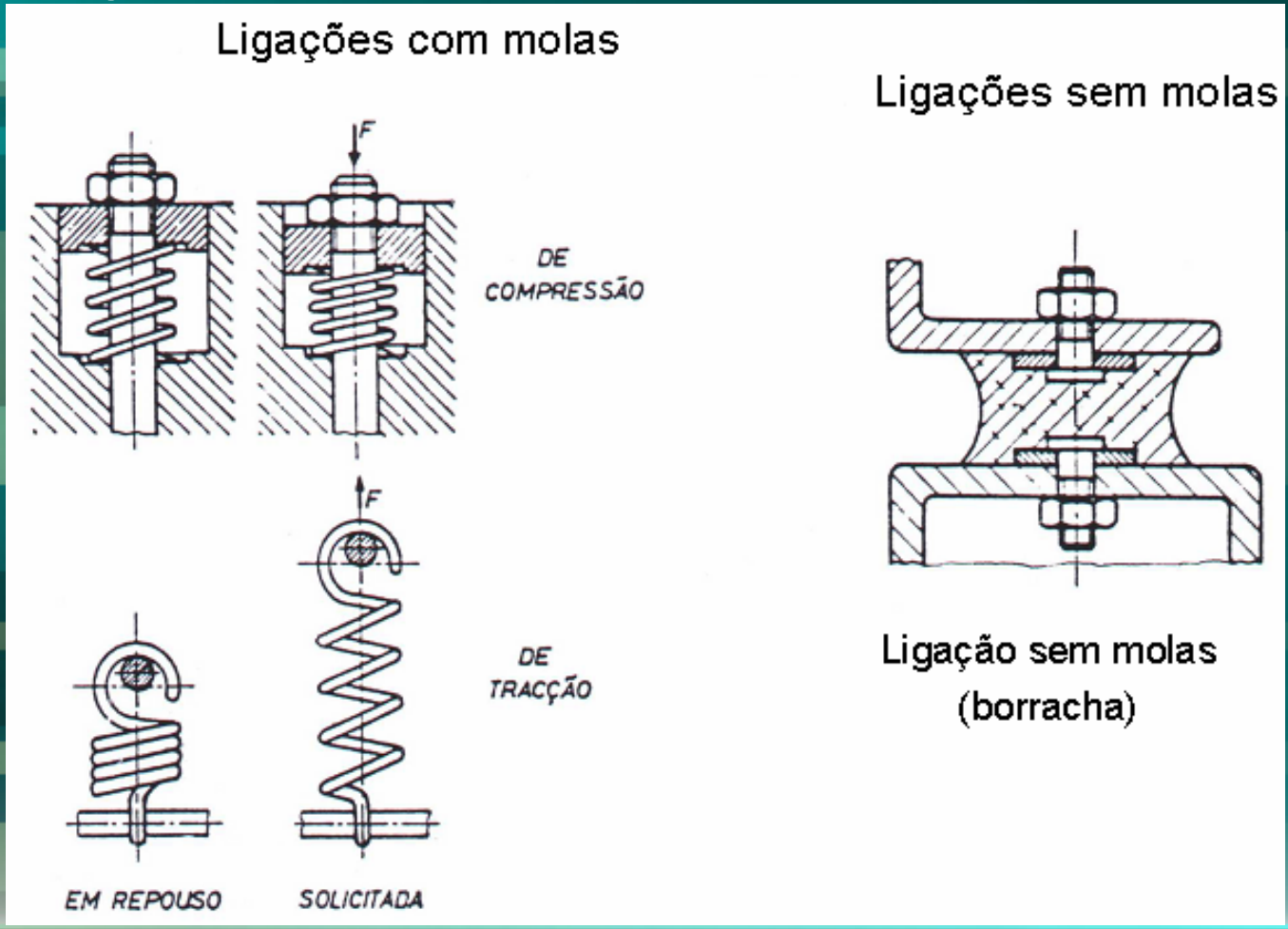
Ligação em translação
com parafuso de guiamento



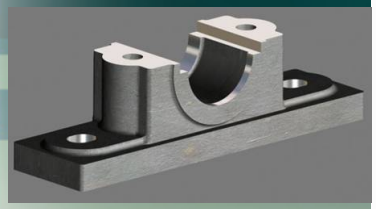
Ligação em translação
com pino de guiamento (prisioneiro)

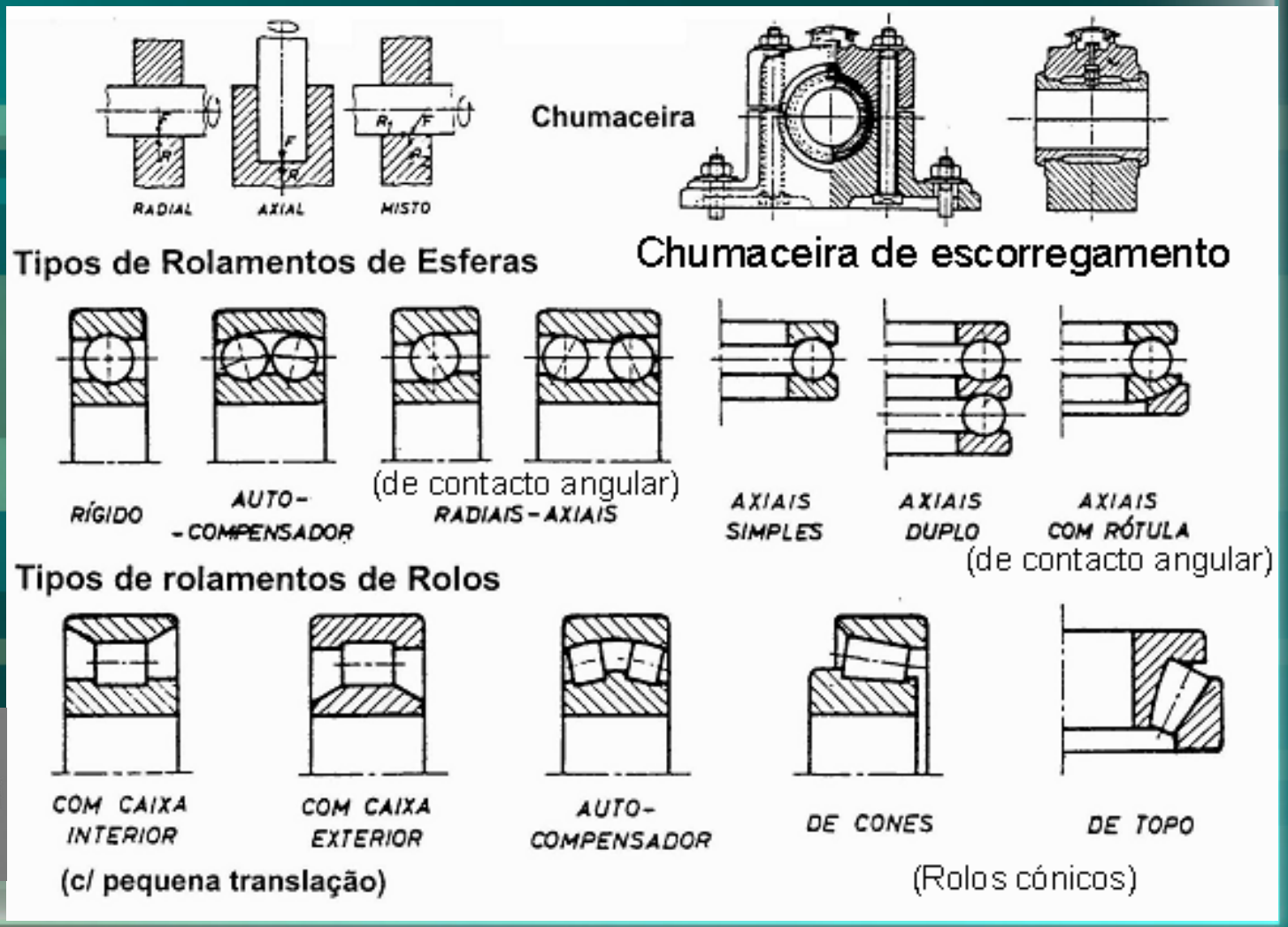
# Ligações Mecânicas

- Ligações **Desmontáveis**
  - Ligações **Elásticas**

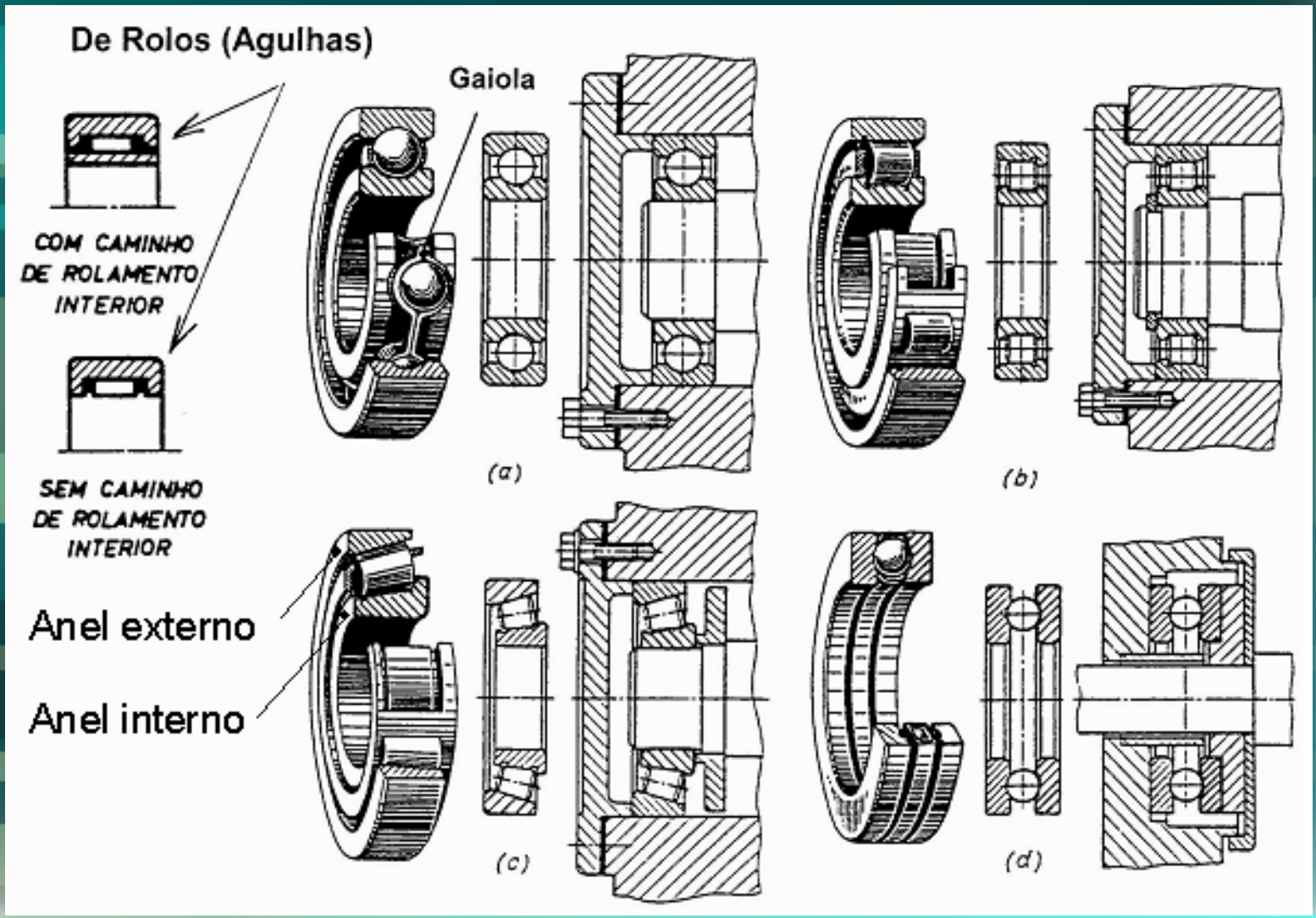


# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento





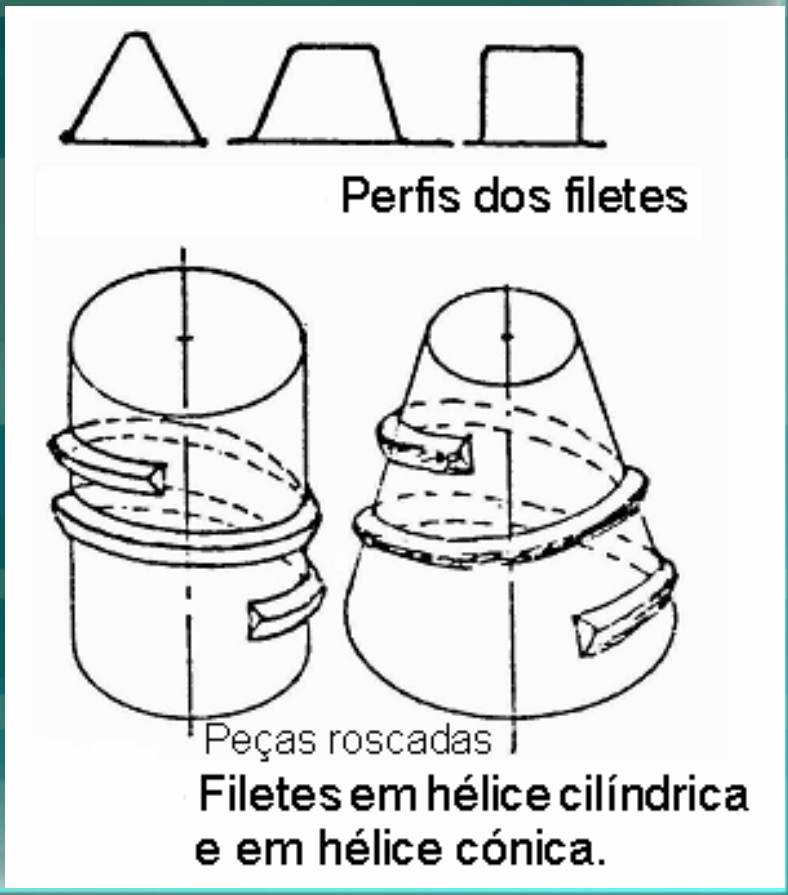
# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento



# Ligações com Peças Roscadas

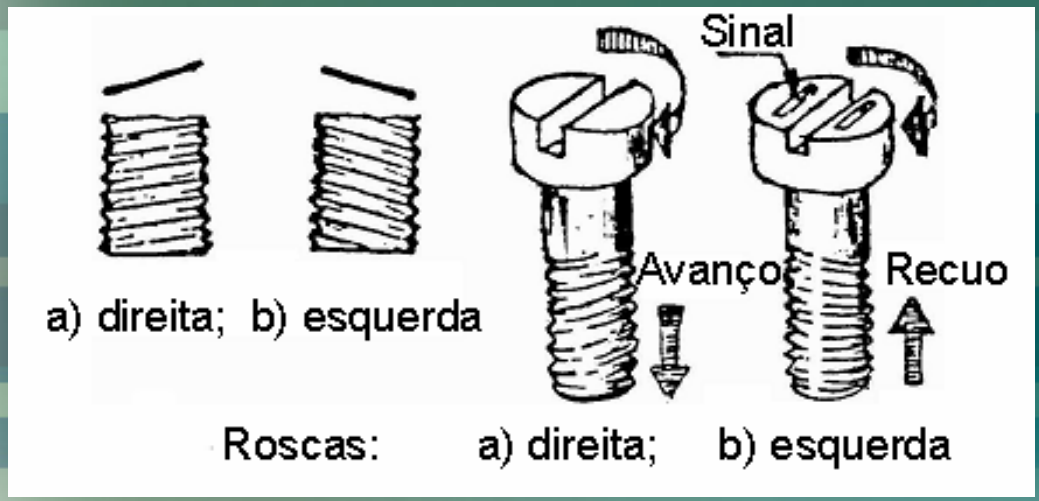
- As peças roscadas podem ser utilizadas para:
  - **fixação**, em ligações desmontáveis de duas ou mais peças;
  - **transmissão** de movimento entre peças ou grupos de peças;
  - **vedação**.

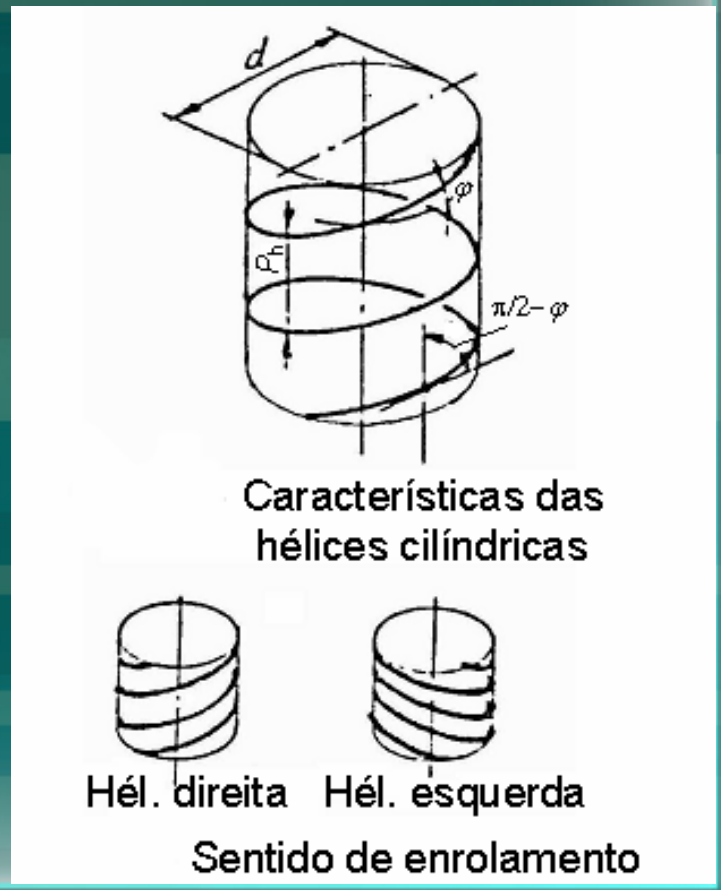
**Roscas** – são **ranhuras** (ou relevos - filetes da rosca) superficiais, de secção constante, dispostas de forma helicoidal, praticadas em peças cilíndricas (ou por vezes cónicas) – **rosca exterior** ou rosca macho – ou em peças com furos cilíndricos (ou excepcionalmente cónicos) – **rosca interior** ou rosca fêmea.



# Ligações com Peças Roscadas

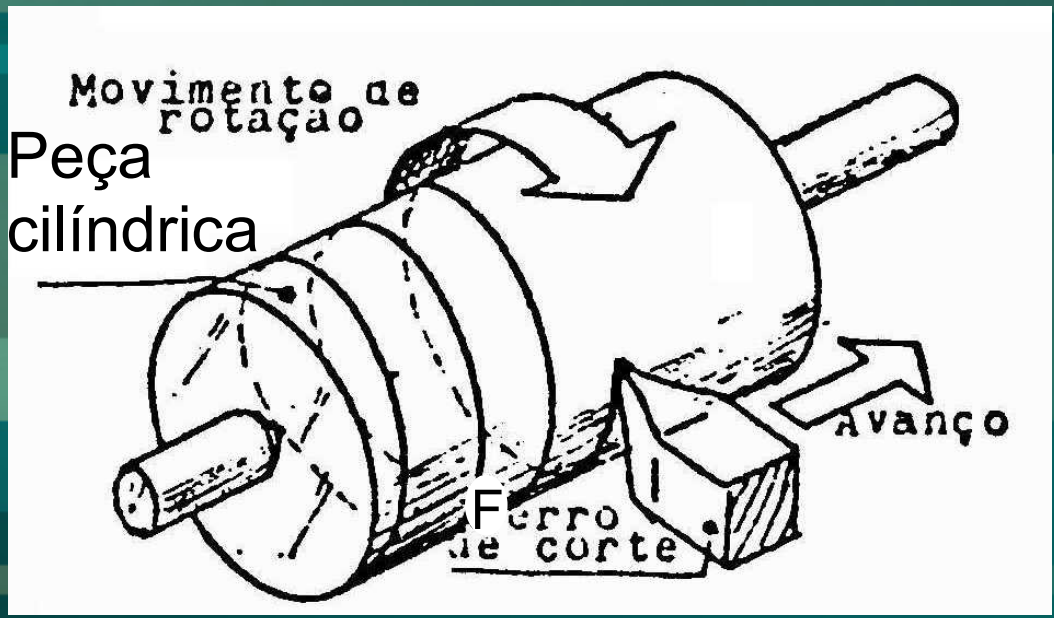
- Características das hélices:
  - Diâmetro *d*;
  - Passo helicoidal *Ph*;
  - Ângulo de inclinação $\varphi$;
  - Sentido do enrolamento da hélice.



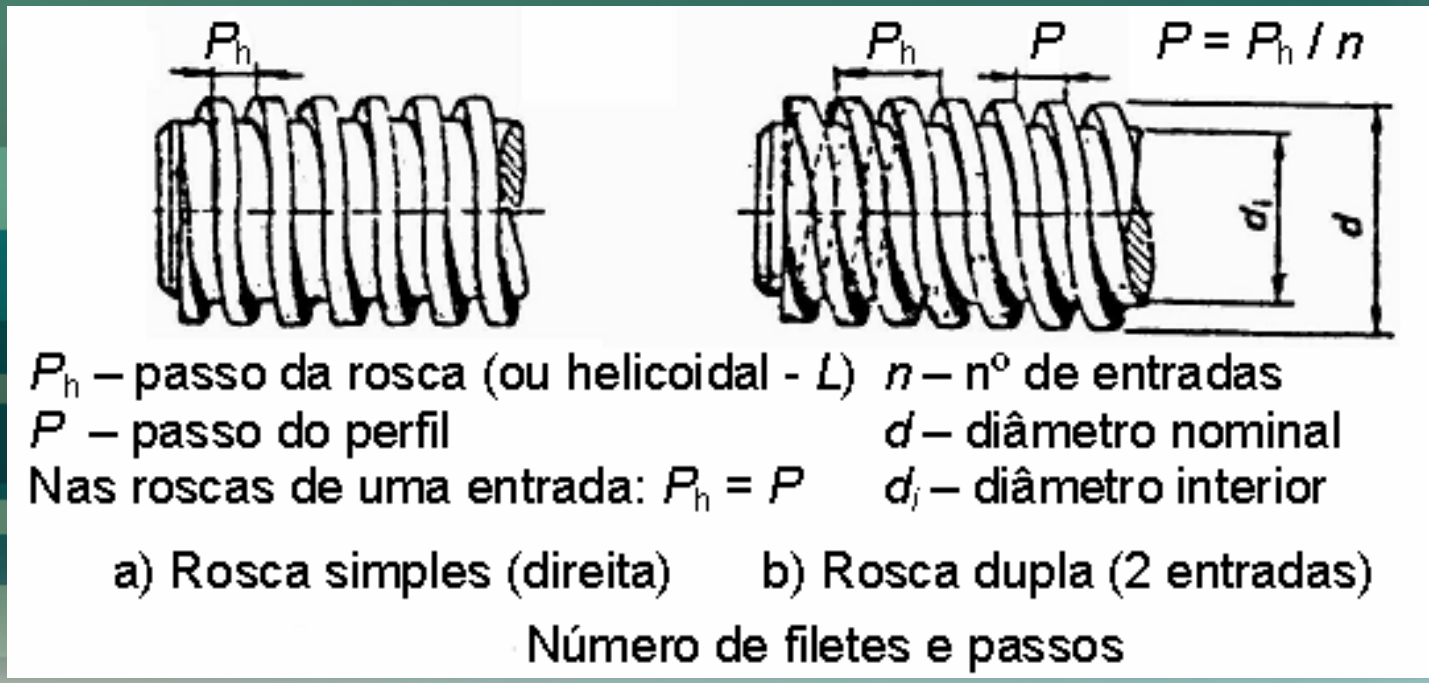
# Ligações com Peças Roscadas

- Geração:
  - **Combinação de movimentos de rotação e de translação uniformes.**



# Ligações com Peças Roscadas

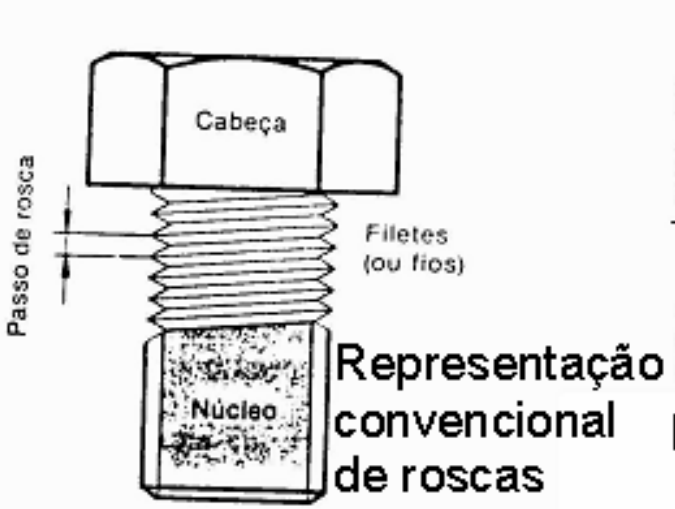
- Número de filetes e passos:
  - A rosca mais comum é a **rosca simples ou de uma entrada** (filete), sendo utilizada, por exemplo, em elementos de **fixação**.
  - A **rosca múltipla** ou de várias entradas (filetes) – dupla, tripla, etc. – é utilizada, por exemplo, para a **transmissão de movimento**.



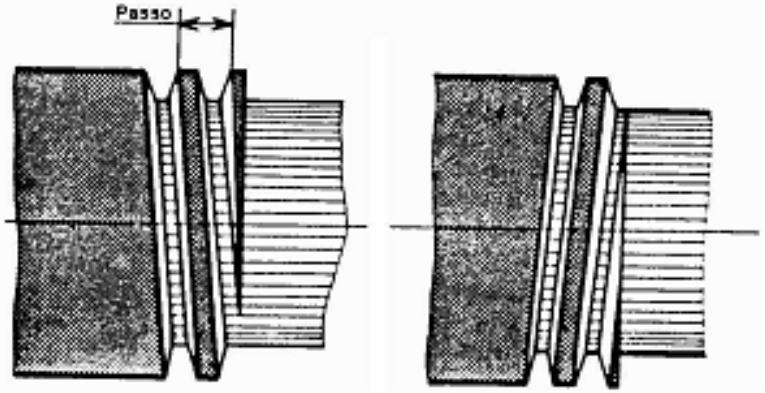
Número de filetes e passos

# Ligações com Peças Roscadas

- Número de filetes e passos:

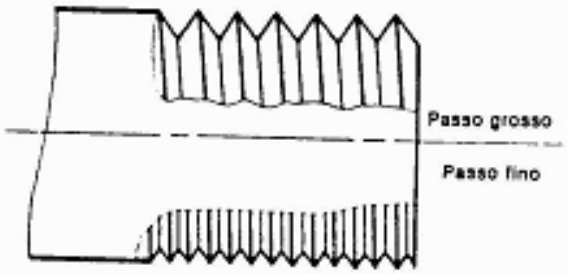



Representação convencional de roscas em desenho

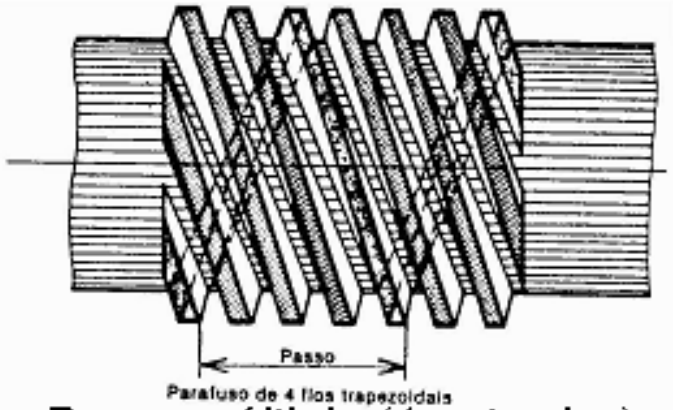



Hélice direita

Hélice esquerda



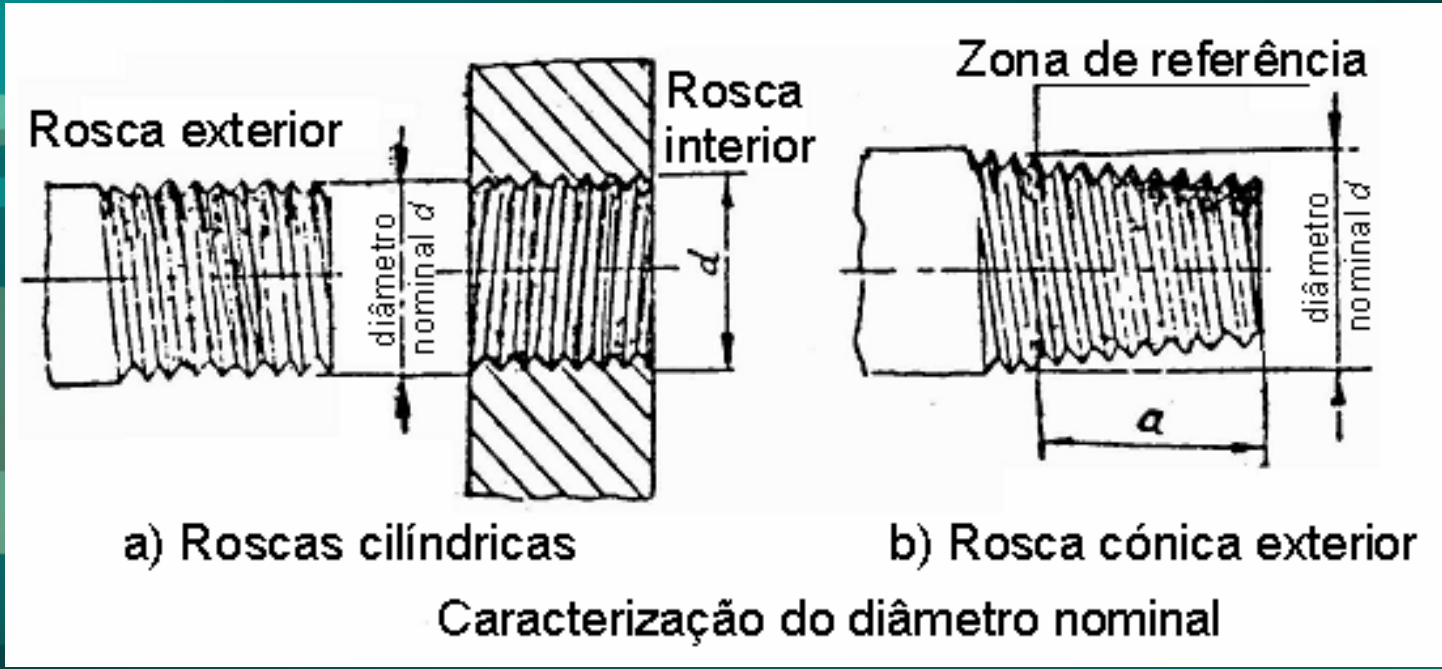

Passo grosso / passo fino




Rosca múltipla (4 entradas)

# Ligações com Peças Roscadas

- Diâmetro nominal

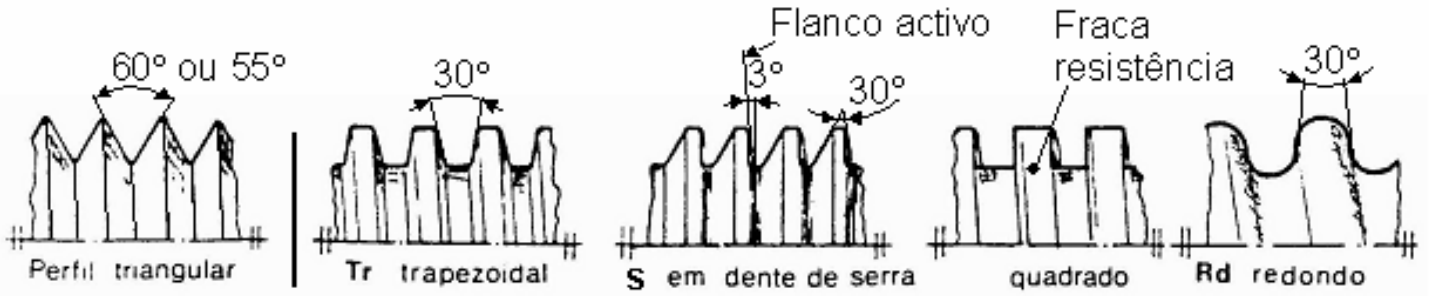



Caracterização do diâmetro nominal

Rosca exterior { Cilíndrica / Cónica  Rosca interior { Cilíndrica / Cónica (utilização excepcional)

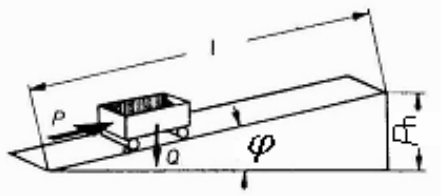
# Ligações com Peças Roscadas

- Perfis dos filetes:




Tipos de perfil de rosca

A **acção de aperto** da rosca baseia-se na consideração da **analogia da hélice planificada com o plano inclinado** que tem a forma fundamental de um **triângulo**.




$$P \times l = Q \times P_h$$

Plano inclinado

Quanto menor for o ângulo $\varphi$ (ou menor for o passo $P_h$) maior será a força $Q$ exercida pelo fuso.

# Ligações com Peças Roscadas

- Perfis dos filetes:
  - A rosca de **perfil triangular** é a que apresenta as características funcionais que melhor se adequam ao comportamento requerido para os **elementos de fixação**.

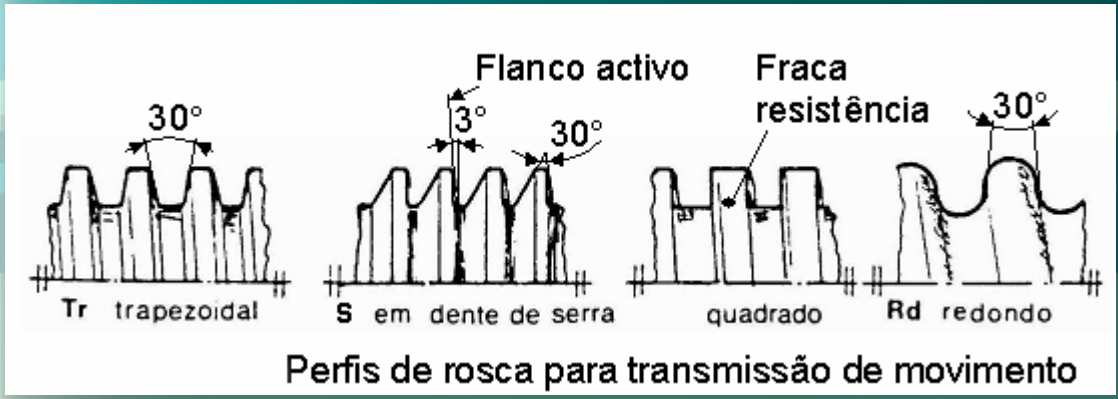
**As roscas de passo fino** permitem aumentar a segurança das ligações.

Se o passo $P \downarrow \rightarrow$ o ângulo de inclinação $\varphi \downarrow \rightarrow$ a **fixação** melhora

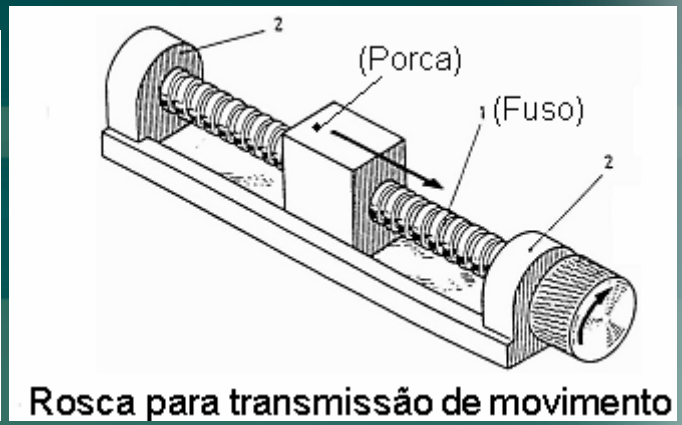
Adequadas em casos de fortes vibrações (ex.: automóveis, aviões, etc.).

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas para a transmissão de movimento:



Perfis de rosca para transmissão de movimento



Rosca para transmissão de movimento

**Rosca de perfil trapezoidal (Tr)** – utilizada em mecanismos de transmissão de movimento e parafusos de comando de mecanismos, em geral. Permite a transmissão de esforços importantes.

**Rosca de perfil em dente de serra (S)** – utilizada em casos de fortes esforços unilaterais, por exemplo: em prensas e na indústria mineira.

**Rosca de perfil quadrado** – a mesma utilização da rosca trapezoidal. Não normalizada. Actualmente, muito pouco utilizada, por ser frágil e difícil de maquinar.

**Rosca de perfil redondo (Rd)** – muito robusta, utilizada para suportar choques e cargas muito elevadas, por exemplo, em veículos ferroviários, mas também em fusos de manobra de válvulas e mangueiras. A sua fabricação é muito delicada.

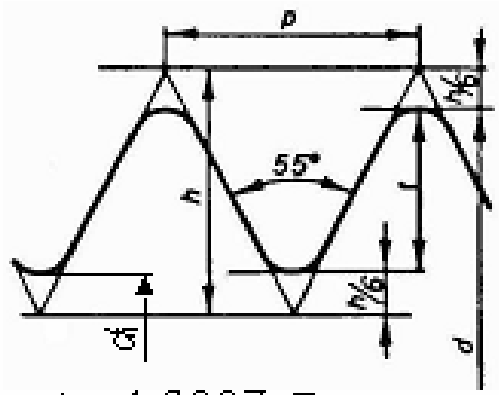
# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca Whitworth ou rosca inglesa (W)

Em 1841, Sir Joseph Whithorth estabeleceu um sistema de diâmetros e passos de rosca normalizados, em unidades do sistema inglês.

Rosca Whitworth normal – BSW ou W

Rosca Whitworth fina – BSF




$d_i = d - 1{,}2807\ P$

$d_i \approx d - 1{,}3\ P$ (em desenho)

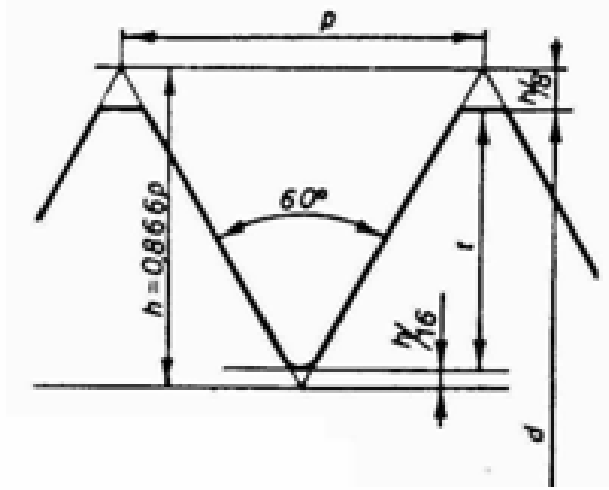
**Rosca Whitworth**

Actualmente, a **rosca Whitworth normal (W) é pouco utilizada** em construção mecânica. No entanto, **a rosca inglesa continua a ser aplicada na ligação de tubos** ("Rosca Gás").

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca SI

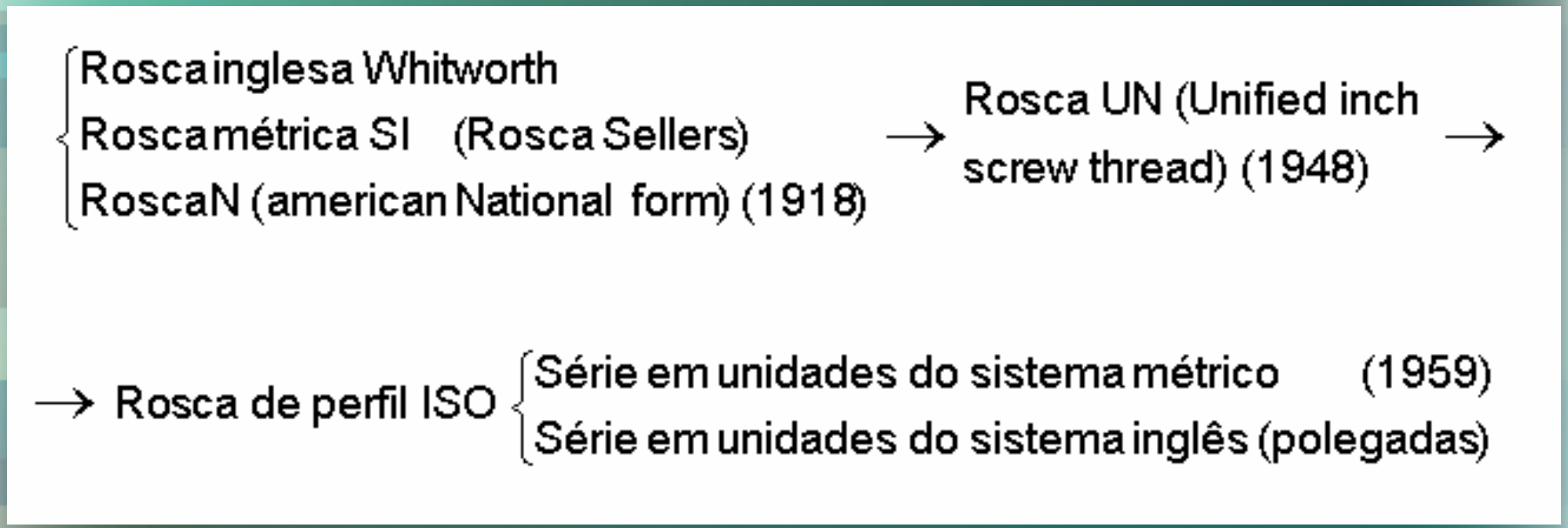
A rosca SI foi normalizada (em 1898) em unidades do Sistema Internacional, com base na rosca Sellers ou rosca US, desenvolvida originalmente, em 1864, por William Sellers. **Deixou de ser utilizada**.




Rosca SI

# Ligações com Peças Roscadas

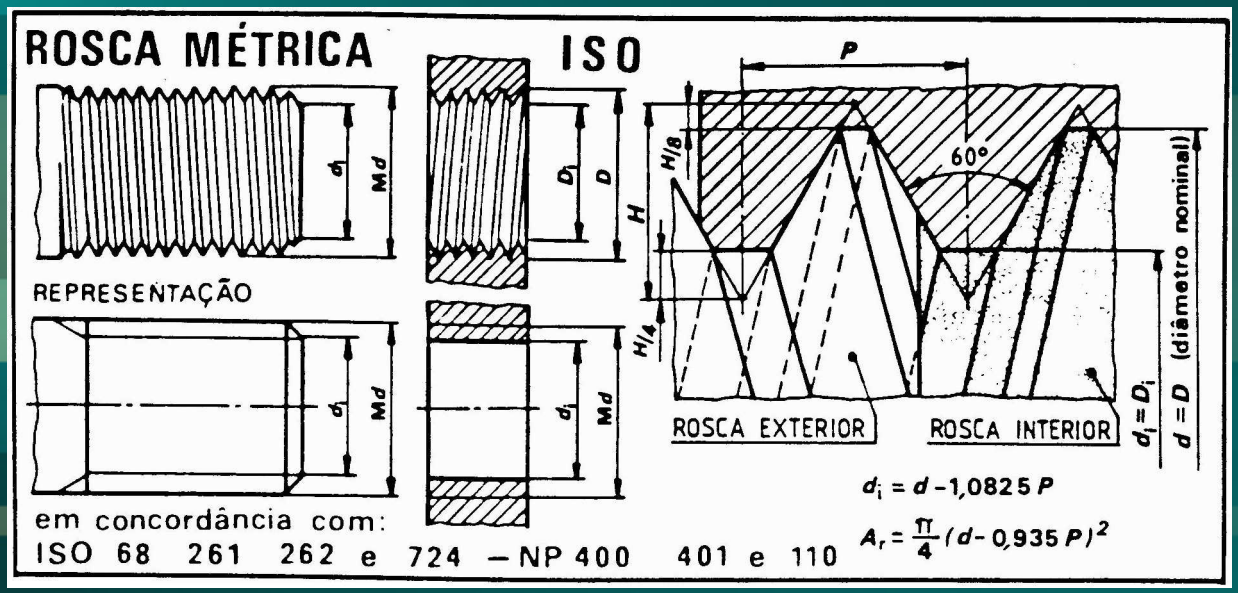
- Roscas de Perfil Triangular
  - Em 1944 iniciou-se um processo de unificação:



# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca métrica ISO

**O perfil do filete da rosca métrica ISO é um triângulo equilátero com um ângulo do filete, $\alpha = 60°$.**




Em desenho, o diâmetro interior pode ser considerado como: ***di* = *d* – *P*** ou ***di*** ≈ **0,8 *d***.
A execução do furo liso prévio no qual se vai abrir uma rosca deve ser feita com uma broca de diâmetro ***di* = *d* – *P***.

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca métrica ISO

Roscas métricas ISO (M) para utilização geral (ISO 261)

Dimensões em milímetros

| Diâmetros nominais (*d*) | | | Passos (*P*) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ª Escolha | 2ª Escolha | 3ª Escolha | Grosso | Fino | | | | | | | | |
| | | | | 3 | 2 | 1,5 | 1,25 | 1 | 0,75 | 0,5 | 0,35 | 0,25 | 0,2 |
| 1 | | | 0,25 | | | | | | | | | | 0,2 |
| | 1,1 | | 0,25 | | | | | | | | | | 0,2 |
| 1,2 | | | 0,25 | | | | | | | | | | 0,2 |
| | 1,4 | | 0,3 | | | | | | | | | | 0,2 |
| 1,6 | | | 0,35 | | | | | | | | | | 0,2 |
| | 1,8 | | 0,35 | | | | | | | | | | 0,2 |
| 2 | | | 0,4 | | | | | | | | | 0,25 | |
| | 2,2 | | 0,45 | | | | | | | | | 0,25 | |
| 2,5 | | | 0,45 | | | | | | | | 0,35 | | |
| 3 | | | 0,5 | | | | | | | | 0,35 | | |
| | 3,5 | | 0,6 | | | | | | | | 0,35 | | |
| 4 | | | 0,7 | | | | | | | 0,5 | | | |
| | 4,5 | | 0,75 | | | | | | | 0,5 | | | |
| 5 | | | 0,8 | | | | | | | 0,5 | | | |
| | | 5,5 | | | | | | | | 0,5 | | | |
| 6 | | | 1 | | | | | | 0,75 | | | | |
| | | 7 | 1 | | | | | | 0,75 | | | | |
| 8 | | | 1,25 | | | | | 1 | 0,75 | | | | |
| | | 9 | 1,25 | | | | | 1 | 0,75 | | | | |
| 10 | | | 1,5 | | | | 1,25 | 1 | 0,75 | | | | |
| | | 11 | 1,5 | | | | | 1 | 0,75 | | | | |
| 12 | | | 1,75 | | | 1,5 | 1,25 | 1 | | | | | |

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca métrica ISO

Roscas métricas ISO (M) para utilização geral (continuação) Dimensões em milímetros

| Diâmetros nominais (*d*) | | | Passos (*P*) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ª Escolha | 2ª Escolha | 3ª Escolha | Grosso | Fino | | | | | | | | |
| | | | | 3 | 2 | 1,5 | 1,25 | 1 | 0,75 | 0,5 | 0,35 | 0,25 | 0,2 |
| | 14 | | 2 | | | **1,5** | 1,25* | 1 | | | | | |
| | | 15 | | | | 1,5 | | 1 | | | | | |
| 16 | | | 2 | | | **1,5** | | 1 | | | | | |
| | | 17 | | | | 1,5 | | 1 | | | | | |
| | 18 | | **2,5** | | 2 | **1,5** | | 1 | | | | | |
| 20 | | | **2,5** | | 2 | **1,5** | | 1 | | | | | |
| | 22 | | **2,5** | | 2 | **1,5** | | 1 | | | | | |
| 24 | | | **3** | | **2** | 1,5 | | 1 | | | | | |
| | | 25 | | | 2 | 1,5 | | 1 | | | | | |
| | | 26 | | | | 1,5 | | | | | | | |
| | 27 | | **3** | | **2** | 1,5 | | 1 | | | | | |
| | | 28 | | | 2 | 1,5 | | 1 | | | | | |
| 30 | | | **3,5** | (3) | **2** | 1,5 | | 1 | | | | | |
| | | 32 | | | 2 | 1,5 | | | | | | | |
| | 33 | | **3,5** | (3) | **2** | 1,5 | | | | | | | |
| | | 35 ** | | | | 1,5 | | | | | | | |
| 36 | | | **4** | **3** | 2 | 1,5 | | | | | | | |
| | | 38 | | | | 1,5 | | | | | | | |
| | 39 | | **4** | **3** | 2 | 1,5 | | | | | | | |

* Unicamente para as velas de ignição dos motores.

** Unicamente para porcas de imobilização de rolamentos.

Os valores a negro são utilizados em parafusos e porcas (ISO 262).

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca métrica ISO

Roscas métricas ISO (M) para utilização geral (continuação)

| Diâmetros nominais (*d*) | | | Passos (*P*) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ª Escolha | 2ª Escolha | 3ª Escolha | Grosso | Fino | | | | | |
| | | | | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 40 | | | | | 3 | 2 | 1,5 |
| 42 | | | 4,5 | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | 45 | | 4,5 | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| 48 | | | 5 | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 50 | | | | | 3 | 2 | 1,5 |
| | 52 | | 5 | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 55 | | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| 56 | | | 5,5 | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 58 | | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | 60 | | 5,5 | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 62 | | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| 64 | | | 6 | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 65 | | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | 68 | | 6 | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 70 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| 72 | | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 75 | | | | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | 76 | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 78 | | | | | | 2 | |
| 80 | | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 82 | | | | | | 2 | |
| | 85 | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| 90 | | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| | 95 | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | |

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca métrica ISO

Roscas métricas ISO (M) para utilização geral (continuação)

| Diâmetros nominais (*d*) | | | Passos (*P*) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ª Escolha | 2ª Escolha | 3ª Escolha | Grosso | Fino | | | | | |
| | | | | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| 100 | | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| | 105 | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| 110 | | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| | 115 | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| | 120 | | | | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| 125 | | | | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| | 130 | | | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| | | 135 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| 140 | | | | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| | | 145 | | | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| | 150 | | | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | |
| | | 155 | | | 6 | 4 | 3 | | |
| 160 | | | | 8 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | 165 | | | 6 | 4 | 3 | | |
| | 170 | | | 8 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | 175 | | | 6 | 4 | 3 | | |
| 180 | | | | 8 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | 185 | | | 6 | 4 | 3 | | |
| | 190 | | | 8 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | 195 | | | 6 | 4 | 3 | | |
| 200 | | | | 8 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | 205 | | | 6 | 4 | 3 | | |
| | 210 | | | 8 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | 215 | | | 6 | 4 | 3 | | |
| 220 | | | | 8 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | 225 | | | 6 | 4 | 3 | | |
| | | 230 | | 8 | 6 | 4 | 3 | | |

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca métrica ISO

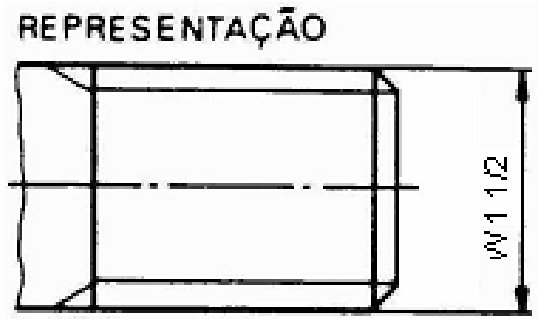
Roscas métricas ISO (M) para utilização geral (continuação)

| Diâmetros nominais (*d*) | | | Passos (*P*) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ª Escolha | 2ª Escolha | 3ª Escolha | Grosso | Fino | | | | | |
| | | | | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1,5 |
| | | 235 | | | 6 | 4 | 3 | | |
| | 240 | | | 8 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | 245 | | | 6 | 4 | 3 | | |
| 250 | | | | 8 | 6 | 4 | 3 | | |
| | | 255 | | | 6 | 4 | | | |
| | 260 | | | 8 | 6 | 4 | | | |
| | | 265 | | | 6 | 4 | | | |
| | | 270 | | 8 | 6 | 4 | | | |
| | | 275 | | | 6 | 4 | | | |
| 280 | | | | 8 | 6 | 4 | | | |
| | | 285 | | | 6 | 4 | | | |
| | | 290 | | 8 | 6 | 4 | | | |
| | | 295 | | | 6 | 4 | | | |
| | 300 | | | 8 | 6 | 4 | | | |

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca Whitworth ou rosca inglesa
    - **Rosca Whitworth normal (BS 84)**

**Pouco utilizada em Construção mecânica**.
Foi **substituída pela rosca de perfil ISO**, de uso generalizado em todo o mundo.
**Diâmetro nominal** em **polegadas**, e/ou em fracções de polegada, antecedido da letra **W**.
**Passo** em "**número de fios por polegada**", o que corresponde a um passo $P$ = 25,4 / nº de fios [mm].




$d_i = d - 1{,}2807\ P$

$d_i \approx d - 1{,}3\ P$ (em desenho)

Rosca Whitworth

Ângulo do perfil $\alpha = 55°$.
**A rosca inglesa continua a ter uma grande aplicação na ligação de tubos roscáveis para canalizações, sendo designada por "Rosca Gás".**

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca Whitworth ou rosca inglesa
    - **Rosca para tubos [ISO 7 (estanque); ISO 228 (não estanque)]**

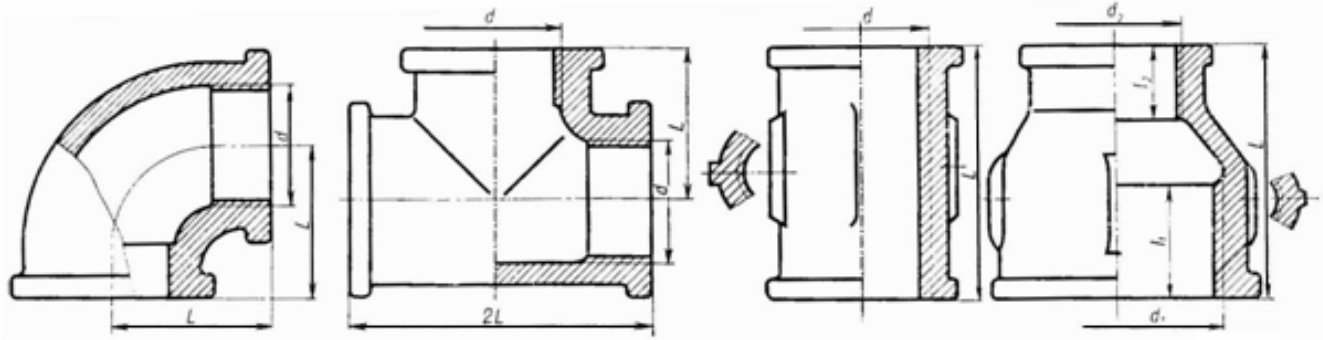
**Rosca inglesa de passo fino**, designada pela letra **G**, no caso de **roscas não estanques**, ou **R**, no caso de **roscas estanques**, seguida do valor do diâmetro interior do tubo expresso em polegadas, ex.: **ISO 228 - G 1 1/2**

**Roscas para tubos (G ou R)**

| Designação tradicional do tubo | Diâmetros | | Passo (*P*) | | Comprimento da rosca *b* |
|---|---|---|---|---|---|
| | nominal DN mm | da rosca exterior *D* mm | Nº de fios | mm | mm |
| 1/8 | 6 | 9,73 | 28 | 0,907 | 6,5 |
| 1/4 | 8 | 13,16 | 19 | 1,337 | 9,7 |
| 3/8 | 10 | 16,66 | 19 | 1,337 | 10,0 |
| 1/2 | 15 | 21,0 | 14 | 1,814 | 13,2 |
| 3/4 | 20 | 26,4 | 14 | 1,814 | 14,5 |
| 1 | 25 | 33,2 | 11 | 2,309 | 16,7 |
| 1 1/4 | 32 | 41,9 | 11 | 2,309 | 19,0 |
| 1 1/2 | 40 | 47,8 | 11 | 2,309 | 19,0 |
| 2 | 50 | 59,6 | 11 | 2,309 | 23,4 |
| 2 1/2 | 65 | 75,6 | 11 | 2,309 | 26,7 |
| 3 | 80 | 87,9 | 11 | 2,309 | 29,9 |
| 4 | 100 | 113,0 | 11 | 2,309 | 35,8 |

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Rosca Whitworth ou rosca inglesa
    - **Rosca para tubos [ISO 7 (estanque); ISO 228 (não estanque)]**




Dimensões nominais de acessórios roscados para tubagens

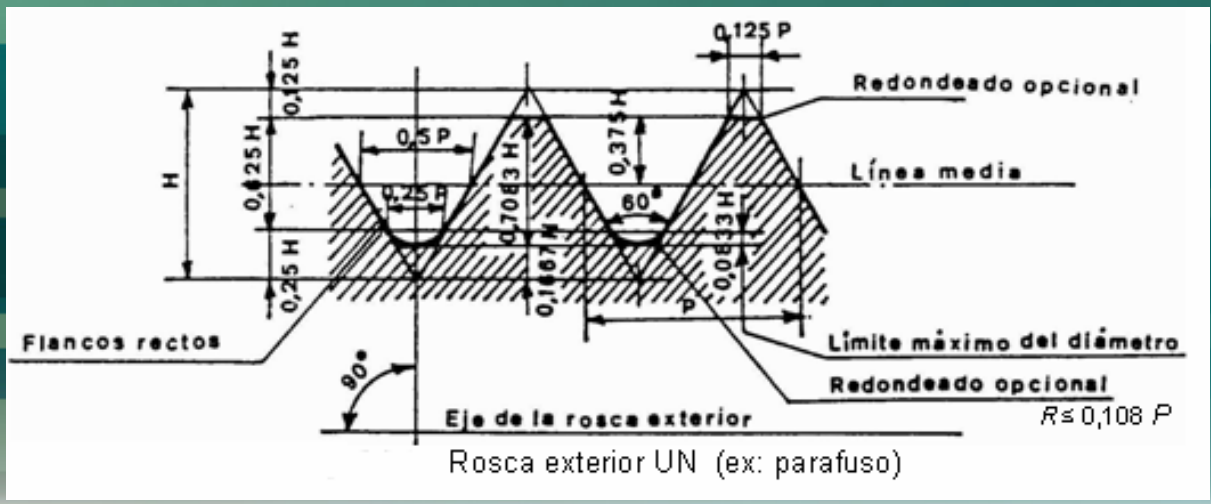
| Diâmetro nominal DN (mm) | Rosca para tubos | | Curvas | Tês | Mangas rectas largas | | Diâmetro nominal DN (mm) | Mangas de redução | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Rosca p/ tubos | | Compr. | Nº de |
| | $d$ | | Comprimento $L$ mm | | Compr. $L$ mm | Nº de nervuras | | $d_1$ | $d_2$ | $L$ mm | nervuras |
| | Poleg. | mm | | | | | | | | | |
| 8 | 1/4" | 13,158 | 21 | 21 | 27 | 2 | 25 x 15 | 1" | 1/2" | 45 | 4 |
| 10 | 3/8" | 16,663 | 25 | 25 | 30 | 2 | 25 x 20 | 1" | 3/4" | 45 | 4 |
| 15 | 1/2" | 20,956 | 28 | 28 | 36 | 2 | 32 x 15 | 1 1/4" | 1/2" | 50 | 4 |
| 20 | 3/4" | 26,442 | 33 | 33 | 39 | 2 | 32 x 20 | 1 1/4" | 3/4" | 50 | 4 |
| 25 | 1" | 33,250 | 38 | 38 | 45 | 4 | 32 x 25 | 1 1/4" | 1" | 50 | 4 |
| 32 | 1 1/4" | 41,912 | 45 | 45 | 50 | 4 | 40 x 20 | 1 1/2" | 3/4" | 55 | 4 |
| 40 | 1 1/2" | 47,805 | 50 | 50 | 55 | 4 | 40 x 25 | 1 1/2" | 1" | 55 | 4 |
| 50 | 2" | 59,616 | 58 | 58 | 65 | | | | | | |

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Roscas americanas – Roscas de perfil unificado UN e UNR
    Forma do perfil da rosca

**Roscas exteriores UN e UNR** – Os **perfis têm as cristas planas**, embora se possa considerar como opcional uma crista arredondada tangente à linha recta da crista de comprimento 0,125 P do perfil de base.

**Rosca exterior UN** – **Rosca com um fundo plano** mas, para evitar o desgaste das cristas das ferramentas de roscar, é opcional um fundo arredondado disposto abaixo do comprimento 0,25 P do perfil de base.

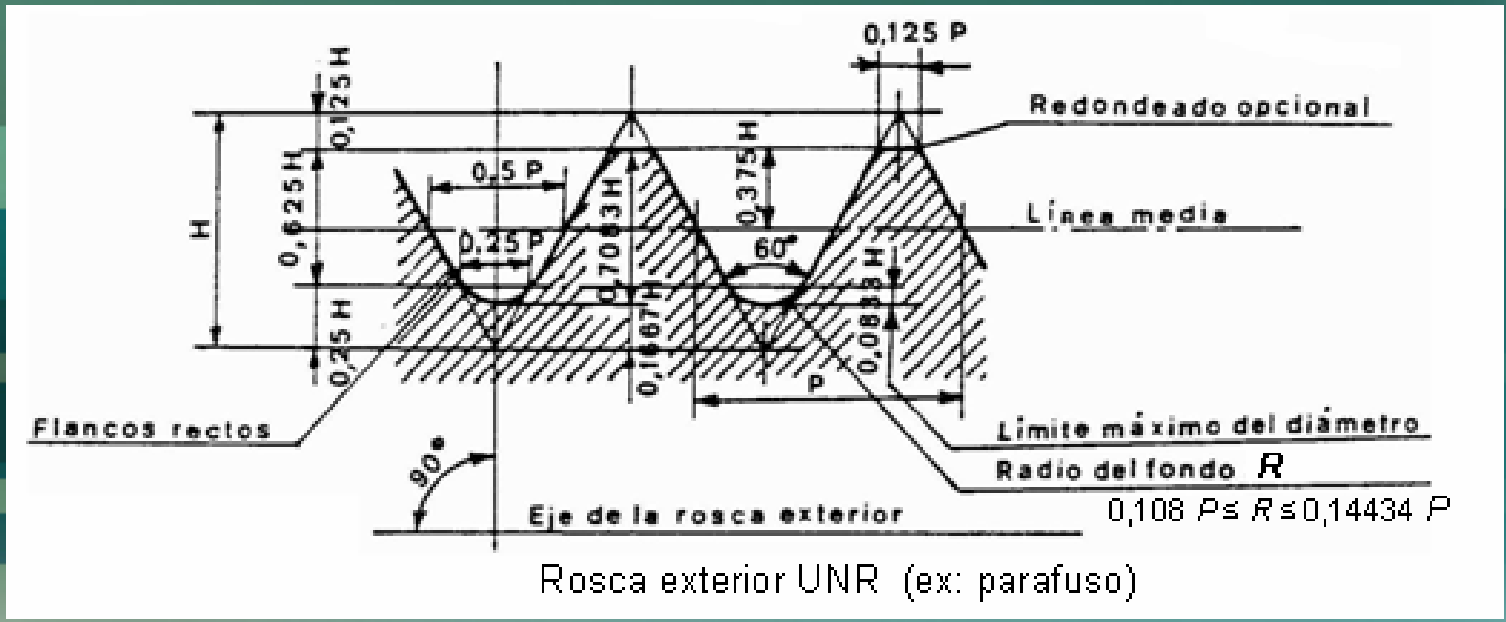


Rosca exterior UN (ex: parafuso)

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Roscas americanas – Roscas de perfil unificado UN e UNR
    Forma do perfil da rosca

**Rosca exterior UNR – Rosca com um fundo curvo contínuo**, com raio de curvatura $R \geq 0{,}108\ P$, sem inversão de tangentes nos flancos do filete de intersecção do diâmetro interior do perfil de base.

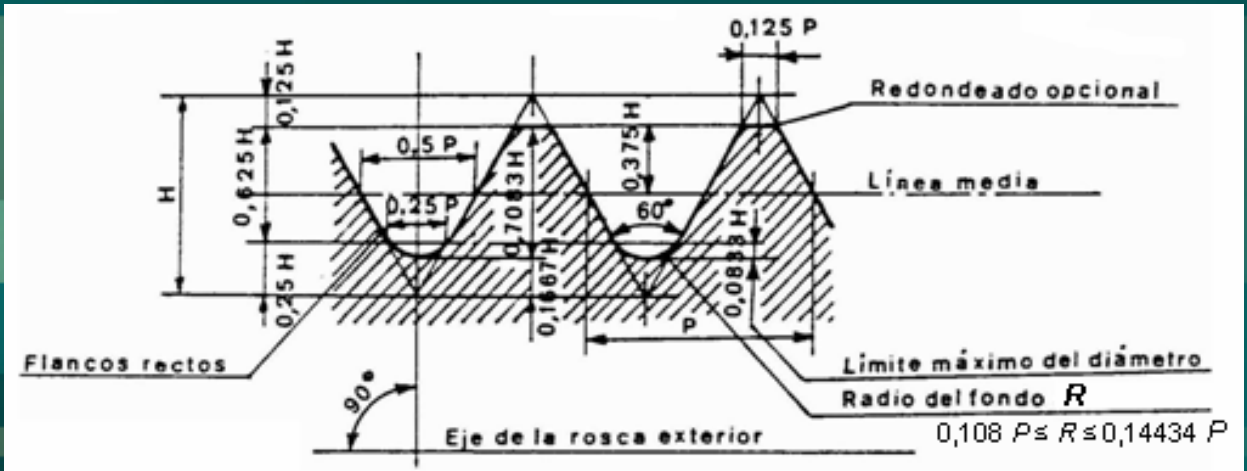



Rosca exterior UNR (ex: parafuso)

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Roscas americanas – Roscas de perfil unificado UN e UNR
    Forma do perfil da rosca

**Rosca interior UN – Rosca com um fundo plano**, embora seja opcional poder arredondar-se o contorno para além do comprimento 0,125 *P* do perfil de base.



Rosca exterior UNR (ex: parafuso)

**Rosca interior UNR** – não existe.

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Roscas americanas – Roscas de perfil unificado UN e UNR

Roscas UN e UNR (American National Standard Unified Inch Screw Threads – UN and UNR thread form) (norma ANSI B1.1 – 2003)

| Tamanhos | | Diâmetro nominal (polegadas) | Passo – Número de filetes por polegada | | | | | | | | | | | | Tamanhos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Séries de passo variável | | | Séries de passo constante | | | | | | | | | |
| Primário | Secundário | | UNC | UNF | UNEF | 4 UN | 6 UN | 8 UN | 12 UN | 16 UN | 20 UN | 28 UN | 32 UN | | |
| 0 | | 0,0600 | – | 80 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | | 0 |
| | 1 | 0,0730 | 64 | 72 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | | 1 |
| 2 | | 0,0860 | 56 | 64 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | | 2 |
| | 3 | 0,0990 | 48 | 56 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | | 3 |
| 4 | | 0,1120 | 40 | 48 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | | 4 |
| 5 | | 0,1250 | 40 | 44 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | | 5 |
| 6 | | 0,1380 | 32 | 40 | – | – | – | – | – | – | – | – | UNC | | 6 |
| 8 | | 0,1640 | 32 | 36 | – | – | – | – | – | – | – | – | UNC | | 8 |
| 10 | | 0,1900 | 24 | 32 | – | – | – | – | – | – | – | – | UNF | | 10 |
| | 12 | 0,2160 | 24 | 28 | 32 | – | – | – | – | – | – | UNF | UNEF | | 12 |
| 1/4 | | 0,2500 | 20 | 28 | 32 | – | – | – | – | – | UNC | UNF | UNEF | | 1/4 |
| 5/16 | | 0,3125 | 18 | 24 | 32 | – | – | – | – | – | 20 | 28 | UNEF | | 5/16 |
| 3/8 | | 0,3750 | 16 | 24 | 32 | – | – | – | – | UNC | 20 | 28 | UNEF | | 3/8 |
| 7/16 | | 0,4375 | 14 | 20 | 28 | – | – | – | – | 16 | UNF | UNEF | 32 | | 7/16 |
| 1/2 | | 0,5000 | 13 | 20 | 28 | – | – | – | – | 16 | UNF | UNEF | 32 | | 1/2 |
| 9/16 | | 0,5625 | 12 | 18 | 24 | – | – | – | UNC | 16 | 20 | 28 | 32 | | 9/16 |
| 5/8 | | 0,6250 | 11 | 18 | 24 | – | – | – | 12 | 16 | 20 | 28 | 32 | | 5/8 |
| | 11/16 | 0,6875 | – | – | 24 | – | – | – | 12 | 16 | 20 | 28 | 32 | | 11/16 |
| 3/4 | | 0,7500 | 10 | 16 | 20 | – | – | – | 12 | UNF | UNEF | 28 | 32 | | 3/4 |
| | 13/16 | 0,8125 | – | – | 20 | – | – | – | 12 | 16 | UNEF | 28 | 32 | | 13/16 |
| 7/8 | | 0,8750 | 9 | 14 | 20 | – | – | – | 12 | 16 | UNEF | 28 | 32 | | 7/8 |
| | 15/16 | 0,9375 | – | – | 20 | – | – | – | 12 | 16 | UNEF | 28 | 32 | | 15/16 |
| 1 | | 1,0000 | 8 | 12 | 20 | – | – | UNC | UNF | 16 | UNEF | 28 | 32 | | 1 |
| | 1 1/16 | 1,0625 | – | – | 18 | – | – | 8 | 12 | 16 | 20 | 28 | – | | 1 1/16 |
| 1 1/8 | | 1,1250 | 7 | 12 | 18 | – | – | 8 | UNF | 16 | 20 | 28 | – | | 1 1/8 |
| | 1 3/16 | 1,1875 | – | – | 18 | – | – | 8 | 12 | 16 | 20 | 28 | – | | 1 3/16 |
| 1 1/4 | | 1,2500 | 7 | 12 | 18 | – | – | 8 | UNF | 16 | 20 | 28 | – | | 1 1/4 |
| | 1 5/16 | 1,3125 | – | – | 18 | – | – | 8 | 12 | 16 | 20 | 28 | – | | 1 5/16 |
| 1 3/8 | | 1,3750 | 6 | 12 | 18 | – | UNC | 8 | UNF | 16 | 20 | 28 | – | | 1 3/8 |
| | 1 7/16 | 1,4375 | – | – | 18 | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | 28 | – | | 1 7/16 |
| 1 1/2 | | 1,5000 | 6 | 12 | 18 | – | UNC | 8 | UNF | 16 | 20 | 28 | – | | 1 1/2 |
| | 1 9/16 | 1,5625 | – | – | 18 | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | | 1 9/16 |
| 1 5/8 | | 1,6250 | – | – | 18 | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | | 1 5/8 |
| | 1 11/16 | 1,6875 | – | – | 18 | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | | 1 11/16 |
| 1 3/4 | | 1,7500 | 5 | – | – | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | | 1 3/4 |
| | 1 13/16 | 1,8125 | – | – | – | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | | 1 13/16 |
| 1 7/8 | | 1,8750 | – | – | – | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | | 1 7/8 |
| | 1 15/16 | 1,9375 | – | – | – | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | | 1 15/16 |

# Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
  - Roscas americanas – Roscas de perfil unificado UN e UNR

Roscas UN e UNR (American National Standard Unified Inch Screw Threads – UN and UNR thread form) (norma ANSI B1.1 – 2003) (continuação)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | | 2,0000 | 4 1/2 | – | – | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | 2 |
| | 2 1/8 | 2,1250 | – | – | – | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | 2 1/8 |
| 2 1/4 | | 2,2500 | 4 1/2 | – | – | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | 2 1/4 |
| | 2 3/8 | 2,3750 | – | – | – | – | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | 2 3/8 |
| 2 1/2 | | 2,5000 | 4 | – | – | UNC | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | 2 1/2 |
| | 2 5/8 | 2,6250 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | 2 5/8 |
| 2 3/4 | | 2,7500 | 4 | – | – | UNC | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | 2 3/4 |
| | 2 7/8 | 2,8750 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | 2 7/8 |
| 3 | | 3,0000 | 4 | – | – | UNC | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | – | – | 3 |
| | 3 1/8 | 3,1250 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 3 1/8 |
| 3 1/4 | | 3,2500 | 4 | – | – | UNC | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 3 1/4 |
| | 3 3/8 | 3,3750 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 3 3/8 |
| 3 1/2 | | 3,5000 | 4 | – | – | UNC | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 3 1/2 |
| | 3 5/8 | 3,6250 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 3 5/8 |
| 3 3/4 | | 3,7500 | 4 | – | – | UNC | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 3 3/4 |
| | 3 7/8 | 3,8750 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 3 7/8 |
| 4 | | 4,0000 | 4 | – | – | UNC | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 4 |
| | 4 1/8 | 4,1250 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 4 1/8 |
| 4 1/4 | | 4,2500 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 4 1/4 |
| | 4 3/8 | 4,3750 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 4 3/8 |
| 4 1/2 | | 4,5000 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 4 1/2 |
| | 4 5/8 | 4,6250 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 4 5/8 |
| 4 3/4 | | 4,7500 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 4 3/4 |
| | 4 7/8 | 4,8750 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 4 7/8 |
| 5 | | 5,0000 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 5 |
| | 5 1/8 | 5,1250 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 5 1/8 |
| 5 1/4 | | 5,2500 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 5 1/4 |
| | 5 3/8 | 5,3750 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 5 3/8 |
| 5 1/2 | | 5,5000 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 5 1/2 |
| | 5 5/8 | 5,6250 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 5 5/8 |
| 5 3/4 | | 5,7500 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 5 3/4 |
| | 5 7/8 | 5,8750 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 5 7/8 |
| 6 | | 6,0000 | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | – | – | – | 6 |

# Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
  - Designações normalizadas:

**A designação das roscas de peças roscadas inclui**:

- **Abreviatura do tipo da rosca** (símbolo normalizado, ex: M, G, Tr, etc.);
- **Diâmetro nominal (*d*)** da rosca que, em geral, corresponde ao diâmetro do cilindro exterior das roscas exteriores (ou roscas macho).

e, **se necessário:**

- **Passo (*L*)** de rosca ("Lead"), em milímetros;
- **Passo (*P*)** do perfil – pode ser **grosso** (normal) ou **fino** (só neste caso deve ser assinalado), em milímetros;
- **Sentido da rosca** – **Rosca direita** (em geral, não se indica, mas se necessário "**RH**" – "right hand"); **Rosca esquerda** (sempre indicada por "**LH**" – "left hand").

# Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
  - Designações normalizadas:

**A designação das roscas de peças roscadas inclui**:

•**indicações complementares**:

•**Classe de tolerância**, de acordo com a norma internacional correspondente;
•**Comprimento de acoplamento** (S = curto; L = longo; N = normal) – comprimento axial no qual duas roscas conjugadas (exterior e interior) estão em contacto;
•**Número de entradas** (quando diferente de 1);
•**Comprimento (*b*)** da rosca – em geral, o comprimento útil de rosca, a menos que os filetes de rosca incompletos sejam necessários em termos funcionais.

# Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
  - Designações normalizadas

**Exemplos:**

**Roscas métricas de perfil ISO**

| | |
|---|---|
| M20 | rosca de 20 mm de diâmetro e passo grosso |
| M20 x 1,5 | rosca de 20 mm de diâmetro e passo fino 1,5 mm |
| M20 x 2 – 6G/6h – LH | rosca de 20 mm de diâmetro, com passo fino de 2 mm, classe de tolerância 6G/6h e esquerda |
| M20 x L3 – P1,5 – 6H – S | rosca de 20 mm de diâmetro, com passo de rosca 3 mm, passo de perfil 1,5 mm, classe de tolerância 6H e comprimento de acoplamento curto |

**Roscas métricas de perfil SI**

| | |
|---|---|
| 20 x 3 SI | rosca de 20 mm de diâmetro e passo fino 3 mm |

# Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
  - Designações normalizadas

**Exemplos:**

**Roscas inglesas (whitworth)**

| | |
|---|---|
| W 1 1/2 | rosca normal (BSW) de 1 ½" de diâmetro |
| W 1 1/4 – 9 | rosca fina (BSF) de 1 ¼" de diâmetro e passo de 9 fios por polegada |
| G 1/2 A | rosca exterior cilíndrica para tubos, não estanque, de ½" de diâmetro e grau de tolerância A |
| R 1/2 | rosca exterior cónica para tubos, estanque, de ½" de diâmetro |
| Rp 1/2 | rosca interior cilíndrica para tubos, estanque, de ½" de diâmetro |
| Rc 1/2 | rosca interior cónica para tubos, estanque, de ½" de diâmetro (excepcional) |

# Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
  - Designações normalizadas

**Exemplos:**

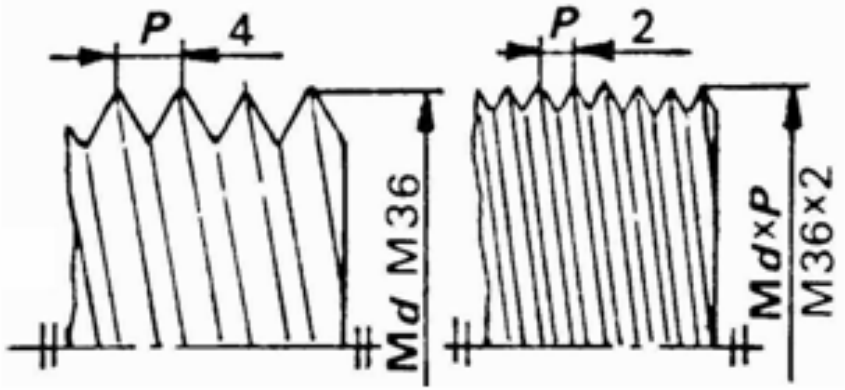
**Roscas americanas de perfil unificado**

| | |
|---|---|
| 3/8 - 16 UNC | rosca normal (UNC) de 3/8” de diâmetro e passo de 16 fios por polegada |
| #10 - 24 UNC | rosca normal (UNC) de tamanho 10 (0,1900” de diâmetro) e passo de 24 fios por polegada |
| 3/8 - 24 UNF | rosca fina (UNF) de 3/8” de diâmetro e passo de 24 fios por polegada |
| 3/8 - 32 UNEF | rosca extrafina (UNEF) de 3/8” de diâmetro e passo de 32 fios por polegada |

# Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
  - Designações normalizadas

**Exemplos:**



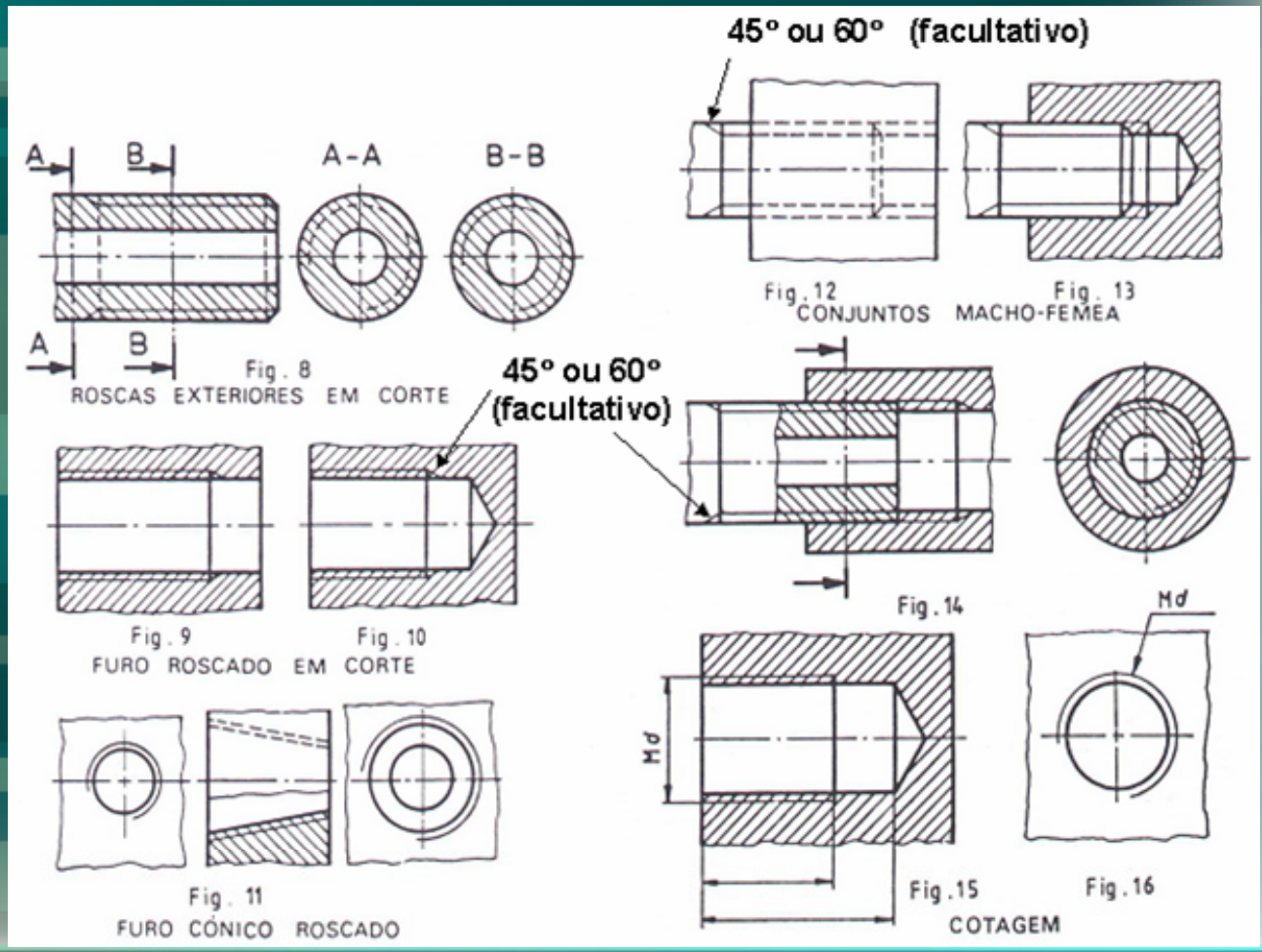

a) b)

Designação de roscas: a) De passo grosso; b) De passo fino

As **roscas de passo fino** são utilizadas em peças com paredes finas, parafusos de regulação, casos em que o comprimento da rosca é muito curto, para ligações mais estáveis.

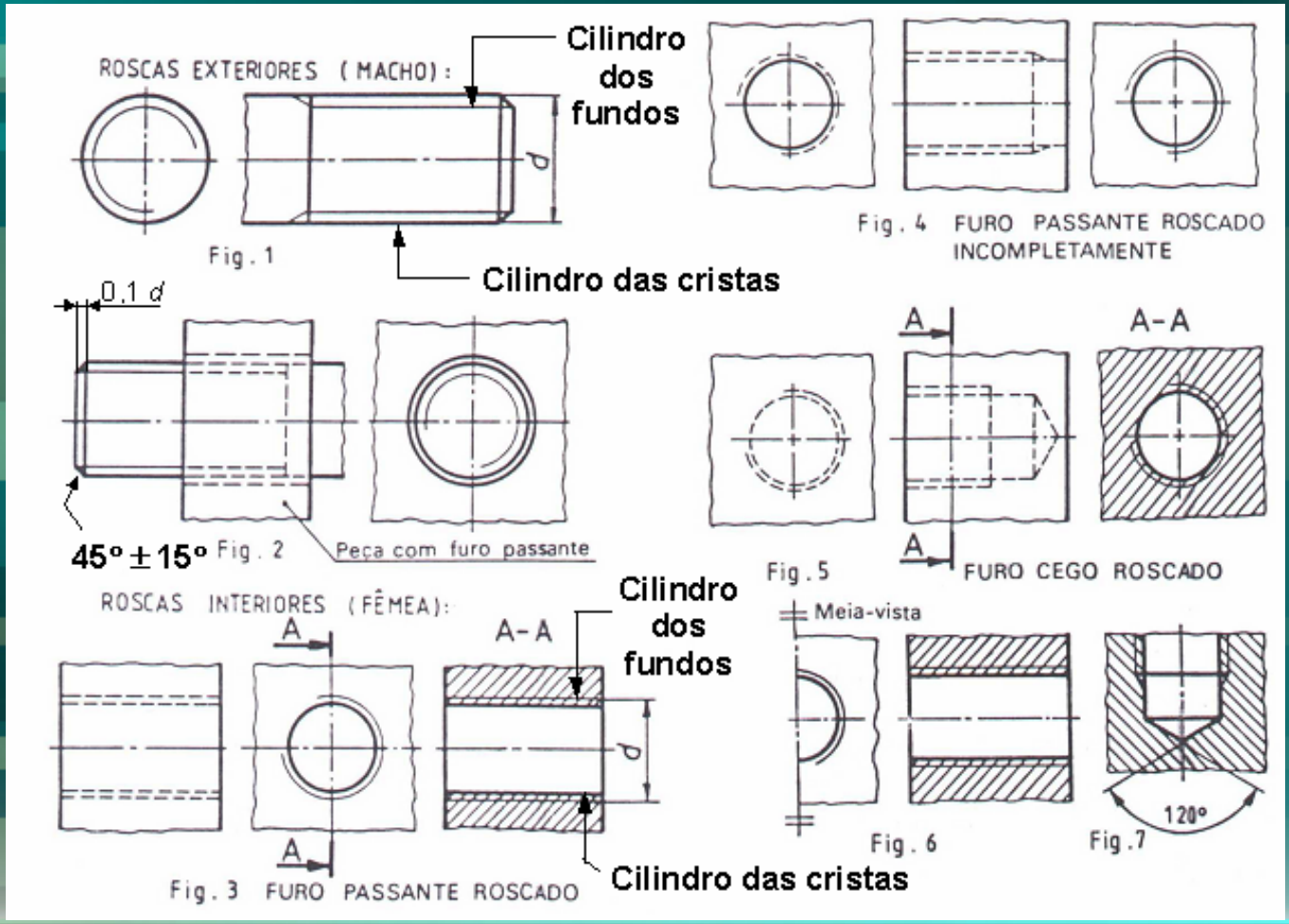
# Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
  - Em desenho:



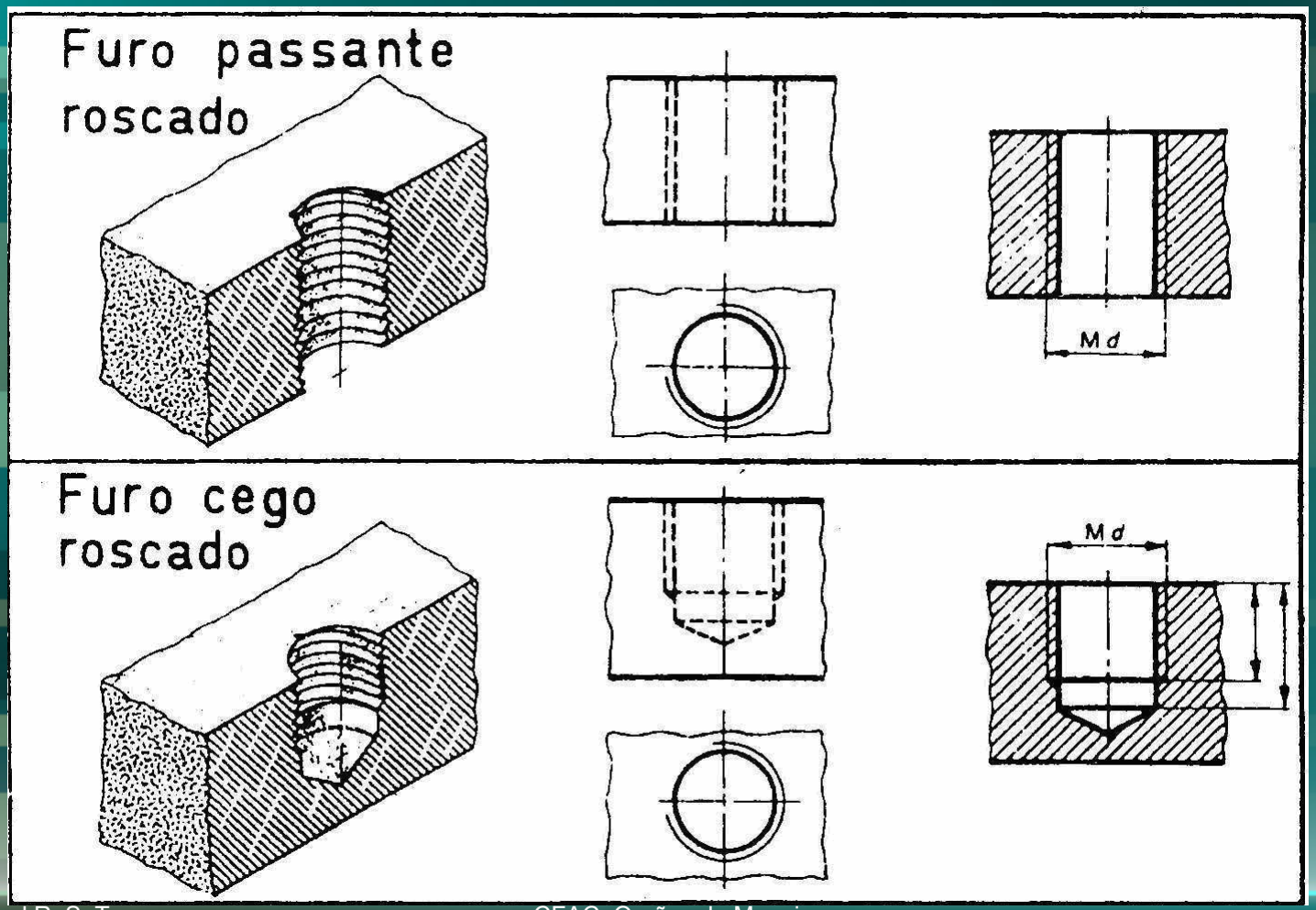
# Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
  - Em desenho:



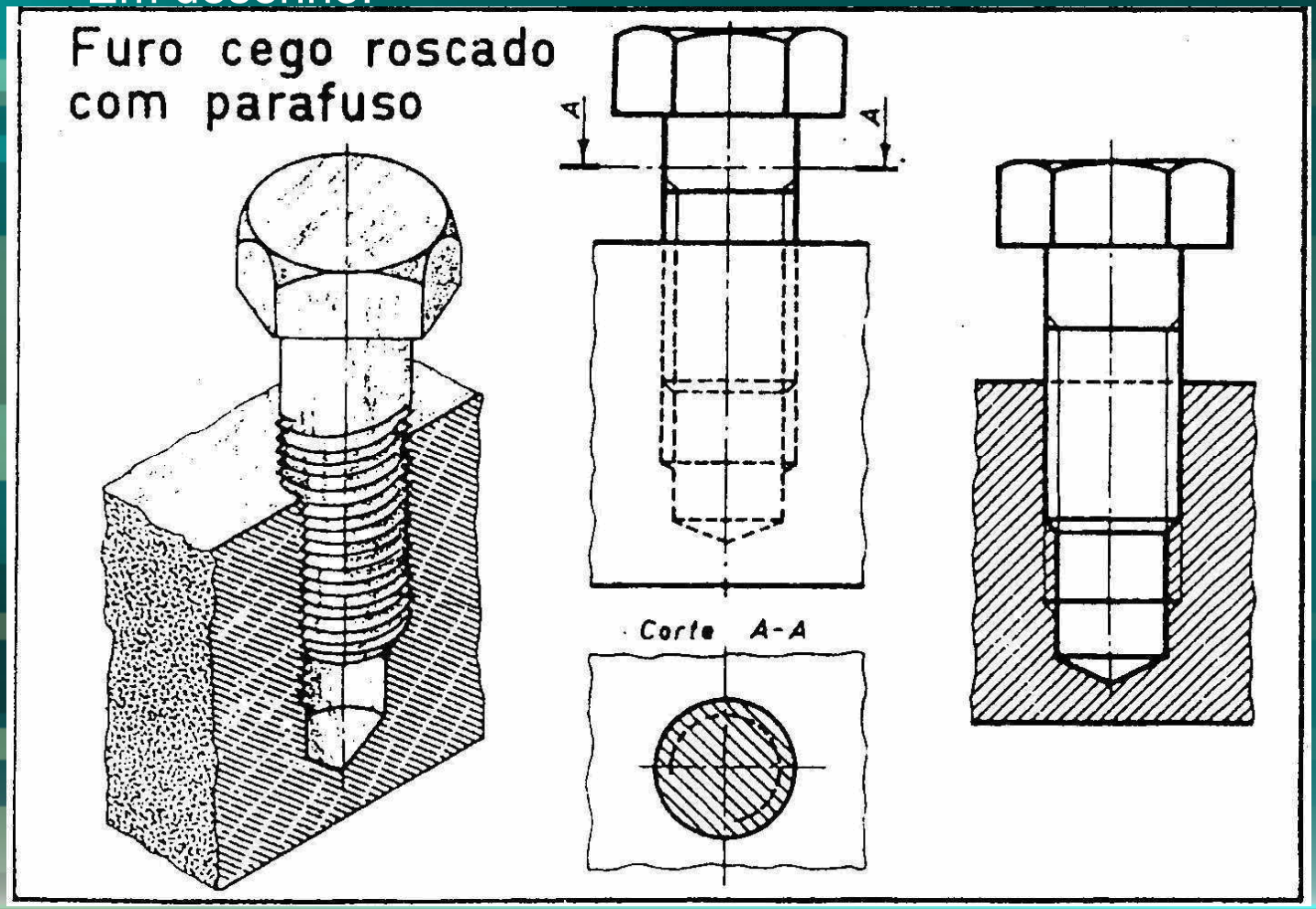
# Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
  - Em desenho:



# Ligações com Peças Roscadas

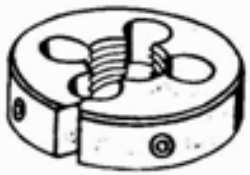
- Representação de roscas
  - Em desenho:



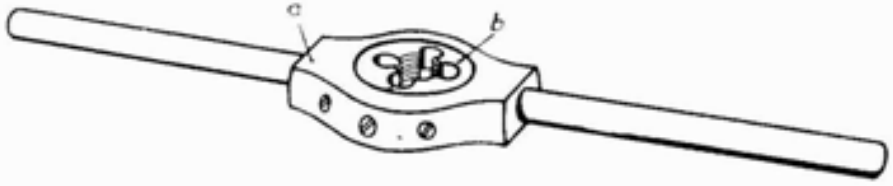
# Ligações com Peças Roscadas

- Produção de rosca exterior:

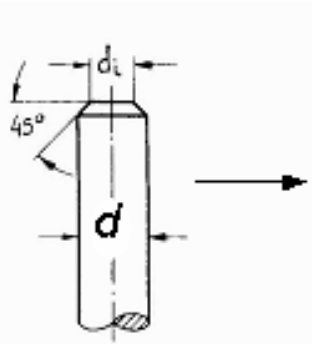
Execução manual:



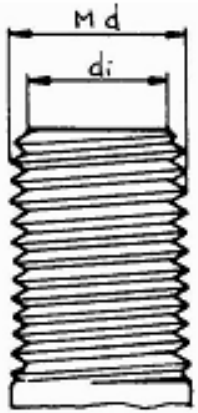
Caçonete



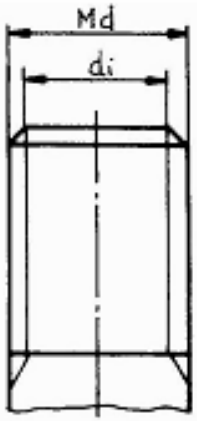

Tarraxa




Corpo liso

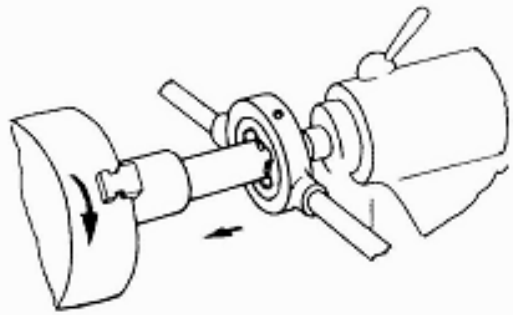



Real




Em desenho

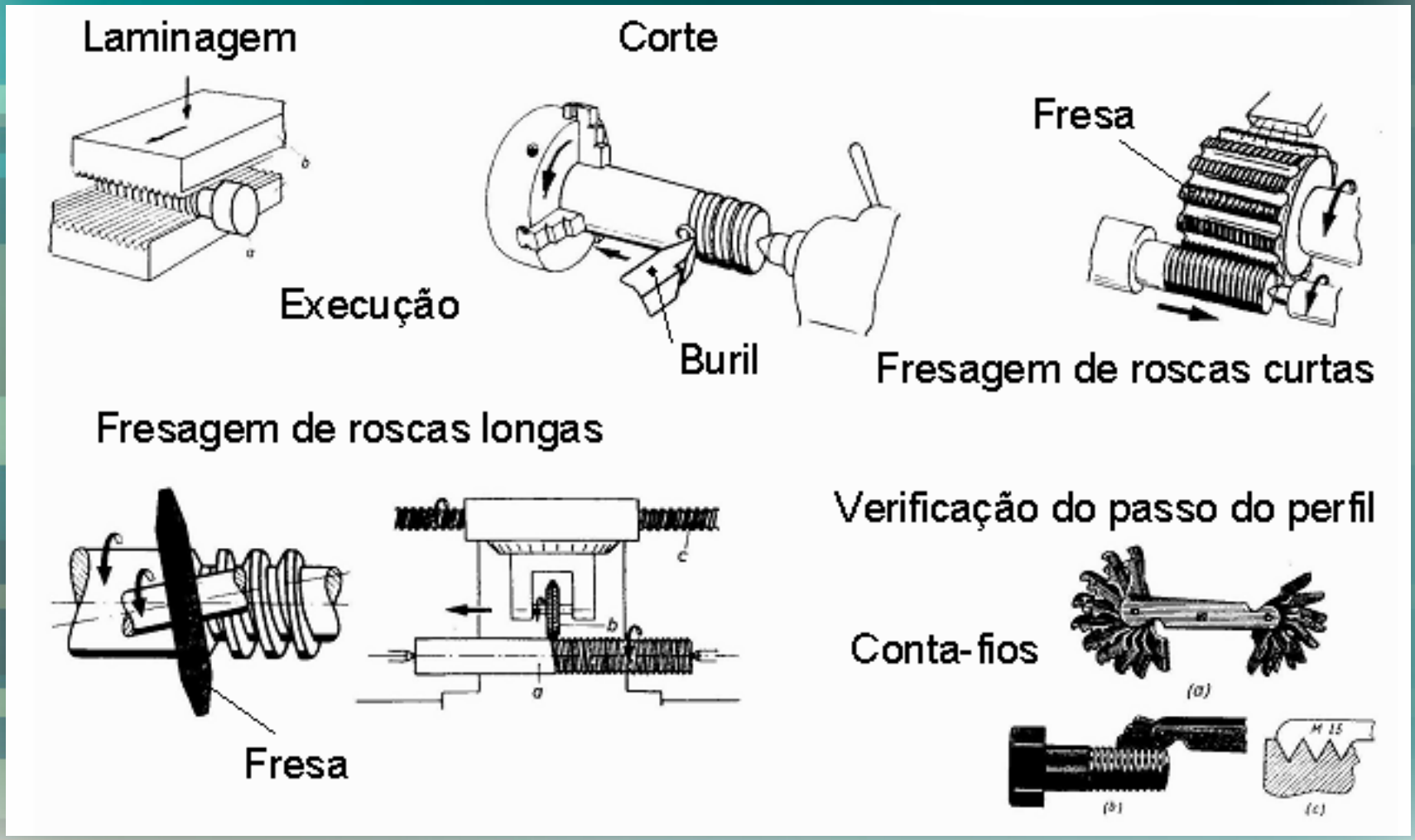
Corte



Execução à máquina (torno + tarraxa)

# Ligações com Peças Roscadas

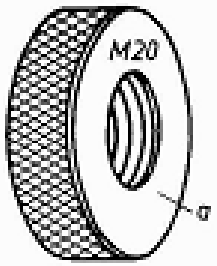
- Produção de rosca exterior:



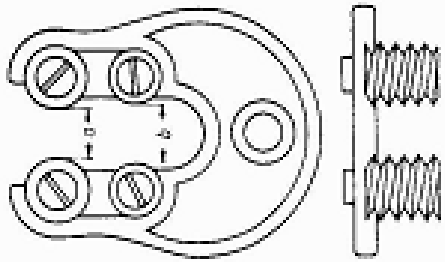
# Ligações com Peças Roscadas

- Produção de rosca exterior:

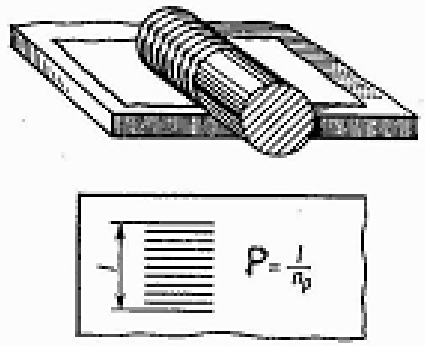
Verificação de tolerâncias das roscas




Calibre de anel normal para roscas

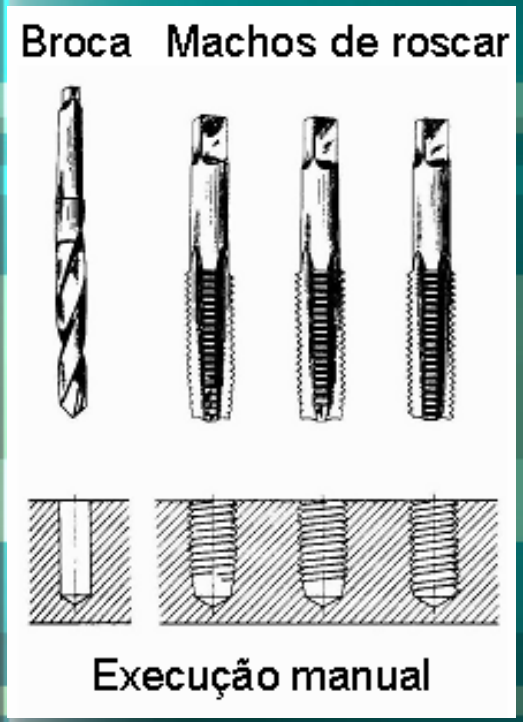


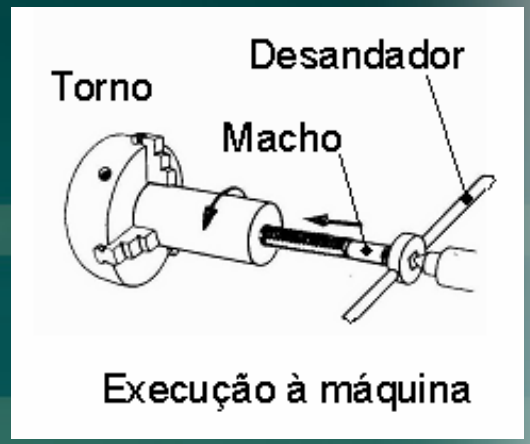
Calibre-maxila para roscas

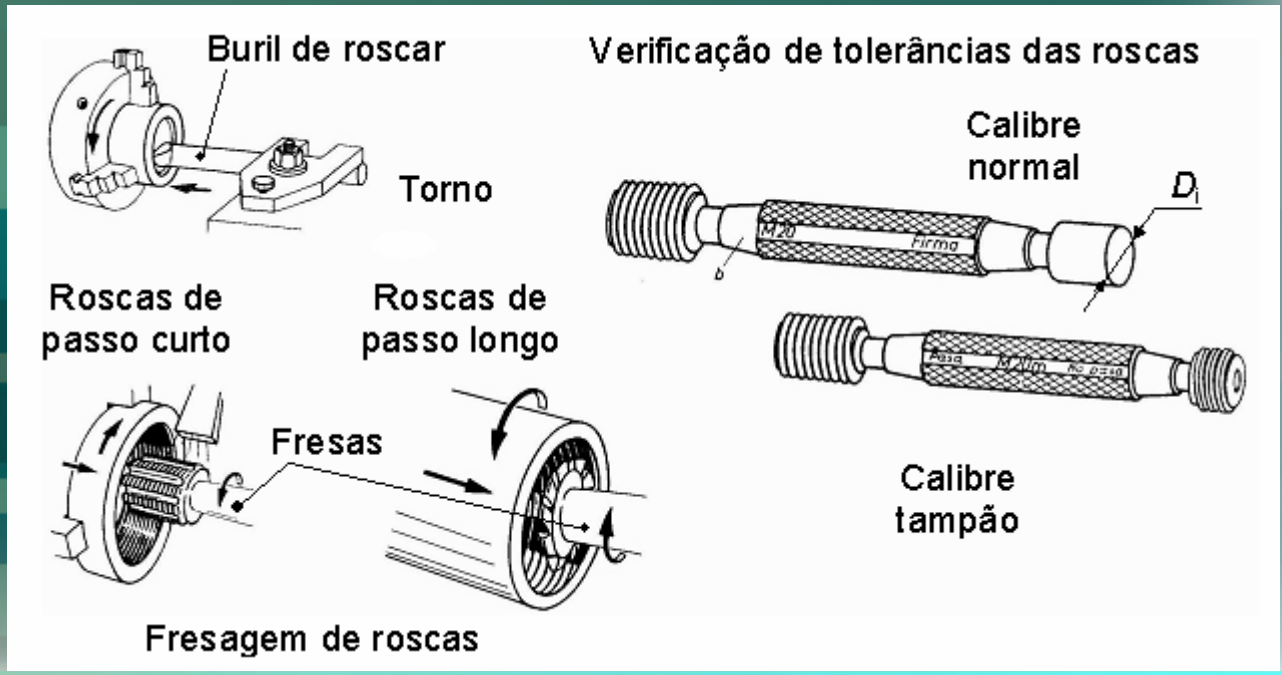


# Ligações com Peças Roscadas

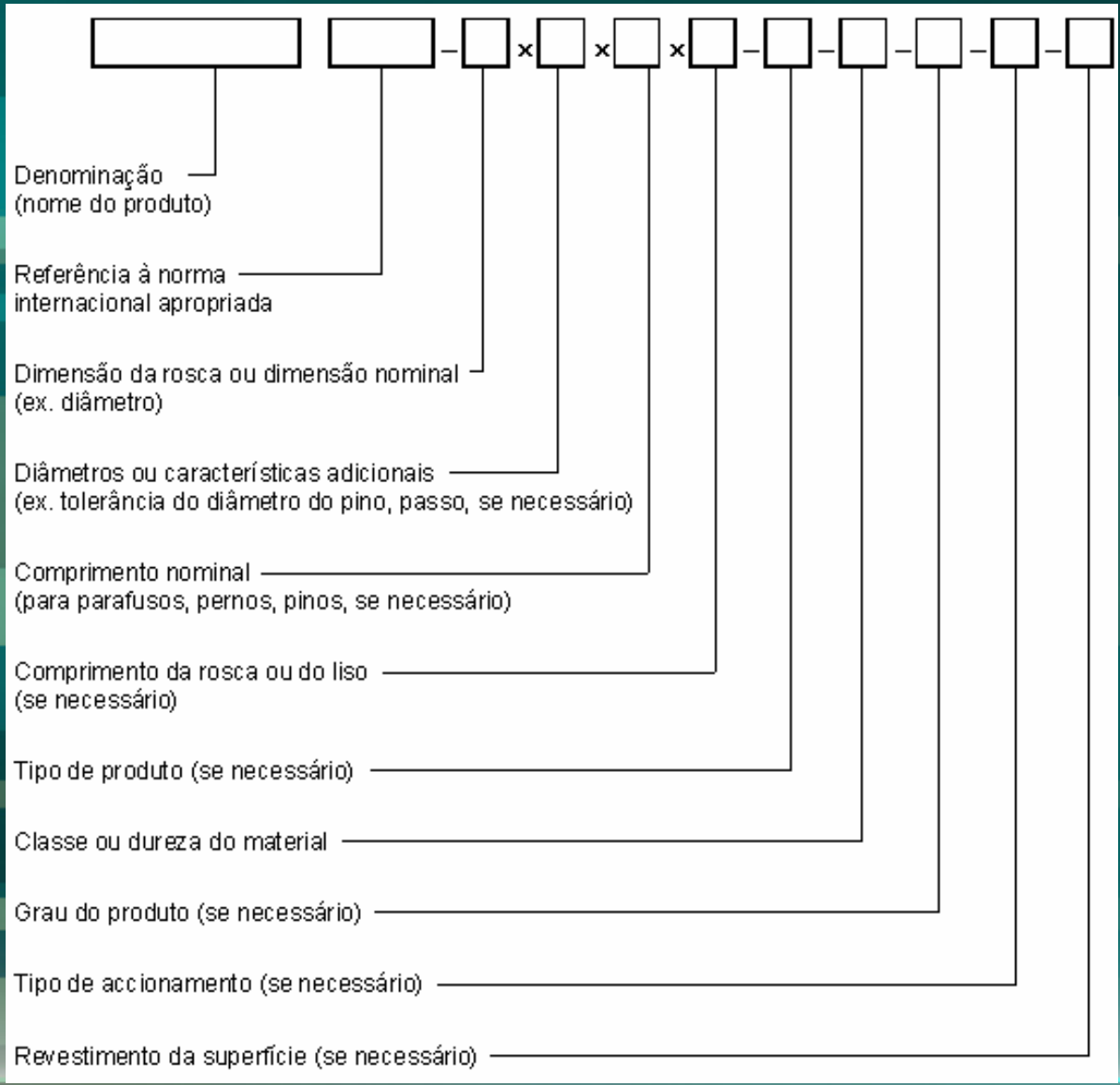
- Produção de rosca interior:



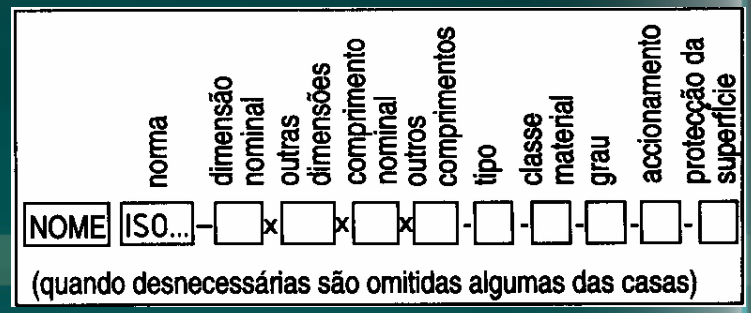



# Sistema de Designação para Elementos de Fixação (ISO 8991: 1986)



# Sistema de Designação para Elementos de Fixação (ISO 8991: 1986)

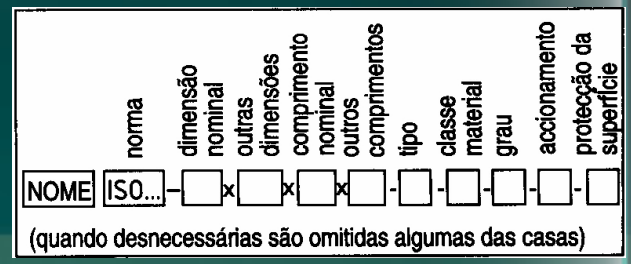



•Exemplos:

**Parafuso H ISO 4014 - M12 x 80 - 8.8**
Parafuso de cabeça hexagonal (H)
Norma ISO 4014 (c/ corpo parcialmente roscado)
Rosca métrica (M) de diâmetro nominal d = 12 mm
Comprimento nominal l = 80 mm
Classe do material 8.8 (aço c/ Rm = 800 MPa e Re = 640 MPa)

**Parafuso H ISO 8676 - M12 x 1,5 x 100 - 10.9**
Parafuso de cabeça hexagonal (H)
Norma ISO 8676 (c/ corpo totalmente roscado)
Rosca métrica (M) de diâmetro nominal d = 12 mm
Passo fino P = 1,5 mm
Comprimento nominal l = 100 mm
Classe do material 10.9 (aço c/ Rm = 1000 MPa e Re = 900 MPa)

# Sistema de Designação para Elementos de Fixação (ISO 8991: 1986)




•Exemplos:

**Parafuso H ISO 4014 - M12 x 80 - 8.8 - A2P**

Parafuso de cabeça hexagonal (H)

Norma ISO 4014 (c/ corpo parcialmente roscado)

Rosca métrica (M) de diâmetro nominal d = 12 mm

Comprimento nominal l = 80 mm

Classe do material 8.8 (aço c/ Rm = 800 MPa e Re = 640 MPa)

Revestimento electrolítico, segundo ISO 4042, símbolo A2P [zincado, espessura mínima de revestimento de 5 µm, acabamento opcional e passivação por tratamento com cromato, de cor típica B, C ou D (protecção por oxidação)]

**Porca H ISO 4032 - M12 - 8**

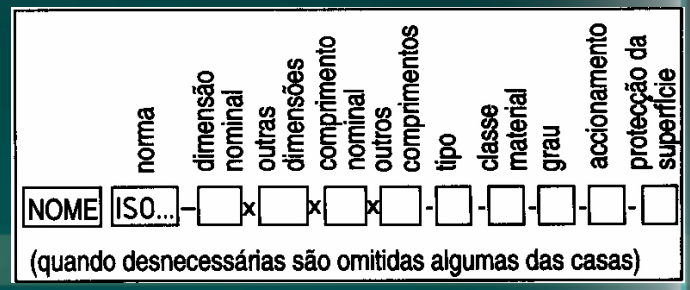
Porca hexagonal (H)

Norma ISO 4032 [porca de estilo 1 (corrente)]

Rosca métrica (M) de diâmetro nominal d = 12 mm

Classe do material 8 (aço c/ Rm = 800 MPa)

# Sistema de Designação para Elementos de Fixação (ISO 8991: 1986)




•Exemplos:

**Pino cilíndrico ISO 2338 - 6m6 x 30 - St**
Pino cilíndrico
Norma ISO 2338 (não temperado)
diâmetro nominal d = 6 mm
Classe de tolerância m6
Comprimento nominal l = 30 mm
Material: St (aço c/ dureza de 125 HV30 a 245 HV30)

**Anilha ISO 7090 - 8 - 140 HV**
Anilha plana
Norma ISO 7090 (série normal, com chanfro)
tamanho nominal 8 mm
Material: aço com dureza não inferior a 140 HV

# Sistema de Designação para Elementos de Fixação (ISO 8991: 1986)

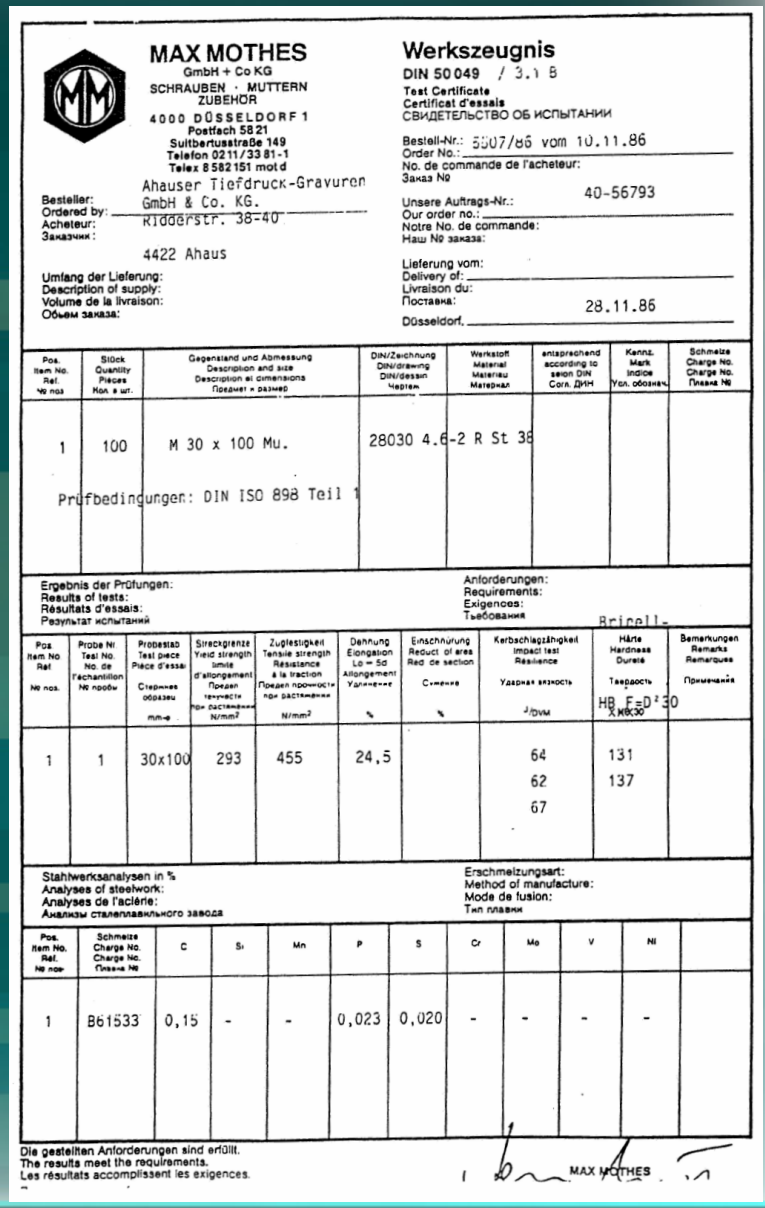
- O **Tipo do produto** é uma noção relativa ao **nível de confiança nas características quer geométricas quer mecânicas**. A norma NF E 25-003: 1982 define o **Tipo (1, 2 e 3)** como uma noção essencialmente **ligada à segurança de funcionamento**.

- O **Grau do Produto (A, B, C ou F)** refere-se à **qualidade do produto e ao tamanho das tolerâncias**, onde o grau A é o mais exacto e o grau C é o menos exacto (ISO 4759-1).

- O **Estilo (1 e 2)** baseia-se na **altura da rosca das porcas**, sendo decisivo para as propriedades mecânicas (ISO 2320), onde o estilo 1 ($0{,}8\ d \leq m < 0{,}9\ d$) é o corrente e o estilo 2, com uma altura 10% maior ($0{,}9\ d \leq m < 1{,}1\ d$) é relativo às porcas altas.

# Sistema de Designação para Elementos de Fixação (ISO 8991: 1986)

- Exemplo de certificado de ensaio de um parafuso:



**MAX MOTHES**
GmbH + Co KG
SCHRAUBEN · MUTTERN
ZUBEHÖR
4000 DÜSSELDORF 1
Postfach 5821
Suitbertusstraße 149
Telefon 0211/3381-1
Telex 8582151 motd

**Werkszeugnis**
DIN 50049 / 3.1 B
Test Certificate
Certificat d'essais
СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ ИСПЫТАНИИ

Besteller: Ahauser Tiefdruck-Gravuren GmbH & Co. KG Ridderstr. 38-40 4422 Ahaus
Bestell-Nr.: 5507/86 vom 10.11.86
Unsere Auftrags-Nr.: 40-56793
Lieferung vom: 28.11.86
Düsseldorf,

Umfang der Lieferung:
Description of supply:
Volume de la livraison:
Объем заказа:

| Pos. | Stück | Gegenstand und Abmessung | DIN/Zeichnung | Werkstoff | entsprechend | Kennz. | Schmelze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 100 | M 30 x 100 Mu. | 28030 4.6-2 R St 38 | | | | |
| | | Prüfbedingungen: DIN ISO 898 Teil 1 | | | | | |

Ergebnis der Prüfungen:
Results of tests:
Résultats d'essais:
Результат испытаний

Anforderungen:
Requirements:
Exigences:
Требования

Brinell-

| Pos. | Probe Nr | Probestab | Streckgrenze | Zugfestigkeit | Dehnung | Einschnürung | Kerbschlagzähigkeit | Härte | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 30x100 | 293 | 455 | 24,5 | | 64<br>62<br>67 | 131<br>137 | HB F=D²30 X=30 |

Stahlwerksanalysen in %
Analyses of steelwork:
Analyses de l'aciérie:
Анализы сталеплавильного завода

Erschmelzungsart:
Method of manufacture:
Mode de fusion:
Тип плавки

| Pos. | Schmelze | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | V | Ni | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | B61533 | 0,15 | - | - | 0,023 | 0,020 | - | - | - | - | |

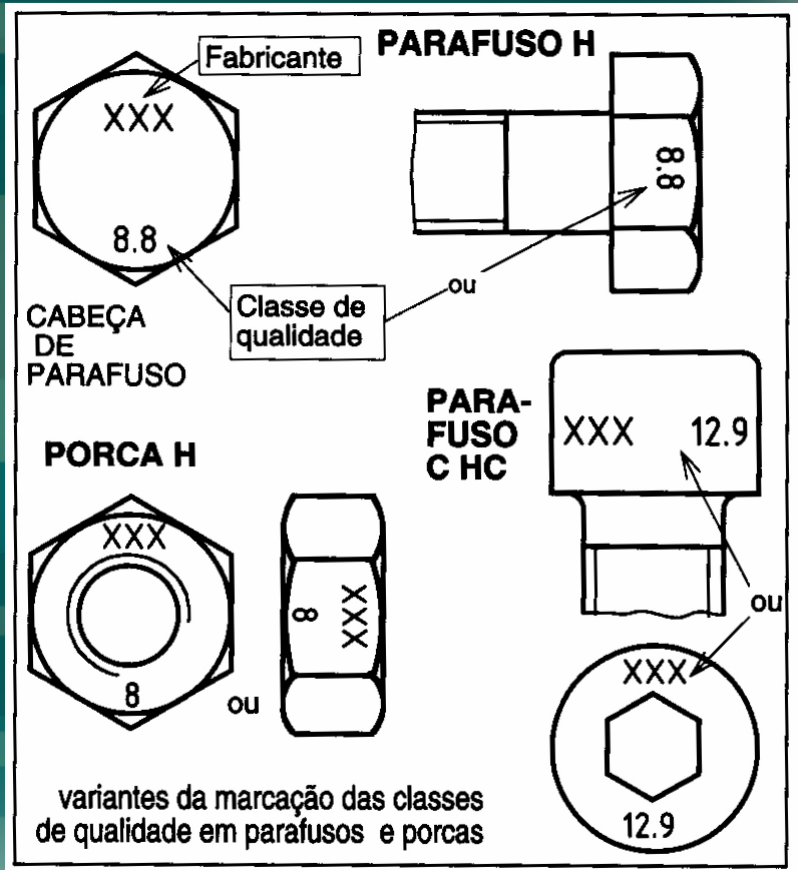
Die gestellten Anforderungen sind erfüllt.
The results meet the requirements.
Les résultats accomplissent les exigences.

MAX MOTHES

# Peças Roscadas: Classe de Material

| clas-ses | dureza HV | aços ao carbono | aplicações |
|---|---|---|---|
| 3.6 | 95 | baixo C ≤ 0,2% | para elementos de baixa resistência |
| 4.6<br>4.8 | 120<br>130 | médio C < 0,55% | |
| 5.6<br>5.8 | 155<br>160 | | para elementos de média resistência |
| 6.8 | 190 | | |
| 8.8 | 230 | C 0,25 a 0,55% c/ têmp+revenid. | |
| **clas ses** | **dureza HV** | **aços ligados** com tratament. térmico (têmp.+reven.) | |
| 8.8 | 255 | C 0,15 a 0,35% +B ou +Mn ou Cr | para elementos de alta resistência |
| 9.8 | 280 | | |
| 10.9 | 310 | +Cr +Ni +Mo +V | para elementos de muito alta resistência |
| 12.9 | 372 | +Cr +Ni +Mo +V | |

Classe de material




Marcação da classe de material

# Peças Roscadas: Classe de Material

A **classe de material** para aços de uso corrente, é expressa por dois números separados por um ponto, que significam, com valores em N/mm² (ou MPa):

**resistência nominal à tracção** $R_{m,nom}$:

$R_m$ = (1º valor) x100 (MPa = N/mm²)

**limite nominal de elasticidade**

$R_{p0,2}$=(2º valor/10)x $R_m$ (MPa = N/mm²)

Exemplo, no Parafuso H ISO 4014 - M12 x 80 - 6.8 é mencionada a **classe de material 6.8** que significa tratar-se de um parafuso de aço com:

$R_m$ = 6 x 100 = 600 MPa

$R_{p0,2}$ = 0,8 x 600 = 480 MPa

A **classe de material das porcas** é expressa apenas pelo 1º número da classe de material do parafuso conjugado. Por exemplo, a porca a usar com o parafuso antes citado, deverá ser da **classe 6**, que corresponde a $R_m$ = 600 MPa.

| clas-ses | dureza HV min. | materiais |
|---|---|---|
| 14 H | 140 | St - aço ao carbono |
| 22 H | 220 | aço ao carb. c/ têmpera + revenido |
| 33 H | 330 | aço ao carb. c/ têmpera + revenido |
| 45 H | 450 | aço ligado c/ têmpera + revenido |

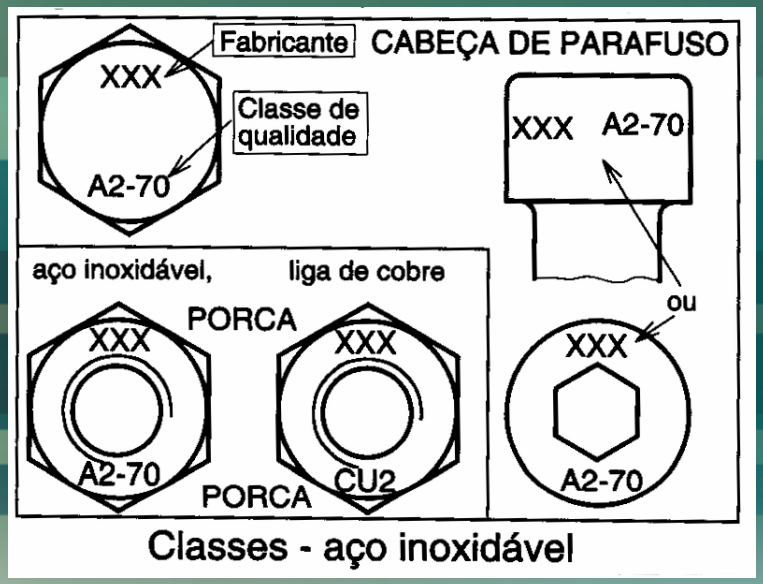
Classes - durezas

No caso das anilhas, de parafusos de pressão, a classe de material refere a dureza Vickers, expressas por um número seguido da letra H. A dureza Vickers HV é o produto do número por 10. Por exemplo, uma anilha da classe 22H apresenta uma dureza ≥220 HV.

# Peças Roscadas: Classe de Material

| CLASSE | $R_m$ MPa | $R_{p\,0,2}$ MPa | DUREZA HV | características |
|---|---|---|---|---|
| A2 - 50 | ≥500 | ≥210 | | macio |
| A2 - 70 | 700 | 450 | | endurecido |
| A2 - 80 | 800 | 600 | | alta resistência |
| C1 - 50 | 500 | 250 | | macio |
| C1 - 70 | 700 | 410 | | têmpera+revenido |
| C3 - 80 | 800 | 640 | ≥220 | têmpera+revenido |
| C4 - 50 | 500 | 250 | ≥240 | macio |
| C4 - 70 | 700 | 410 | | têmpera+revenido |
| F1 - 45 | 450 | 250 | ≥220 | macio |
| F1 - 60 | 600 | 410 | | endurecido a frio |

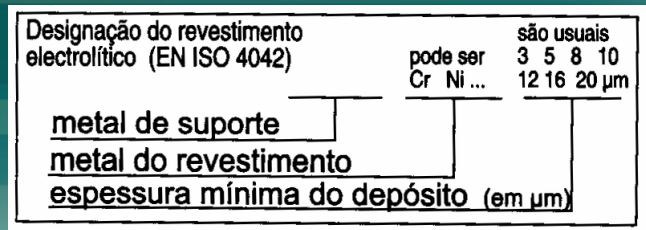
Classes em aço inox




Classes - aço inoxidável

| CLASSE | $R_m$ MPa | $R_{p\,0,2}$ MPa | Md | composição |
|---|---|---|---|---|
| CU1 | ≥240 | ≥160 | ≤39 | Cu-ETP |
| CU2 | 370<br>440 | 250<br>340 | ≤6<br>>6; ≤39 | Cu Zn 37 |
| CU3 | 370<br>440 | 250<br>340 | ≤6<br>>6; ≤39 | Cu Zn39 Pb3 |
| CU4 | 400<br>470 | 200<br>340 | ≤12<br>>12; ≤39 | Cu Sn6 |
| CU5 | 590 | 540 | ≤39 | Cu Ni1 Si |
| CU6 | 440 | 180 | >6; ≤39 | Cu Zn40 Mn1Pb |
| CU7 | 640 | 270 | >12; ≤39 | Cu Al10 Ni5 Fe4 |
| AL1 | 270<br>250 | 230<br>180 | ≤10<br>>10; ≤20 | Al Mg3 |
| AL2 | 310<br>280 | 205<br>200 | ≤14<br>>14; ≤36 | Al Mg5 |
| AL3 | 320<br>310 | 250<br>260 | ≤6<br>>6; ≤39 | Al Si Mg Mn |
| AL4 | 420<br>380 | 290<br>260 | ≤10<br>>10; ≤39 | Al Cu4 Mg Si |
| AL5 | 460 | 380 | ≤39 | Al Zn Mg Cu 0,5 |
| AL6 | 510 | 440 | ≤39 | Al Zn6 Mg Cu |

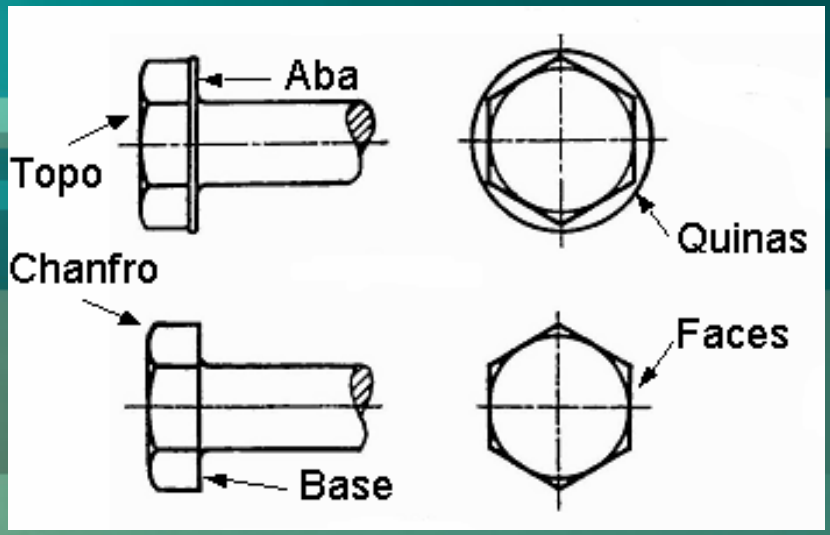
Ligas de Cu e de Al

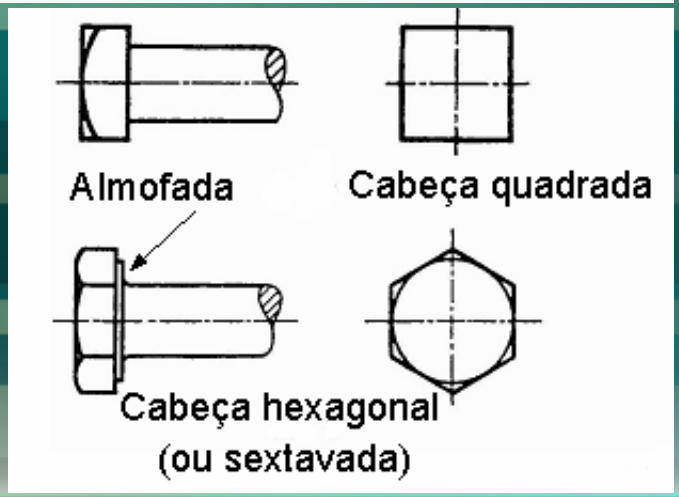


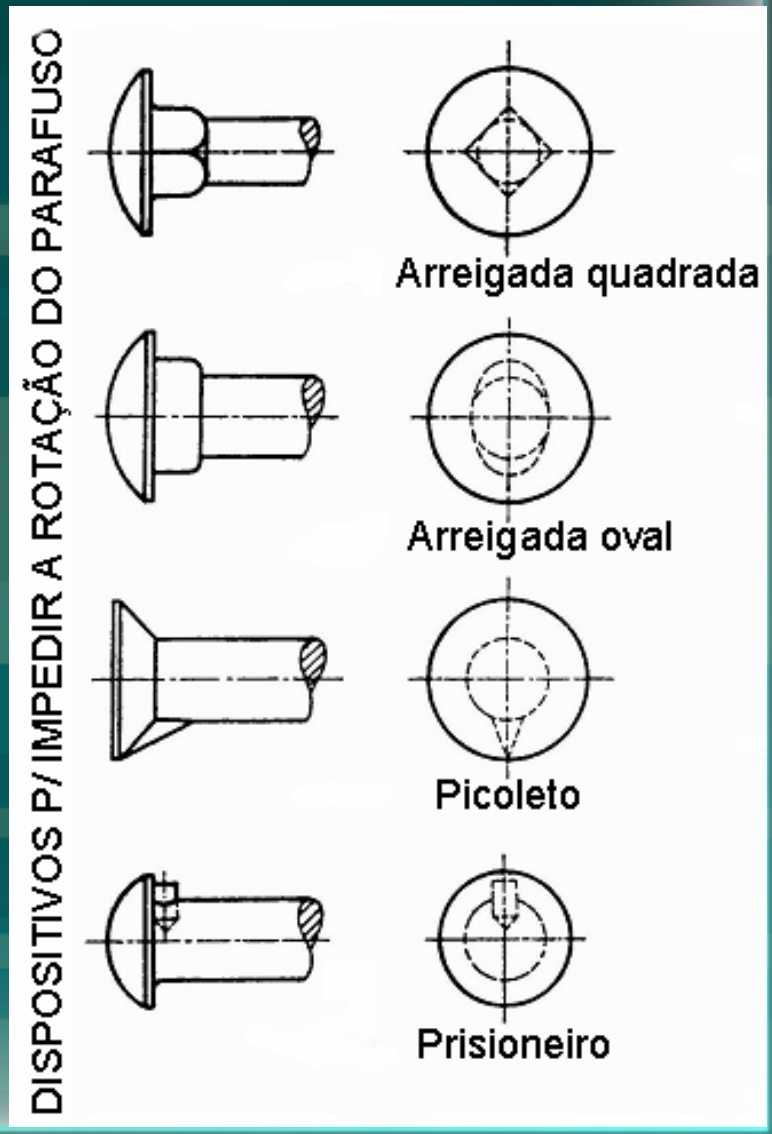

Revestimento electrolítico

# Parafusos

- **Nomenclatura:**

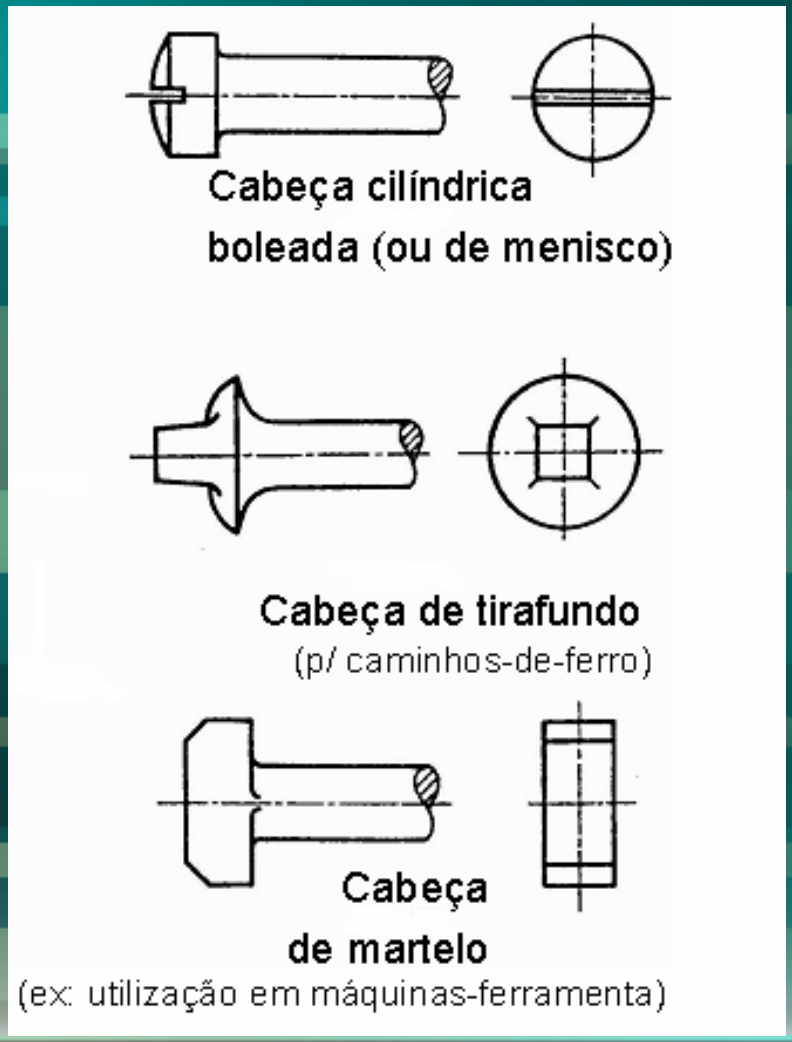


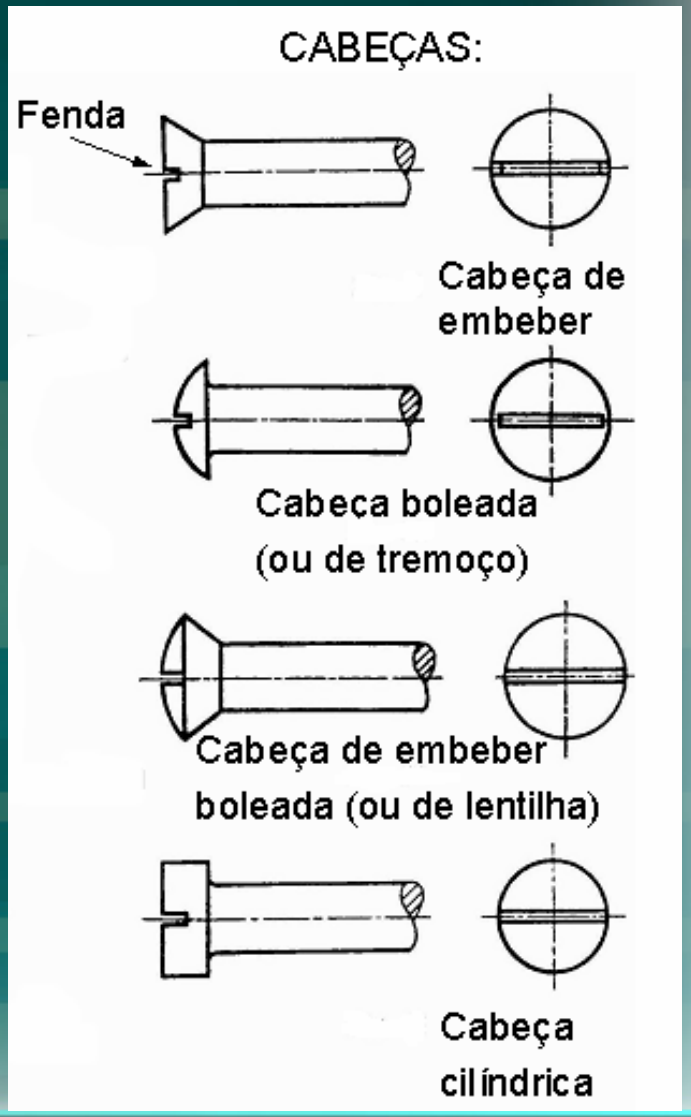



# Parafusos

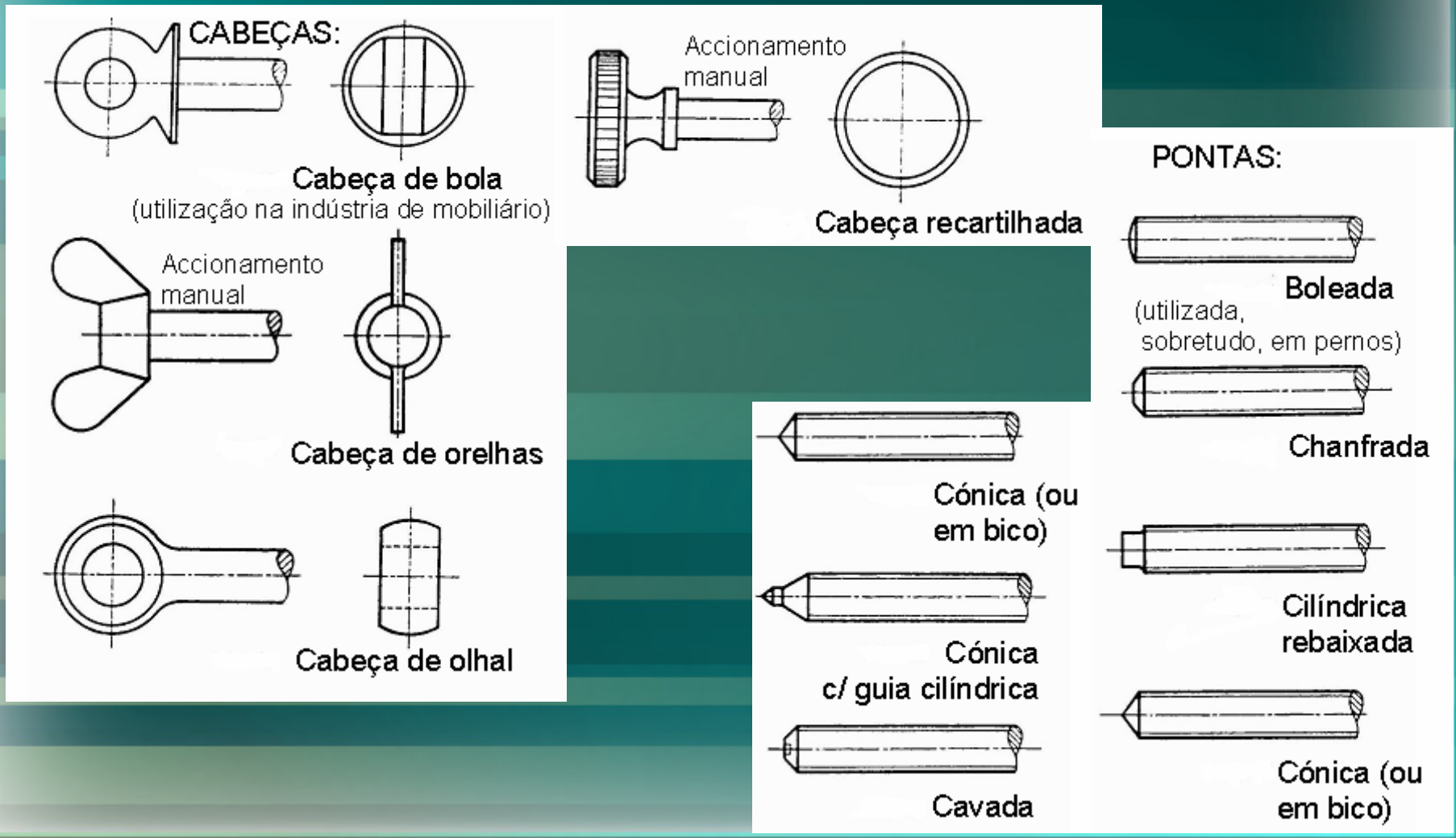
- **Nomenclatura:**



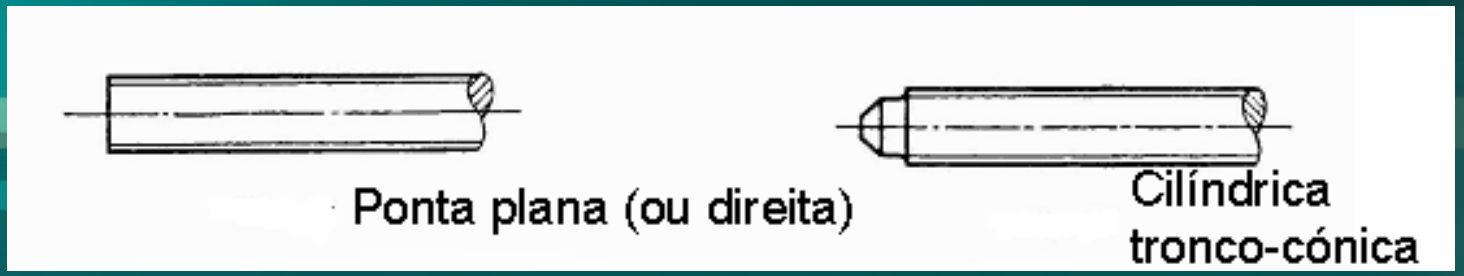
# Parafusos

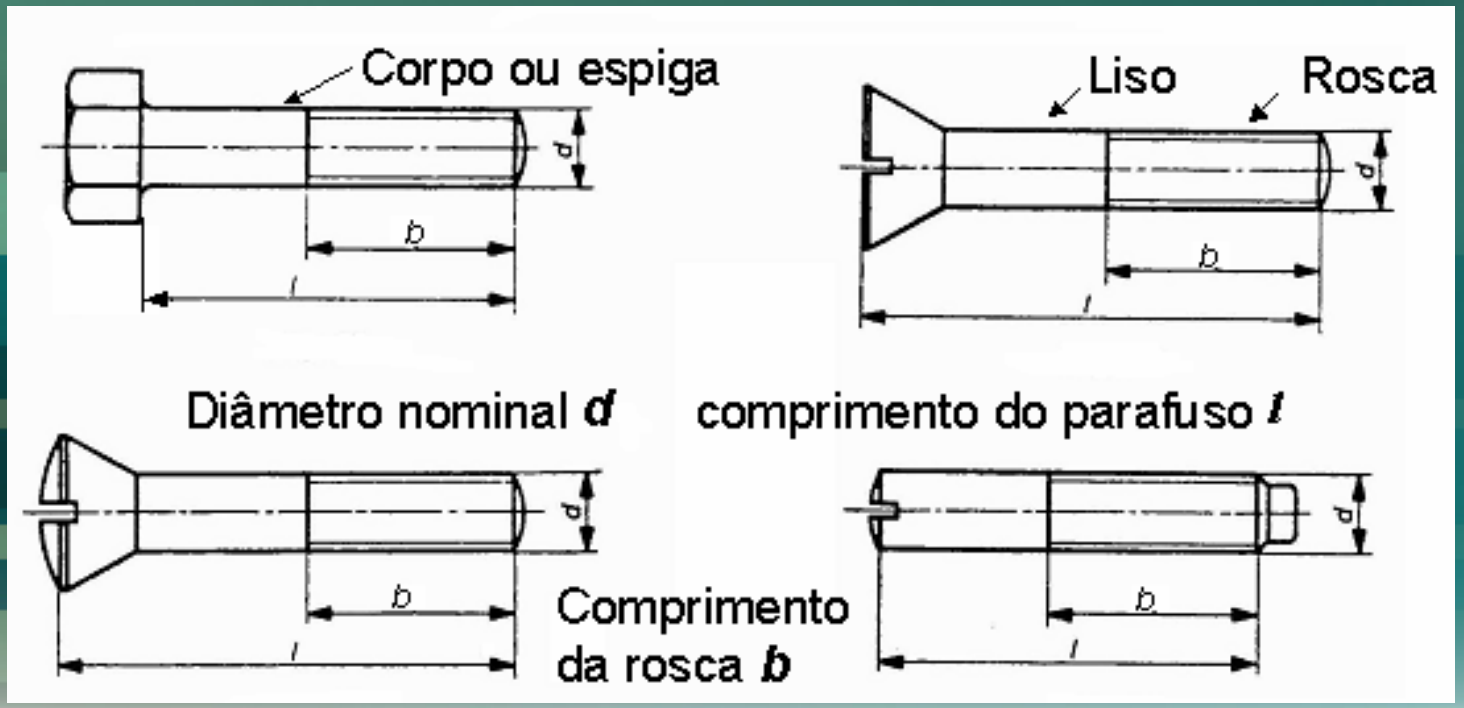
- **Nomenclatura:**



# Parafusos

- **Nomenclatura:**



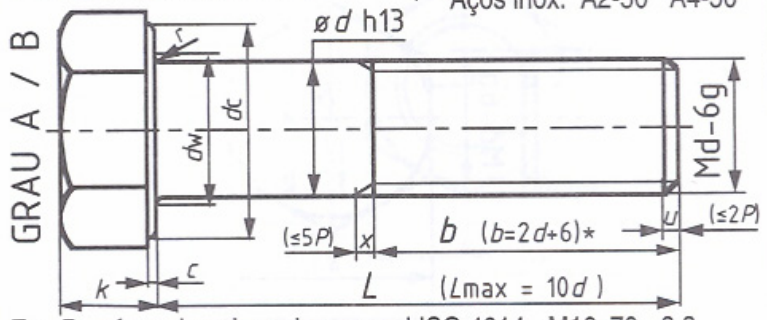



# Parafusos

## PARAFUSOS DE CABEÇA HEXAGONAL PARA METAIS "PARAFUSO H (PASSOS GROSSOS)

### ISO 4014 - Grau A
**Parafuso com liso**

Classe de material:
Aços: 5.6 8.8 9.8 10.9
Aços inox. A2-50 A4-50

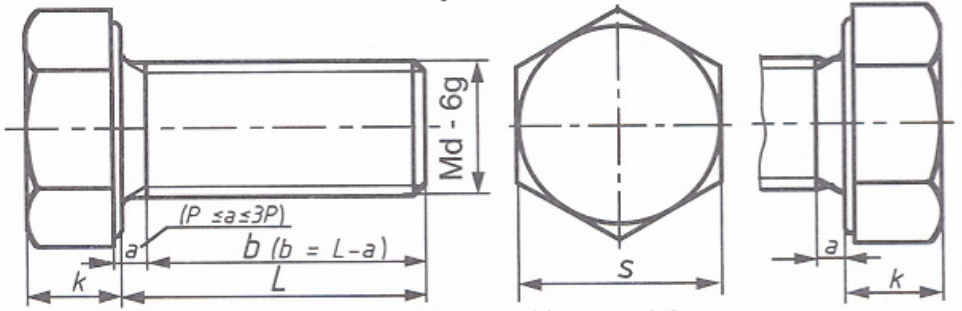



Ex.: Parafuso de cabeça hexagonal ISO 4014 - M10x70 - 8.8

### ISO 4017 - Grau A
**Parafuso todo roscado**

Classe material:
Aços: 5.6 8.8 9.8 10.9
Aços inox. A2-50, A4-50

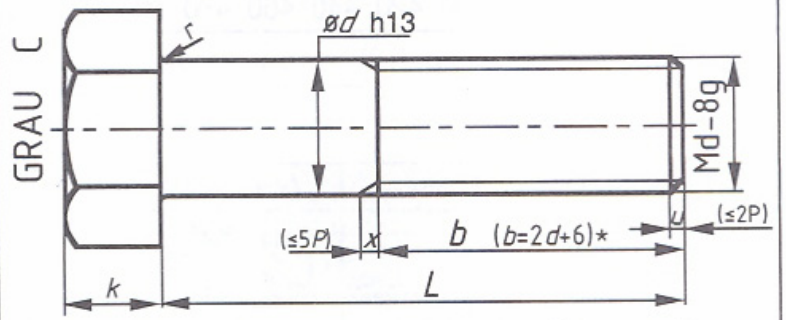
Outra forma possível




Ex.: Parafuso de cabeça hexagonal ISO 4017 - M10x25 - 8.8

### ISO 4016 - Grau C
**Parafuso com liso**

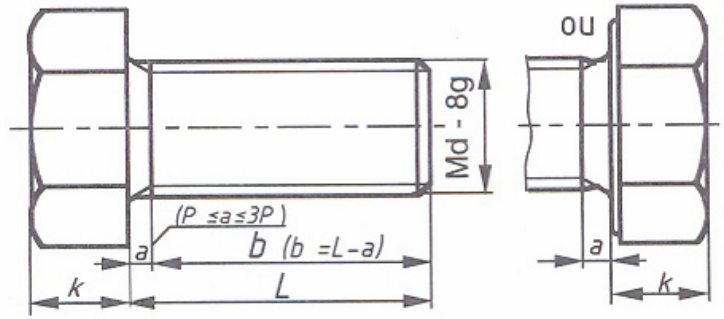
Classe material:
Aços: 3.6 4.6 4.8




Ex.: Parafuso de cabeça hexagonal ISO 4016 - M10x25 - 4.8

### ISO 4018 - Grau C
**Parafuso todo roscado**

Classe material:
Aços: 3.6 4.6 4.8



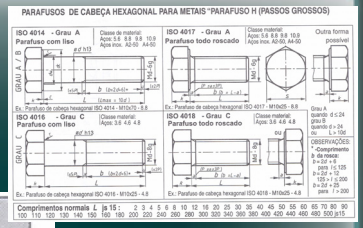

Ex.: Parafuso de cabeça hexagonal ISO 4018 - M10x25 - 4.8

Grau A
quando d ≤ 24
grau B
quando d > 24
ou L > 10d

OBSERVAÇÕES:
* -Comprimento **b** da rosca:
b = 2d + 6
para l ≤ 125
b = 2d + 12
125 > l ≤ 200
b = 2d + 25
para l > 200

**Comprimentos normais *L* js 15 :**
2 3 4 5 6 8 10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 80 90
100 110 120 130 140 150 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 js15

# Parafusos




| DIÂM | PASS | CABEÇA HEXAGONAL | | | | | | GRAU A / GRAU B | | | | GRAU C | | | | GRAU B | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOM. | | | | | GRAU A | | | ISO 4014 | | ISO 4017 | | ISO 4016 | | ISO 4018 | | ISO 4015 | |
| Md | P | s nom | k | c max. | dw min. | r min. | dc max. | L min. | L max. | L min. | L max. | L min. | L max. | L min. | L max. | L min. | L max |
| 1,6 | 0,35 | 3,2 | 1,1 | 0,25 | 2,27 | 0,1 | 2,0 | 12 | 16 | 2 | 16 | | | | | | |
| 2 | 0,4 | 4 | 1,4 | 0,25 | 3,07 | 0,1 | 2,6 | 16 | 20 | 4 | 20 | | | | | | |
| 2,5 | 0,45 | 5 | 1,7 | 0,25 | 4,07 | 0,1 | 3,1 | 16 | 25 | 5 | 25 | | | | | | |
| 3 | 0,5 | 5,5 | 2 | 0,4 | 4,57 | 0,1 | 3,6 | 20 | 30 | 6 | 30 | | | | | 20 | 30 |
| 3,5 | 0,6 | 6 | 2,4 | 0,4 | 5,07 | 0,1 | 4,1 | 20 | 35 | 8 | 35 | | | | | | |
| 4 | 0,7 | 7 | 2,8 | 0,4 | 5,88 | 0,2 | 4,7 | 25 | 40 | 8 | 40 | | | | | 20 | 40 |
| 5 | 0,8 | 8 | 3,5 | 0,5 | 6,88 | 0,2 | 5,7 | 25 | 50 | 10 | 50 | 25 | 50 | 10 | 50 | 25 | 50 |
| 6 | 1 | 10 | 4 | 0,5 | 8,88 | 0,25 | 6,8 | 30 | 60 | 12 | 60 | 30 | 60 | 12 | 60 | 25 | 60 |
| 8 | 1,25 | 13 | 5,3 | 0,6 | 11,63 | 0,4 | 9,2 | 40 | 80 | 16 | 80 | 40 | 80 | 16 | 80 | 30 | 80 |
| 10 | 1,5 | 16 | 6,4 | 0,6 | 14,63 | 0,4 | 11,2 | 45 | 100 | 20 | 100 | 45 | 100 | 20 | 100 | 40 | 100 |
| 12 | 1,75 | 18 | 7,5 | 0,6 | 16,63 | 0,6 | 13,7 | 50 | 120 | 25 | 120 | 55 | 120 | 25 | 120 | 45 | 120 |
| 14 | 2 | 21 | 8,8 | 0,6 | 19,37 | 0,6 | 15,7 | 60 | 140 | 30 | 140 | 60 | 140 | 30 | 140 | 50 | 140 |
| 16 | 2 | 24 | 10 | 0,8 | 22,49 | 0,6 | 17,7 | 65 | 160 | 30 | 200 | 65 | 160 | 30 | 160 | 55 | 150 |
| 18 | 2,5 | 27 | 11,5 | 0,8 | 25,34 | 0,6 | 20,2 | 70 | 180 | 35 | 200 | 80 | 180 | 35 | 180 | | |
| 20 | 2,5 | 30 | 12,5 | 0,8 | 28,19 | 0,8 | 22,4 | 80 | 200 | 40 | 200 | 80 | 200 | 40 | 200 | 65 | 150 |
| 22 | 2,5 | 34 | 14 | 0,8 | 31,71 | 0,8 | 24,4 | 90 | 220 | 45 | 200 | 90 | 220 | 45 | 240 | | |
| 24 | 3 | 36 | 15 | 0,8 | 33,61 | 0,8 | 26,2 | 90 | 240 | 50 | 200 | 100 | 240 | 50 | 240 | | |
| 27 | 3 | 41 | 17 | 0,8 | 38,00 | 1 | 30,4 | 100 | 260 | 55 | 200 | 110 | 260 | 55 | 300 | * OBSERV. | |
| 30 | 3,5 | 46 | 18,7 | 0,8 | 42,75 | 1 | 33,4 | 110 | 300 | 60 | 200 | 120 | 300 | 60 | 300 | | |
| 33 | 3,5 | 50 | 21 | 0,8 | 46,55 | 1 | 36,4 | 130 | 320 | 65 | 200 | 130 | 320 | 65 | 360 | $b = 2d + 6$ | |
| 36 | 4 | 55 | 22,5 | 0,8 | 51,11 | 1 | 39,4 | 140 | 360 | 70 | 200 | 140 | 360 | 70 | 360 | $(L \leq 125)$ | |
| 39 | 4 | 60 | 25 | 1 | 55,86 | 1 | 42,4 | 150 | 380 | 80 | 200 | 150 | 400 | 80 | 400 | | |
| 42 | 4,5 | 65 | 26 | 1 | 59,95 | 1,2 | 45,6 | 160 | 420 | 80 | 200 | 180 | 420 | 80 | 420 | $b = 2d + 12$ | |
| 45 | 4,5 | 70 | 28 | 1 | 64,70 | 1,2 | 48,6 | 180 | 440 | 90 | 200 | 180 | 440 | 90 | 440 | $(125 < L \leq 200)$ | |
| 48 | 5 | 75 | 30 | 1 | 69,45 | 1,6 | 52,6 | 180 | 480 | 100 | 200 | 200 | 480 | 100 | 480 | | |
| 52 | 5 | 80 | 33 | 1 | 74,20 | 1,6 | 56,6 | 200 | 480 | 100 | 200 | 200 | 500 | 100 | 500 | $b = 2d + 25$ | |
| 56 | 5,5 | 85 | 35 | 1 | 78,66 | 2 | 63,0 | 220 | 500 | 110 | 200 | 240 | 500 | 110 | 500 | $(L > 200)$ | |

Parafusos de cabeça hexagonal para metais – Passo grosso

# Parafusos

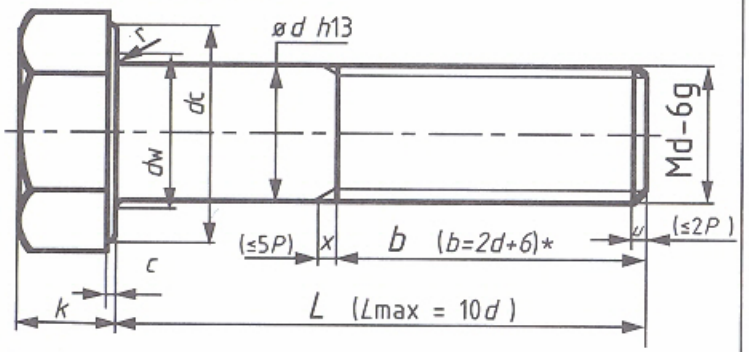
## PARAFUSOS DE CABEÇA HEXAGONAL PARA METAIS - PARAFUSOS H - PASSOS FINOS

**ISO 8765 -Grau A**

(Grau B para $d > 24$)

Classe material:
Aços: 5.6 8.8 10.9
Aços inox. A2-70 A4-70
CU2, CU3

**Parafuso com liso**



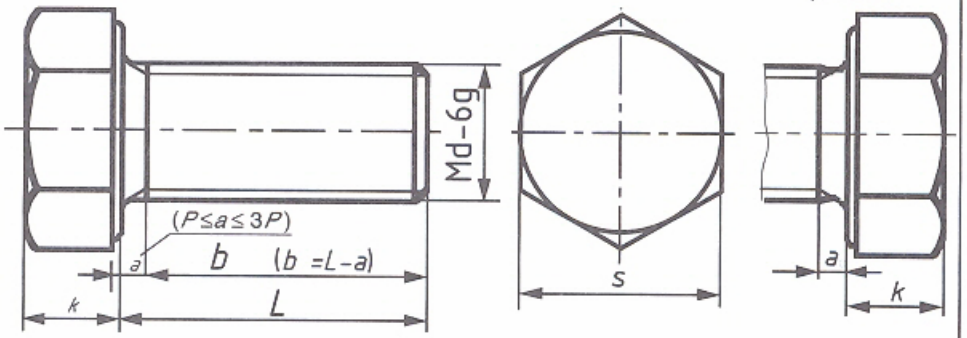

Ex.: Parafuso de cabeça hexagonal ISO 8765 - M10x1x70 - 8.8

**ISO 8676 -Grau A**

Classe material:
Aços: 5.6 8.8 10.9
Aços inox. A2-50 A4-50
CU2, CU3

**Parafuso todo roscado**

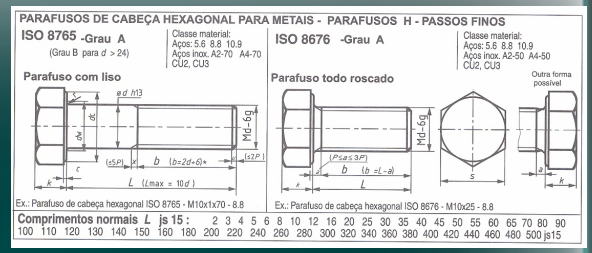
Outra forma possível




Ex.: Parafuso de cabeça hexagonal ISO 8676 - M10x25 - 8.8

**Comprimentos normais *L* js 15 :** 2 3 4 5 6 8 10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 js15

# Parafusos



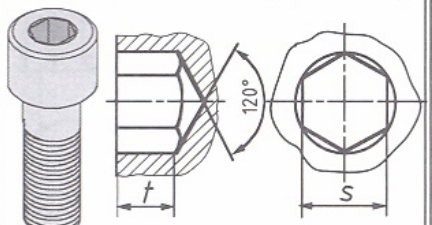

| Dnom x P fino | CABEÇA HEXAGONAL Grau A / B | | | | | | ISO 8765 | | ISO 8676 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | s | k | c | dw | r | dc | L | | L | |
| Md x P | nom. | | max. | min. | min. | max. | min. | max. | min. | max. |
| **8 x 1** | 13 | 5,3 | 0,6 | 11,63 | 0,4 | 9,2 | 40 | 80 | 16 | 80 |
| **10 x 1**; 10 x 1,25 | 16 | 6,4 | 0,6 | 14,63 | 0,4 | 11,2 | 45 | 100 | 20 | 100 |
| **12 x 1,5**; 12 x 1,25 | 18 | 7,5 | 0,6 | 16,63 | 0,6 | 13,7 | 50 | 120 | 25 | 120 |
| (14 x 1,5) | 21 | 8,8 | 0,6 | 19,37 | 0,6 | 15,7 | 60 | 140 | 30 | 140 |
| **16 x 1,5** | 24 | 10 | 0,8 | 22,49 | 0,6 | 17,7 | 65 | 160 | 35 | 160 |
| (18 x 1,5) | 27 | 11,5 | 0,8 | 25,34 | 0,6 | 20,2 | 70 | 180 | 35 | 180 |
| **20 x 1,5**; 20 x 2 | 30 | 12,5 | 0,8 | 28,19 | 0,8 | 22,4 | 80 | 200 | 40 | 200 |
| (22 x 1,5) | 34 | 14 | 0,8 | 31,71 | 0,8 | 24,4 | 90 | 220 | 45 | 220 |
| **24 x 2** | 36 | 15 | 0,8 | 33,61 | 0,8 | 26,2 | 100 | 240 | 40 | 200 |
| (27 x 2) | 41 | 17 | 0,8 | 38,00 | 1 | 30,4 | 110 | 260 | 55 | 220 |
| **30 x 2** | 46 | 18,7 | 0,8 | 42,75 | 1 | 33,4 | 120 | 300 | 40 | 200 |
| (33 x 2) | 50 | 21 | 0,8 | 46,55 | 1 | 36,4 | 130 | 320 | 65 | 360 |
| **36 x 3** | 55 | 22,5 | 0,8 | 51,11 | 1 | 39,4 | 140 | 360 | 40 | 200 |
| **42 x 3** | 65 | 26 | 1 | 59,95 | 1,2 | 45,6 | 160 | 440 | 90 | 420 |
| (45 x 3) | 70 | 28 | 1 | 64,70 | 1,2 | 48,6 | 180 | 440 | 90 | 440 |
| **48 x 3** | 75 | 30 | 1 | 69,45 | 1,6 | 52,6 | 200 | 480 | 100 | 480 |
| **56 x 4** | 85 | 35 | 1 | 78,66 | 2 | 63,0 | 220 | 500 | 120 | 500 |
| (60 x 4) | 90 | 38 | 1 | 83,41 | 2 | 67,0 | 240 | 500 | 120 | 500 |
| **64 x 4** | 95 | 40 | 1 | 88,16 | 2 | 71,0 | 260 | 500 | 130 | 500 |

Parafusos de cabeça hexagonal- Passo fino

# Parafusos

## PARAFUSOS COM OCO HEXAGONAL PARA LIGAÇÕES

### ISO 23429- OCO HEXAGONAL HC




CHC



FHC

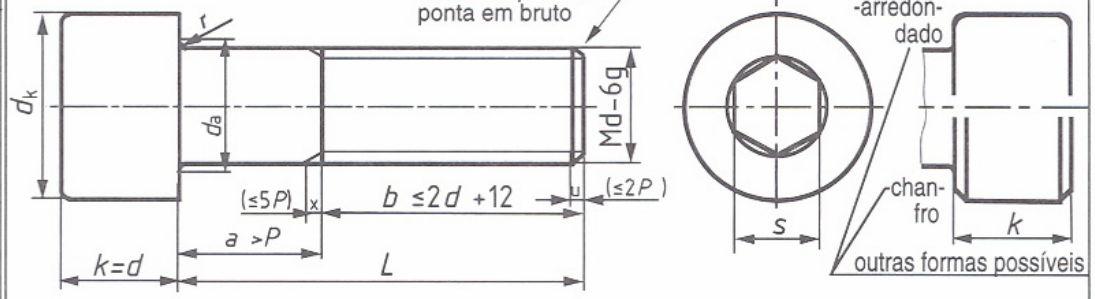
O oco hexagonal é caracterizado pelo valor entre-faces $s$ = 0,7 0,9 1,3 1,5 2 2,5 3 4 5 6 8 10 12 14 17 19 22 27 32 36 41 46 (chaves HC)

### PARAFUSOS DE CABEÇA CILÍNDICA DE OCO HEXAGONAL - PARAFUSOS CHC

ISO 4762 GRAU A
ISO 21269 (passos finos)

Ponta com chanfro (para $d \leq 4$ em rosca laminada pode ter ponta em bruto

Classe de material:
Aços: 8.8 10.9 12.9
A2-70, A4-70 para ≤M24



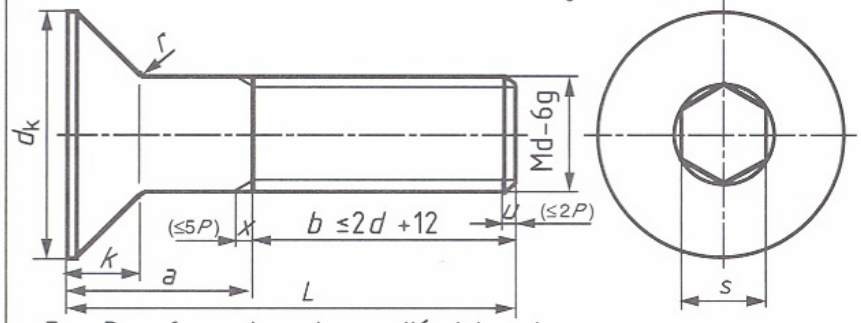

Ex.: Parafuso de cabeça cilíndrica com oco hexagonal ISO 4762-M10x70-12.9

**Comprimentos normais** $L$ **js 15 :** 2 3 4 5 6 8 10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 180 200 220 240 260 280 300 js15

### PARAFUSOS DE CABEÇA DE EMBEBER DE OCO HEXAGONAL - FHC

ISO 10 642 GRAU A

Classe de material:
Aços: 8.8 10.9 12.9

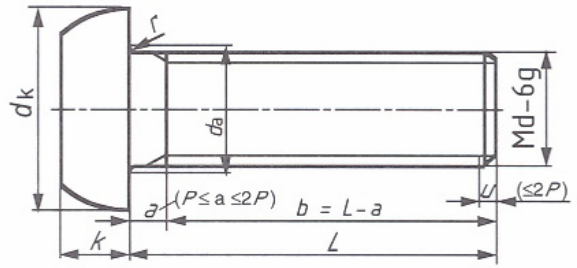



Ex.: Parafuso de cabeça cilíndrica de oco hexagonal ISO 10642-M10x70-12.9

### PARAFUSOS DE CABEÇA BOLEADA DE OCO HEXAGONAL - BHC

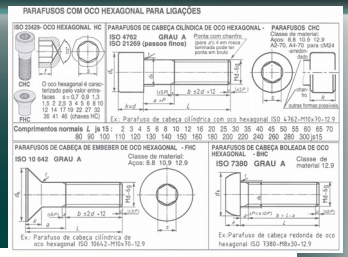
ISO 7380 GRAU A

Classe de material 12.9




Ex.:Parafuso de cabeça redonda de oco hexagonal ISO 7380-M8x30-12.9

# Parafusos




| DIÂM. NOM Md | PASSO GROSS e FINO P Pf | PARAFUSO CHC - ISO 4762 ISO21269 cabeça (k= d) dk nom. | da min. | r min. | oco s nom. | t min. | comprim. L min. | max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,6 | 0,35 | 3 | 2,0 | 0,1 | 1,5 | 0,7 | 2,5 | – |
| 2 | 0,4 | 3,8 | 2,6 | 0,1 | 1,5 | 1 | 3 | 20 |
| 2,5 | 0,45 | 4,5 | 3,1 | 0,1 | 2 | 1,1 | 4 | 25 |
| 3 | 0,5 | 5,5 | 3,6 | 0,1 | 2,5 | 1.3 | 5 | 30 |
| 4 | 0,7 | 7 | 4,7 | 0,2 | 3 | 2 | 6 | 40 |
| 5 | 0,8 | 8,5 | 5,7 | 0,2 | 4 | 2,5 | 8 | 50 |
| 6 | 1 | 10 | 6,8 | 0,25 | 5 | 3 | 10 | 60 |
| 8 | 1,25; 1 | 13 | 9,2 | 0,4 | 6 | 4 | 12 | 80 |
| 10 | 1,5; 1 | 16 | 11,2 | 0,4 | 8 | 5 | 16 | 100 |
| 12 | 1,75;1,5 | 18 | 13,7 | 0,6 | 10 | 6 | 20 | 120 |
| 14 | 2 | 21 | 15,7 | 0,6 | 12 | 7 | 25 | 140 |
| 16 | 2; 1,5 | 24 | 17,7 | 0,6 | 14 | 8 | 25 | 160 |
| 20 | 2,5; 1,5 | 30 | 22,4 | 0,8 | 17 | 10 | 30 | 200 |
| 24 | 3; 2 | 36 | 26,4 | 0,8 | 19 | 12 | 40 | 200 |
| 30 | 3,5; 2 | 45 | 33,4 | 1 | 22 | 15,5 | 45 | 200 |
| 36 | 4; 3 | 54 | 39,4 | 1 | 27 | 19 | 55 | 200 |
| 42 | 4,5; 3 | 63 | 45,6 | 1,2 | 32 | 24 | 60 | 300 |
| 48 | 5; 3 | 72 | 52,6 | 1,6 | 36 | 28 | 70 | 300 |
| 56 | 5,5; 4 | 84 | 63,0 | 2 | 41 | 33 | 80 | 300 |
| 64 | 6; 4 | 96 | 71,0 | 2 | 46 | 38 | 90 | 300 |

| PARAFUSO FHC - ISO 10 642 cabeça dk max. | k max. | r min. | oco s nom. | t min. | comprim. L min. | max |
|---|---|---|---|---|---|---|
| O comprimento do parafuso ISO 10642 FHC inclui a altura *k* da cabeça | | | | | | |
| 6,72 | 1,86 | 0,1 | 2 | 1,1 | 16 | 30 |
| 8,96 | 2,48 | 0,2 | 2,5 | 1,5 | 16 | 40 |
| 11,2 | 3,10 | 0,2 | 3 | 1,9 | 16 | 50 |
| 13,4 | 3,72 | 0,25 | 4 | 2,2 | 16 | 60 |
| 17,9 | 4,86 | 0,4 | 5 | 3 | 16 | 80 |
| 22,4 | 6,20 | 0,4 | 6 | 3,6 | 16 | 100 |
| 26,9 | 7,44 | 0,6 | 8 | 4,3 | 20 | 100 |
| 30,8 | 8,40 | 0,6 | 10 | 4,5 | 25 | 100 |
| 33,6 | 8,80 | 0,6 | 10 | 4,8 | 30 | 100 |
| 40,3 | 10,16 | 0,8 | 12 | 5,6 | 35 | 100 |
| $b \leq 2d+12$ com $x \leq 5P$ | | | | | | |
| O parafuso ISO 4762 | | | | | | |

| PARAFUSO BHC - ISO 7380 cabeça dk max. | k max. | r min. | oco s nom. | t min. | comprim. L min. | max |
|---|---|---|---|---|---|---|
| O parafuso ISO 7380 BHC é todo roscado | | | | | | |
| 5,7 | 1,65 | 0,1 | 2 | 1,04 | 6 | 12 |
| 7,6 | 2,20 | 0,2 | 2,5 | 1,3 | 8 | 16 |
| 9,5 | 2,75 | 0,2 | 3 | 1,56 | 10 | 30 |
| 10,5 | 3,30 | 0,25 | 4 | 2,08 | 10 | 30 |
| 14 | 4,40 | 0,4 | 5 | 2,6 | 10 | 40 |
| 17,5 | 5,50 | 0,4 | 6 | 3,12 | 12 | 40 |
| 21 | 6,60 | 0,6 | 8 | 4,16 | 12 | 50 |
| — | — | — | — | — | — | — |
| 28 | 8,80 | 0,6 | 10 | 5,2 | 16 | 50 |
| $b = L - P$ ... $b = L - 2P$ | | | | | | |
| Parafuso ISO 7380, BHC , é roscado até à distância: $a \leq 2P$ ... $a \geq P$ da base da cabeça, tem rosca b entre L- P = 28,75 e L- 2P = 27,5 | | | | | | |

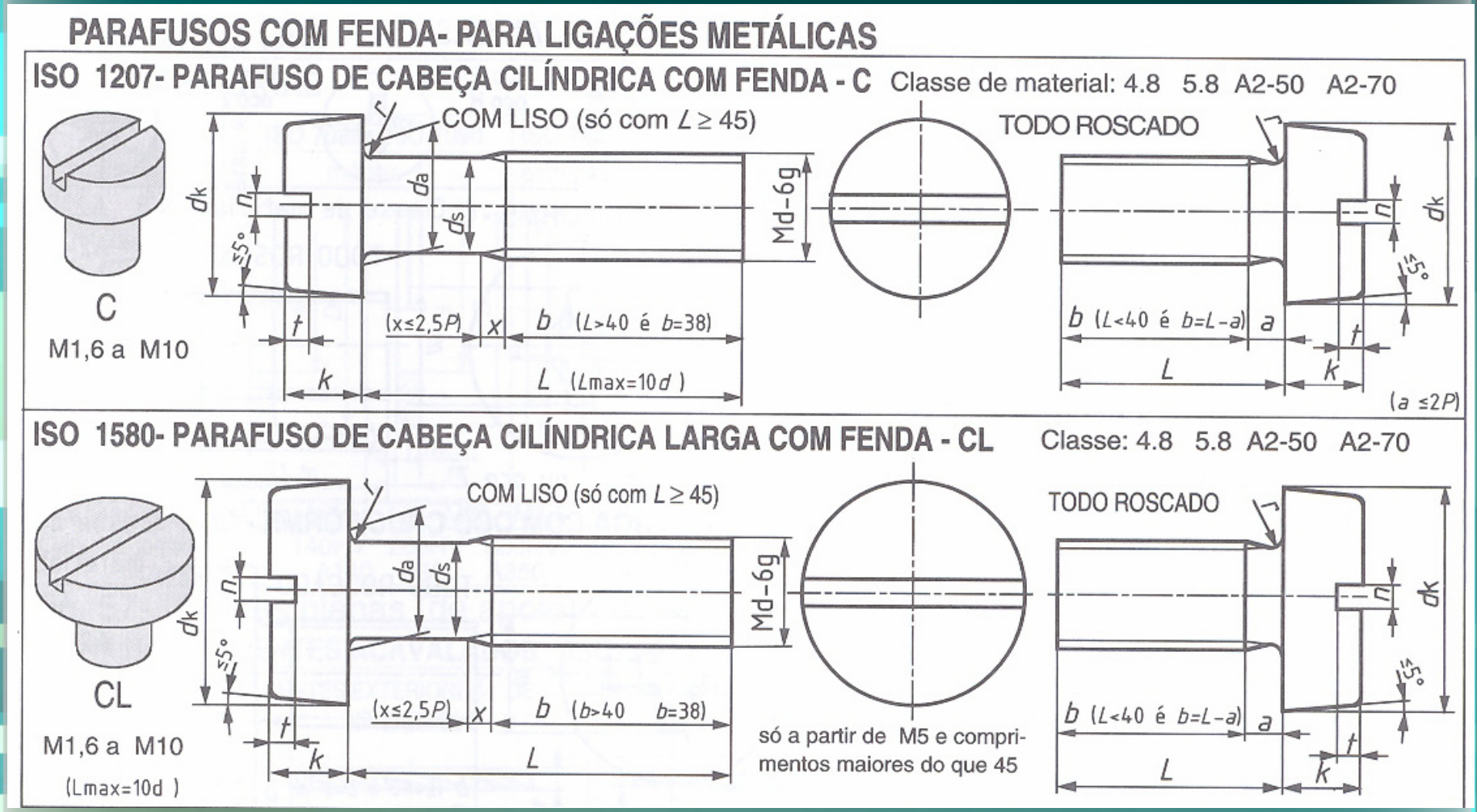
**Exemplos de designação:**

Parafuso de cabeça boleada plana, de oco hexagonal ISO 7380-M8x30-12.9

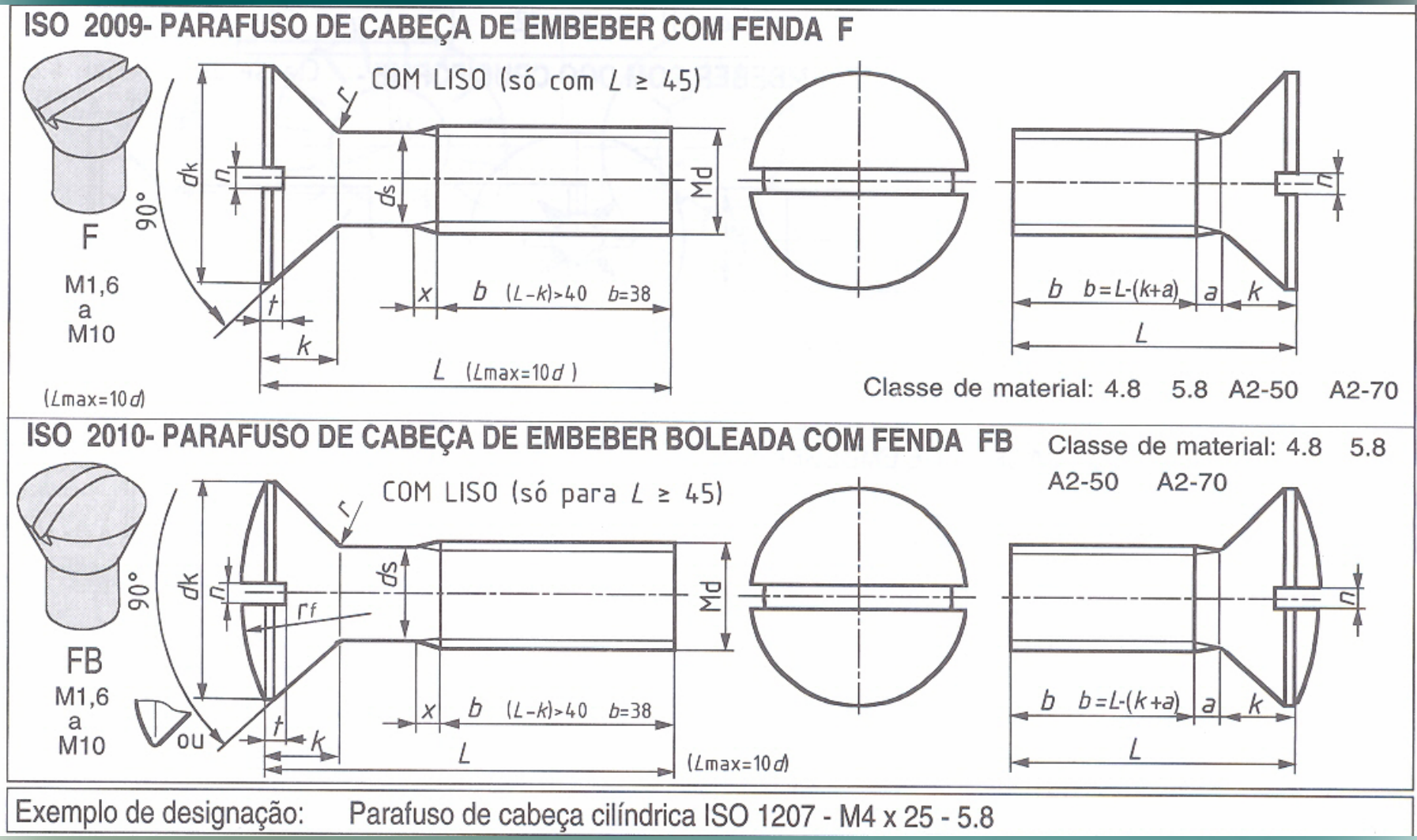
Parafuso de cabeça cilíndrica, de oco hexagonal ISO 21269-M10x1x50-12.9

Parafusos com oco hexagonal: CHC, FHC, BHC

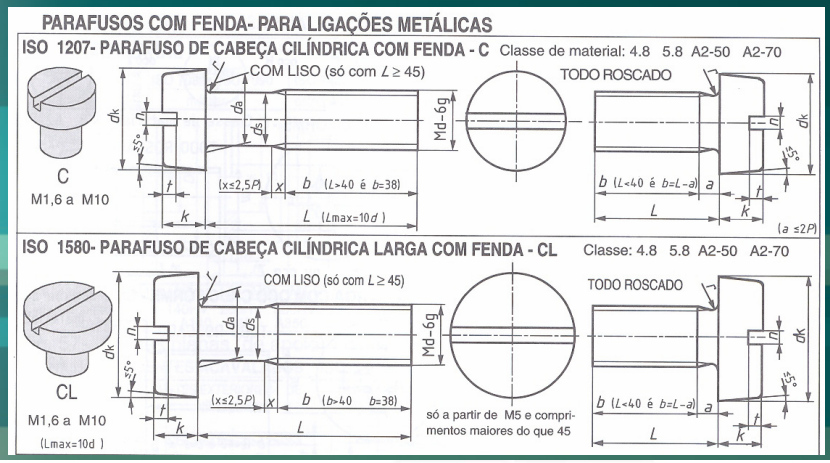
# Parafusos

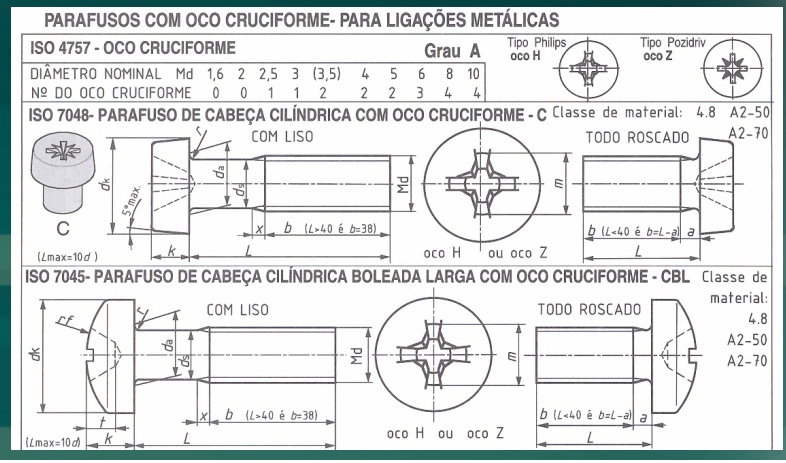

PARAFUSOS COM FENDA- PARA LIGAÇÕES METÁLICAS
ISO 1207- PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA COM FENDA - C
Classe de material: 4.8 5.8 A2-50 A2-70
COM LISO (só com L ≥ 45)
TODO ROSCADO
C
M1,6 a M10
dk
n
≤5°
da
ds
Md-6g
t
k
(x≤2,5P)
x
b (L>40 é b=38)
L (Lmax=10d )
b (L<40 é b=L-a)
a
≤45°
(a ≤2P)
ISO 1580- PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA LARGA COM FENDA - CL
Classe: 4.8 5.8 A2-50 A2-70
COM LISO (só com L ≥ 45)
TODO ROSCADO
CL
M1,6 a M10
(Lmax=10d )
b (b>40 b=38)
só a partir de M5 e comprimentos maiores do que 45

# Parafusos


ISO 2009- PARAFUSO DE CABEÇA DE EMBEBER COM FENDA F
COM LISO (só com L ≥ 45)
F
M1,6 a M10
90°
dk
n
ds
Md
r
t
k
x
b (L-k)>40 b=38
L (Lmax=10d)
(Lmax=10d)
b b=L-(k+a) a k
Classe de material: 4.8 5.8 A2-50 A2-70
ISO 2010- PARAFUSO DE CABEÇA DE EMBEBER BOLEADA COM FENDA FB
Classe de material: 4.8 5.8 A2-50 A2-70
COM LISO (só para L ≥ 45)
FB
M1,6 a M10
90°
dk
n
ds
Md
rf
t
k
x
b (L-k)>40 b=38
L
(Lmax=10d)
ou
b b=L-(k+a) a k
Exemplo de designação: Parafuso de cabeça cilíndrica ISO 1207 - M4 x 25 - 5.8

# Parafusos




| PARAFUSO ISO 1207 | | | | | | | | ISO 1580 | | | | rosca $b = L-a$ | | | ISO 2009 e ISO 2010 | | | | | rosca $b=L-(k+a)$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ROSCA | | CABEÇA C fenda | | | | | | CABEÇA CL fenda | | | | comprim. $L$ | | $b \leq 38$ | CABEÇA F e FB | | | | | comp. $L$ | |
| Md | P | dk | k | n | t | da | r | dk | k | n | t | Lmin | Lmax | amax | dk | k | n | t | rf | Lmin | Lmax |
| 1,6 | 0,35 | | | | | 2,1 | 0,1 | 3,2 | 1 | 0,4 | 0,3 | 2 | 16 | 0,7 | 3 | 1 | 0,4 | 0,32 | 3 | 2,5 | 16 |
| 2 | 0,4 | | | | | 2,6 | 0,1 | 4 | 1,3 | 0,5 | 0,5 | 2,5 | 20 | 0,8 | 3,8 | 1,2 | 0,5 | 0,4 | 4 | 3 | 20 |
| 2,5 | 0,45 | 4,5 | 1,8 | 0,6 | | 3,1 | 0,1 | 5 | 1,5 | 0,6 | 0,6 | 3 | 25 | 0,9 | 4,7 | 1.5 | 0,6 | 0,5 | 5 | 4 | 25 |
| 3 | 0,5 | 5,5 | 2 | 0,8 | | 3,6 | 0,1 | 5,6 | 1,8 | 0,8 | 0,7 | 4 | 30 | 1 | 5,5 | 1,65 | 0,8 | 0,6 | 6 | 5 | 30 |
| 3,5 | 0,6 | 6 | 2,4 | 1 | 1 | 4,1 | 0,1 | 7 | 2,1 | 1,1 | 0,8 | 5 | 35 | 1,2 | 7,3 | 2,35 | 1 | 0,9 | 8,5 | 6 | 35 |
| 4 | 0,7 | 7 | 2,6 | 1,2 | 1,1 | 4,7 | 0,2 | 8 | 2,4 | 1,2 | 1 | 5 | 40 | 1,4 | 8,4 | 2,7 | 1,2 | 1 | 9,5 | 6 | 40 |
| 5 | 0,8 | 8,5 | 3,3 | 1,2 | 1,3 | 5,7 | 0,2 | 9,5 | 3 | 1,2 | 1,2 | 6 | 50 | 1,6 | 9,3 | 2,7 | 1,2 | 1,1 | 9,5 | 8 | 50 |
| 6 | 1 | 10 | 3,9 | 1,6 | 1,6 | 6,8 | 0,25 | 12 | 3,6 | 1,6 | 1,4 | 8 | 60 | 2 | 11,3 | 3,3 | 1,6 | 1,2 | 12 | 8 | 60 |
| 8 | 1,25 | 13 | 5 | 2 | 2 | 9,2 | 0,4 | 16 | 4,8 | 2 | 1,9 | 10 | 80 | 2,5 | 15,8 | 4,65 | 2 | 1,8 | 16,5 | 10 | 80 |
| 10 | 1,5 | 16 | 6 | 2,5 | 2,4 | 11,2 | 0,4 | 20 | 6 | 2,5 | 2,4 | 12 | 80 | 3 | 18,3 | 5 | 2,5 | 2 | 19,5 | 12 | 80 |

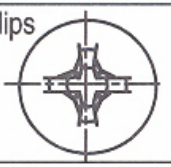
Parafusos de cabeça com fenda (para metais) - Grau A

# Parafusos

## PARAFUSOS COM OCO CRUCIFORME- PARA LIGAÇÕES METÁLICAS

### ISO 4757 - OCO CRUCIFORME — Grau A

Tipo Philips **oco H**



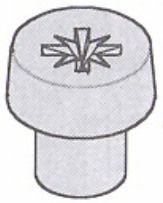
Tipo Pozidriv **oco Z**



| DIÂMETRO NOMINAL Md | 1,6 | 2 | 2,5 | 3 | (3,5) | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DO OCO CRUCIFORME | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 |

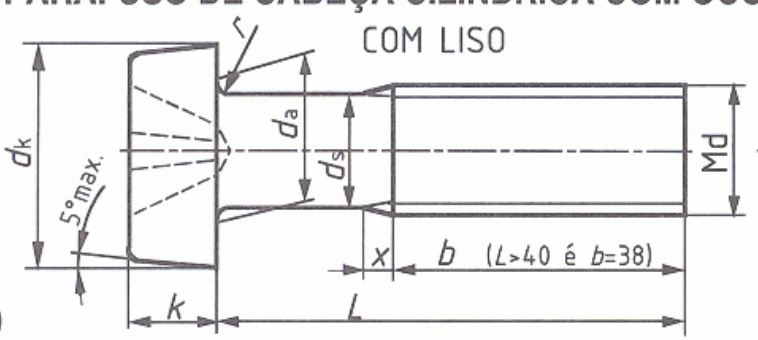
### ISO 7048- PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA COM OCO CRUCIFORME - C

Classe de material: 4.8 A2-50 A2-70

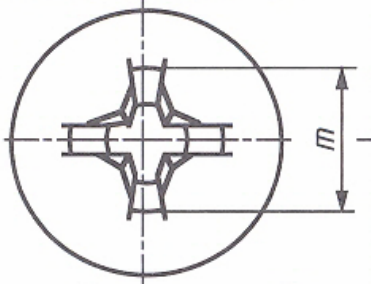


C

(Lmax=10d )

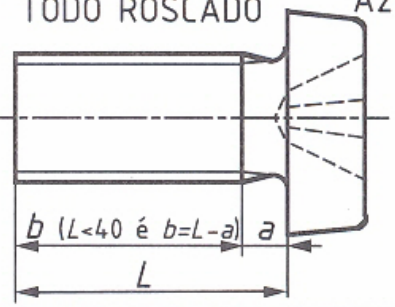



COM LISO



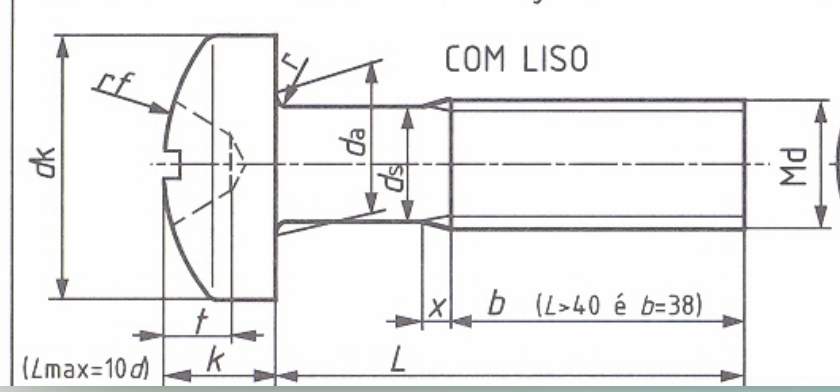

oco H ou oco Z

TODO ROSCADO

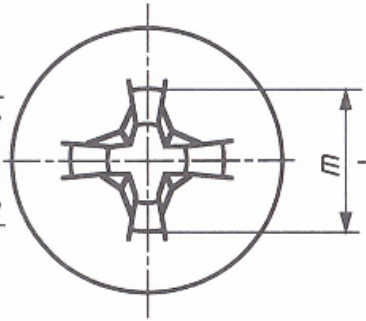



### ISO 7045- PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA BOLEADA LARGA COM OCO CRUCIFORME - CBL

Classe de material: 4.8 A2-50 A2-70

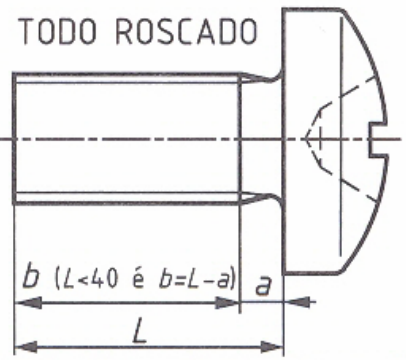



COM LISO

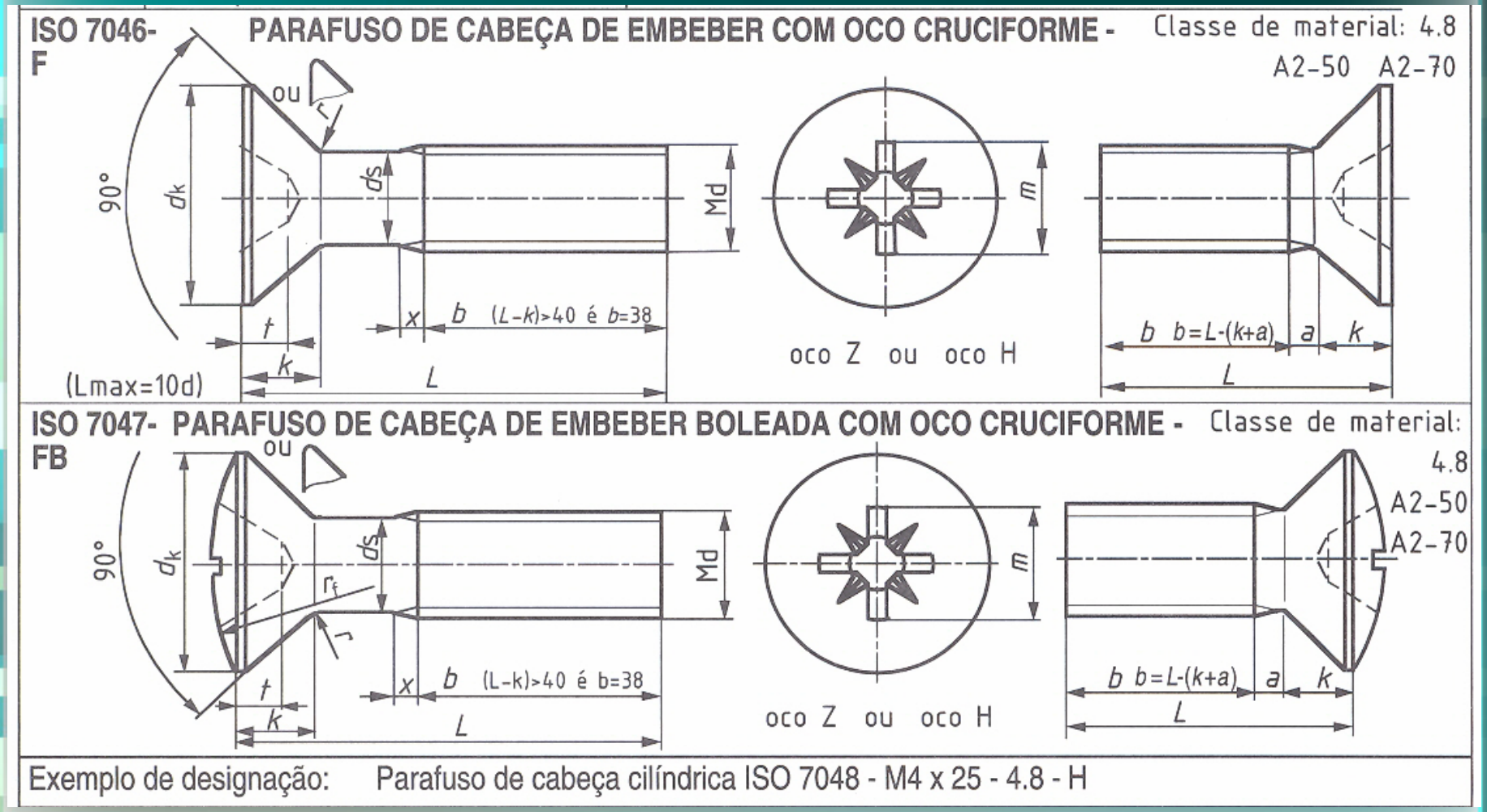



oco H ou oco Z

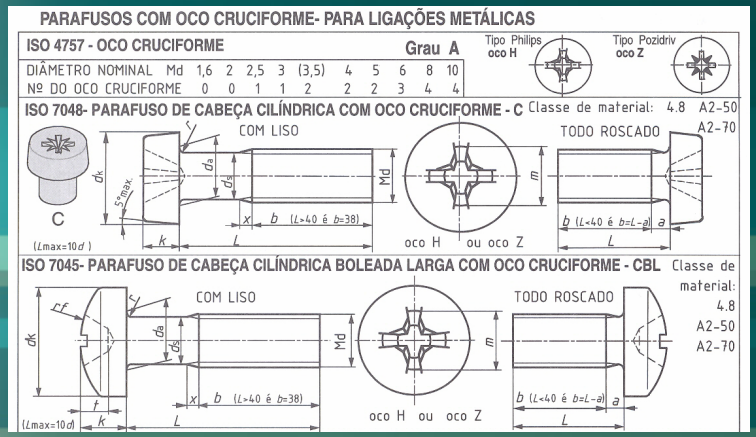
TODO ROSCADO

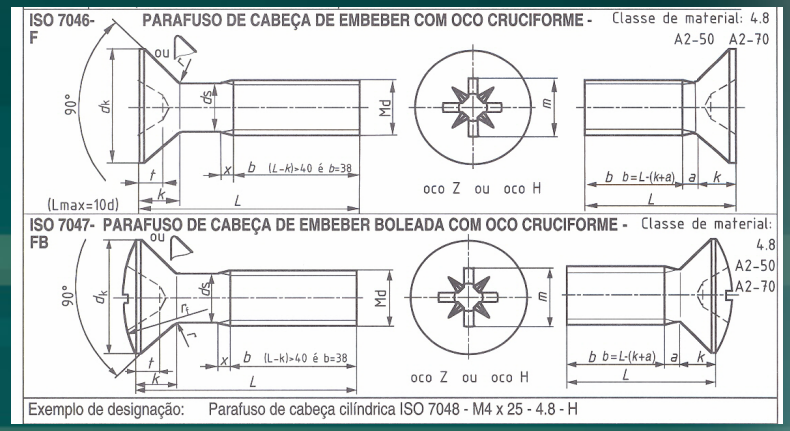


# Parafusos


ISO 7046-F
PARAFUSO DE CABEÇA DE EMBEBER COM OCO CRUCIFORME -
Classe de material: 4.8
A2-50 A2-70
ou
90°
dk
ds
Md
m
t
x
b
(L-k)>40 é b=38
k
L
(Lmax=10d)
oco Z ou oco H
b
b=L-(k+a)
a
k
L
ISO 7047-FB
PARAFUSO DE CABEÇA DE EMBEBER BOLEADA COM OCO CRUCIFORME -
Classe de material:
4.8
A2-50
A2-70
ou
90°
dk
ds
Md
m
rf
r
t
x
b
(L-k)>40 é b=38
k
L
oco Z ou oco H
b
b=L-(k+a)
a
k
L
Exemplo de designação: Parafuso de cabeça cilíndrica ISO 7048 - M4 x 25 - 4.8 - H

# Parafusos




| PARAFUSOS | | ISO 4757 | | ISO 7048 | | | ISO 7045 | | | rosca $b=L-a$ | | | ISO 7046 | | | ISO 7047 | | | rosca $b=L-(k+a)$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ROSCA | OCO | oco H | oco Z | CABEÇA C | | | CABEÇA CBL | | | comp.. $L$ | | $b \leq 38$ | CABEÇA F | | | CABEÇA FB | | | comp. L | | b≤38 |
| Md | P | oco nº | $m_H$ | $m_Z$ | $d_k$ | $k$ | $d_a$ | $d_k$ | $k$ | $d_a$ | $L_{min}$ | $L_{max}$ | $a_{max}$ | $d_k$ | $k$ | $r$ | $d_k$ | $k$ | $r_1$ | $L_{min}$ | $L_{max}$ | $a_{max}$ |
| 1,6 | 0,35 | 0 | 1,7 | 1,7 | – | – | – | 3,5 | 1,3 | 2,3 | 3 | 16 | 0,7 | 3,6 | 1 | 0,4 | 3,6 | 1 | 3 | 3 | 16 | 0,7 |
| 2 | 0,4 | 0 | 1,9 | 1,9 | – | – | – | 4 | 1,6 | 2,6 | 3 | 20 | 0,8 | 4,4 | 1,2 | 0,5 | 4,4 | 1,2 | 4 | 3 | 20 | 0,8 |
| 2,5 | 0,45 | 1 | 2,7 | 2,4 | 4,,5 | 1,8 | 3,1 | 5 | 2,1 | 3,1 | 3 | 25 | 0,9 | 5,5 | 1,5 | 0.6 | 5,5 | 1,5 | 5 | 3 | 25 | 0,9 |
| 3 | 0,5 | 2 | 3,5 | 3,5 | 5,5 | 2 | 3,6 | 5,6 | 2,4 | 3,6 | 4 | 30 | 1 | 6,3 | 1,65 | 0,8 | 6,3 | 1,65 | 6 | 4 | 30 | 1 |
| 3,5 | 0,6 | 2 | 3,8 | 3,7 | 6 | 2,4 | 4,1 | 7 | 2,6 | 4,1 | 5 | 35 | 1,2 | 8,2 | 2,35 | 0,9 | 8,2 | 2,35 | 8,5 | 5 | 35 | 1,2 |
| 4 | 0,7 | 2 | 4,1 | 4 | 7 | 2,6 | 4,7 | 8 | 3.1 | 4,7 | 5 | 40 | 1,4 | 9,4 | 2,7 | 1 | 9,4 | 2,7 | 9,5 | 5 | 40 | 1,4 |
| 5 | 0,8 | 2 | 4,8 | 4,6 | 8,5 | 3,3 | 5,7 | 9,5 | 3,7 | 5,7 | 6 | 45 | 1,6 | 10,4 | 2,7 | 1,3 | 10,4 | 2,7 | 9,5 | 6 | 50 | 1,6 |
| 6 | 1 | 3 | 6,2 | 6,1 | 10 | 3,9 | 6,8 | 12 | 4,6 | 6,8 | 8 | 60 | 2 | 12,6 | 3,3 | 1,5 | 12,6 | 3,3 | 12 | 8 | 60 | 2 |
| 8 | 1,25 | 3 | 7,7 | 7,5 | 13 | 5 | 9,2 | 16 | 6 | 9,2 | 10 | 80 | 2,5 | 17,3 | 4,65 | 2 | 17,3 | 4,65 | 16,5 | 10 | 60 | 2,5 |
| 10 | 1,5 | 4 | 9 | 8,8 | – | – | – | 20 | 7,5 | 11,2 | 12 | 80 | 3 | 20 | 5 | 2,5 | 20 | 5 | 19,5 | 12 | 60 | 3 |

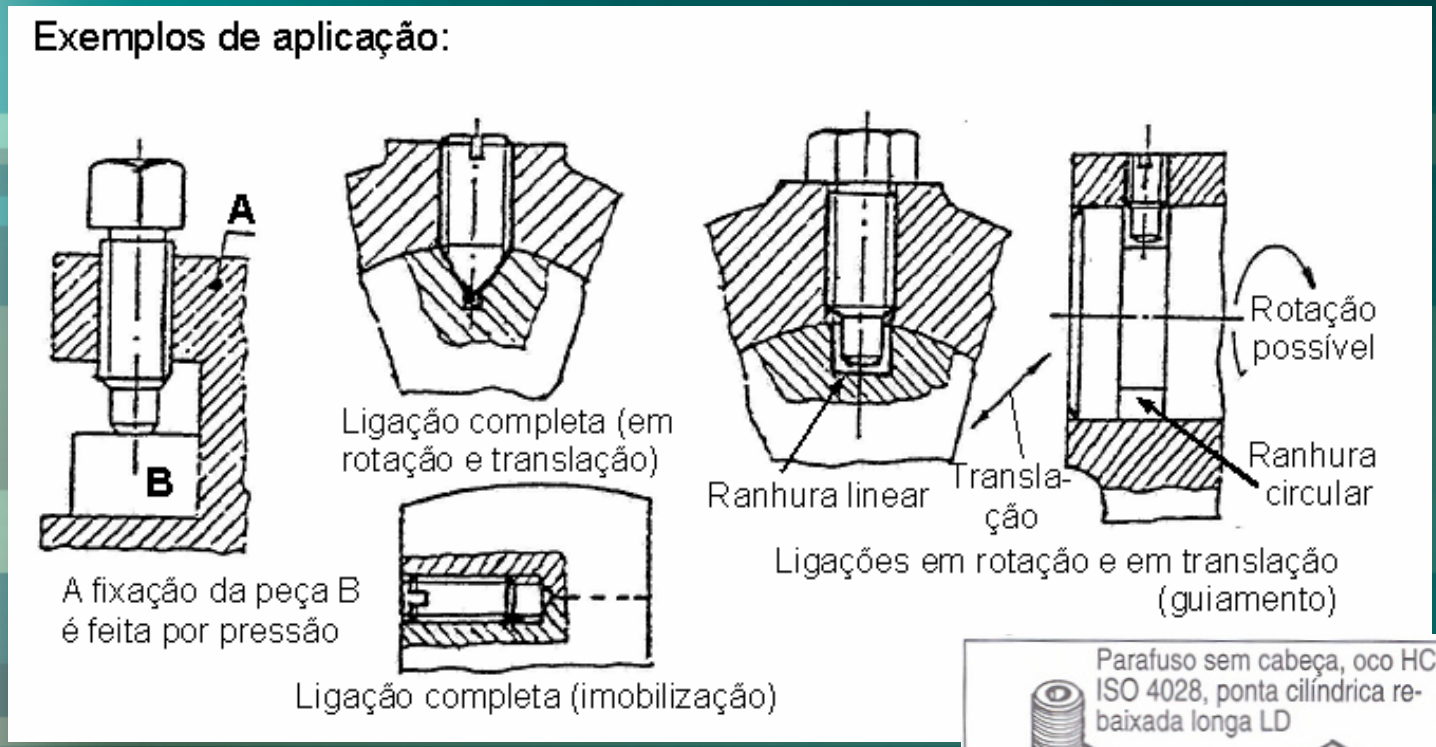
Parafusos de cabeça com oco cruciforme

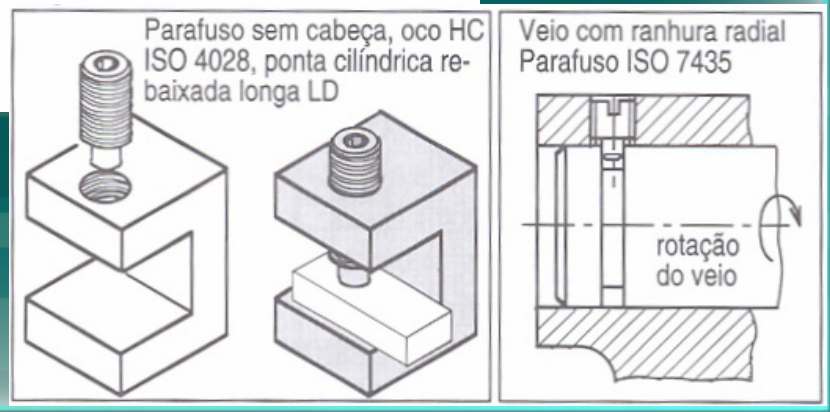
# Parafusos

- Parafusos **de pressão e de guiamento** (“set screws”):
  - Para **aplicações especiais** (ex.: fixação por pressão, guiamento, regulação, etc.) , utilizam-se parafusos com pontas de características apropriadas.
  - As **pontas têm formas apropriadas** ao funcionamento pretendido (pontas rebaixadas, chanfradas, cavadas, etc.).
  - As **cabeças destinam-se, apenas, à manobra dos parafusos**. Logo, as suas **dimensões são reduzidas ou pode mesmo não haver cabeça**.
  - O **corpo (ou espiga) é, em geral, roscado ao longo de todo o seu comprimento**, sendo habitual haver uma gola junto à cabeça. A rosca é métrica de perfil ISO.
  - O comprimento dos parafusos deve ser escolhido de entre a série de comprimentos normalizados até 160 mm.
  - **Por vezes, as pontas têm tratamentos especiais** (endurecimento por têmpera) para melhor poderem satisfazer as funções mecânicas que lhes são impostas.

# Parafusos

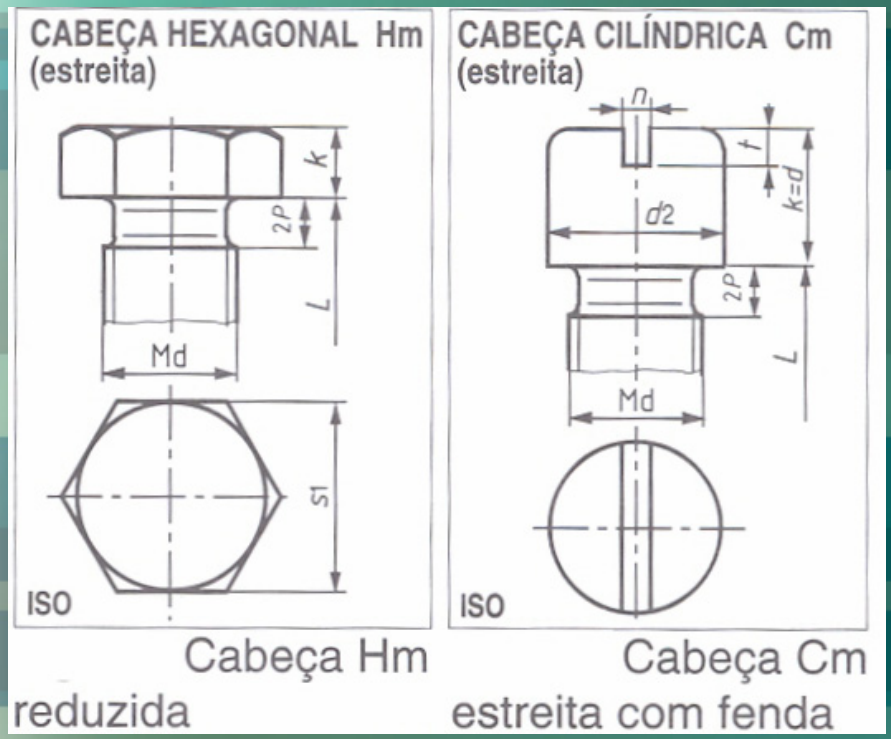
- Parafusos de pressão e de guiamento (“set screws”):



# Parafusos

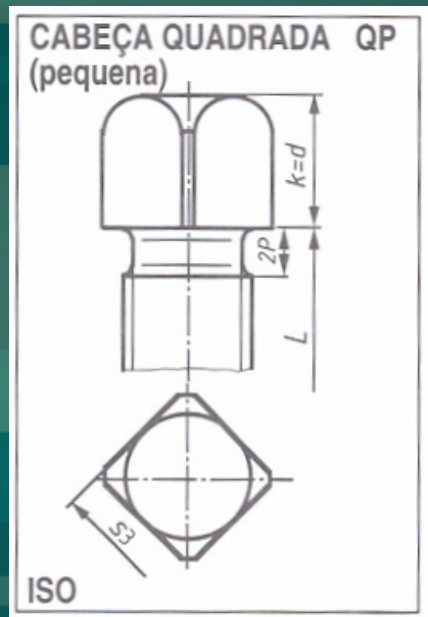
- Parafusos de pressão e de guiamento (“set screws”):



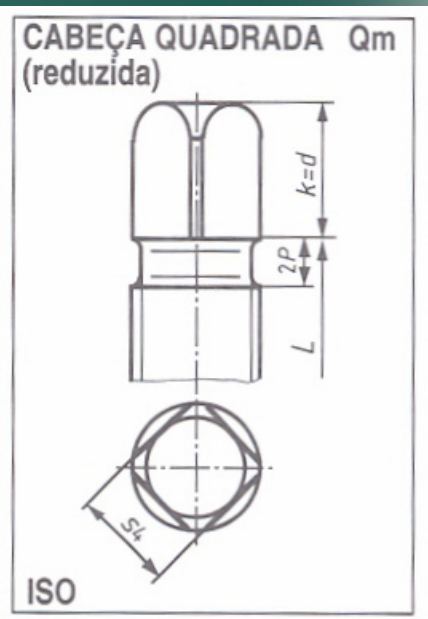

Cabeça Hm reduzida




Cabeça Cm estreita com fenda



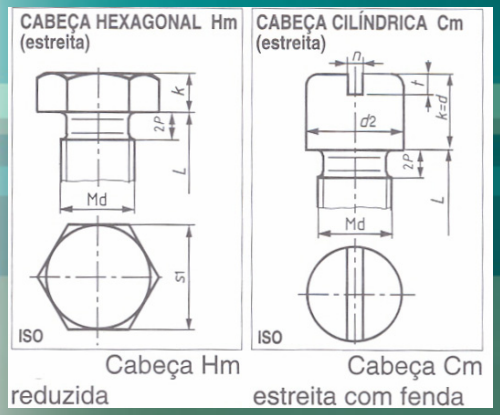

Cabeça QP quadrada

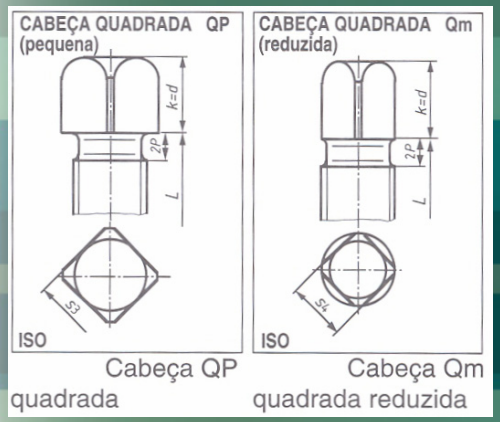



Cabeça Qm quadrada reduzida

# Parafusos

- Parafusos de pressão e de guiamento (“set screws”):




| Cabeças: | Hm | | | Cm | | | QP | Qm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Md | P | b | s1 | n | t | d2 | s3 | s4 |
| 2 | 0,4 | | | 0,6 | 1 | 4,5 | 3,2 | 2,2 |
| 2,5 | 0,45 | | | 0,6 | 1,2 | 6 | 4 | 3,2 |
| 3 | 0,3 | | | 0,8 | 1,4 | 7 | 5 | 4 |
| 4 | 0,7 | | | 1 | 1,6 | 9 | 6 | 5 |
| 5 | 0,8 | | | 1,2 | 2,2 | 11 | 8 | 6 |
| 6 | 1 | 4 | 8 | 1,6 | 2,4 | 14 | 10 | 8 |
| 8 | 1,25 | 5,5 | 11 | 2 | 3,2 | 18 | 13 | 10 |
| 10 | 1,5 | 7 | 13 | 2 | 4 | 20 | 17 | 11 |
| 12 | 1,75 | 8 | 17 | 2,5 | 4 | 22 | 17 | 13 |
| 16 | 2 | 10 | 22 | 3 | 5 | 24 | 19 | 13 |
| 20 | 2,5 | 13 | 27 | 3 | 5 | 27 | 22 | 17 |
| 24 | 3 | 15 | 32 | 4 | 6 | 30 | 24 | 17 |

Em desenho de conjunto, a representação de artigos normalizados pode ser simplificada e usar valores aproximados.

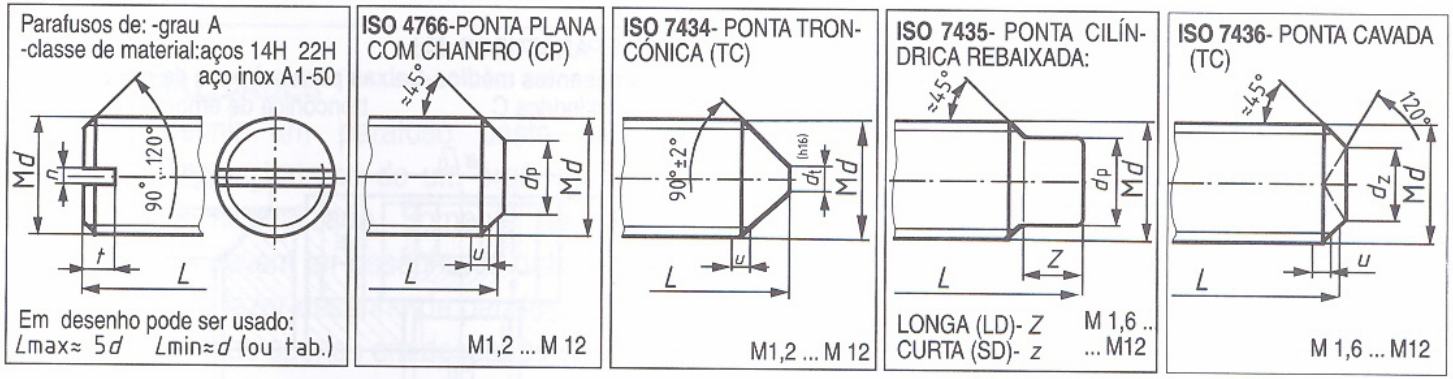
O local do alojamento de artigos tem de ser completo, nos desenhos de definição de peças das máquinas.

Comprimentos: $L = 2$ 2,5 3 4 5 6 8 10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 55 60 70 80 90 100... js 15

# Parafusos

- Parafusos de pressão e de guiamento (“set screws”):

## PONTAS DE PARAFUSOS SEM CABEÇA- COM FENDA




| Rosca | | fenda | | ISO 4766 | | | ISO 7434 | | | ISO 7435 | | | | | ISO 7436 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Md | P | n | t | dp | Lmin | Lmax | d t | Lmin | Lmax | dp | z | Z | Lmin | Lmax | dz | Lmin | Lmax |
| 1,2 | 0,25 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 2 | 6 | 0,12 | 2 | 6 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 1,6 | 0,35 | 0,25 | 0,56 | 0,8 | 2 | 8 | 0,16 | 2 | 8 | 0,8 | 0,65 | 1,05 | 2,5 | 8 | 0,8 | 2 | 8 |
| 2 | 0,4 | 0,25 | 0,64 | 1 | 2 | 10 | 0,2 | 3 | 10 | 1 | 0,75 | 1,25 | 3 | 10 | 1 | 2,5 | 10 |
| 2,5 | 0,45 | 0,4 | 0,72 | 1,5 | 2,5 | 12 | 0,25 | 3 | 12 | 1,5 | 0,88 | 1,5 | 4 | 12 | 1,2 | 3 | 12 |
| 3 | 0,5 | 0,4 | 0,8 | 2 | 3 | 16 | 0,3 | 4 | 16 | 2 | 1 | 1,75 | 5 | 16 | 1,4 | 3 | 16 |
| 3,5 | 0,6 | 0,5 | 0,96 | 2,2 | 4 | 20 | 0,35 | 5 | 20 | 2,2 | 2,5 | 2 | 5 | 20 | 1,7 | 4 | 20 |
| 4 | 0,7 | 0,6 | 1,12 | 2,5 | 4 | 20 | 0,4 | 6 | 20 | 2,5 | 1,25 | 2,25 | 6 | 20 | 2 | 4 | 20 |
| 5 | 0,8 | 0,8 | 1,28 | 3,5 | 5 | 25 | 0,5 | 8 | 25 | 3,5 | 1,5 | 2,75 | 8 | 25 | 2,5 | 5 | 25 |
| 6 | 1 | 0,1 | 1,6 | 4 | 6 | 30 | 1,5 | 8 | 30 | 4 | 1,75 | 3,25 | 8 | 30 | 3 | 6 | 40 |
| 8 | 1,25 | 1,2 | 2 | 5,5 | 8 | 40 | 2 | 10 | 40 | 5,5 | 2,25 | 4,3 | 10 | 40 | 5 | 8 | 50 |
| • 10 | 1,5 | 1,6 | 2,4 | 7 | 10 | 50 | 2,5 | 12 | 50 | 7 | 2,75 | 5,3 | 12 | 50 | 6 | 10 | 60 |
| 12 | 1,75 | 2 | 2,8 | 8,5 | 12 | 60 | 3 | 14 | 60 | 8,5 | 3,25 | 6,3 | 14 | 60 | 8 | 12 | 60 |

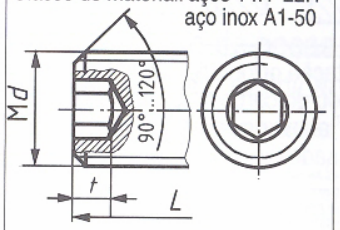
Parafusos sem cabeça com fenda; pontas dos parafusos

# Parafusos

- Parafusos de pressão e de guiamento (“set screws”):

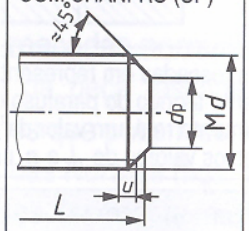
## PONTAS DE PARAFUSOS SEM CABEÇA- COM OCO HEXAGONAL

PARAFUSOS: Grau A
Classe de material: aços 14H 22H aço inox A1-50

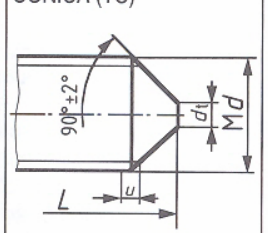



Em desenho pode-se usar:
Lmax≈ 5d Lmin≈d (ou tab.)

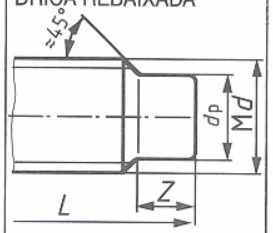
**ISO 4026**-PONTA PLANA COM CHANFRO (CP)




**ISO 4027**- PONTA TRONCÓNICA (TC)

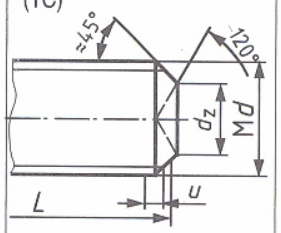



**ISO 4028**- PONTA CILÍNDRICA REBAIXADA




LONGA (LD)- Z
CURTA (SD)- z

**ISO 4029**- PONTA CAVADA (TC)




| Rosca | | oco H | | ISO 4026 | | | ISO 4027 | | | ISO 4028 | | | | | ISO 4029 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Md | P | t | s | dp | Lmin | Lmax | dt | Lmin | Lmax | dp | z | Z | Lmin | Lmax | dz | Lmin | Lmax |
| 1,6 | 0,35 | 0,7 | 0,7 | 0,80 | 2 | 8 | 0,4 | 2 | 8 | 0,80 | 0,65 | 1,05 | 2 | 8 | 0,80 | 2 | 8 |
| 2 | 0,4 | 0,8 | 0,9 | 1,00 | 2 | 10 | 0,5 | 2 | 10 | 1,00 | 0,75 | 1,25 | 2,5 | 10 | 1,00 | 2 | 10 |
| 2,5 | 0,45 | 1,2 | 1,3 | 1,50 | 2,5 | 12 | 0,65 | 2,5 | 12 | 1,50 | 0,88 | 1,5 | 3 | 12 | 1,50 | 2,5 | 12 |
| 3 | 0,5 | 1,2 | 1,5 | 2,00 | 3 | 16 | 0,75 | 3 | 16 | 2,00 | 1 | 1,75 | 4 | 16 | 2,00 | 3 | 16 |
| 4 | 0,7 | 1,5 | 2 | 2,50 | 4 | 20 | 1 | 4 | 20 | 2,50 | 1,25 | 2,25 | 5 | 20 | 2,50 | 4 | 20 |
| 5 | 0,8 | 2 | 2,5 | 3,50 | 5 | 25 | 1,25 | 5 | 25 | 3,50 | 1,5 | 2,75 | 6 | 25 | 3,50 | 5 | 25 |
| 6 | 1 | 2 | 3 | 4,00 | 6 | 30 | 1,5 | 6 | 30 | 4,00 | 1,75 | 3,25 | 8 | 30 | 4,00 | 6 | 30 |
| 8 | 1,25 | 3 | 4 | 5,50 | 8 | 40 | 2 | 8 | 40 | 5,50 | 2,25 | 4,3 | 8 | 40 | 5,50 | 8 | 40 |
| 10 | 1,5 | 4 | 5 | 7,00 | 10 | 50 | 2,5 | 10 | 50 | 7,00 | 2,75 | 5,3 | 10 | 50 | 7,00 | 10 | 50 |
| 12 | 1,75 | 4,8 | 6 | 8,50 | 12 | 60 | 3 | 12 | 60 | 8,50 | 3,25 | 6,3 | 12 | 60 | 8,50 | 12 | 60 |
| 16 | 2 | 6,4 | 8 | 12,0 | 16 | 60 | 4 | 16 | 60 | 12,0 | 4,3 | 8,36 | 16 | 60 | 12,0 | 16 | 60 |
| 20 | 2,5 | 8 | 10 | 15,0 | 20 | 60 | 5 | 20 | 60 | 15,0 | 5,3 | 10.36 | 20 | 60 | 15,0 | 20 | 60 |
| 24 | 3 | 10 | 12 | 18,0 | 25 | 60 | 6 | 25 | 60 | 18,0 | 6,3 | 12,43 | 25 | 60 | 18,0 | 25 | 60 |

Parafusos sem cabeça com oco hexagonal HC

# Pernos

**PERNO DIN -Grau A** (Grau B para $d > 24$)

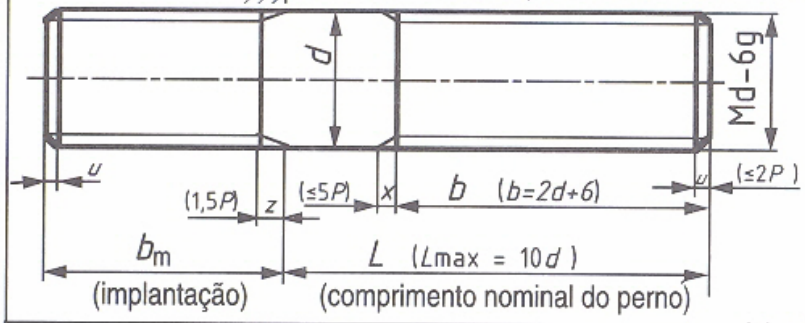
Classe material: Aços: 5.6 8.8 10.9

**Perno**

RAIZ

O perno com rosca produzida por corte, tem: $d_s = d$

CORPO (como parafuso ISO 4014)




Para implantar em materiais:

| | | |
|---|---|---|
| Raiz curta | $b_m = 1d$ | DIN 938 duros |
| Raiz média | $b_m = 1{,}25d$ | DIN 939 semiduro |
| Raiz longa | $b_m = 2d$ | DIN 835 macios |

**PERNOS DIN -Grau A**

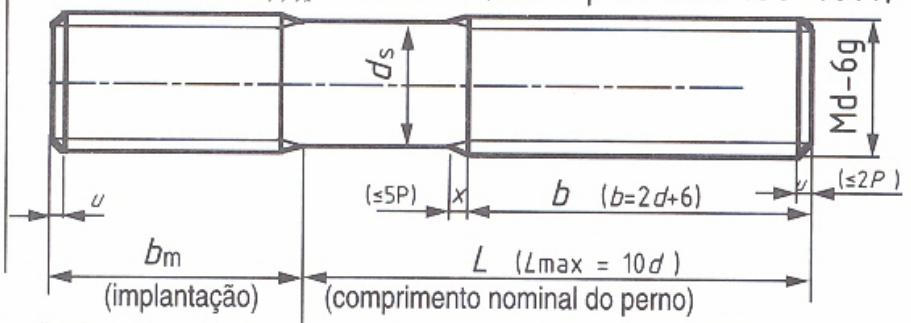
Classe material: Aços: 5.6 8.8 10.9 Aços inox. A2-50 A4-50

**Perno**

RAIZ

O perno com rosca produzida por laminagem, tem: $d_s = d - 0{,}65P$

CORPO (como parafuso ISO 4014)




A implantação da raiz do perno inclui os filetes incompletos

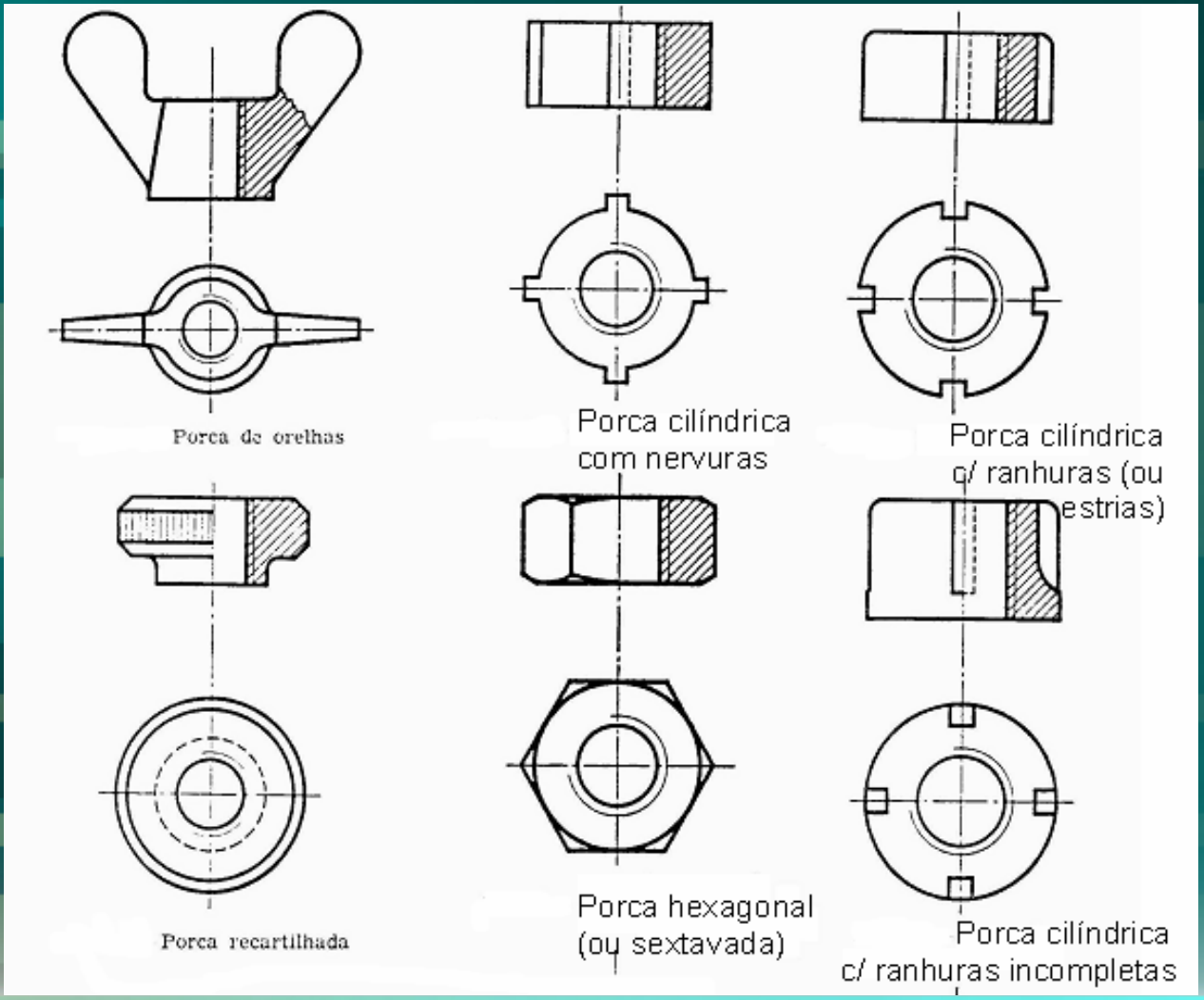
O corpo do perno corresponde ao corpo de um parafuso com igual diâmetro nominal (tabelas anteriores)

Exemplo de designação: **Perno M10 x 1,25 x 70 DIN 835 - 8.8**

é um perno de raiz longa ($b_m$= 20) e corpo de $L$=70, rosca de passo fino ($P$=1,25) e $b$=32

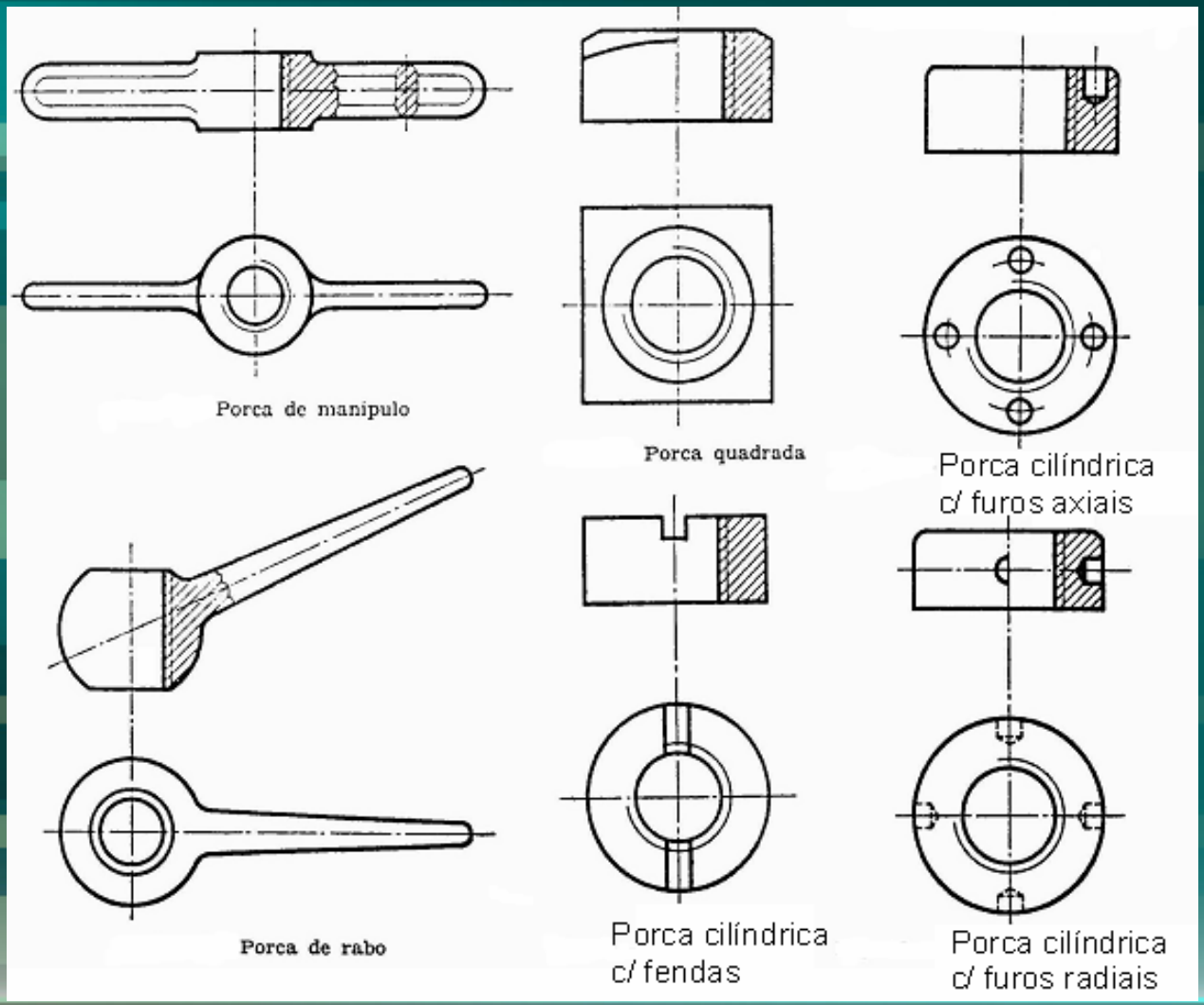
# Porcas

- Nomenclatura:



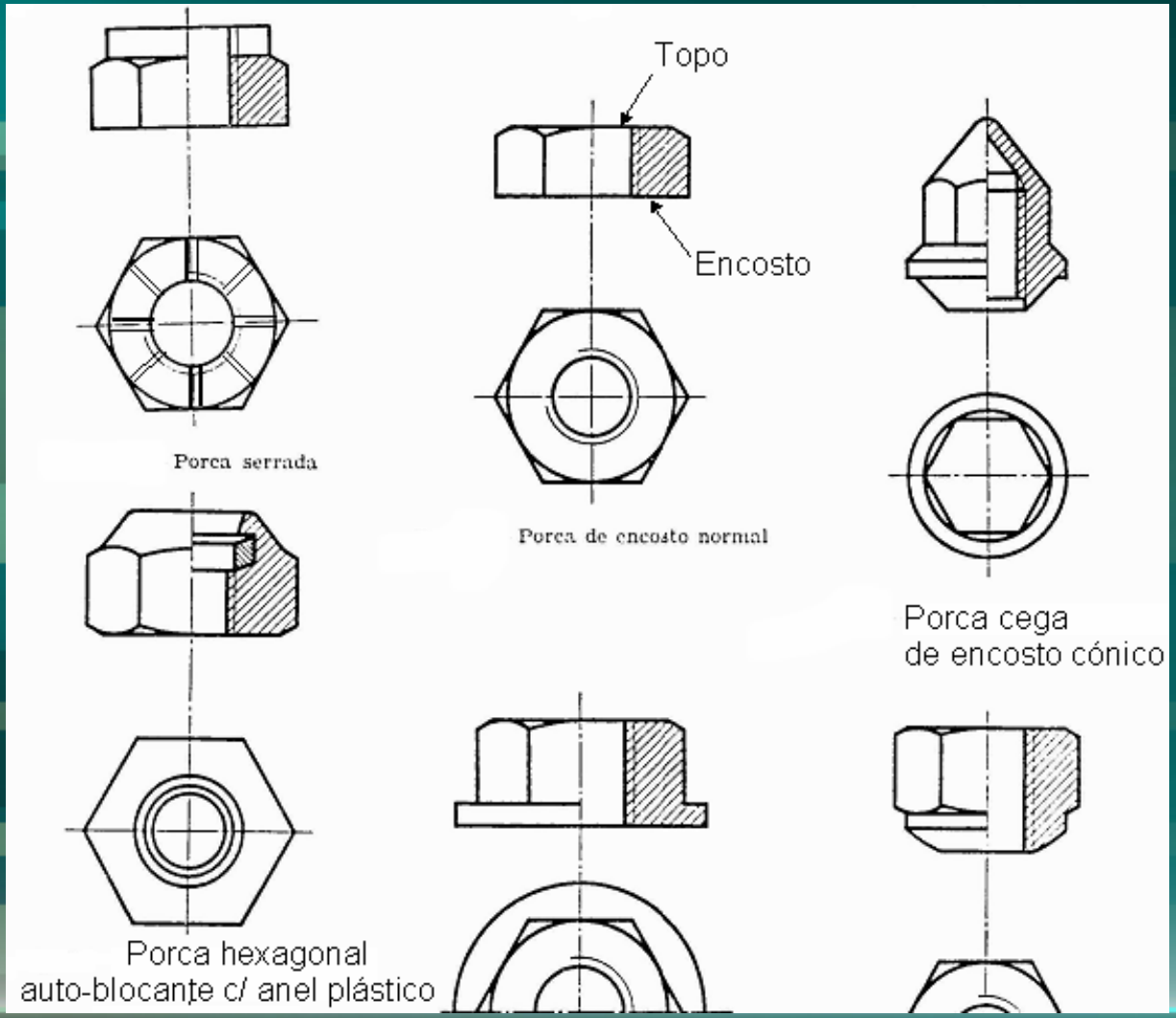
# Porcas

- Nomenclatura:



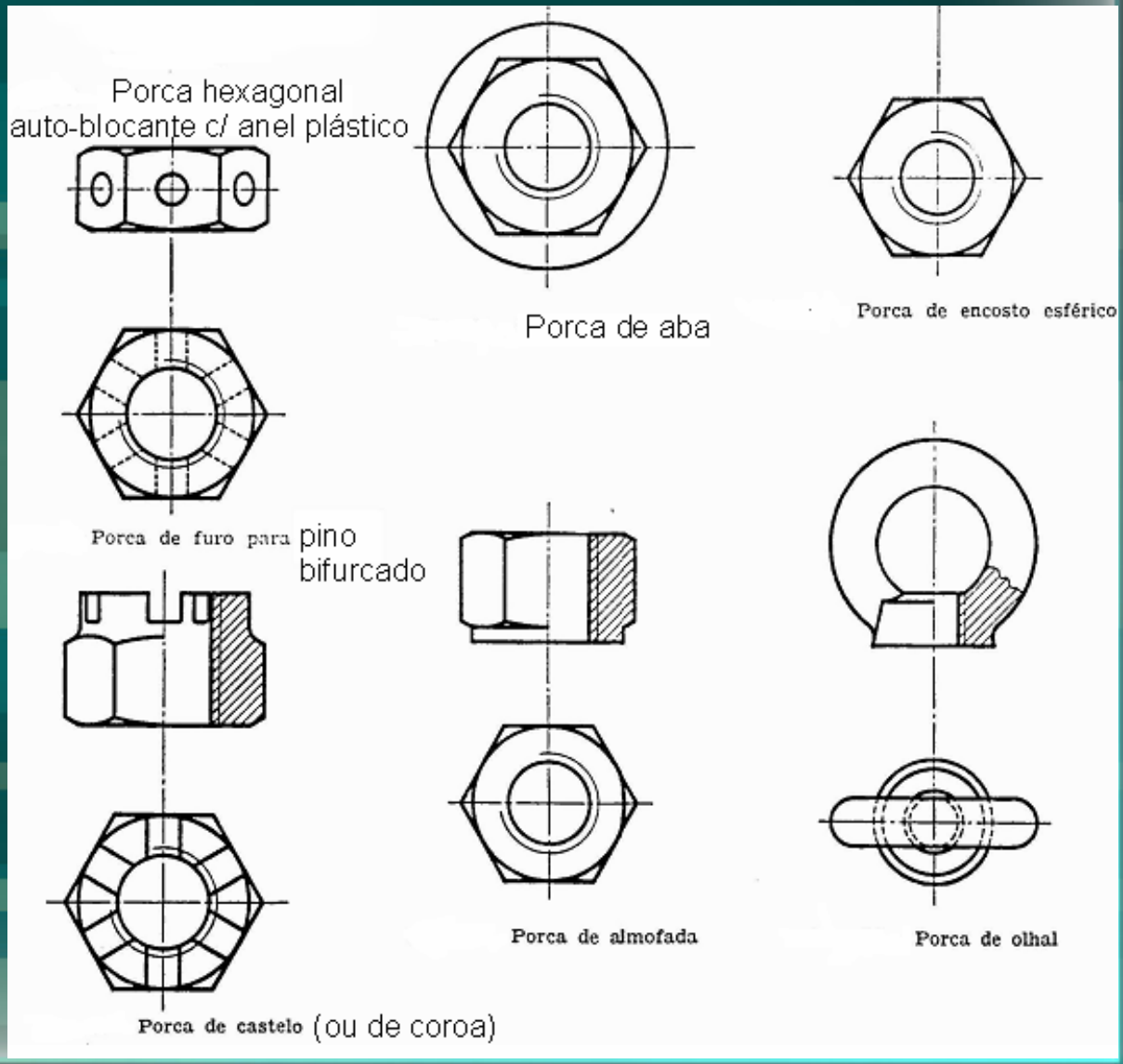
# Porcas

- Nomenclatura:



# Porcas

- Nomenclatura:



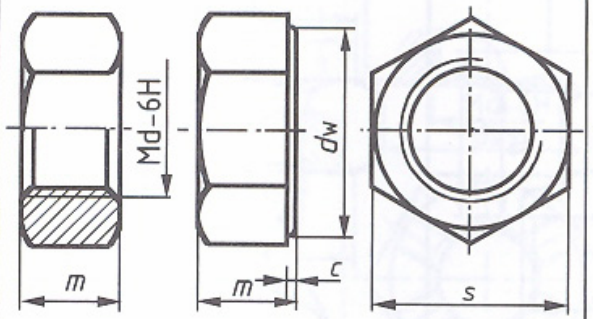
# Porcas

## PORCAS HEXAGONAIS DE PASSO GROSSO E DE PASSO FINO

### PORCAS HEXAGONAIS (ou PORCAS H): PASSO GROSSO

**ISO 4032** - Graus A (para $d \leq 16$) B (para $d > 16$)

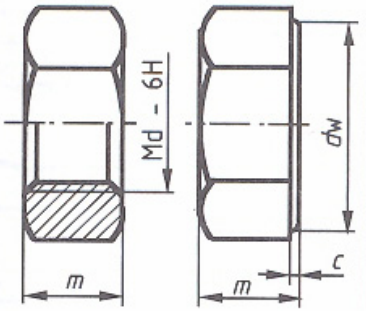
Estilo 1




Classe material:
Aços: 6 8 10
Aços inox. A2-70 e A4-70

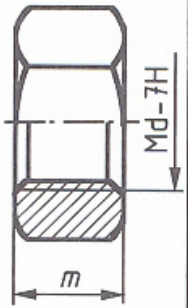
**ISO 4033** Graus A (d≤16) B (d>16)

Estilo 2




Classe de material:
Aços: 9 12

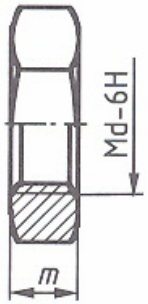
**ISO 4034** - Grau C




Classe material: 4 5

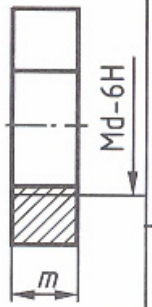
**PORCAS BAIXAS**

**ISO 4035** -Graus A /B com chanfro




Classe material:
04 05
A2-035
A4-035(para d≤24)

**ISO 4036** -Grau B sem chanfro



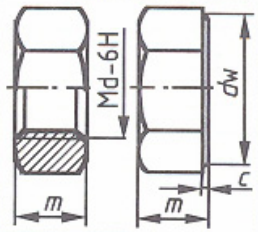

Classe material:
110 HV30

Ex.: Porca hexagonal ISO 4032-M10-8

### PASSO FINO

**ISO 8673**-estilo 1 (igual a ISO 4032)

**ISO 8674**-estilo 2 (igual a ISO 4033)

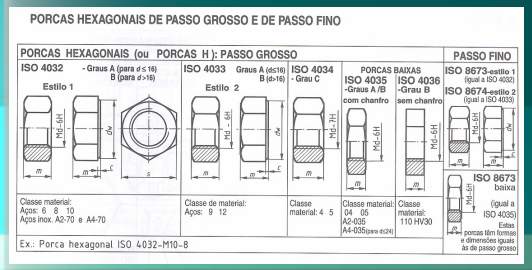



**ISO 8673** baixa (igual a ISO 4035)




Estas porcas têm formas e dimensões iguais às de passo grosso

# Porcas



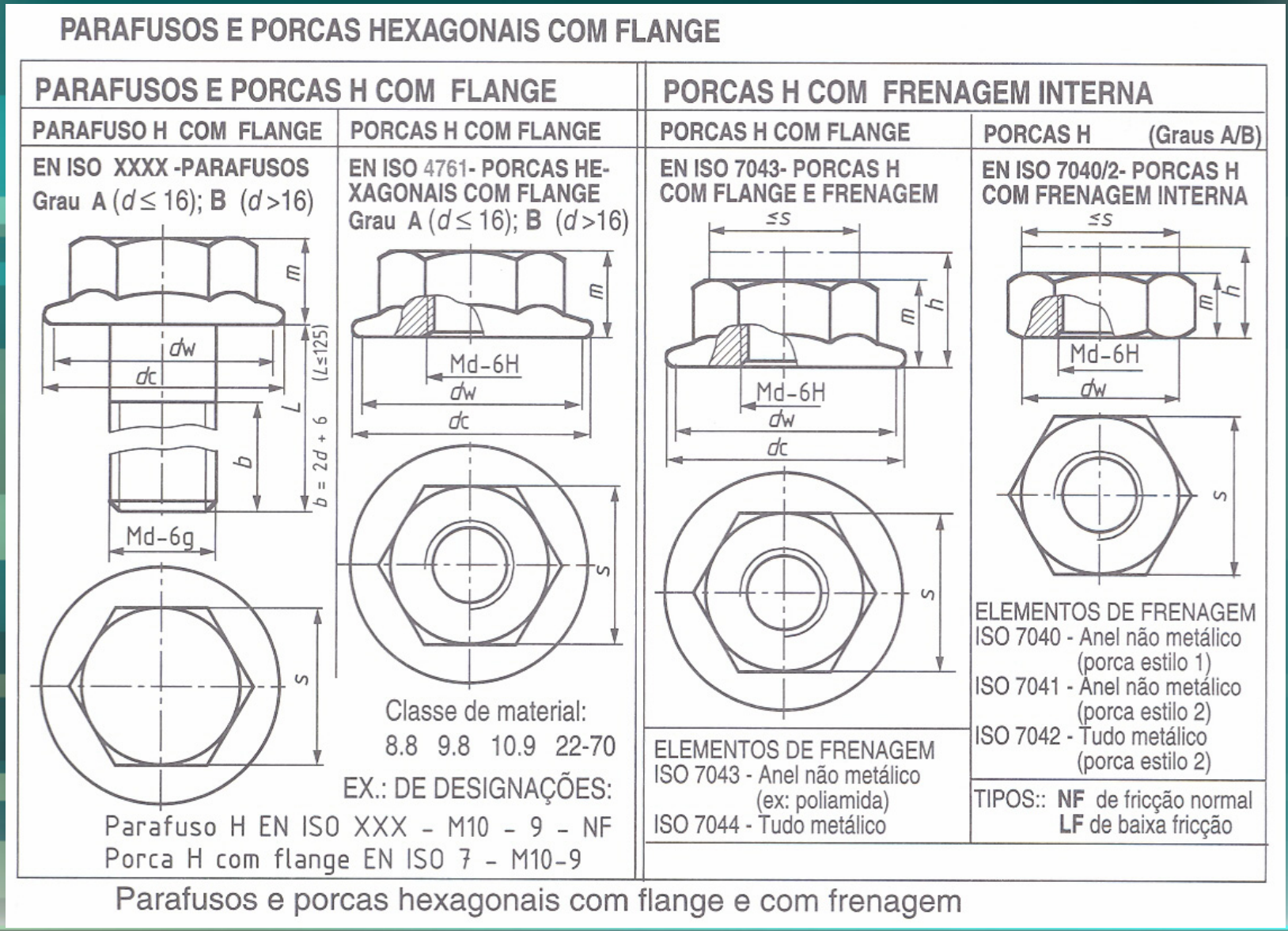

| DIÂM. NOM. Md | PASSO GROSS P | PORCA HEXAGN Graus A / B s nom. | dw min. | c max. | ISO 4032 Grau A/B estilo 1 m | ISO 4033 Grau A/B estilo 2 m | ISO 4034 Grau C m | ISO 4035 Grau A/B PORCAS BAIXAS m | ISO 4036 Grau B m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,6 | 0,35 | 3,2 | 2,4 | 0,2 | 1,3 | – | – | 1 | 1 |
| 2 | 0,4 | 4 | 3,1 | 0,2 | 1,6 | – | – | 1,2 | 1,2 |
| 2,5 | 0,45 | 5 | 4,1 | 0,3 | 2 | – | – | 1,6 | 1,6 |
| 3 | 0,5 | 5,5 | 4,6 | 0,4 | 2,4 | – | – | 1,8 | 1,8 |
| 3,5 | 0,6 | 6 | 5,0 | 0,4 | 2,8 | – | – | 2 | 2 |
| 4 | 0,7 | 7 | 5,9 | 0,4 | 3,2 | – | – | 2,2 | 2,2 |
| 5 | 0,8 | 8 | 6,9 | 0,5 | 4,7 | 5,1 | 5,6 | 2,7 | 2,7 |
| 6 | 1 | 10 | 8,9 | 0,5 | 5,2 | 5,7 | 6,1 | 3,2 | 3,2 |
| 8 | 1,25 | 13 | 11,6 | 0,6 | 6,8 | 7,5 | 7,9 | 4 | 4 |
| 10 | 1,5 | 16 | 14,6 | 0,6 | 8,4 | 9,3 | 9,5 | 5 | 5 |
| 12 | 1,75 | 18 | 16,6 | 0,6 | 10,8 | 12 | 12,2 | 6 | – |
| 14 | 2 | 21 | 19,6 | 0,6 | 12,8 | 14,1 | 13,9 | 7 | – |
| 16 | 2 | 24 | 22,5 | 0,8 | 14,8 | 16 | 15,9 | 8 | – |
| 18 | 2,5 | 27 | 24,9 | 0,8 | 15,8 | – | 16,9 | 9 | – |
| 20 | 2,5 | 30 | 27,7 | 0,8 | 18 | 20 | 19 | 10 | – |
| 22 | 2,5 | 34 | 31,4 | 0,8 | 19,4 | – | 20,2 | 11 | – |
| 24 | 3 | 36 | 33,3 | 0,8 | 21,5 | 24 | 22,3 | 12 | – |
| 27 | 3 | 41 | 38,0 | 0,8 | 23,8 | – | 24,7 | 13,5 | – |
| 30 | 3,5 | 46 | 42,8 | 0,8 | 25,6 | 30 | 26,4 | 15 | – |
| 33 | 3,5 | 50 | 46,6 | 0,8 | 27,8 | – | 29,5 | 16,5 | – |
| 36 | 4 | 55 | 51,1 | 0,8 | 31 | 36 | 31,5 | 18 | – |
| 39 | 4 | 60 | 55,9 | 1 | 33,4 | – | 34,3 | 19,5 | – |
| 42 | 4,5 | 65 | 60,0 | 1 | 34 | – | 34,9 | 21 | – |
| 45 | 4,5 | 70 | 64,7 | 1 | 36 | – | 36,9 | 22,5 | – |
| 48 | 5 | 75 | 69,5 | 1 | 38 | – | 38,9 | 24 | – |
| 52 | 5 | 80 | 74,2 | 1 | 42 | – | 42,9 | 26 | – |
| 56 | 5,5 | 85 | 78,7 | 1 | 45 | – | 45,9 | 28 | – |
| 60 | 5,5 | 90 | 83,4 | 1 | 48 | – | 48,9 | 30 | – |
| 64 | 6 | 95 | 88,2 | 1 | 51 | – | 52,4 | 32 | – |

Porcas H de passo grosso

| DIÂMETRO NOMINAL PASSOS FINOS Md x P | ISO 8673 Grau A/B estilo 1 m | ISO 8674 Grau A/B estilo 2 m | ISO 8675 Grau A/B P.BAIXA m |
|---|---|---|---|
| 8 x 1 | 6,8 | 7,5 | 4 |
| 10 x 1; 10 x1,25 | 8,4 | 9,3 | 5 |
| 12 x 1,5; 12 x 1,25 | 10,8 | 12 | 6 |
| 14 x 1,5 | 12,8 | 14,1 | 7 |
| 16 x 1,5 | 14,8 | 16,4 | 8 |
| 18 x 1,5 | 15,8 | 17,6 | 9 |
| 20 x 1,5; 20 x 2 | 18 | 20,3 | 10 |
| 22 x 1,5 | 19,4 | 21,8 | 11 |
| 24 x 2 | 21,5 | 23,9 | 12 |
| 27 x 2 | 23,8 | 26,7 | 13,5 |
| 30 x 2 | 25,6 | 28,6 | 15 |
| 33 x 2 | 28,7 | 32,5 | 16,5 |
| 36 x 3 | 31 | 34,7 | 18 |
| 39 x 3 | 33,4 | – | 19,5 |
| 42 x 3 | 34 | – | 21 |
| 45 x 3 | 36 | – | 22,5 |
| 48 x 3 | 38 | – | 24 |
| 52 x 4 | 42 | – | 26 |
| 56 x 4 | 45 | – | 28 |
| 60 x 4 | 48 | – | 30 |
| 64 x 4 | 51 | – | 32 |

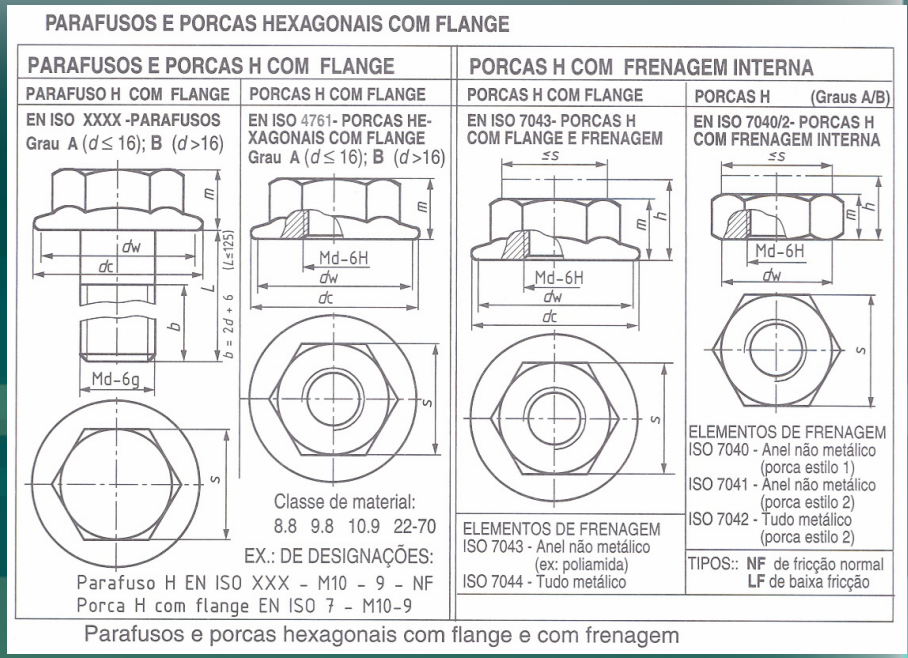
Porcas H de passo fino

# Porcas




Parafusos e porcas hexagonais com flange e com frenagem

# Porcas



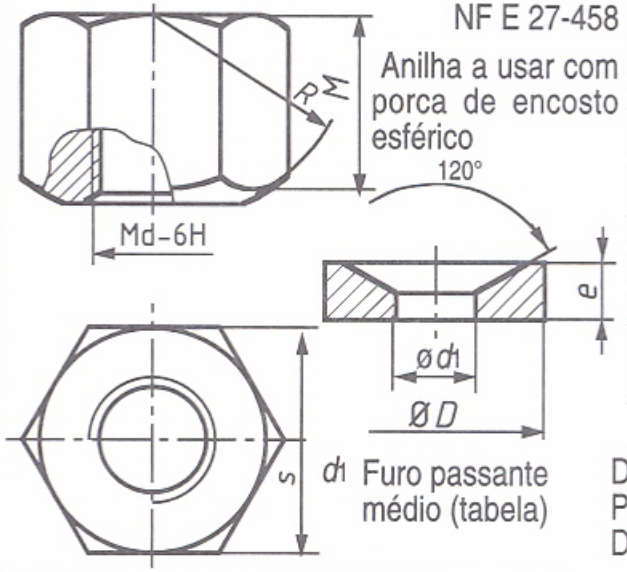
Parafusos e porcas hexagonais com flange e com frenagem

| DIÂM. NOM. Md | PAS GROS P | PARAFUSO COM FLANGE ISO s largo | s peq. | dw min. | dc max. | k max. | L min. | L max | PORCA H C/ FLG s nom. | dw min. | dc max. | ISO 7043 m | h | ISO 7041/2 estilo 2 m | h | ISO 7040 estilo 1 m | h | PORCAS PASSOS FINOS MdxP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0,8 | 8 | 7 | 9,8 | 11,8 | 5,8 | 25 | 50 | 8 | 9,8 | 11,8 | 4,7 | 7,1 | 4,8 | 7,2 | 4,4 | 6,8 | — |
| 6 | 1 | 10 | 8 | 12,2 | 14,2 | 6,6 | 30 | 60 | 10 | 12,2 | 14,2 | 5,7 | 9,1 | 5,4 | 8,5 | 4,9 | 8,0 | — |
| 8 | 1,25 | 13 | 10 | 15,8 | 18 | 8,1 | 35 | 80 | 13 | 15,8 | 17,9 | 7,6 | 11,1 | 7,14 | 10,2 | 6,4 | 9,5 | 8 x 1 |
| 10 | 1,5 | 16 | 13 | 19,6 | 22,3 | 10,4 | 40 | 100 | 16 | 19,6 | 21,8 | 9,6 | 13,5 | 8,94 | 12,8 | 8,0 | 11,9 | 10 x 1; 10 x1,25 |
| 12 | 1,75 | 18 | 16 | 23,8 | 26,6 | 11,8 | 46 | 120 | 18 | 23,8 | 26 | 11,6 | 16,1 | 11,57 | 16,1 | 10,4 | 14,9 | 12 x 1,5; 12x1,25 |
| 14 | 2 | 21 | 18 | 27,6 | 30,5 | 13,7 | 50 | 140 | 21 | 27,6 | 29,9 | 13,3 | 18,2 | 13,4 | 18,3 | 12,1 | 17,0 | 14 x 1,5 |
| 16 | 2 | 24 | 21 | 31,9 | 35 | 15,4 | 55 | 160 | 24 | 31,9 | 34,5 | 15,3 | 20,3 | 15,7 | 20,7 | 14,1 | 19,1 | 16 x 1,5 |
| 20 | 2,5 | 30 | 27 | 39,9 | 43 | 18,9 | 65 | 200 | 30 | 39,9 | 42,8 | 18,9 | 24,8 | 19,0 | 25,1 | 16,9 | 22,6 | 20 x 1,5 |

Porcas, parafusos hexagonais de flange com frenagem; passos grosso e fino

# Porcas

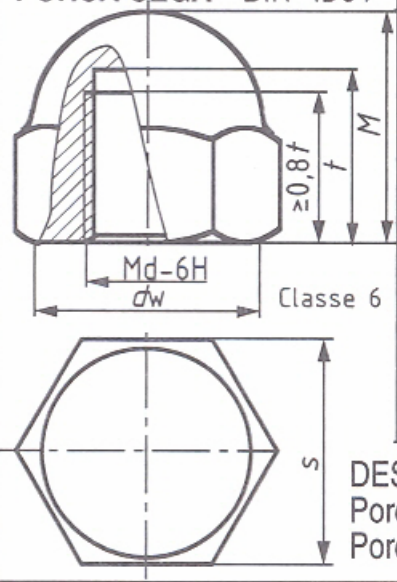
**PORCA DE ENCOSTO ESFÉRICO** DIN 6330
NF E 27-458




| Md | s | M | R | D | e |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 8 | 5 | 7 | 15 | 2,5 |
| 6 | 10 | 8 | 14 | 17 | 4 |
| 8 | 13 | 11 | 14 | 23 | 5 |
| 10 | 16 | 13 | 22 | 28 | 5 |
| 12 | 18 | 15 | 22 | 35 | 6 |
| 14 | 21 | 18 | 30 | 40 | 6 |
| 16 | 24 | 21 | 30 | 45 | 7 |
| 20 | 30 | 25 | 44 | 50 | 8 |
| 24 | 36 | 29 | 44 | 60 | 10 |
| 30 | 46 | 35 | 66 | 68 | 10 |
| 36 | 55 | 41 | 66 | 80 | 12 |

DESIGNAÇÃO:
Porca de encosto esférico
DIN 6330 - M10-6

**PORCA CEGA** DIN 1587




| Md; Mdx P | s | M | t | m |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 7 | 8 | 5,5 | 3,2 |
| 5 | 8 | 10 | 7,5 | 4 |
| 6 | 10 | 12 | 8 | 5 |
| 8; 8x1 | 13 | 15 | 11 | 6,5 |
| 10;10x1,25 | 17 | 18 | 13 | 8 |
| 12;12x1,5 | 19 | 22 | 16 | 10 |
| 14;14x1,5 | 22 | 25 | 18 | 11 |
| 16;16x1,5 | 24 | 28 | 21 | 13 |
| 18; 18x2 | 27 | 32 | 25 | 15 |
| 20; 20x2 | 30 | 34 | 26 | 16 |
| 22; 22x2 | 32 | 39 | 29 | 18 |
| 24; 24x2 | 36 | 42 | 31 | 19 |

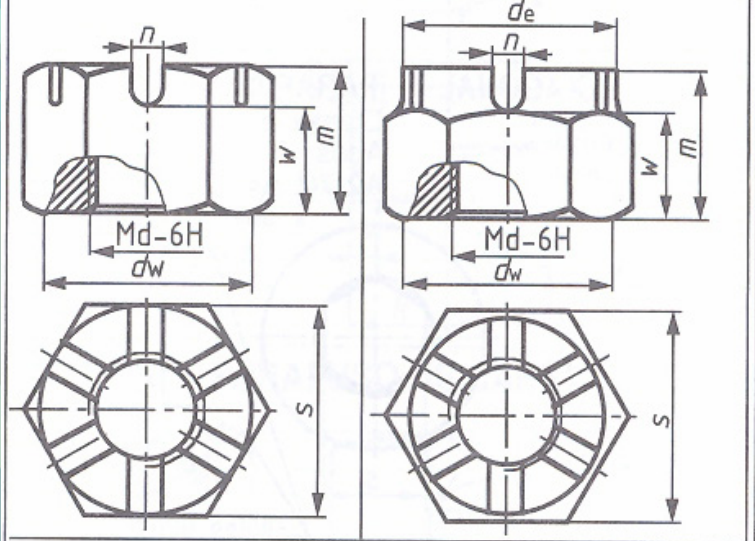
DESIGNAÇÃO:
Porca cega DIN 1587-M10-6
Porca cega -NF E 27-453 M10-6

Porca hexagonal de base esférica e porca hexagonal cega

# Porcas

## PORCAS H DE CASTELO (OU DE COROA)

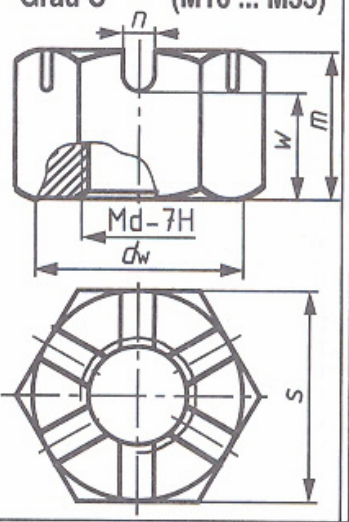
**PORCAS DE CASTELO (de coroa) Grau A (para ≤ M16)**
**ISO 288 (DIN 935) Grau B > M16**




Classe de material: Aços: 6 8 10
aços inoxidáveis: A2–70 (para ≤ M20)
A2–50 (para ≤ M20)
ligas de cobre: CU2 CU3

Exemplo de designação:
Porca de castelo ISO 288 - M10-8

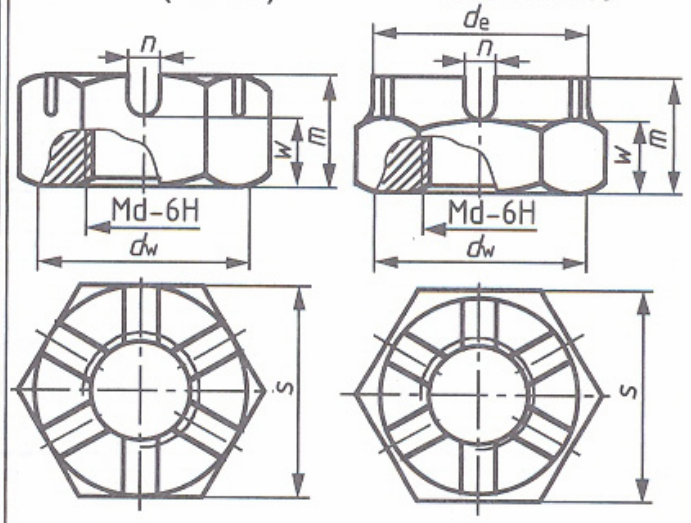
**PORCAS DE CASTELO**
**ISO 288 (DIN 935)**
**Grau C (M16 ... M33)**




Classe de material:
Aços:
5 (para ≤ M16)
4 (para > M16)

Exemplo de designação:
Porca DIN 935-M20-04

**PORCAS DE CASTELO BAIXAS Grau A (para ≤ M16)**
**ISO (DIN 979) Grau B > M16**

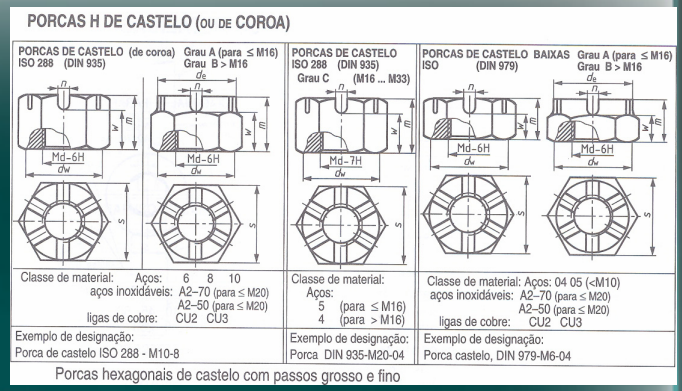



Classe de material: Aços: 04 05 (<M10)
aços inoxidáveis: A2–70 (para ≤ M20)
A2–50 (para ≤ M20)
ligas de cobre: CU2 CU3

Exemplo de designação:
Porca castelo, DIN 979-M6-04

Porcas hexagonais de castelo com passos grosso e fino

# Porcas

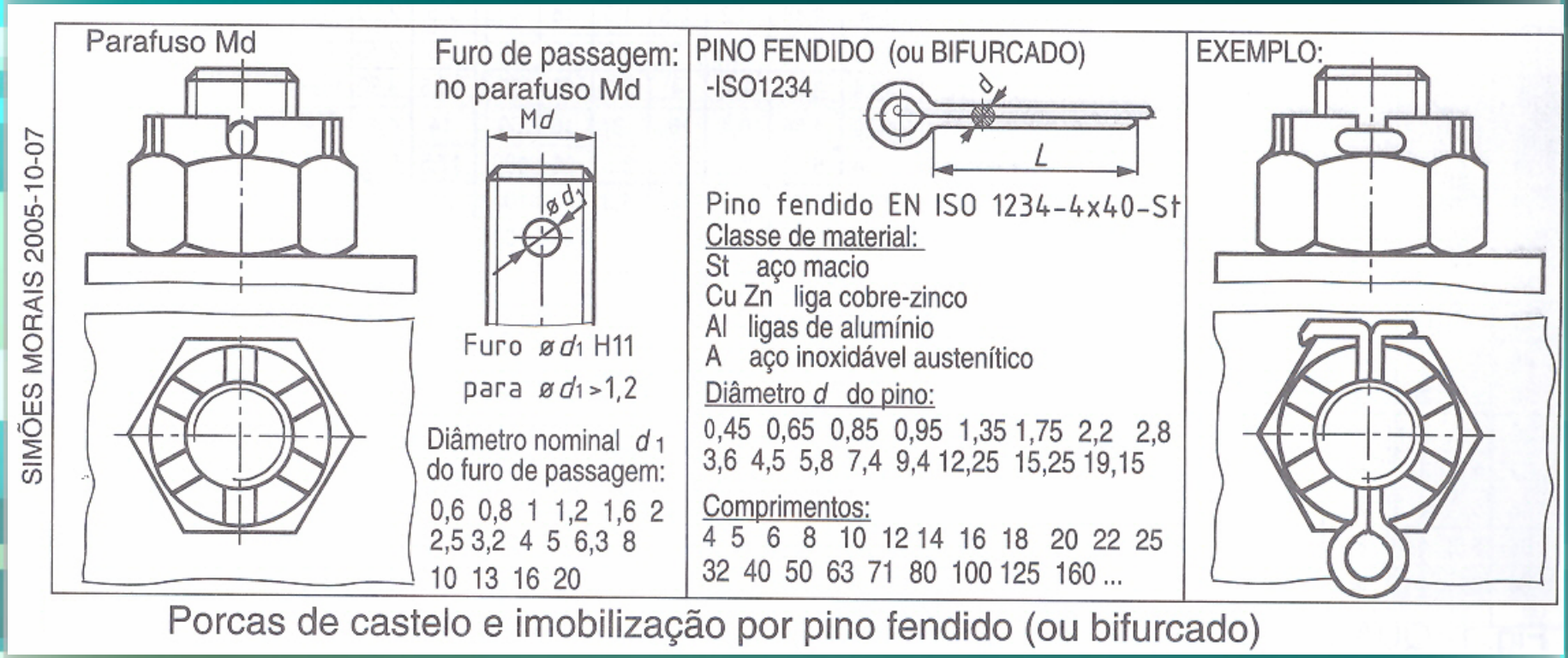


Porcas hexagonais de castelo com passos grosso e fino

| DIÂM. NOM. | PASSOS | | PORCA DE CASTELO Grau A/B | | | | | | PORCA DE CASTELO Grau C | | | | | | PORCA CAST. BAIXA (DIN 979) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | GROS. | FINOS | s | m | n | w | dw | de | s | m | n | w | dw | de | s | m | n | w | dw | de |
| Md | P | MdxP | nom | max. | min. | max. | min. | max. | nom | max. | min. | max. | min. | max. | nom. | max. | min. | max. | min. | max. |
| 4 | 0,7 | | 7 | 5 | 1,2 | 3,2 | 5,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 5 | 0,8 | | 8 | 6 | 1,4 | 4 | 6,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 6 | 1 | | 10 | 7,5 | 2 | 5 | 8,8 | — | — | — | — | — | — | — | 10 | 5 | 2 | 2,5 | 8,8 | — |
| 8 | 1,25 | 1 | 13 | 9,5 | 2,5 | 6,5 | 11,3 | — | — | — | — | — | — | — | 13 | 6,5 | 2,5 | 3,5 | 11,3 | — |
| 10 | 1,5 | 1,25; 1 | 16 | 12 | 2,8 | 8 | 14,3 | — | — | — | — | — | — | — | 16 | 8 | 2,8 | 4,0 | 14,3 | — |
| 12 | 1,75 | 1,25; 1,5 | 18 | 15 | 3,5 | 10 | 16,2 | 16 | 18 | 15 | 3,5 | 10 | 16,2 | 12 | 18 | 10 | 3,5 | 5,0 | 16,3 | 16 |
| 14 | 2 | 1,5 | 21 | 16 | 3,5 | 11 | 19,2 | 18 | — | — | — | — | — | — | 21 | 11 | 3,5 | 6,0 | 19,2 | 18 |
| 16 | 2 | 1,5 | 24 | 19 | 4,5 | 13 | 22,2 | 22 | 24 | 19 | 4,5 | 13 | 22,2 | 16 | 24 | 13 | 4,5 | 7,0 | 22,2 | 22 |
| 18 | 2,5 | 1,5; 2 | 27 | 21 | 4,5 | 15 | 24,8 | 25 | — | — | — | — | — | — | 27 | 15 | 4,5 | 9,0 | 24,8 | 25 |
| 20 | 2,5 | 2; 1,5 | 30 | 22 | 4,5 | 16 | 27,7 | 28 | 30 | 22 | 4,5 | 16 | 27,7 | 20 | 30 | 16 | 4,5 | 10 | 27,7 | 28 |
| 22 | 2,5 | 2; 1,5 | 32 | 26 | 5,5 | 18 | 29,5 | 30 | — | — | — | — | — | — | 32 | 18 | 5,5 | 10 | 29,5 | 30 |
| 24 | 3 | 2 | 36 | 27 | 5,5 | 19 | 33,2 | 34 | 36 | 27 | 5,5 | 19 | 33,2 | 24 | 36 | 19 | 5,5 | 11 | 33.2 | 34 |
| 27 | 3 | 2 | 41 | 30 | 5,5 | 22 | 38,0 | 38 | 41 | 30 | 5,5 | 22 | 38,0 | 27 | 41 | 22 | 5,5 | 14 | 38,0 | 38 |
| 30 | 3,5 | 2 | 46 | 33 | 7 | 24 | 42,7 | 42 | 46 | 33 | 7 | 24 | 42,7 | 30 | 46 | 24 | 7 | 15 | 42,7 | 42 |
| 33 | 3,5 | 2 | 50 | 35 | 7 | 26 | 46,6 | 46 | 49 | 35 | 7 | 26 | 46,6 | 33 | 50 | 26 | 7 | 17 | 46,6 | 45 |
| 36 | 4 | 3 | 55 | 38 | 7 | 29 | 51,1 | 50 | — | — | — | — | — | — | 55 | 29 | 7 | 20 | 51,1 | 50 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | | | | | | | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Porcas de castelo com passos grosso e fino

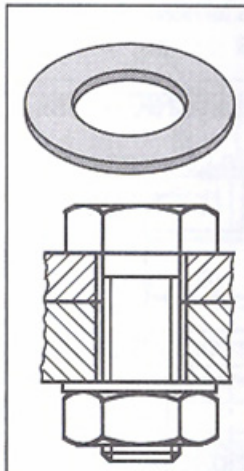
# Porcas




Porcas de castelo e imobilização por pino fendido (ou bifurcado)

# Anilhas

## ANILHAS PLANAS



| | Grau A | | | | | Grau C | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ISO 7089 | ISO 7090 | | ISO 7092 | ISO 7093 | ISO 7091 | ISO 7093 | ISO 7094 | | |
| | médias M | | | estreita Z | larga L | média M | larga L | mui larga LL | | |
| Para parafusos: | M1,6 ..M36 | M5...M36 | | M1,6...M36 | M3...M16 | M5...M36 | M20...M36 | M5...M36 | | |
| Classe de material: (aço inox) | 140HV A140 | 200HV A200 | 300HV A350 | | 140HV | 100HV | 100HV | 100HV | | |

| Md | $D_M$ | $t_M$ | $D_Z$ | $D_L$ | $t_L$ | $D_{LL}$ | $t_{LL}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,6 | 4 | 0,3 | 3,5 | — | — | — | — |
| 2 | 5 | 0,3 | 4,5 | — | — | — | — |
| 2,5 | 6 | 0,5 | 5 | — | — | — | — |
| 3 | 7 | 0,5 | 6 | 9 | 0,8 | — | — |
| 3,5 | 8 | 0,5 | 7 | 11 | 0,8 | — | — |
| 4 | 9 | 0,8 | 8 | 12 | 1 | — | — |
| 5 | 10 | 1 | 9 | 15 | 1,2 | 18 | 2 |
| 6 | 12 | 1,2 | 11 | 18 | 1,6 | 22 | 2 |
| 8 | 16 | 1,6 | 15 | 24 | 2 | 28 | 3 |
| 10 | 20 | 2 | 18 | 30 | 2,5 | 34 | 3 |
| 12 | 24 | 2,5 | 20 | 37 | 3 | 44 | 4 |
| 14 | 28 | 2,5 | 24 | 44 | 3 | 50 | 4 |
| 16 | 30 | 3 | 28 | 40 | 3 | 56 | 5 |
| 20 | 37 | 3 | 34 | 50 | 4 | 72 | 6 |
| 24 | 44 | 4 | 39 | 72 | 5 | 85 | 6 |
| 30 | 56 | 4 | 50 | 92 | 6 | 105 | 6 |
| 36 | 66 | 5 | 60 | 110 | 8 | 115 | 8 |

Anilhas planas (de apoio) - dimensões a usar em desenhos de conjunto

ISO 7089
ISO 7090 (Construção cuidada)
ISO 7091

} Preferíveis para parafusos e porcas H.

ISO 7092 - Preferíveis para parafusos de cabeça cilíndrica.

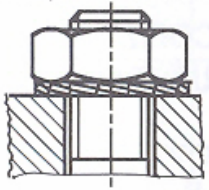
ISO 7093 - Preferíveis para parafusos e porcas H, com materiais macios ou furos passantes largos.

ISO 7094 - Preferíveis em construções de madeira.

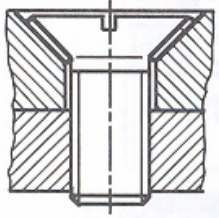
# Anilhas

## ANILHAS DE DENTES ACAVALADOS ISO

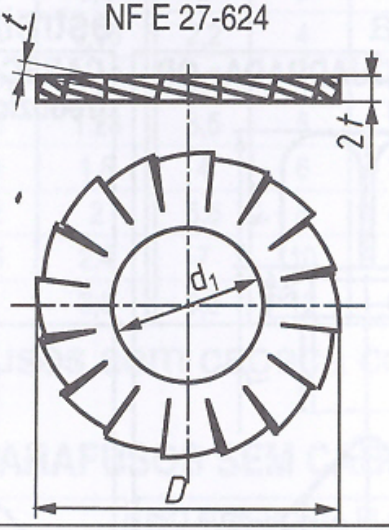
Perno porca e anilha DE



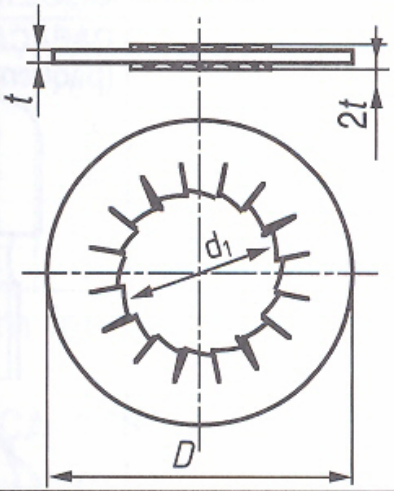
Parafuso F e anilha DD



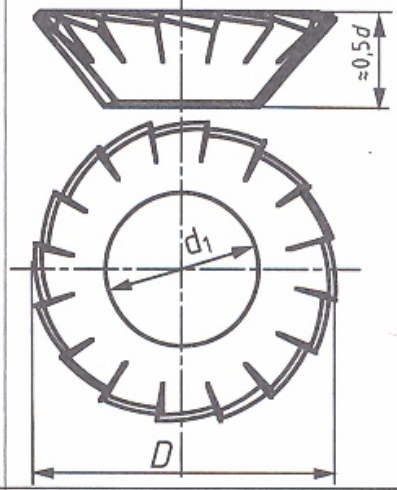
DENTES EXTERIORES- DE
NF E 27-624




DENTES INTERIORES- DI
NF E 27-512




ANILHA DENTADA CÔNCAVA- DF
NF E 27-618




| | | | |
|---|---|---|---|
| Para parafusos | M2 ... M30 | M2 ... M30 | M2 ... M16 |
| Classe de material | 400HV | 400HV | 400HV |

| nom Md | d | D | t |
|---|---|---|---|
| 2 | 2,2 | 4,5 | 0,3 |
| 2,5 | 2,7 | 5,2 | 0,4 |
| 3 | 3,2 | 6 | 0,4 |
| 3,5 | 3,7 | 7 | 0,5 |
| 4 | 4,3 | 8 | 0,5 |
| 5 | 5,3 | 10 | 0,6 |
| 6 | 6,4 | 11 | 0,7 |
| 8 | 8,4 | 15 | 0,8 |
| 10 | 10,5 | 18 | 0,9 |
| 12 | 12,5 | 20,5 | 1,0 |
| 14 | 14,5 | 24 | 1,0 |
| 16 | 16,5 | 26 | 1,2 |
| 18 | 19 | 30 | 1,4 |
| 20 | 21 | 33 | 1,4 |
| 22 | 23 | 34 | 1,5 |
| 24 | 25 | 38 | 1,5 |
| 27 | 28 | 44 | 1,6 |
| 30 | 31 | 49 | 1,6 |

# Anilhas

Materiais: aço, bronze, aços inoxidáveis

**DIN 6798**

As anilhas com dentes asseguram uma boa frenagem.

ANILHAS COM DENTES:

Em desenho:

Anilha DEC apertada



**Anilhas DEC**

Anilhas de dentes exteriores p/ parafusos e porcas H.

**Anilhas DIC**

Anilhas de dentes interiores. Não se usam com porcas H correntes. Para porcas H com base reduzida.

**Anilhas DD**

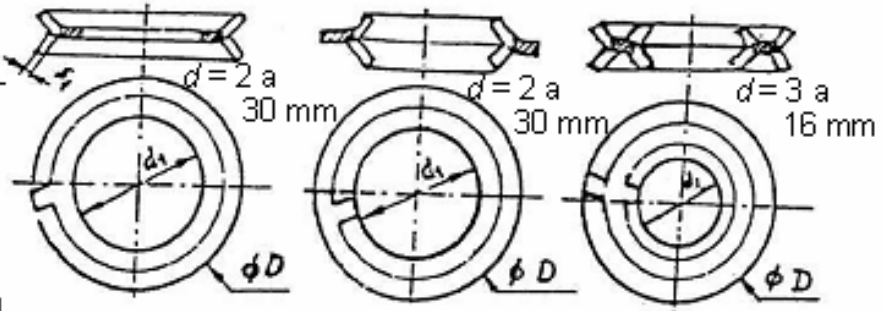
Anilhas de dentado duplo, para furos passantes largos.

**Anilhas DEF**

Anilhas cónicas de dentes exteriores, para parafusos de cabeça de embeber.

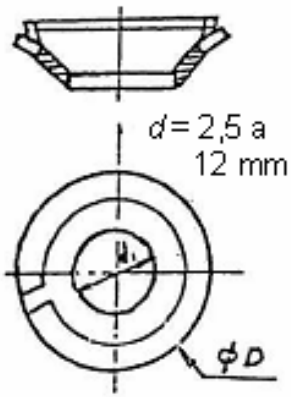
É necessário aumentar a profundidade do escariado.

**Anilha DEC** **Anilha DIC** **Anilha DD** NF E 27-626




| Diâmetro nominal (eso mm / W in) | $d_1$ (fino) | $D_{max}$ (h14) | $d_1$ H13 | $s_1$ | kg/1000 p |
|---|---|---|---|---|---|
| M 2 | 2.2 | 4.5 | 2.2 | 0.3 | 0.030 |
| M 2.3 | 2.5 | 5.0 | 2.5 | 0.4 | 0.040 |
| M 2.6 | 2.8 | 5.5 | 2.8 | 0.4 | 0.050 |
| M 3 | 3.2 | 6.0 | 3.2 | 0.4 | 0.060 |
| M 3.5 | 3.7 | 7.0 | 3.7 | 0.5 | 0.110 |
| M 4 | 4.3 | 8.0 | 4.3 | 0.5 | 0.140 |
| M 5 | 5.3 | 10.0 | 5.3 | 0.6 | 0.280 |
| M 6 | 6.4 | 11.0 | 6.4 | 0.7 | 0.360 |
| 1/4" | 1/4" | 11.0 | 6.7 | 0.7 | 0.350 |
| M 7 | 7.4 | 12.5 | 7.4 | 0.8 | 0.500 |
| M 8 | 8.4 | 15.0 | 8.4 | 0.8 | 0.800 |
| 5/16" | 5/16" | 15.0 | 8.1 | 0.8 | 0.810 |
| 3/8" | 3/8" | 17.0 | 9.8 | 0.9 | 1.150 |
| M 10 | 10.5 | 18.0 | 10.5 | 0.9 | 1.250 |
| M 12 | 12.5 | 20.5 | 12.5 | 1.0 | 1.700 |
| 1/2" | 1/2" | 22.0 | 13.2 | 1.0 | 2.100 |
| M 14 | 14.5 | 24.0 | 14.5 | 1.0 | 2.400 |
| 5/8" | 16.5 | 26.0 | 16.5 | 1.2 | 3.300 |
| M 16 | 19.0 | 30.0 | 19.0 | 1.4 | 5.00 |
| 3/4" | 3/4" | 32.0 | 20.0 | 1.4 | 5.50 |
| M 20 | 21.0 | 33.0 | 21.0 | 1.4 | 6.00 |
| M 22 | 23.0 | 36.0 | 23.0 | 1.5 | 7.50 |
| 7/8" | 25.0 | 36.0 | 25.0 | 1.5 | 8.00 |
| M 24 | 1" | 40.0 | 26.0 | 1.6 | 9.00 |
| M 27 | 28.0 | 44.0 | 28.0 | 1.6 | 12.00 |
| M 30 | 1 1/8" 31.0 | 48.0 | 31.0 | 1.6 | 14.00 |

**Anilha DEF**





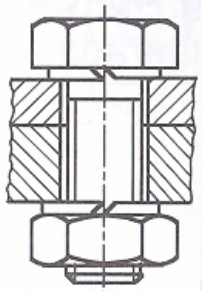

**Anilha DEF**

Exemplo de designação: Anilha DEF 8, NF E 27-627

# Anilhas

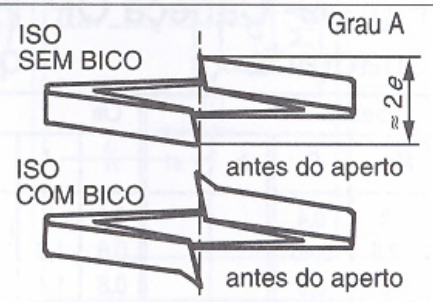
## ANILHA ELÁSTICA DE ESPIRA (ANILHAS W)

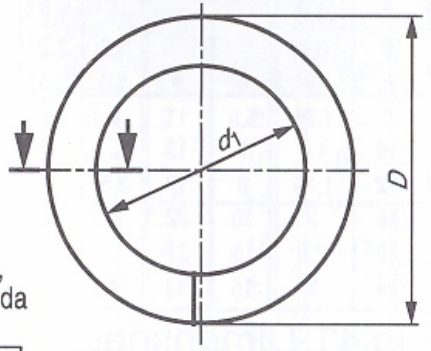
Ligação por parafuso H ISO 4017 M6 x18-8.8 e porca H ISO 4032 M6-8 com 2 anilhas W6



ANILHAS ELÁSTICAS
- Série média W (mais usada)
- Série reduzida $W_Z$
- Série forte $W_L$

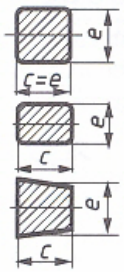
MATERIAL:
Aço de mola XC 60




Nos desenhos de conjunto de uma ligação por um parafuso Md, podem ser usados os valores da tabela:

| Md | D=Dz | e / c=cz | ez | DL | cL | eL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 5,2 | 1 | 0,6 | 6,2 | 1,5 | 1 |
| 4 | 7,3 | 1,5 | 1 | 8,3 | 2 | 1,2 |
| 5 | 8,3 | 1,5 | 1 | 10,3 | 2,5 | 1,5 |
| 6 | 10,4 | 2 | 1,2 | 12,4 | 3 | 1,8 |
| 7 | 11,4 | 2 | 1,2 | 13,1 | 3 | 1,8 |
| 8 | 13,4 | 2,5 | 1,5 | 5,4 | 3,5 | 2 |
| 10 | 16,5 | 3 | 1,8 | 18,5 | 4 | 2,5 |
| 12 | 20 | 3,5 | 2 | 23 | 5 | 3 |
| 14 | 23 | 4 | 2,5 | 25 | 5 | 3 |
| 16 | 25 | 4 | 2,5 | 29 | 6 | 3,5 |
| 20 | 31 | 5 | 3 | 33 | 7 | 4,5 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |



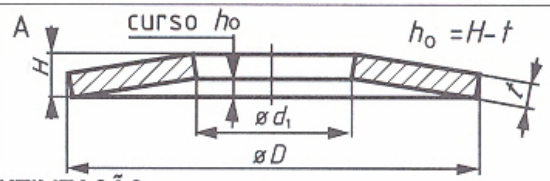

SÉRIE CORRENTE W ISO (NF E 25-515)

SÉRIE REDUZIDA WZ ISO (NF E 25-516)

SÉRIE FORTE WL ISO (NF E 25-517)

**DESIGNAÇÃO:**
Anilha W NF E 25-515, 10-XC60

## ANILHA ELÁSTICA CÓNICA (MOLA CÓNICA)



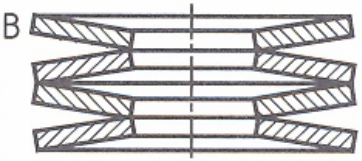

H é altura inicial da anilha antes do aperto

(usada com parafusos da classe de 8.8)

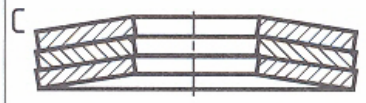
**UTILIZAÇÃO:**

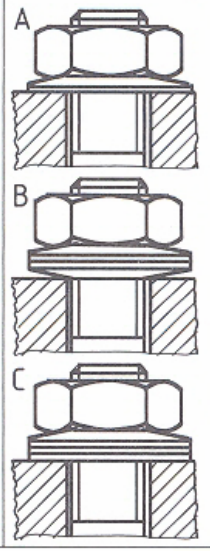
A- SIMPLES
com força de compressão F
e deformação total $h_o$

B- EM SÉRIE:
Força total: $F_t = F$
Deformação total: $h_t = s \times h_o$
Ex.: $s$ = 4 elementos
$F_t = F$ $h_t = 4h_o$




C- EM PARALELO:
Força total: $F_t = p \times F$
Deformação total: $h_t = h_o$




**CURSO E FORÇA:**
O curso total (a anilha ficaria plana), é $h_o = H - t$
O curso máximo admissível 0,75 $h_o$ é produzido pela força ≈ $F_t$ (dada na tabela em newtons N).
(Ex.: a anilha para M8 com $F$ = 1010N tem a deformação 0,75x(1,25-0,9) = 0,26 mm)

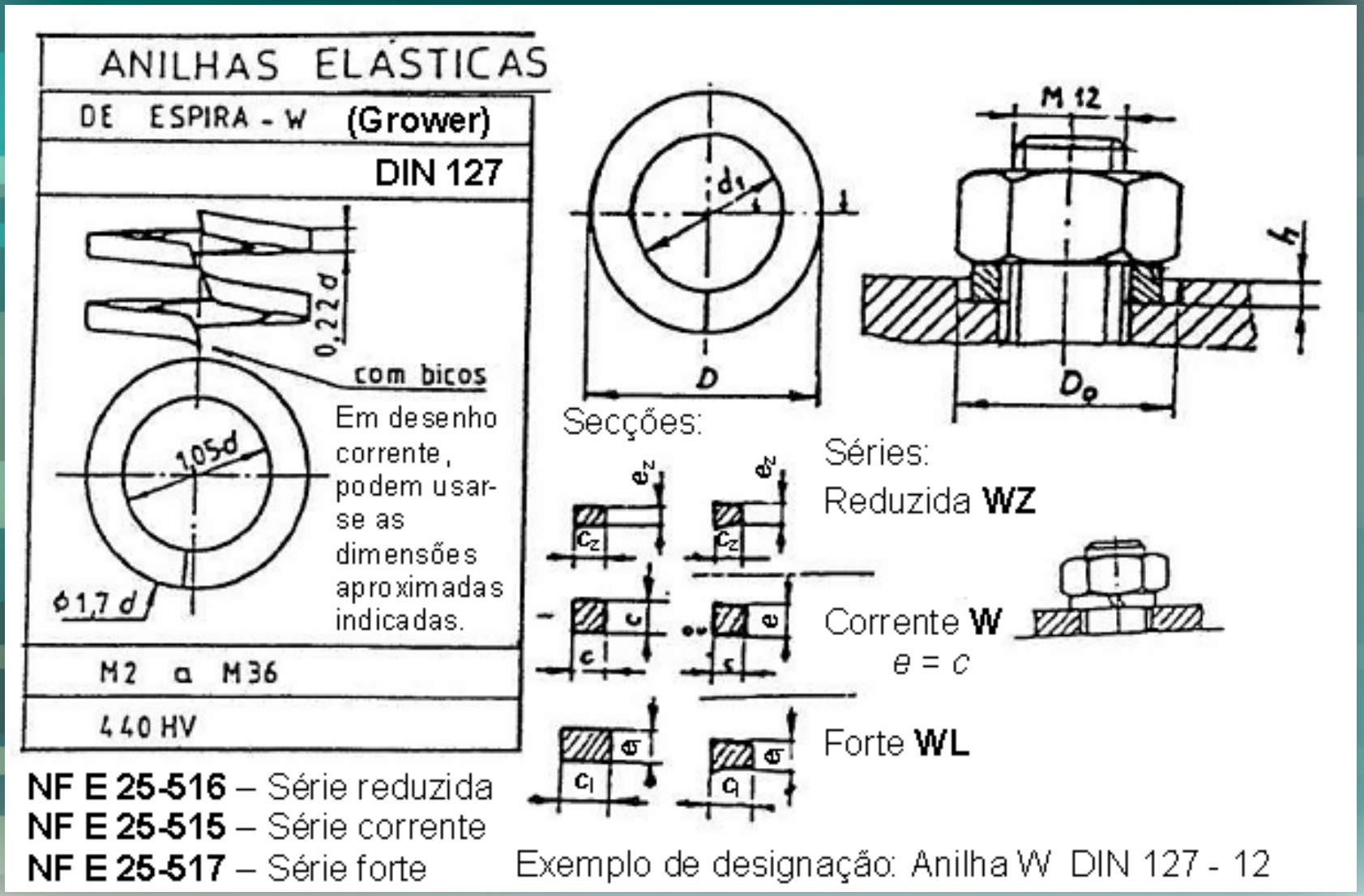
**MATERIAL:**
Aços de uso corrente
$R_e \geq$ MPa
Aços especiais
Aço de alta têmpera
Bronzes
dureza máx. 48 HRC

**DESIGNAÇÃO:**
Anilha elástica cónica DIN 2093

| Md | d1 | D | t | H | Ft |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 3,2 | 8 | 0,3 | 0,55 | 104 |
| 4 | 4,2 | 8 | 0.4 | 0,6 | 210 |
| 5 | 5,2 | 10 | 0,5 | 0,75 | 326 |
| 6 | 6,2 | 12,5 | 0,7 | 1,0 | 657 |
| 7 | 7,2 | 14 | 0,8 | 1,1 | 795 |
| 8 | 8,2 | 16 | 0,9 | 1,25 | 1010 |
| 10 | 10,2 | 20 | 1,1 | 1,55 | 1520 |
| 12 | 12,2 | 25 | 1,5 | 2,05 | 2020 |
| 14 | 14,2 | 28 | 1,5 | 2,15 | 2840 |
| 16 | 16,3 | 31,5 | 1,75 | 2,45 | 3900 |
| 20 | 20,4 | 40 | 2,25 | 3,15 | 6490 |

Anilhas de dentes, elásticas de espira e cónicas (em desenhos de conjunto)

# Anilhas


ANILHAS ELÁSTICAS
DE ESPIRA - W (Grower)
DIN 127
0,22 d
com bicos
1,05d
ϕ1,7 d
Em desenho corrente, podem usar-se as dimensões aproximadas indicadas.
M2 a M36
440 HV
d1
D
M 12
h
D0
Secções:
Séries:
Reduzida WZ
Corrente W
e = c
Forte WL
NF E 25-516 – Série reduzida
NF E 25-515 – Série corrente
NF E 25-517 – Série forte
Exemplo de designação: Anilha W DIN 127 - 12

# Anilhas




**NF E 25-516** – Série reduzida
**NF E 25-515** – Série corrente
**NF E 25-517** – Série forte

| | | Para pequenos esforços | | | | | | Para grandes esforços | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DIÂMETRO | d1 | Série corrente W | | | Série reduzida WZ | | | Série forte WL | | | REBAIXO | |
| NOMINAL | H15 | *D* | *c* | *e* | *Dz* | *cz* | *ez* | *DL* | *cl* | *el* | *Do* | *h* |
| 3 | 3.2 | 5.2 | 1 | 1 | 5.2 | 1 | 0.6 | 6.2 | 1.5 | 1 | 6.5 | |
| (3.5) | 3.7 | 5.7 | 1 | 1 | 5.7 | 1 | 0.6 | 6.7 | 1.5 | 1 | | |
| 4 | 4.3 | 7.3 | 1.5 | 1.5 | 7.3 | 1.5 | 1 | 8.3 | 2 | 1.2 | 8 | |
| 5 | 5.3 | 8.3 | 1.5 | 1.5 | 8.3 | 1.5 | 1 | 10.3 | 2.5 | 1.5 | 10 | |
| 6 | 6.4 | 10.4 | 2 | 2 | 10.4 | 2 | 1.2 | 12.4 | 3 | 1.8 | 12 | 1.5 |
| (7) | 7.4 | 11.4 | 2 | 2 | 11.4 | 2 | 1.2 | 13.4 | 3 | 1.8 | 14 | 1.5 |
| 8 | 8.4 | 13.4 | 2.5 | 2.5 | 13.4 | 2.5 | 1.5 | 15.4 | 3.5 | 2 | 16 | 1.5 |
| (9) | 9.4 | 14.4 | 2.5 | 2.5 | 14.4 | 2.5 | 1.5 | 17.4 | 4 | 2.5 | 18 | 2 |
| 10 | 10.5 | 16.5 | 3 | 3 | 16.5 | 3 | 1.8 | 18.5 | 4 | 2.5 | 20 | 2 |
| 12 | 13 | 20 | 3.5 | 3.5 | 20 | 3.5 | 2 | 23 | 5 | 3 | 23 | 2.5 |
| 14 | 15 | 23 | 4 | 4 | 23 | 4 | 2.5 | 25 | 5 | 3 | 25 | 3 |
| 16 | 17 | 25 | 4 | 4 | 25 | 4 | 2.5 | 29 | 6 | 3.5 | 28 | 3 |
| 18 | 19 | 29 | 5 | 5 | 29 | 5 | 3 | 31 | 6 | 3.5 | 32 | 4 |
| 20 | 21 | 31 | 5 | 5 | 31 | 5 | 3 | 33 | 7 | 4.5 | 35 | 4 |
| 22 | 23 | 33 | 5 | 5 | 33 | 5 | 3 | 37 | 7 | 4.5 | 37 | 4 |
| 24 | 25 | 37 | 6 | 6 | 37 | 6 | 3.5 | 39 | 7 | 4.5 | 41 | 4 |
| 27 | 28 | 40 | 6 | 6 | 40 | 6 | 3.5 | | | | 45 | 4 |
| 30 | 31 | 45 | 7 | 7 | 45 | 7 | 4.5 | | | | 50 | 5 |
| 33 | 34 | 48 | 7 | 7 | 48 | 7 | | | | | 55 | 5 |
| 36 | 37 | 53 | 8 | 8 | 53 | 8 | | | | | 60 | 6 |
| 39 | 40 | 56 | 8 | 8 | 56 | 8 | | | | | 65 | 6 |
| 42 | 43 | 61 | 9 | 9 | 61 | 9 | | | | | | |
| 45 | 46 | 64 | 9 | 9 | 64 | 9 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 82 | 110 | 14 | 14 | 110 | 14 | | | | | | |

Anilhas elásticas de espira

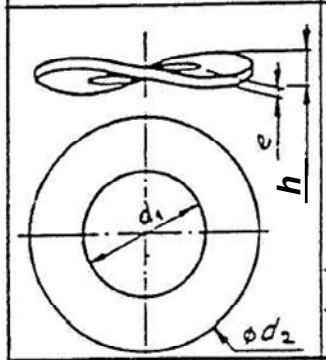
As anilhas elásticas de espira **W** são mais eficientes do que as anilhas dentadas, mas têm uma espessura maior.

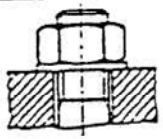
# Anilhas

## ANILHAS ELÁSTICAS ONDULADAS

ONDULADA

NP ISO



DIN 137; NF E 27-620

Anilhas com actuação idêntica à das anilhas de mola cónica, mas com resultados mais modestos.

| ROSCA | M2 a M24 |
|---|---|
| CLASSE | 440 HV 520 HV |

| Diam. Parafuso M d D nominal | $d_1$ H14 | $d_2$ js15 | e nom. | e tol. | h max. | h min. | altura d'utilisação média hj (1) | Força aproxim. para hj F (2) emN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 2,2 | 4,5 | 0,3 | ± 0,02 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 40 |
| 2,5 | 2,7 | 5 | 0,3 | – | 1,0 | 0,7 | 0,45 | 50 |
| 3 | 3,2 | 6 | 0,4 | ± 0,03 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 70 |
| (3,5) | 3,7 | 6,5 | 0,5 | – | 1,4 | 0,9 | 0,7 | 120 |
| 4 | 4,3 | 9 | 0,5 | – | 1,5 | 1,0 | 0,75 | 90 |
| 5 | 5,3 | 10 | 0,5 | – | 1,7 | 1,2 | 0,85 | 90 |
| 6 | 6,4 | 12 | 0,5 | – | 2,0 | 1,3 | 0,9 | 80 |
| (7) | 7,4 | 14 | 0,8 | – | 2,4 | 1,5 | 1,15 | 200 |
| 8 | 8,4 | 17 | 0,8 | – | 2,8 | 1,7 | 1,25 | 200 |
| 10 | 10,5 | 21 | 1,0 | ± 0,04 | 3,4 | 2,1 | 1,5 | 300 |
| 12 | 13 | 24 | 1,2 | – | 3,8 | 2,5 | 1,8 | 400 |
| (14) | 15 | 28 | 1,5 | ± 0,05 | 4,4 | 3,0 | 2,2 | 650 |
| 16 | 17 | 30 | 1,5 | – | 4,8 | 3,2 | 2,3 | 650 |
| (18) | 19 | 34 | 1,5 | – | 5,4 | 3,3 | 2,4 | 550 |
| 20 | 21 | 36 | 1,6 | – | 5,6 | 3,7 | 2,6 | 650 |
| (22) | 23 | 40 | 1,8 | – | 6,0 | 3,9 | 2,8 | 700 |
| 24 | 25 | 44 | 1,8 | – | 6,4 | 4,1 | 2,9 | 650 |

Exemplo de designação:

Anilha elástica ondulada, de 2 ondas NF E 27-620 – 10 – 440 HV

# Ligações com Peças Roscadas

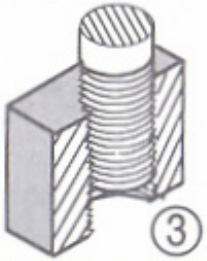
## LIGAÇÕES POR PARAFUSOS

**FUROS PASSANTES:**

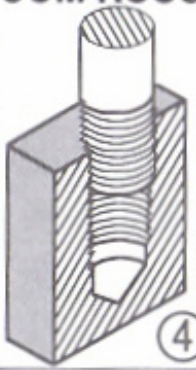
LISO




ROSCADO

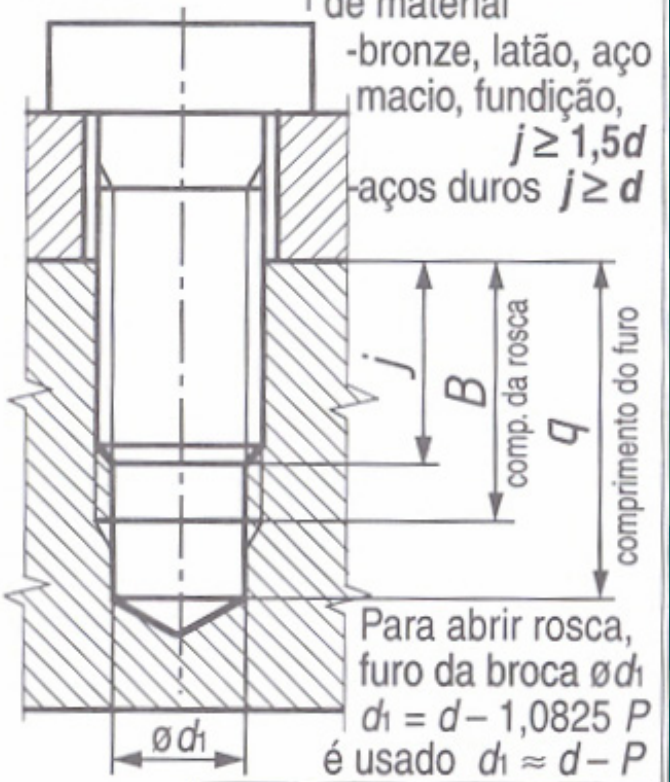



**FURO CEGO COM ROSCA**




FURO CEGO ROSCADO E PARAFUSO

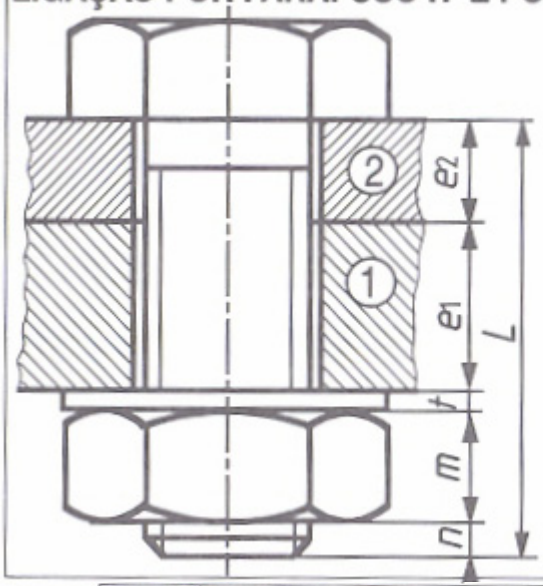
**Implantação *j***
da rosca nas peças de material
-bronze, latão, aço macio, fundição, $j \geq 1{,}5d$
-aços duros $j \geq d$




Para abrir rosca, furo da broca ø$d_1$
$d_1 = d - 1{,}0825\ P$
é usado $d_1 \approx d - P$

Comprimentos: -do furo
$q \geq j + 10P \quad (\approx j + 1{,}5d)$
-da rosca Md
$B \geq j + 4P \quad (\approx j + 0{,}7d)$

## LIGAÇÃO POR PARAFUSO H E PORCA H



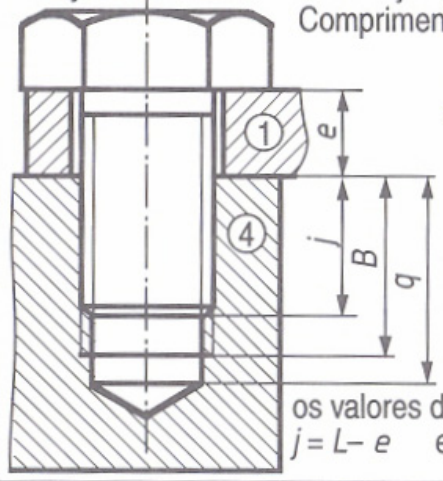

Comprimento do parafuso Md

$L \geq e_1 + e_2 + t + m + n$

O saliente $n$ deve ser $n \geq 2P$

Tomar para $L$ um comprimento de entre os valores normais da tabela que seja próximo.

## LIGAÇÃO POR PARAFUSO E PEÇA ROSCADA



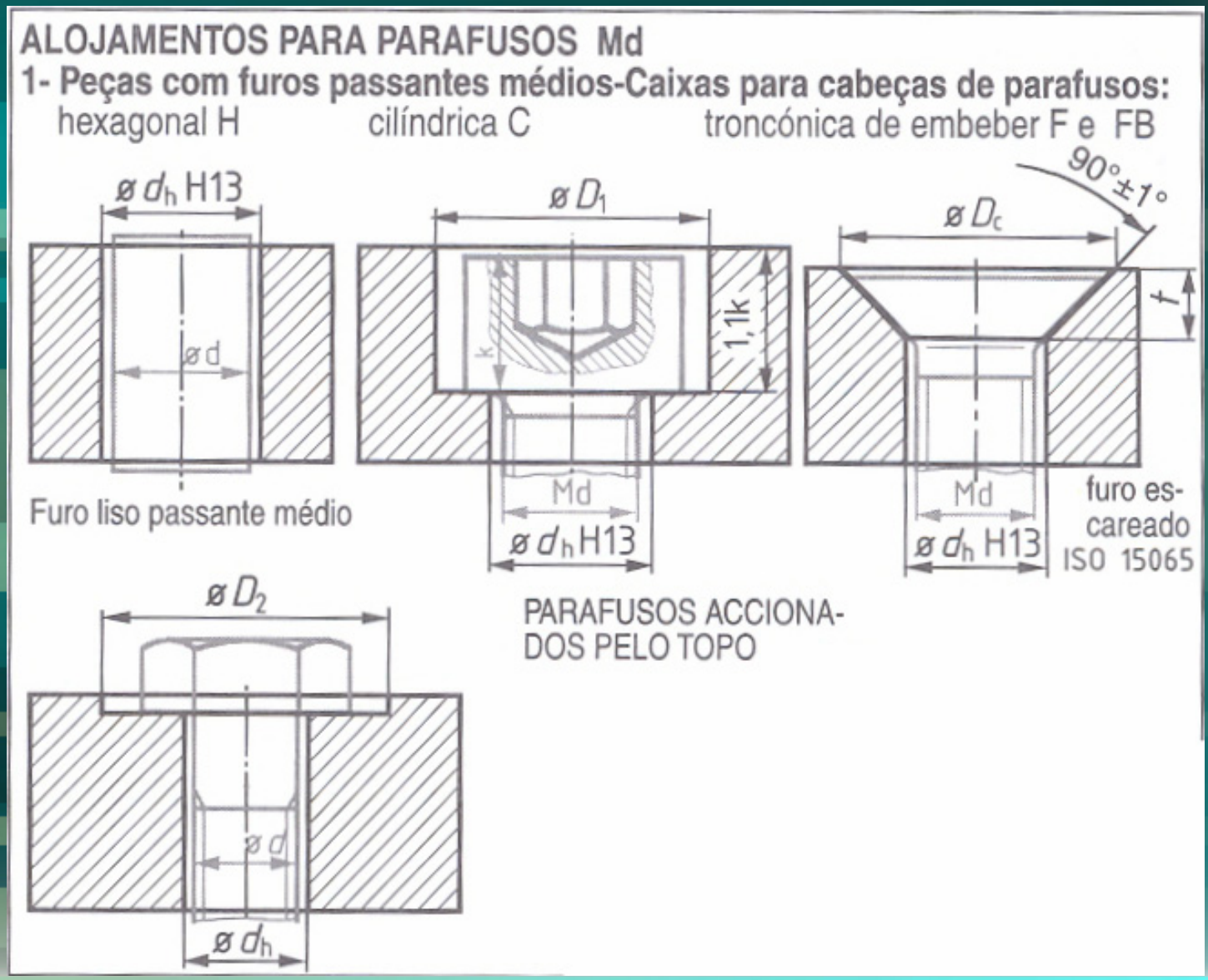

Comprimento do parafuso Md

$L \geq e + j$

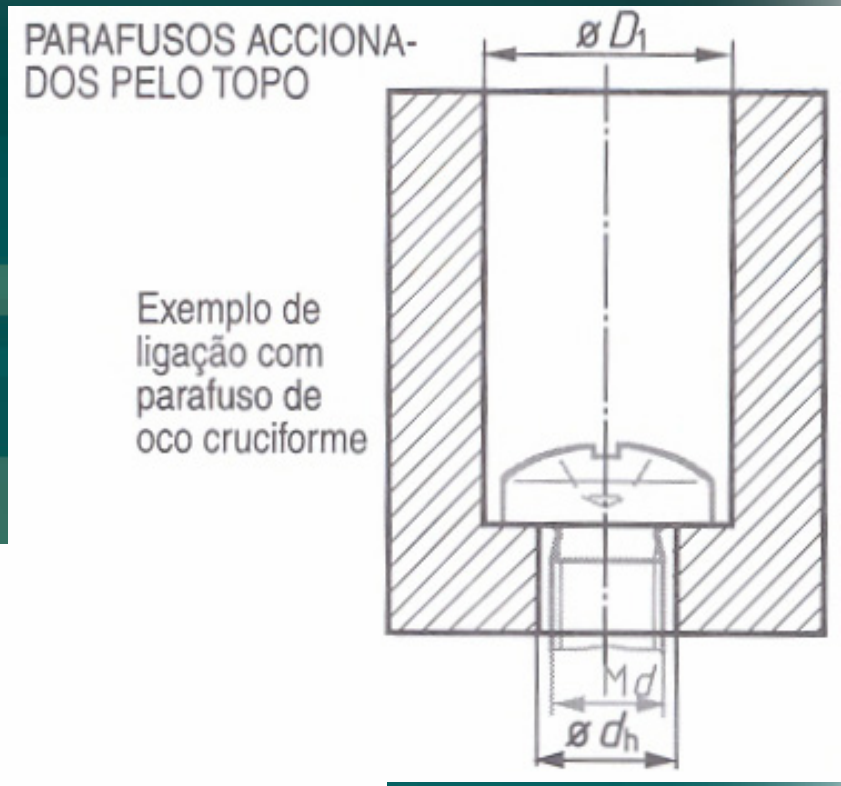
com 1 em metal duro- $j \geq d$
macio- $j \geq 1{,}5d$

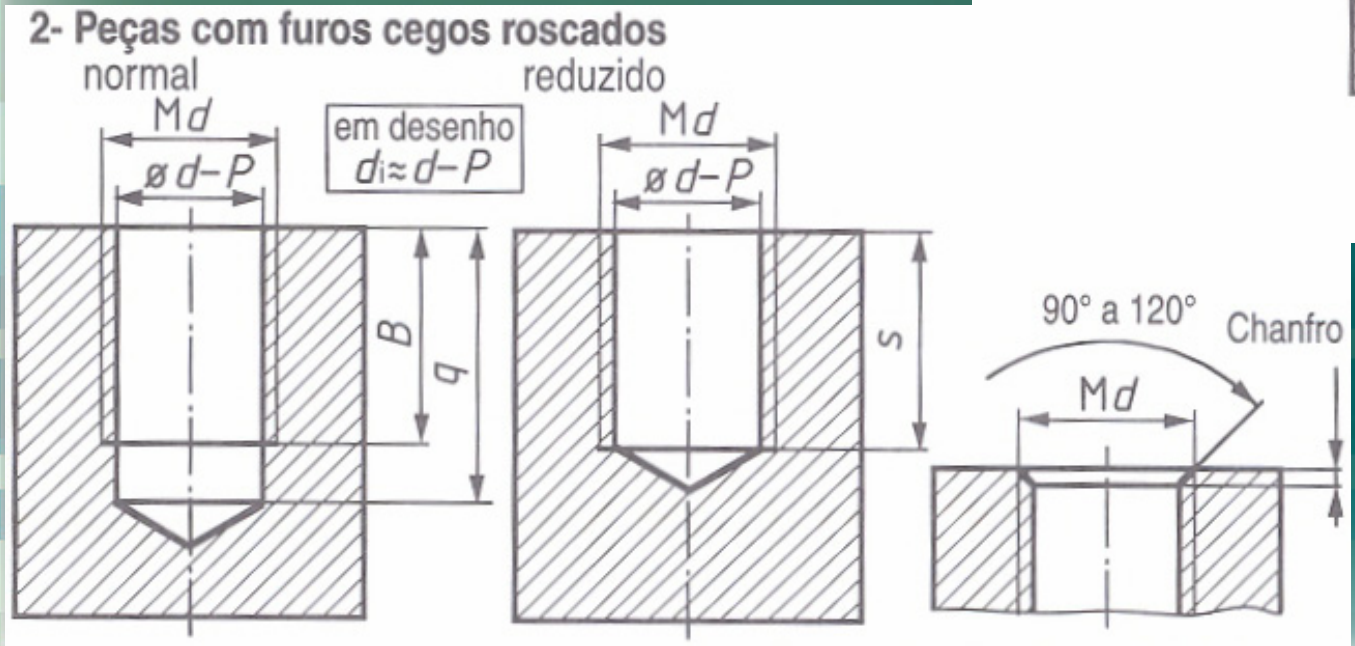
Tomar para $L$, o comprimento normal mais próximo.
Estabelecido $L$ são determinados os valores de $j$, $B$, $q$ efectivos:
$j = L - e$ e também $p$ $B$ $q$.

# Ligações com Peças Roscadas

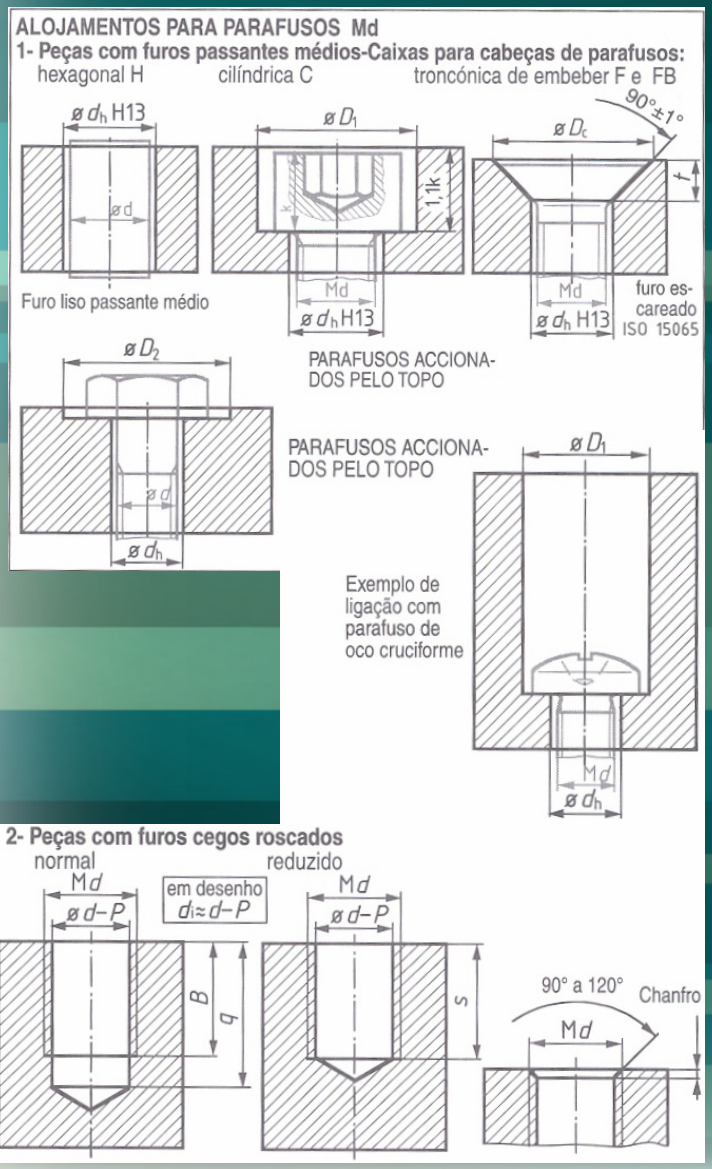


# Ligações com Peças Roscadas



# Ligações com Peças Roscadas

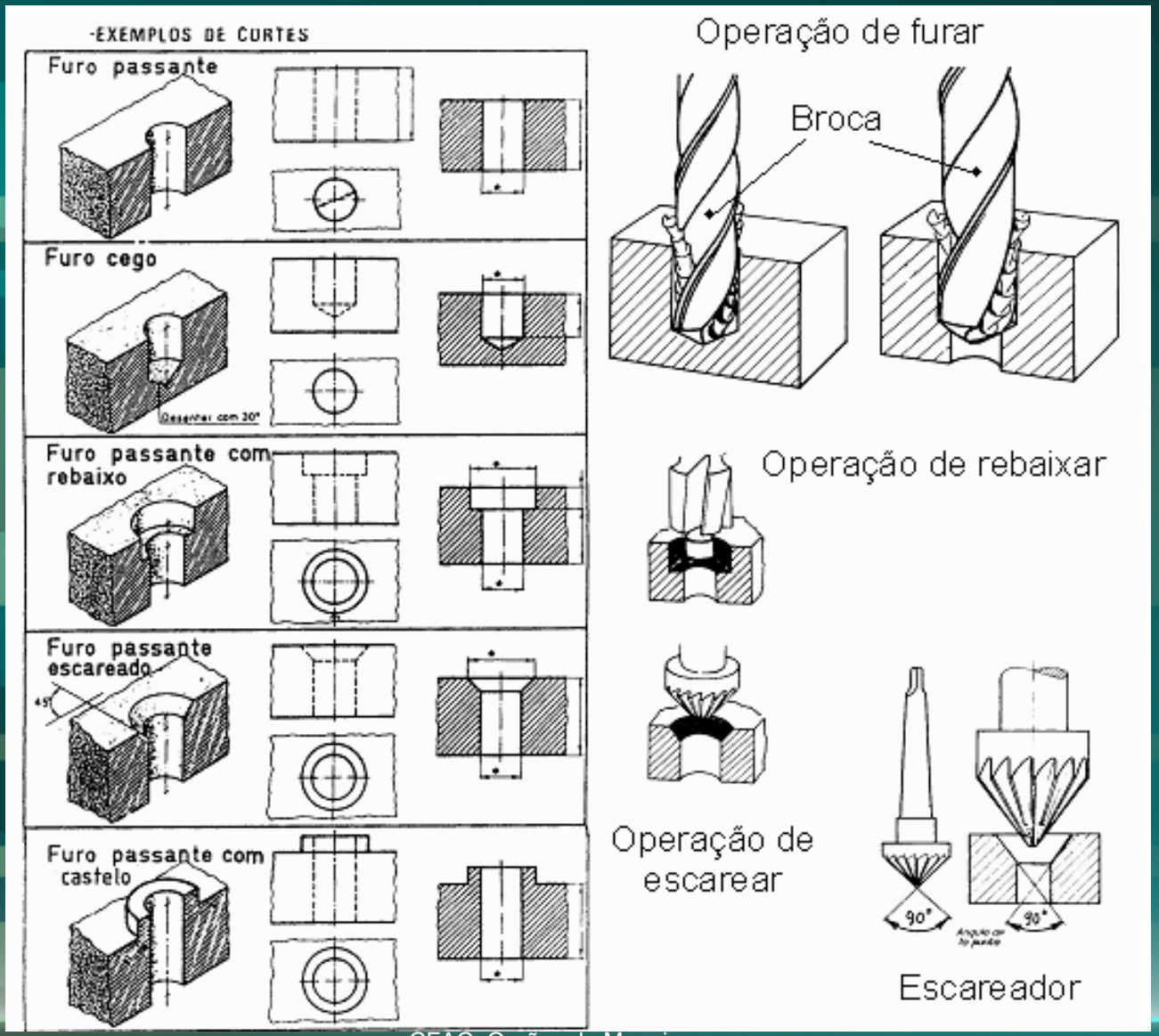



Nas ligações com peças roscadas em representação ortográfica, faz-se:
1º-Cálculo do comprimento teórico do parafuso ou do corpo do perno;
2º-Toma-se para comprimento real, um valor da tabela de comprimentos normais; e são corrigidos os valores de *j* e *n* usados inicialmente.

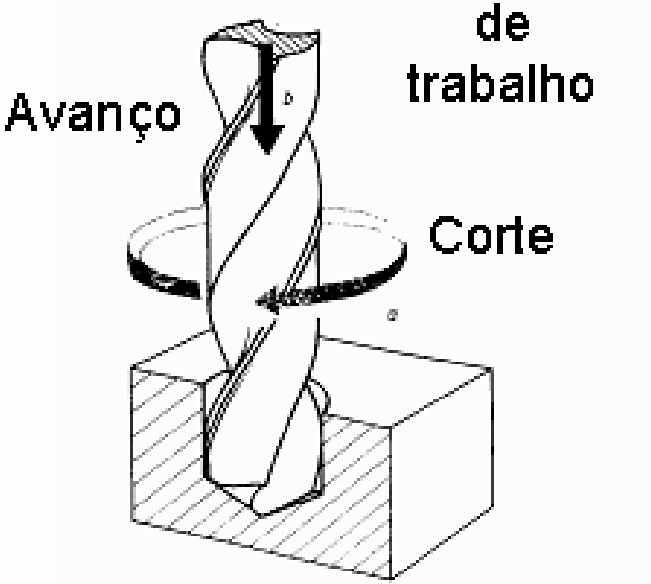
| ROSCA | | FURO ISO 273 *dh* | | | CAIXAS | | | | FUROS CEGOS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | passo | fino | médio | largo | | | ISO 15065 | | normal | | reduzido |
| Md | *P* | H12 | H13 | H14 | $D_1$ | $D_2$ | $D_c$ | $t \approx$ | *B* | *q* | *s* |
| 1,6 | 0,35 | | 1,8 | | | | 3,6 | 0,95 | | | |
| 2 | 0,4 | | 2,4 | | | | 4,4 | 1,05 | | | |
| 2,5 | 0,45 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 7 | 12 | 5,5 | 1,35 | *j*+ 1,5 | *j*+ 4,5 | *j*+ 1,5 |
| 3 | 0,5 | 3,2 | 3,4 | 3,6 | 8 | 12 | 6,3 | 1,,55 | *j*+ 2 | *j*+ 5 | *j*+ 2 |
| 4 | 0,7 | 4,3 | 4,5 | 4,8 | 10 | 14 | 9,4 | 2,55 | *j*+2.5 | *j*+ 6 | *j*+ 2.5 |
| 5 | 0,8 | 5,3 | 5,5 | 5,8 | 11 | 16 | 10,4 | 2,58 | *j*+3 | *j*+ 8 | *j*+ 3 |
| 6 | 1 | 6,4 | 6,6 | 7 | 13 | 20 | 12,6 | 3,13 | *j*+4 | *j*+ 10 | *j* +3,5 |
| 8 | 1,25 | 8,4 | 9 | 10 | 18 | 24 | 17,3 | 4,28 | *j*+ 5 | *j*+ 12 | *j*+ 4 |
| 10 | 1,5 | 10,5 | 11 | 12 | 20 | 30 | 20 | 4,65 | *j*+6 | *j*+ 14 | *j*+ 4,5 |
| 12 | 1,75 | 13 | 14 | 15 | 22 | 34 | | | *j*+7 | *j*+ 16 | *j*+ 5 |
| 14 | 2 | 15 | 16 | 17 | 26 | 38 | | | *j*+8 | *j*+ 18 | *j*+ 6 |
| 16 | 2 | 17 | 18 | 19 | 30 | 42 | | | *j*+ 8 | *j*+ 20 | *j*+ 6 |
| 18 | 2,5 | 19 | 20 | 21 | 33 | 45 | | | *j*+10 | *j*+ 22 | *j*+ 7 |
| 20 | 2,5 | 21 | 22 | 24 | 36 | 48 | | | *j*+10 | *j*+ 25 | *j*+ 7,5 |
| 22 | 2,5 | 23 | 24 | 26 | 39 | 50 | | | *j*+10 | *j*+ 25 | *j*+ 7,5 |
| 24 | 3 | 25 | 26 | 28 | 42 | 55 | | | *j*+ 12 | *j*+ 25 | *j*+ 8,5 |
| 27 | 3 | 28 | 30 | 32 | 47 | 60 | | | *j*+12 | *j* + 27 | *j*+ 9 |
| 30 | 3,5 | 31 | 33 | 35 | 53 | 65 | | | *j*+ 14 | *j*+ 30 | *j*+ 10 |
| 33 | 3,5 | 34 | 36 | 38 | 58 | 70 | | | *j*+ 14 | *j*+ 33 | *j*+ 11 |
| 36 | 4 | 37 | 39 | 42 | 63 | 75 | | | *j*+ 16 | *j*+ 36 | *j*+ 11 |

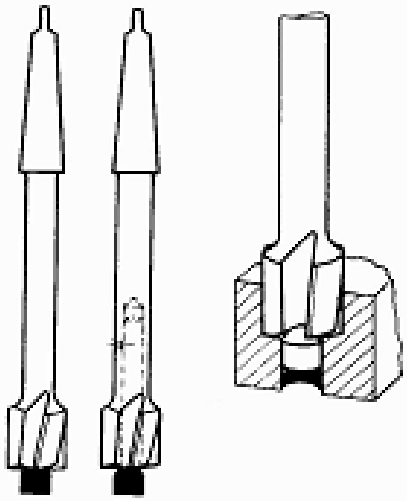
Furos para alojamento de parafusos

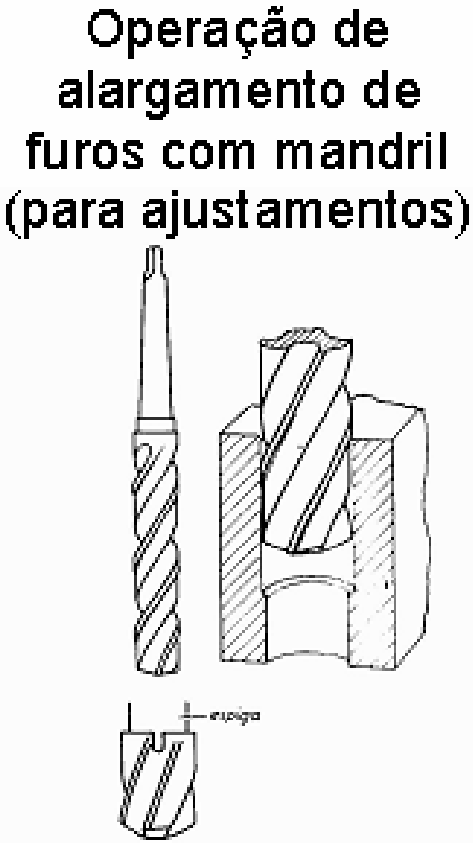
# Produção de furos passantes, caixas e escareados



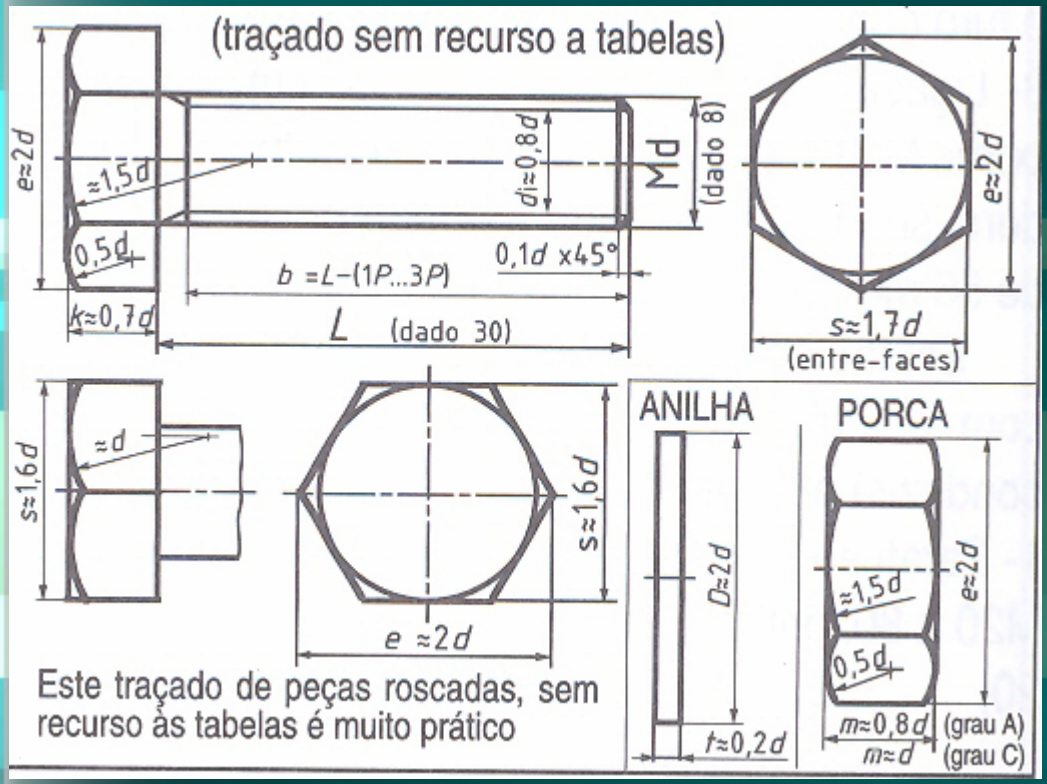
# Produção de furos passantes, caixas e escareados

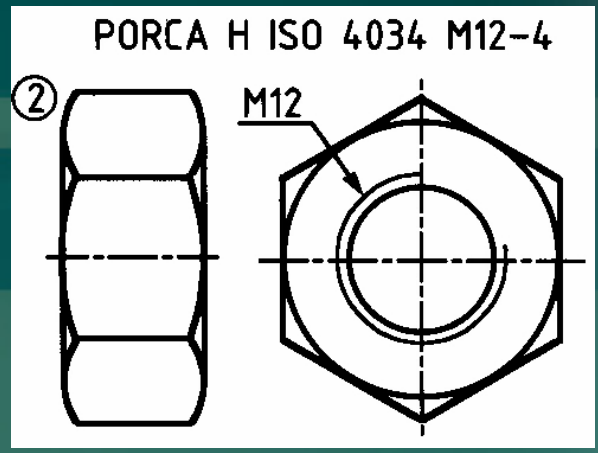


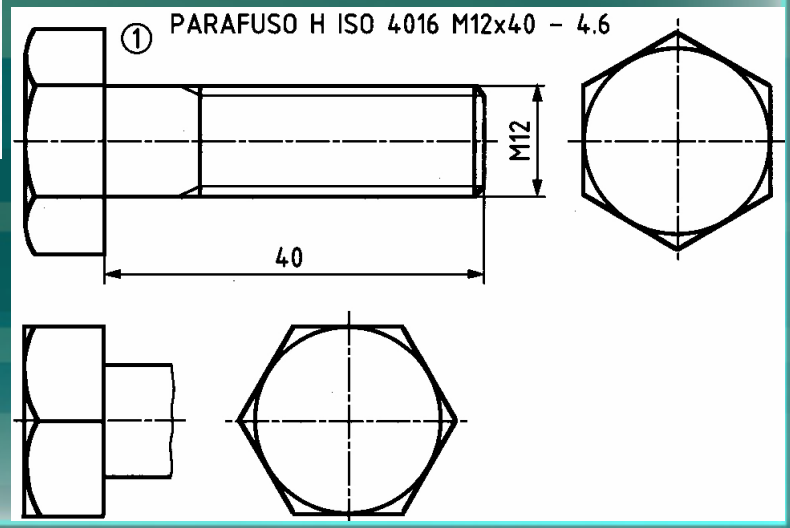



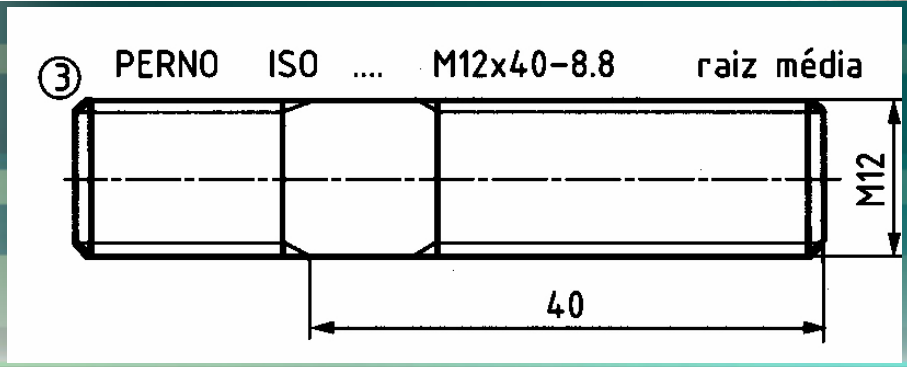



# Peças Roscadas: Exemplos de Representação

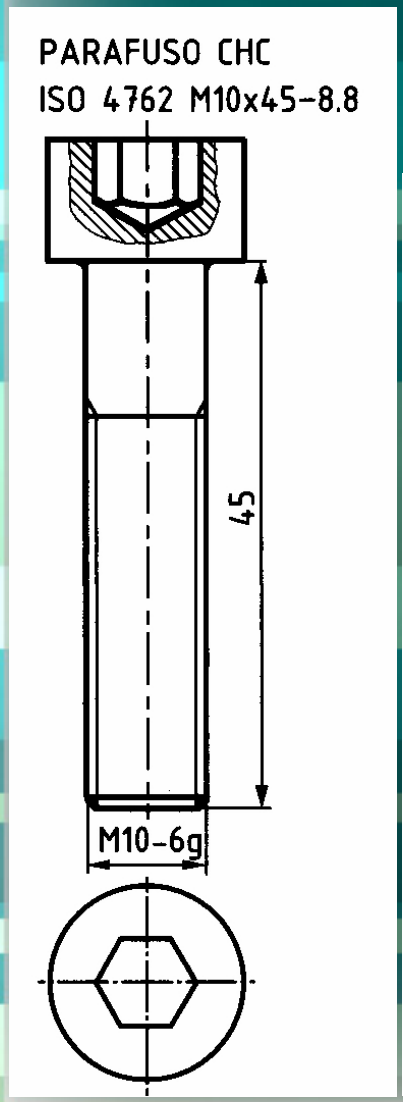


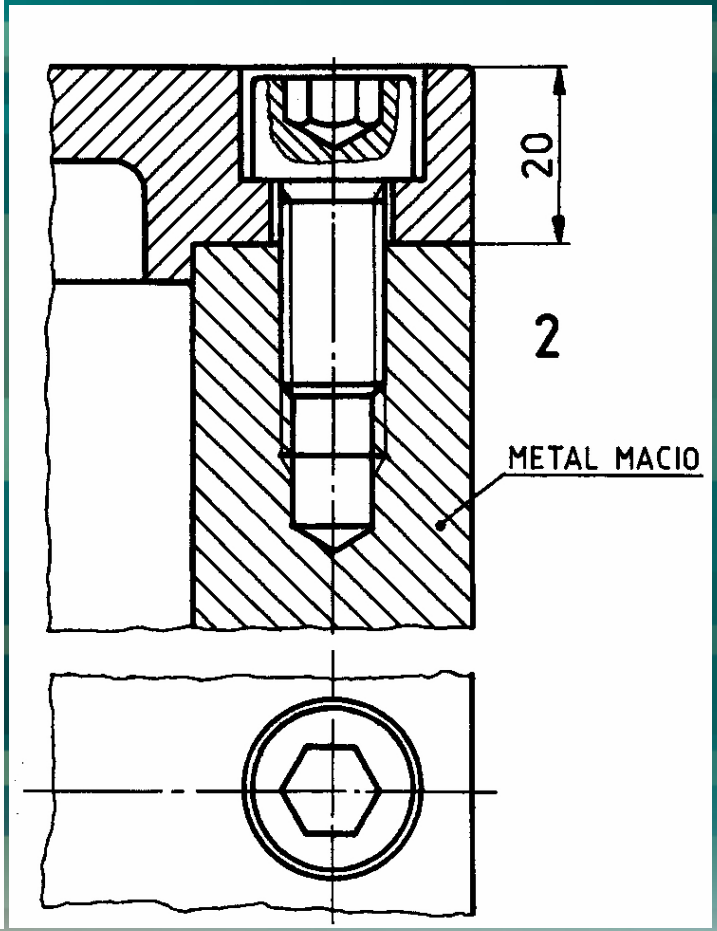



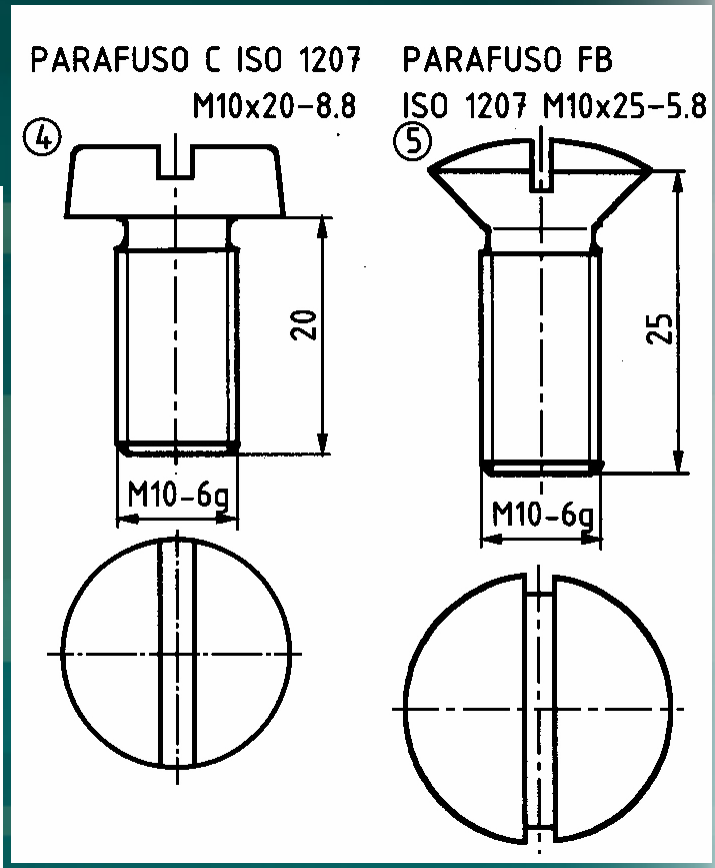



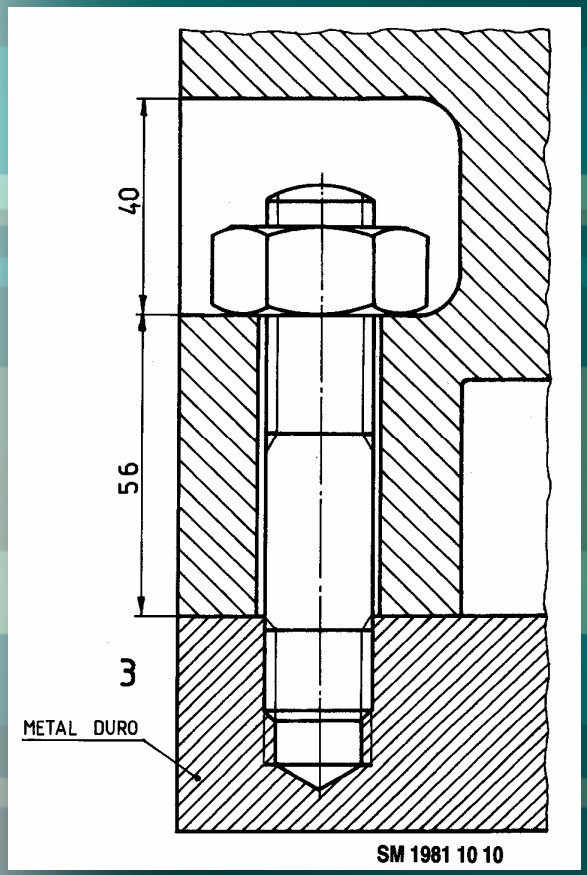
# Peças Roscadas: Exemplos de Representação

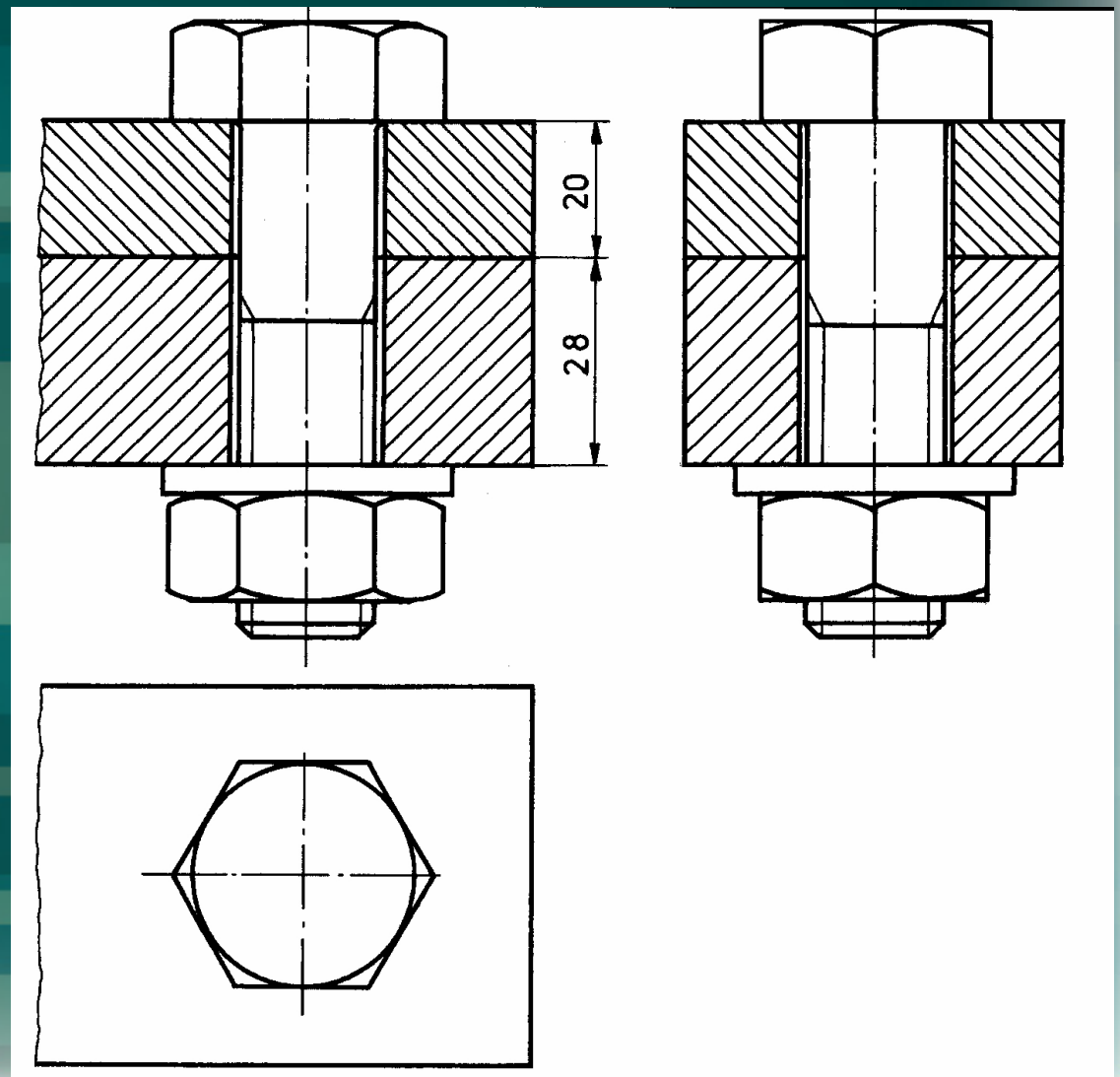


# Peças Roscadas: Exemplos de Representação

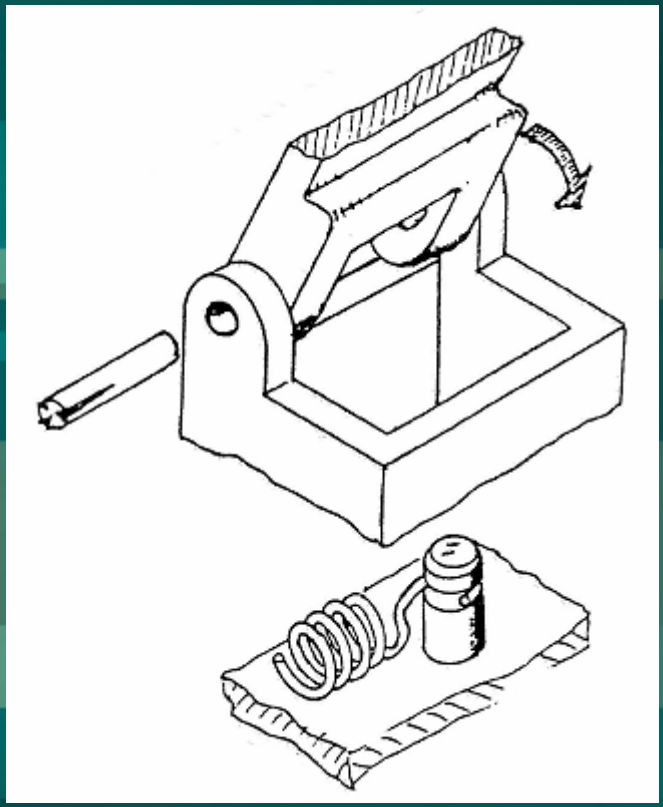


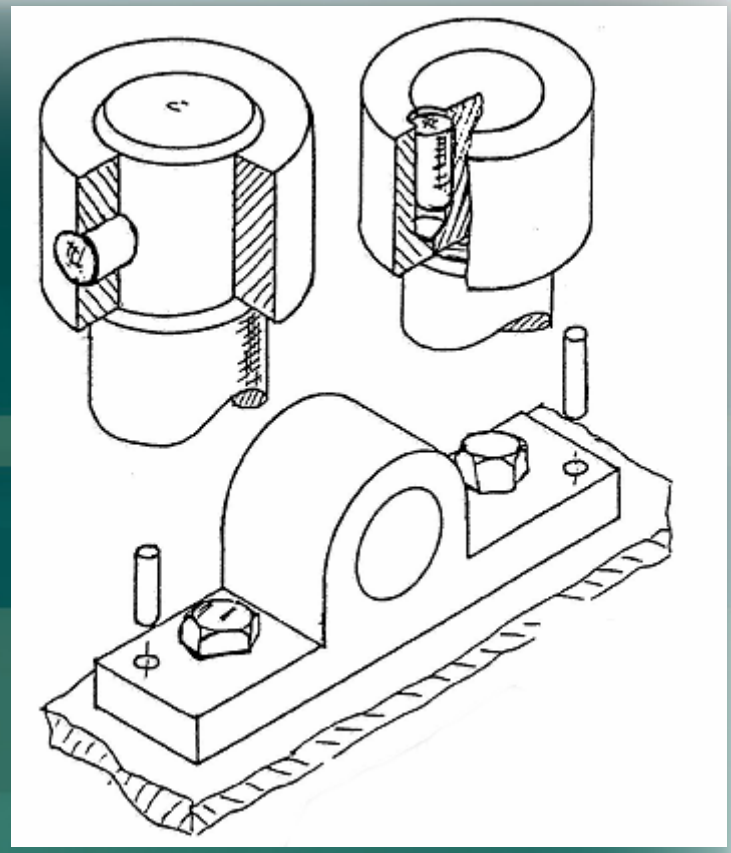



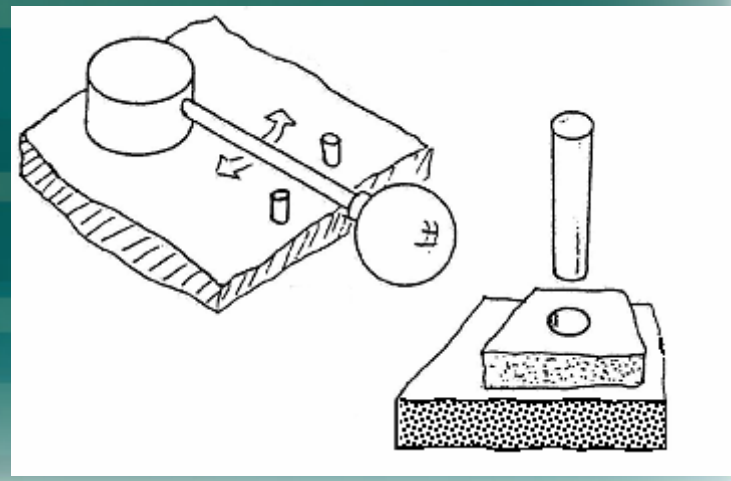
# Ligações com Pinos

- **Pino (cavilha ou passador)**: pequena peça metálica, em geral, de secção circular.
- As **ligações por pinos são desmontáveis e muito simples**. Não podem ser usados em ligações sujeitas a esforços elevados.
- Um pino pode ser **utilizado como elemento de**:
  - **Fixação** (resistente à torção e ao corte) de uma peça;.
  - **Posicionamento** de uma peça relativamente a outra;
  - **Articulação** usando cavilhas de articulação para pistões, etc;
  - **Suspensão** de barras, discos e rolos;
  - **Fixação** de molas;
  - **Limitação de forças** aplicadas, caso de pinos fracturáveis;
  - **Segurança**, para evitar o desaparafusamento espontâneo de parafusos e porcas;
  - **Centragem** pela utilização de pinos cónicos;
  - **Limitação de cursos; ...**

# Ligações com Pinos



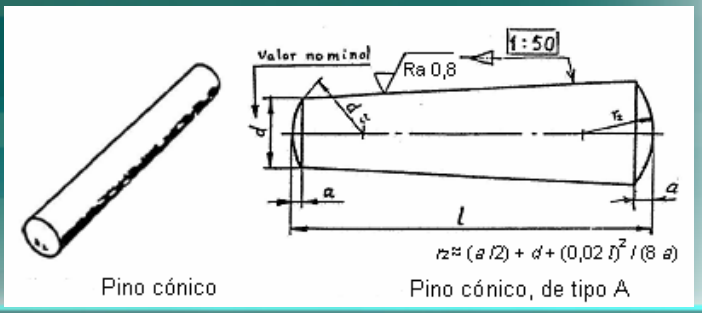




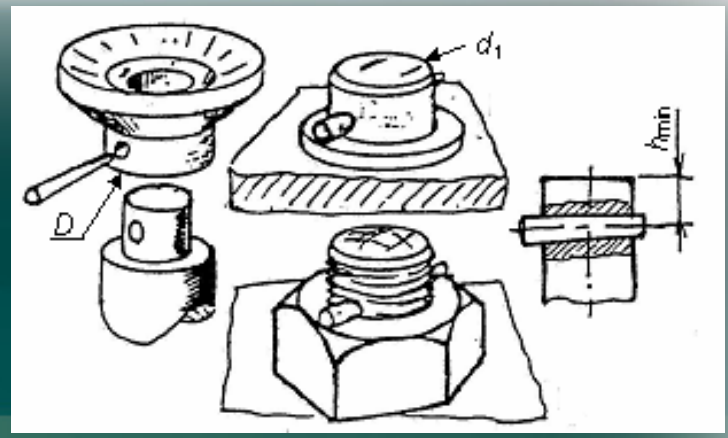
Os **materiais dos pinos são mais resistentes do que os das peças a ligar**.
Em geral, as **superfícies laterais** dos pinos **são cilíndricas ou cónicas**.
Quando sujeitos a vibrações, os pinos deverão ser imobilizados.

# Ligações com Pinos

- Pinos Cónicos:
  - Norma: ISO 2339: 1986 – Taper pins, unhardened
  - Forma e material:
    Peça metálica com forma de um cone alongado, de **conicidade *C* = 1:50** e topos boleados.
    O **valor nominal do pino** é o seu diâmetro menor ***d*** (c/ tolerância **h10** ou **a11**, c11 e f8 p/ encomenda).
    **Material**: aço de corte fácil, com durezas entre 125 e 245 HV, indicado por **St.**
    Tipos de acabamento de superfície:
    - **Tipo A** (rectificados): rugosidade **Ra = 0,8 µm**
    - **Tipo B** (torneados): rugosidade **Ra = 3,2 µm**



# Ligações com Pinos




- Pinos Cónicos:
  - Aplicações:
    - **Fixação**

      A ligação, em rotação e em translação, de um cubo de roda (ou de um anel) com um veio.

      Observação:

      O furo deve ser aberto com as duas peças montadas, usando uma broca com um diâmetro = *d* do pino (c/ toler. H13, p/ d ≤ 1,2 e H14, p/ d > 1,2). O furo deve ser acabado com um mandril cónico com as duas peças montadas.

      **Sendo $d_1$ o diâmetro do veio, devem usar-se pinos com diâmetros: $d = d_1 / 3{,}3$ a $d_1 / 5$.**

      O pino fica ligado por atrito. Trata-se de uma **ligação que pode ser desmontada, mas não c/ muita frequência**.

      **Diâmetro exterior *D* de um cubo ligado c/ o veio, sob torção:**

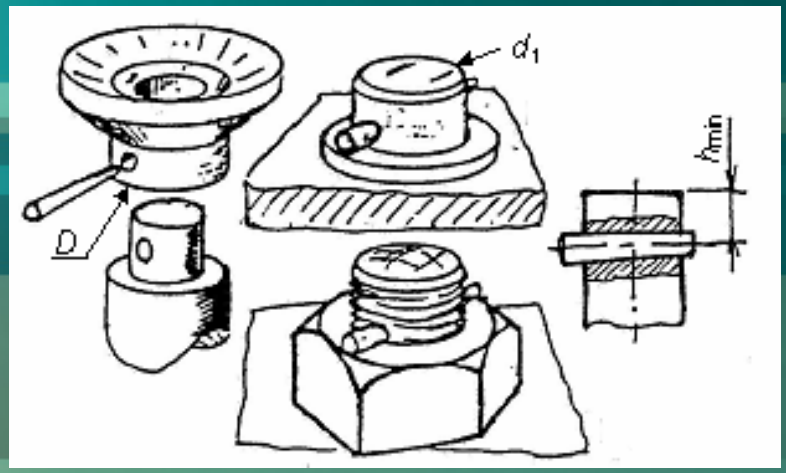
      **- $D = 2\ d_1$, c/ cubo de aço (St) ou aço vazado;**

      **- $D = 2{,}5\ d_1$, c/ cubo de ferro fundido cinzento.**

    - **Limitação de movimento**

# Ligações com Pinos

- Pinos Cónicos:




Pinos cónicos, não temperados

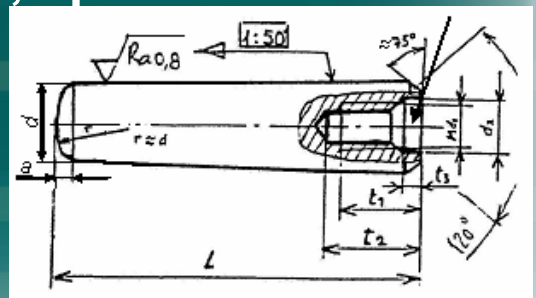
| Nominal $d$ (h10) | $a \approx$ | $l$ (≈ js15) de | a | Veio $d_1$ > | até | $h_{min}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **0,6** | 0,08 | 4 | 8 | | 2 | |
| **0,8** | 0,1 | 5 | 12 | 2 | 3 | 1,6 |
| **1** | 0,12 | 6 | 16 | 3 | 4 | 2,2 |
| **1,2** | 0,16 | 6 | 20 | 4 | 5 | 2,9 |
| **1,5** | 0,2 | 8 | 24 | 5 | 6 | 3,2 |
| **2** | 0,25 | 10 | 35 | 6 | 8 | 3,5 |
| **2,5** | 0,3 | 10 | 35 | 8 | 9 | 4 |
| **3** | 0,4 | 12 | 45 | 9 | 12 | 4,5 a 5,5 |
| **4** | 0,5 | 14 | 55 | 12 | 17 | 6 |
| **5** | 0,63 | 18 | 60 | 17 | 23 | 7 a 8 |
| **6** | 0,8 | 22 | 90 | 23 | 29 | 9 |
| **8** | 1 | 22 | 120 | 29 | 44 | 10 |
| **10** | 1,2 | 26 | 160 | 44 | 69 | 12 a 14 |
| **12** | 1,6 | 32 | 180 | 69 | 110 | 16 |
| **16** | 2 | 40 | 200 | 110 | 160 | 18 |
| **20** | 2,5 | 45 | 200 | 160 | | |
| **25** | 3 | 50 | 200 | | | |
| **30** | 4 | 55 | 200 | | | |
| **40** | 5 | 60 | 200 | | | |
| **50** | 6,3 | 65 | 200 | | | |

Adoptar os **comprimentos normais** $l$ = 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200.

– **Designação:**
  – **Pino cónico ISO 2339 – tipo – $d \times l$ – mat**
  – Pino cónico ISO 2339 – A – 6 × 30 - St

# Ligações com Pinos

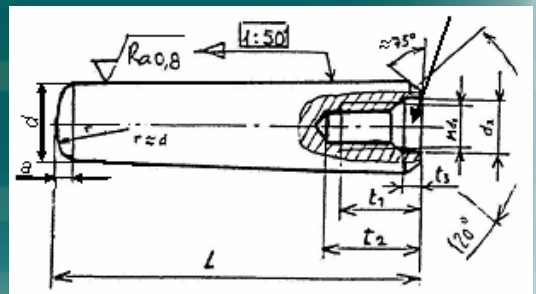
- Pinos Cónicos com Furo Roscado (não temperados):
  - Norma: ISO 8736: 1986 – Taper pins with internal thread, unhardened
  - Forma e material:
    **Na extremidade de maior diâmetro, existe um furo** alargado, no início, e depois roscado, **para facilitar a extracção do pino.**
    Aço de corte fácil, com durezas entre 125 e 245 HV, indicado por **St**.
    **Tipos de acabamento de superfície**:
    - **Tipo A** (rectificados): rugosidade **Ra = 0,8 µm;**
    - **Tipo B** (torneados): rugosidade **Ra = 3,2 µm.**



Pino cónico com furo roscado, de tipo A

# Ligações com Pinos

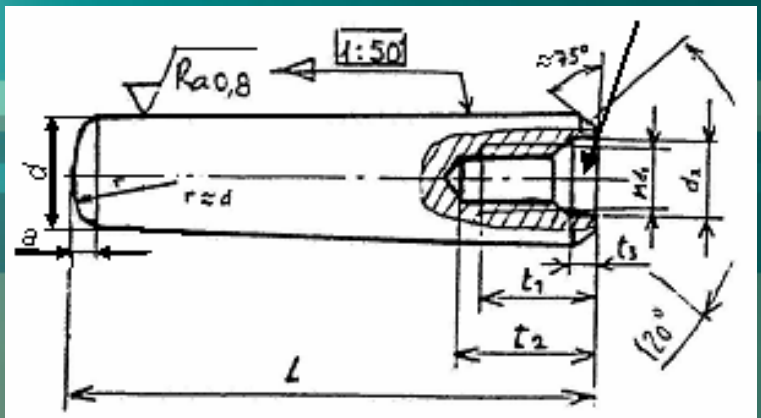
- Pinos Cónicos com Furo Roscado:
  - **Dimensões:**
    O **valor nominal do pino** é o seu diâmetro menor ***d***.
    **Furo** aberto com as duas peças montadas, usando uma **broca** com um diâmetro igual ao diâmetro nominal do pino, e acabado com um **mandril cónico**.
  - Aplicações:
    Idênticas às dos pinos cónicos simples, com **a vantagem de estes pinos poderem ser mais facilmente extraídos**.
    O **comprimento de contacto do pino cónico, em cada uma das duas peças, deve ser maior ou igual a *d***.



Pino cónico com furo roscado, de tipo A

# Ligações com Pinos

- Pinos Cónicos com Furo Roscado:




Pino cónico com furo roscado, de tipo A

Pinos cónicos, com furo roscado

| Nominal $d$ (h10) | a | M$d_1$ | $t_1$ | $t_2$ min. | $d_2$ | $t_3$ | $l$ de ... a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **6** | 0,8 | M4 | 6 | 10 | 4,3 | 1 | 16 ... 60 |
| **8** | 1 | M5 | 8 | 12 | 5,3 | 1,2 | 18 ... 80 |
| **10** | 1.2 | M6 | 10 | 16 | 6,4 | 1.2 | 22 ... 100 |
| **12** | 1,6 | M8 | 12 | 20 | 8,4 | 1,2 | 26 ... 120 |
| **16** | 2 | M10 | 16 | 25 | 10,5 | 1,5 | 32 ... 160 |
| **20** | 2,5 | M12 | 18 | 28 | 13 | 1,5 | 40 ... 200 |
| **25** | 3 | M16 | 24 | 35 | 17 | 2 | 50 ... 200 |
| **30** | 4 | M20 | 30 | 40 | 21 | 2 | 60 ... 200 |
| **40** | 5 | M20 | 30 | 40 | 21 | 2,5 | 80 ... 200 |
| **50** | 6,3 | M24 | 36 | 50 | 25 | 2,5 | 100 ... 200 |

Adoptar os **comprimentos normais** $l$ = 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200 (≈ js15).

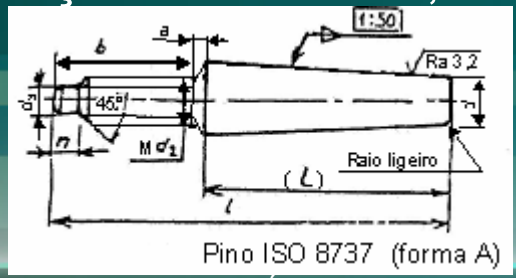
– **Designação:**

**- Pino cónico ISO 8736 – tipo – $d \times l$ – mat.**

- Pino cónico ISO 8736 – A – 6 × 30 - St

# Ligações com Pinos

- Pinos Cónicos com Rosca Exterior (não temperados):
  - Norma: ISO 8737: 1986 – Taper pins with external thread, unhardened
  - Forma e material:
    **Pinos de posição cónicos constituídos por um corpo tronco-cónico, com uma conicidade de 1:50, e uma ponta roscada com uma saliência na extremidade.**
    Podem ter duas formas distintas:
    - **Forma A**, que tem a ponta roscada junto do maior diâmetro do corpo cónico (ISO 8737).
    - **Forma B**, que tem a ponta roscada junto do menor diâmetro do corpo cónico (actualmente não normalizada).
    Fabricados em aço de corte fácil, com durezas entre 125 e 245 HV, indicado por **St**.

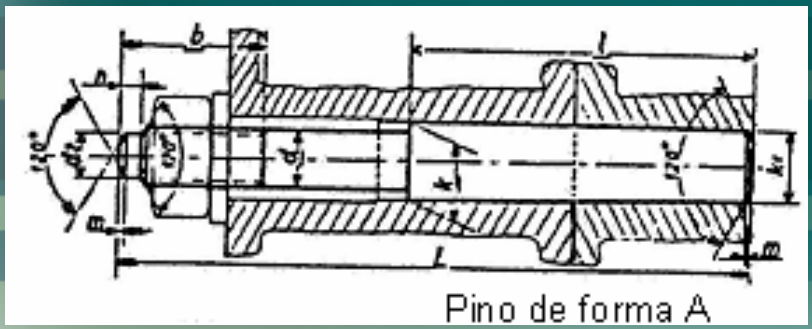


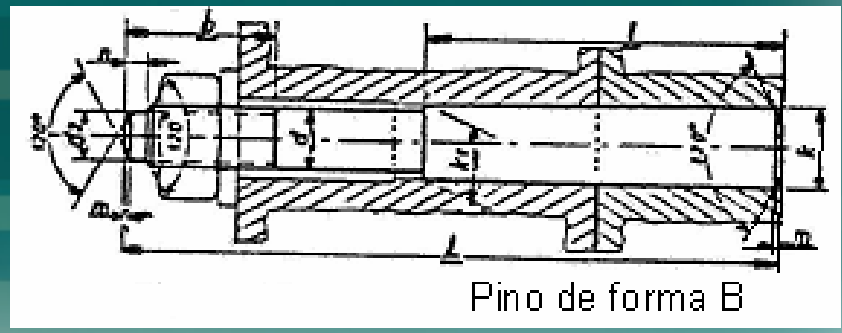
Pino ISO 8737 (forma A)


Pino de forma B

# Ligações com Pinos

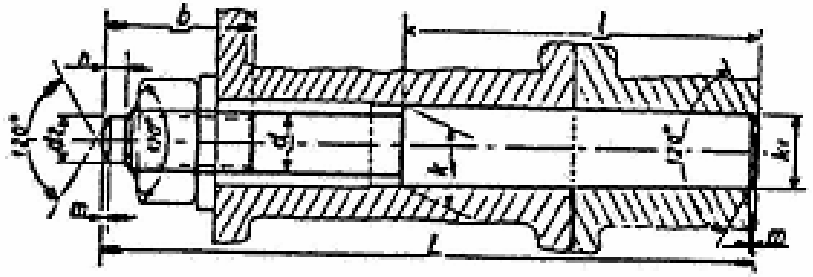
- Pinos Cónicos com Rosca Exterior:
  - **Dimensões:**
    O **valor nominal do pino** é o seu diâmetro menor ***d***.
    O **furo** deve ser acabado com um **mandril cónico** com as duas peças montadas.
  - Aplicações:
    Posicionamento, com centragem, de duas peças.
    - **Os pinos ISO 8737 (forma A)** são os mais usados. A pequena conicidade assegura uma boa aderência por atrito.
    - **Os pinos de forma B**, usados quando há vibrações.


Pino de forma A

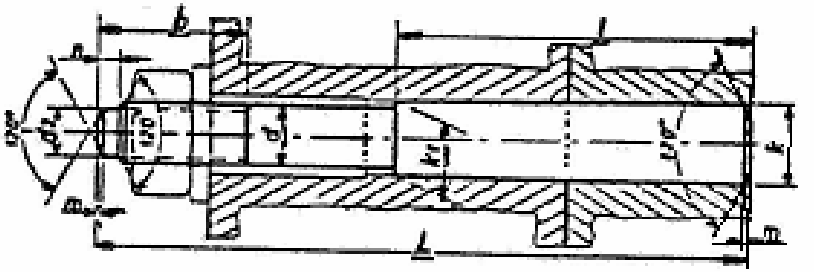

Pino de forma B

# Ligações com Pinos

- Pinos Cónicos com Rosca Exterior:



Pino de forma A



Pino de forma B

Pinos cónicos, com rosca exterior

| Nominal $d$ (h10) | $a$ | $+2P$ $b$ 0 | $Md_2$ | $d_3$ min. | $n$ min. | $l$ de ... a |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **5** | 2,4 | 14 | M5 | 3,25 | 1,25 | 40 ... 50 |
| **6** | 3 | 18 | M6 | 3,7 | 1,5 | 45 ... 60 |
| **8** | 4 | 22 | M8 | 5,2 | 2 | 55 ... 75 |
| **10** | 4,5 | 24 | M10 | 6,6 | 2,5 | 65 ... 100 |
| **12** | 5,3 | 27 | M12 | 8,1 | 3 | 85 ... 120 |
| **16** | 6 | 35 | M16 | 11,5 | 4 | 100 ... 160 |
| **20** | 6 | 35 | M16 | 11,5 | 4 | 120 ... 190 |
| **25** | 7,5 | 40 | M20 | 14,5 | 5 | 140 ... 250 |
| **30** | 9 | 46 | M24 | 17,5 | 6 | 160 ... 280 |
| **40** | 10,5 | 58 | M30 | 22,5 | 7 | 190 ... 320 |
| **50** | 12 | 70 | M36 | 27,5 | 9 | 220 ... 400 |

Adoptar os **comprimentos normais:**
$l$ = 40, 45, 50, 55, 60, 65, 75, 85, 100, 120, 140, 160, 190, 220, 250, 280, 320, 360, 400 (≈ js15).

– **Designação:**
**- Pino cónico ISO 8737 – $d \times l$ - material**
- Pino cónico ISO 8737 – 6 × 50 - St

# Ligações com Pinos



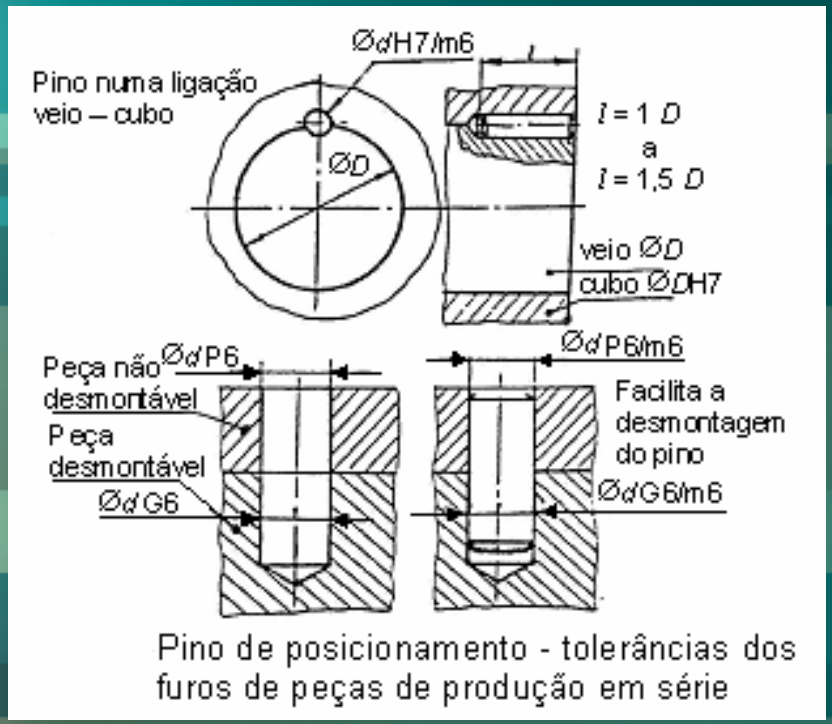

- Pinos Cilíndricos:
  - Normas:
    - ISO 2338: 1997 – Parallel pins, of unhardened steel and austenitic stainless steel
    - ISO 8734: 1986 – Parallel pins, of hardened steel and martensitic stainless steel
  - Forma e material:
    Os topos chanfrados podem ser ligeiramente encovados.
    - **Pinos ISO 2338**: aço não temperado (**St**) (durezas: 125 a 245 HV30), e aço inox (**A1**), c/ durezas entre 210 e 280 HV30.
    - P**inos ISO 8734:** aço temperado (**St**) [durezas: 550 a 650 HV30 - **têmpera total** (**tipo A**) ou 600 e 700 HV1 - **têmpera superficial** (**tipo B**)] e aço inox (**C1**), com durezas entre 460 e 560 HV30.

# Ligações com Pinos

- Pinos Cilíndricos:
  - **Dimensões:**
    **Em furos transversais de veios com diâmetro *D*, usar pinos com diâmetros: *d* = *D* / 3,3 a *D* / 5.**
  - Aplicações:
    Em ligações que **transmitem potências** relativamente pequenas. Quando é solicitado por **forças de corte** deverá ser montado com um ajustamento **G7/m6** (o que é relativamente caro). As suas principais aplicações são:
    **– No acoplamento veio – cubo**: Designado por chaveta redonda. Usar uma broca de $\varnothing d_0 < \varnothing d$, e mandrilar para uma tolerância $\varnothing d$ H7. Utilizar como valores práticos: $d = 0{,}13\ D$ a $0{,}16\ D$ ; $l = 1\ D$ a $l = 1{,}5\ D$.
    **– Como pino de posicionamento:** Dois furos bem distantes, para neles alojar pinos cilíndricos. Se os furos forem acabados, em simultâneo, com um só mandril, a peça não desmontável é aquela em que o furo é cego.

# Ligações com Pinos

- Pinos Cilíndricos:




Pino de posicionamento - tolerâncias dos furos de peças de produção em série

Pinos cilíndricos

| Nominal *d* | *c* | *l* (ISO 2338) de ... a | *l* (ISO 8734) de ... a |
|---|---|---|---|
| 0,6 | 0,12 | 2 ... 6 | |
| 0,8 | 0,16 | 2 ... 8 | |
| **1** | 0,2 | 4 ... 10 | 3 ... 10 |
| 1,2 | 0,25 | 4 ... 12 | |
| **1,5** | 0,3 | 4 ... 16 | 4 ... 16 |
| **2** | 0,35 | 6 ... 20 | 5 ... 20 |
| **2,5** | 0,4 | 6 ... 24 | 6 ... 24 |
| **3** | 0,5 | 8 ... 30 | 8 ... 30 |
| **4** | 0,63 | 8 ... 40 | 10 ... 40 |
| **5** | 0,8 | 10 ... 50 | 12 ... 50 |
| **6** | 1,2 | 12 ... 60 | 14 ... 60 |
| **8** | 1,6 | 14 ... 80 | 18 ... 80 |
| **10** | 2 | 18 ... 95 | 22 ... 200 |
| **12** | 2,5 | 22 ... 140 | 26 ... 200 |
| **16** | 3 | 26 ... 180 | 40 ... 200 |
| **20** | 3,5 | 35 ... 200 | 50 ... 200 |
| 25 | 4 | 50 ... 200 | |
| 30 | 5 | 60 ... 200 | |
| 40 | 6,3 | 80 ... 200 | |
| 50 | 8 | 95 ... 200 | |

Adoptar os **comprimentos normais** ***l*** = 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200.

– **Designação:**

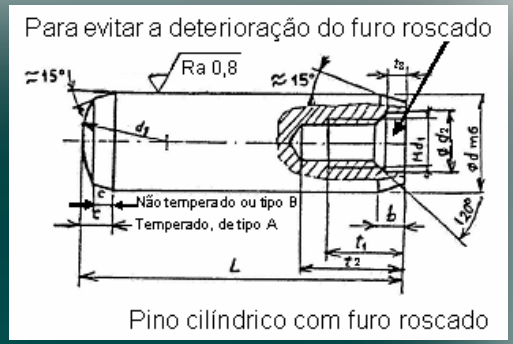
**- Pino cilíndrico ISO 2338 – *d* × *l* – material**

- Pino cónico ISO 2338 – 6 m6 × 30 – St

**- Pino cilíndrico ISO 8734 - *d* × *l* - tipo - material**

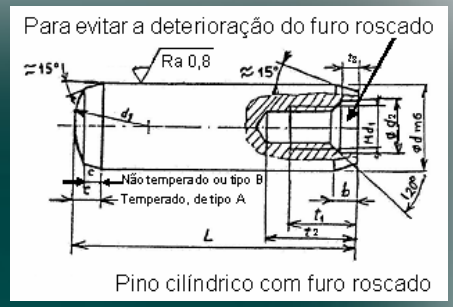
- Pino cónico ISO 8734 – 6 × 30 – A - St

# Ligações com Pinos




- Pinos Cilíndricos com Furo Roscado:
  - Normas:
    - ISO 8733: 1997 – Parallel pins with internal thread of unhardened steel and austenitic stainless steel
    - ISO 8735: 1997 – Parallel pins with internal thread of hardened steel and martensitic stainless steel
  - Forma:
    Uma das extremidades pode ser **boleada** (ISO 8735 – tipo A) ou **com chanfro** (ISO 8733 e ISO 8735 – tipo B) de 15º e alturas ***c***.
    A outra extremidade tem um chanfro e um furo alargado, no início, e depois roscado.
    Na superfície cilíndrica, nos pinos ISO 8733 e ISO 8735 – tipo A, pode haver uma **pequena faceta plana ou ranhura** para facilitar a evacuação do ar, quando se introduz o pino num furo cego.

# Ligações com Pinos

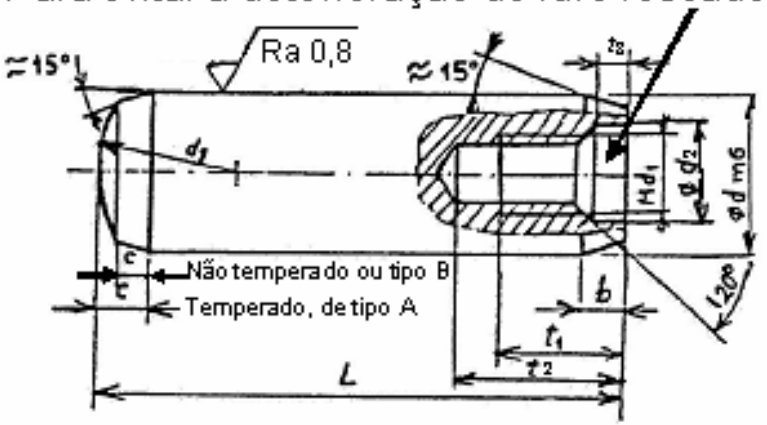



- Pinos Cilíndricos com Furo Roscado:
  - Material:
    - **Pinos ISO 8733**: aço não temperado (**St**), durezas entre 125 e 245 HV30 e aço inox (**A1**), durezas entre 210 e 280 HV30.
    - **Pinos ISO 8735**: aço temperado (**St**), durezas entre 550 e 650 HV30 [têmpera total (**tipo A**)] ou 600 e 700 HV1 [têmpera superficial (**tipo B**)], e aço inoxidável (**C1**), com durezas entre 460 e 560 HV30.
    - **Pino ISO 8733:** aço não temperado (**St**) ou aço inox austenítico (**A1**), e topos chanfrados.
    - **Pino ISO 8735** de aço temperado:
      - **Tipo A** - aço c/ têmpera total (**St**) ou aço inoxidável martensítico (**C1**), e topo boleado.
      - **Tipo B** - aço c/ têmpera superficial (**St**) e topo plano c/ chanfro.
  - Aplicações: Idênticas às dos pinos cilíndricos simples (*d* m6), mas mais fáceis de extrair.

# Ligações com Pinos

- Pinos Cilíndricos com Furo Roscado:

Para evitar a deterioração do furo roscado




Pino cilíndrico com furo roscado

Pinos cilíndricos, com furo roscado

| Nominal d (m6) | b | c | c | M$d_1$ | $t_1$ | $t_2$ | $d_2$ | $t_3$ | $l$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ≈ | cantos vivos | cantos arred. | | | min. | | | de ... a |
| 6 | 0,8 | 1,2 | 2,1 | M4 | 6 | 10 | 4,3 | 1 | 16 ... 60 |
| 8 | 1 | 1,6 | 2,6 | M5 | 8 | 12 | 5,3 | 1,2 | 18 ... 80 |
| 10 | 1,2 | 2 | 3 | M6 | 10 | 16 | 6,4 | 1,2 | 22 ... 100 |
| 12 | 1,6 | 2,5 | 3,8 | M6 | 12 | 20 | 6,4 | 1,2 | 26 ... 120 |
| 16 | 2 | 3 | 4,6 | M8 | 16 | 25 | 8,4 | 1,5 | 32 ... 160 |
| 20 | 2,5 | 3,5 | 6 | M10 | 18 | 28 | 10,5 | 1,5 | 40 ... 200 |
| 25 | 3 | 4 | 6 | M16 | 24 | 35 | 17 | 2 | 50 ... 200 |
| 30 | 4 | 5 | 7 | M20 | 30 | 40 | 21 | 2 | 60 ... 200 |
| 40 | 5 | 6,3 | 8 | M20 | 30 | 40 | 21 | 2,5 | 80 ... 200 |
| 50 | 6,3 | 8 | 10 | M24 | 36 | 50 | 25 | 2,5 | 100 ... 200 |

Adoptar os **comprimentos normais:**

***l*** = 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200 (≈ js15).

– **Designação:**

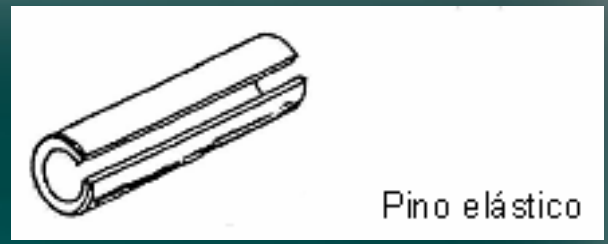
**- Pino cilíndrico ISO 8733 – *d* × *l* – mat.**

- Pino cilíndrico ISO 8733 – 6 × 30 – St
- Pino cilíndrico ISO 8733 – 6 × 30 – A1

**- Pino cilíndrico ISO 8735 - *d* × *l* - tipo - mat.**

- Pino cilíndrico ISO 8735 – 6 × 30 – A – St
- Pino cilíndrico ISO 8735 – 6 × 30 – C1

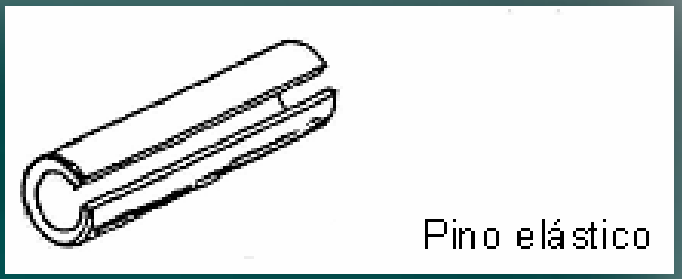
# Ligações com Pinos



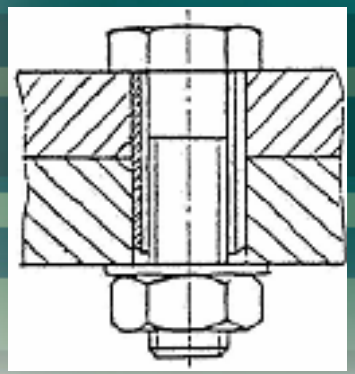

- Pinos Elásticos:
  - Normas:
    - ISO 8752: 1997 – Spring-type straight pins – Slotted, heavy duty
    - ISO 13337: 1997 – Spring-type straight pins – Slotted, light duty
  - Forma e material:
    Peça cilíndrica oca com fenda longitudinal. As suas extremidades são chanfradas.
    Pinos são produzidos em duas séries:
    - **Série pesada** ou **espessa** (ISO 8752), de utilização mais frequente.
    - **Série leve** ou **fina** (ISO 13337), para utilização em peças delicadas.

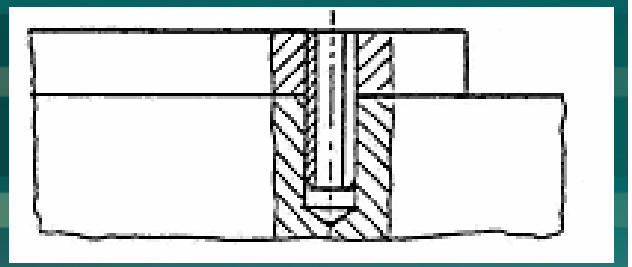
    **Material:** chapa de **aço de mola** (**St** e inoxidáveis **A** e **C**), c/ tratamento térmico, apresentando grande resistência mecânica e alta resiliência.

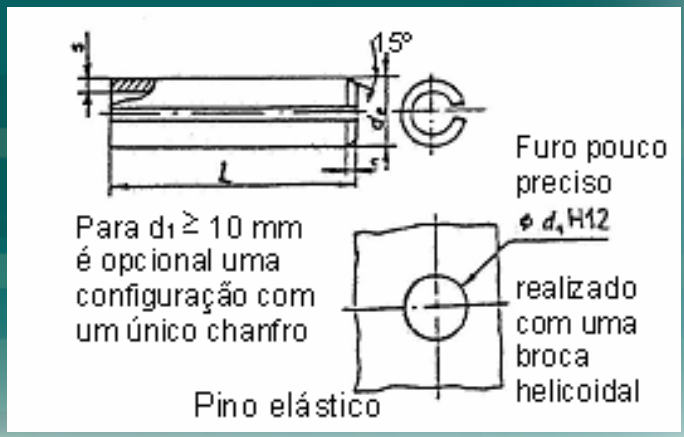
# Ligações com Pinos




- Pinos Elásticos:
  - Aplicações:
    Usar furos de diâmetros com tolerâncias largas (**H12**). O **pino elástico espesso** apresenta uma **resistência ao corte** maior do que a do pino cilíndrico, com o mesmo diâmetro nominal (112%).
    Principais aplicações:
    **- Pino de posicionamento;**
    **- Pino de posicionamento combinado com parafuso e porca para fixação.** (O pino resiste ao esforço de corte e o parafuso ao esforço de tracção.)

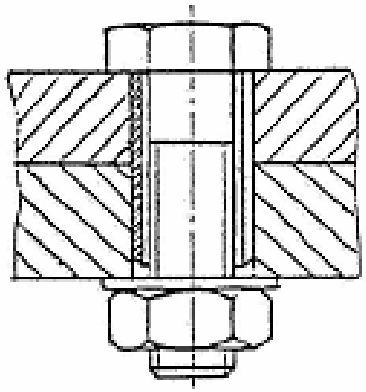






# Ligações com Pinos

- Pinos Elásticos:



**Exemplos:**

| Parafuso | Pinos elásticos | |
|---|---|---|
| | Pesados | Leves |
| | ***d* x *s*** | ***d* x *s*** |
| **M10** | 18 x 3,5 | 14 x 1,5 |
| **M12** | 21 x 4 | 16 x 1,5 |
| **M16** | 28 x 5,5 | 21 x 2 |

Pino de posicionamento combinado com parafuso-porca de fixação

Pinos elásticos

| Diâm. nom. Diâmetro do furo d1 H12 | Comprimento | | Pino pesado | | | Pino leve | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *l*min. | *l*max. | Chanfro *c* min. | Espes. *s* | Paraf. M*d* | Chanfro *c* min. | Espes. *s* | Paraf. M*d* |
| 1 | 4 | 20 | 0,15 | 0,2 | | | | |
| 1,5 | 4 | 20 | 0,25 | 0,3 | | | | |
| 2 | 4 | 30 | 0,35 | 0,4 | | 0,2 | 0,2 | |
| 2,5 | 4 | 30 | 0,4 | 0,5 | | 0,25 | 0,25 | |
| 3 | 4 | 40 | 0,5 | 0,6 | | 0,25 | 0,3 | |
| 3,5 | 4 | 40 | 0,6 | 0,75 | | 0,3 | 0,35 | |
| 4 | 4 | 50 | 0,65 | 0,8 | | 0,5 | 0,5 | |
| 4,5 | 5 | 50 | 0,8 | 1 | | 0,5 | 0,5 | M3 |
| 5 | 5 | 80 | 0,9 | 1 | | 0,5 | 0,5 | |
| 6 | 10 | 100 | 1,2 | 1,2 | M3 | 0,7 | 0,75 | M4 |
| 8 | 10 | 120 | 1,6 | 1,5 | M4 | 1,5 | 0,75 | M6 |
| 10 | 10 | 160 | 2,0 | 2 | M5 | 2,0 | 1 | |
| 12 | 10 | 180 | 2,0 | 2,5 | M6 | 2,0 | 1 | M8 |
| 13 | 10 | 180 | 2,0 | 2,5 | | 2,0 | 1,2 | |
| 14 | 10 | 200 | 2,0 | 3 | | 2,0 | 1,5 | M10 |
| 16 | 10 | 200 | 2,0 | 3 | M8 | 2,0 | 1,5 | M12 |
| 18 | 10 | 200 | 2,0 | 3,5 | M10 | 2,0 | 1,7 | M14 |
| 20 | 10 | 200 | 3,0 | 4 | | 2,0 | 2 | |
| 21 | 14 | 200 | 3,0 | 4 | M12 | 2,0 | 2 | M16 |
| ... | ... | ... | ... | ... | | ... | ... | |
| 50 | 20 | 200 | 4,0 | 9,5 | | 4,0 | 5 | |

Adoptar os **comprimentos normais** ***l*** = 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200.

– **Designação:**

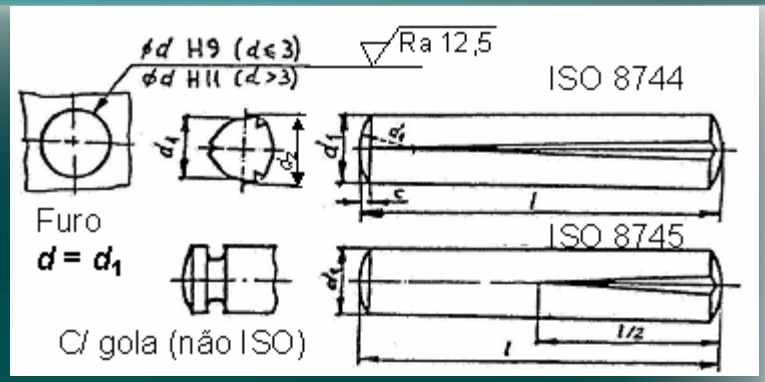
**- Pino elástico ISO 8752 – *d* × *l* – mat.**

- Pino elástico ISO 8752 – 6 × 30 – St

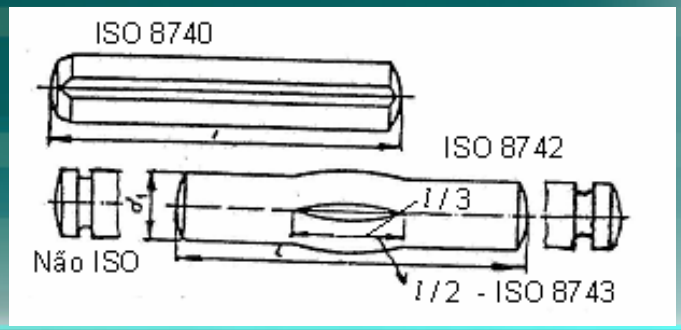
**- Pino elástico ISO 13337 – *d* × *l* – mat.**

- Pino elástico ISO 13337 – 6 × 30 – St

# Ligações com Pinos

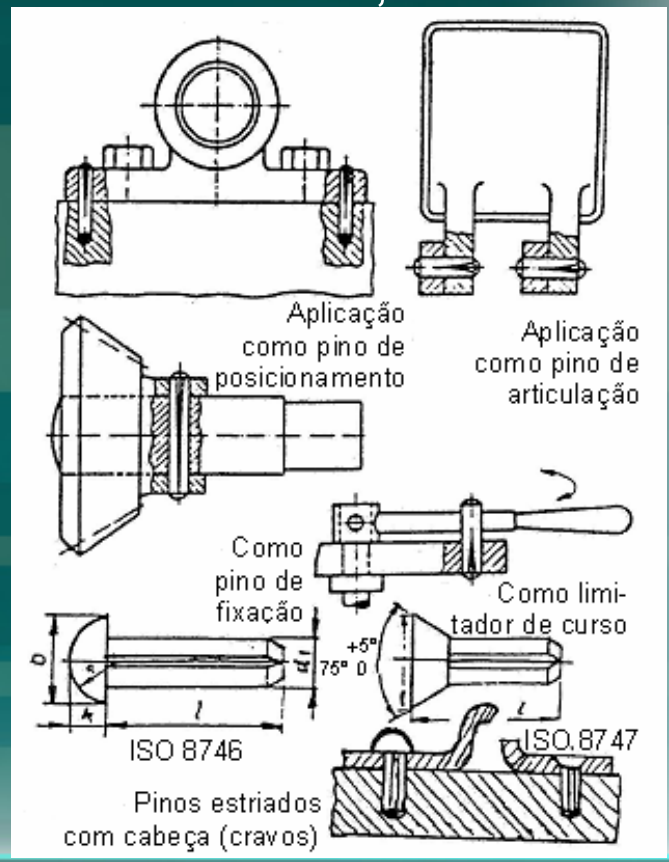



- Pinos com Estrias:
  - Normas:
    - ISO 8739: 1997 – Grooved pins – Full-length parallel grooved, with pilot
    - ISO 8740 /1 /2 /3 /4 /5 /6 /7: 1997 – Grooved pins – ...
  - Forma e material:
    Peças cilíndricas ou cónicas com **3 entalhes em V** dispostos longitudinalmente na sua superfície exterior.
    Alguns pinos cilíndricos estriados podem apresentar uma cabeça esférica ou de embeber (**cravos**).
    **Materiais:** aço (**St**), com durezas entre 125 e 245 HV30 e aço inox austenítico (**A1**), com durezas entre 210 e 280 HV30.



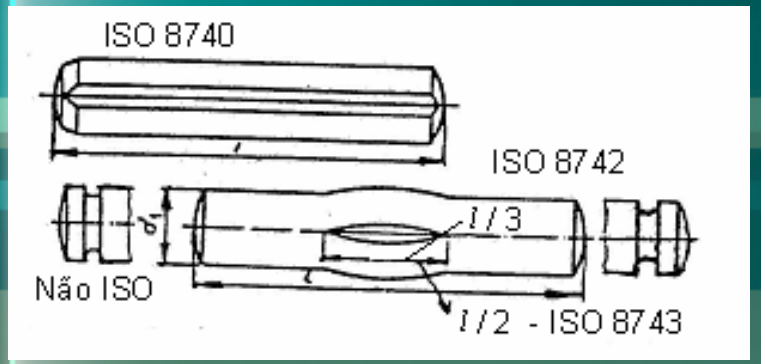
# Ligações com Pinos

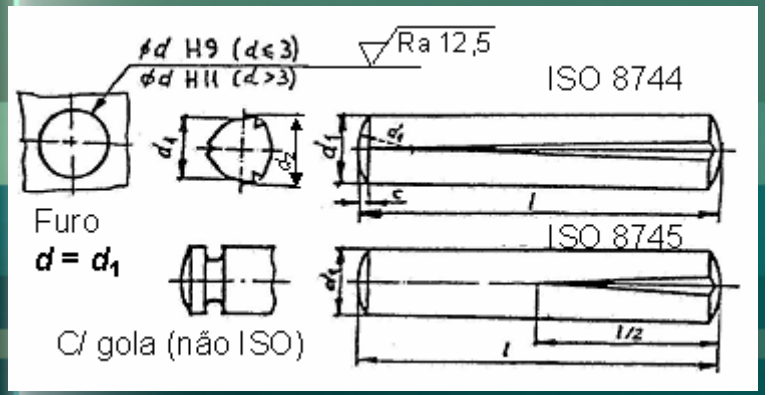
- Pinos com Estrias:
  - Aplicações (pinos económicos):
    Num **furo cilíndrico**, são fixados firmemente devido às deformações produzidas pelas estrias. Deste modo, o **furo** pode ser produzido com uma tolerância mais larga (até **H12**).
    Principais **aplicações**:
    - **Posicionamento**;
    - **Articulação**;
    - **Fixação**;
    - **Limitador** de curso;
    - Pinos com cabeça para **fixação**;
    - Aplicação de **cravos** na fixação de peças diversas (chapas, dobradiças, etc.) em peças metálicas.



# Ligações com Pinos

- Pinos com Estrias:




## Pinos com estrias

| Diâmetro Nominal $d_1$ | Chanfro ISO 8746 ISO 8747 | Boleado | Comprimentos ISO 8746 ISO 8747 $l$ de | a | ISO 8739 ISO 8740 $l$ de | a | ISO 8744 $l$ de | a | ISO 8742 ISO 8743 $l$ de | a | ISO 8741 $l$ de | a | Cabeças $D$ min. | $k$ min. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,4 | 0,42 | | 3 | 6 | | | | | | | | | 2,2 | 0,7 |
| 1,5 | | 0,2 | | | 8 | 20 | 8 | 20 | 8 | 20 | 8 | 20 | | |
| 1,6 | 0,48 | | 3 | 8 | | | | | | | | | 2,6 | 0,9 |
| 2 | 0,6 | 0,25 | 3 | 10 | 8 | 30 | 8 | 30 | 12 | 30 | 8 | 30 | 3,3 | 1,1 |
| 2,5 | 0,75 | 0,3 | 3 | 12 | 10 | 30 | 8 | 30 | 12 | 30 | 8 | 30 | 4,2 | 1,4 |
| 3 | 0,9 | 0,4 | 4 | 16 | 10 | 40 | 8 | 40 | 12 | 40 | 8 | 40 | 4,95 | 1,65 |
| 4 | 1,2 | 0,5 | 5 | 10 | 10 | 60 | 8 | 60 | 18 | 60 | 10 | 60 | 6,75 | 2,25 |
| 5 | 1,5 | 0,63 | 6 | 25 | 14 | 60 | 8 | 60 | 18 | 60 | 10 | 60 | 8,5 | 2,85 |
| 6 | 1,8 | 0,8 | 8 | 30 | 14 | 80 | 10 | 80 | 22 | 80 | 12 | 80 | 10,2 | 3,45 |
| 8 | 2,4 | 1 | 10 | 40 | 14 | 100 | 12 | 100 | 26 | 100 | 14 | 100 | 13,6 | 4,6 |
| 10 | 3,0 | 1,2 | 12 | 40 | 14 | 100 | 14 | 120 | 32 | 160 | 18 | 160 | 14,9 | 6,5 |
| 12 | 3,6 | 1,6 | 16 | 40 | 18 | 100 | 14 | 120 | 40 | 200 | 26 | 200 | 17,7 | 7,5 |
| 16 | 4,8 | 2 | 20 | 40 | 22 | 100 | 24 | 120 | 45 | 200 | 26 | 200 | 23,7 | 10 |
| 20 | 6 | 2,5 | 25 | 40 | 26 | 100 | 26 | 120 | 45 | 200 | 26 | 200 | 30,7 | 13 |
| 25 | | 3 | | | 26 | 100 | 26 | 120 | 45 | 200 | 26 | 200 | | |

Adoptar os **comprimentos normais** $l$ = 3, 4, 5, 6 (só cravos), 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200 (≈ js15).

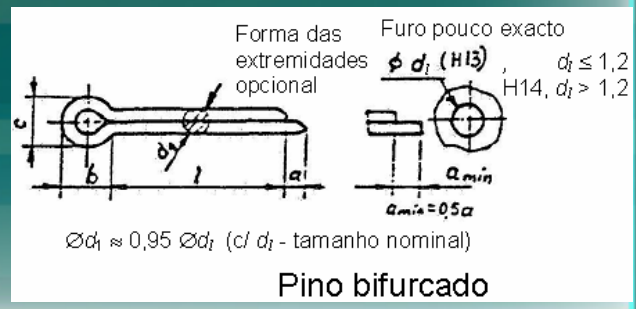
– **Designação:**

**- Pino com estrias norma – $d1 \times l$ – mat.**

- Pino com estrias ISO 8752 – 6 × 30 – St

# Ligações com Pinos

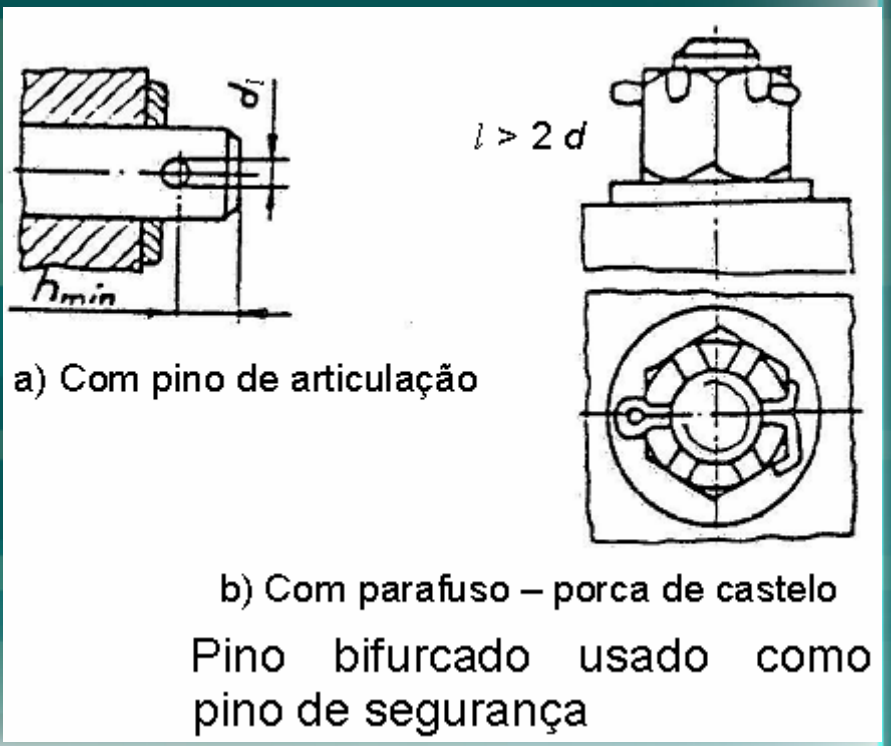
- Pinos Bifurcados:
  - Norma: ISO 1234: 1997 – Split pins
  - Forma e material:
    O **pino bifurcado** (ou **troço**) é formado por uma barra de secção semicircular maciça, dobrada de modo a formar um olhal e com ramos de comprimentos diferentes.
    O **diâmetro nominal *d*** do pino bifurcado é o **diâmetro do furo passante** onde ele deverá ser alojado.
    **Materiais:**
    - **St** – aço;
    - **Cu Zn** – Liga de cobre-zinco (latão);
    - **Cu** – Cobre;
    - **Al** – Alumínio;
    - **A** – Aço inoxidável austenítico.



Pino bifurcado

# Ligações com Pinos

- Pinos Bifurcados:
  - Aplicações:
    Para **ligações de segurança**. Depois de montado, os seus dois ramos são afastados e dobrados, para que o pino não possa soltar-se espontaneamente.
    **Pino de segurança:**
    Usados para **imobilização de porcas** em locais de forte trepidação (caso dos veículos automóveis).
    Também podem ser utilizados para a **imobilização de pinos de articulação**.

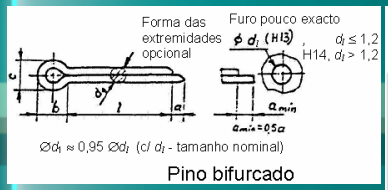


Pino bifurcado usado como pino de segurança

# Ligações com Pinos

- Pinos Bifurcados:

Adoptar os **comprimentos normais**
*l* = 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280



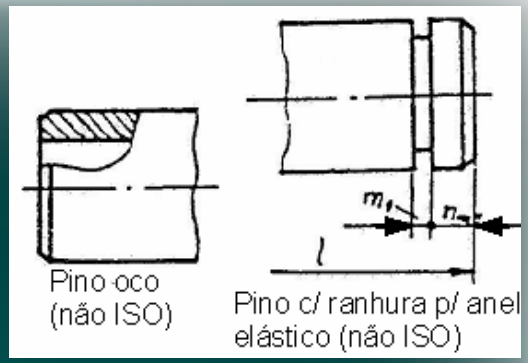
Pino bifurcado

## Pinos bifurcados

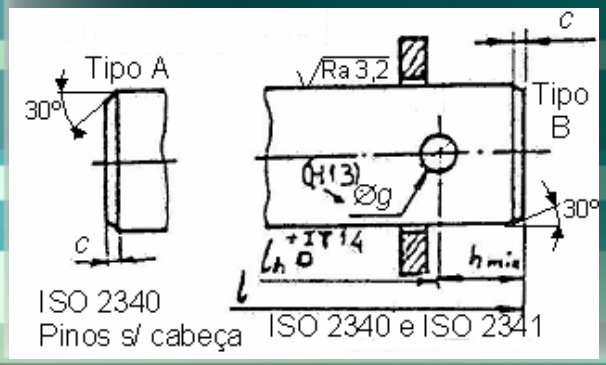
| Tamanho nominal $d_1$ (furo) | $d_1$ min. | $d_1$ max. | $a$ max | $c$ min. | $c$ max. | Comprimento $l$ min. | Comprimento $l$ max. | Usar em paraf. M$d$ de até | $h_{min}$ | Usar em pino Ø$d$ > até | $h_{min}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0,6** | 0,4 | 0,5 | 1,6 | 0,9 | 1,0 | 4 | 12 | M2,5 | 1 | -- – 2 | |
| **0,8** | 0,6 | 0,7 | 1,6 | 1,2 | 1,4 | 5 | 16 | M3 | 1,2 | 2 – 3 | 1,6 |
| **1** | 0,8 | 0,9 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 6 | 20 | M4 | 2,3 | 3 – 4 | 2,2 |
| **1,2** | 0,9 | 1 | 2,5 | 1,7 | 2,0 | 8 | 25 | M5 | 2,6 | 4 – 5 | 2,9 |
| **1,6** | 1,3 | 1,4 | 2,5 | 2,4 | 2,8 | 8 | 32 | M7 | 3,3 | 5 – 6 | 3,2 |
| **2** | 1,7 | 1,8 | 2,5 | 3,2 | 3,6 | 10 | 40 | M8 | 3,9 | 6 – 8 | 3,5 |
| **2,5** | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 4,0 | 4,6 | 12 | 50 | M10 | 4,9 | 8 – 9 | 4 |
| **3,2** | 2,7 | 2,9 | 3,2 | 5,1 | 5,8 | 14 | 63 | M12...M14 | 5,9 | 9 – 12 | 4,5 a 5,5 |
| **4** | 3,5 | 3,7 | 4 | 6,5 | 7,4 | 18 | 80 | M16...M20 | 7 | 12 – 17 | 6 |
| **5** | 4,4 | 4,6 | 4 | 8,0 | 9,2 | 22 | 100 | M22...M27 | 8,7 | 17 – 23 | 7 a 8 |
| **6,3** | 5,7 | 5,9 | 4 | 10,3 | 11,8 | 32 | 125 | M30...M39 | 11,2 | 23 – 29 | 9 |
| **8** | 7,3 | 7,5 | 4 | 13,1 | 15,0 | 40 | 160 | M42...M52 | 14,7 | 29 – 44 | 10 |
| **10** | 9,3 | 9,5 | 6,3 | 16,6 | 19,0 | 45 | 200 | M56...M80 | 16 | 44 – 69 | 12 a 14 |
| **13** | 12,1 | 12,4 | 6,3 | 21,7 | 24,8 | 71 | 250 | M82...M120 | 20 | 69 – 110 | 16 |
| **16** | 15,1 | 15,4 | 6,3 | 27,0 | 30,8 | 112 | 280 | M125...M170 | | 110 – 160 | 18 |
| **20** | 19 | 19,3 | 6,3 | 33,8 | 38,5 | 160 | 280 | M175...– | | 160 – --- | |

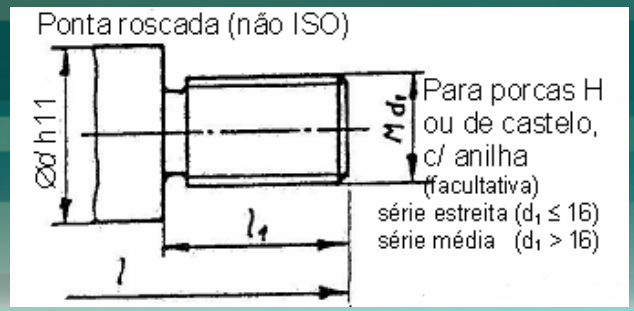
– **Designação:**
- **Pino bifurcado ISO 1234 – *dl* × *l* – material**
- Pino bifurcado ISO 1234 – 5 × 50 – St

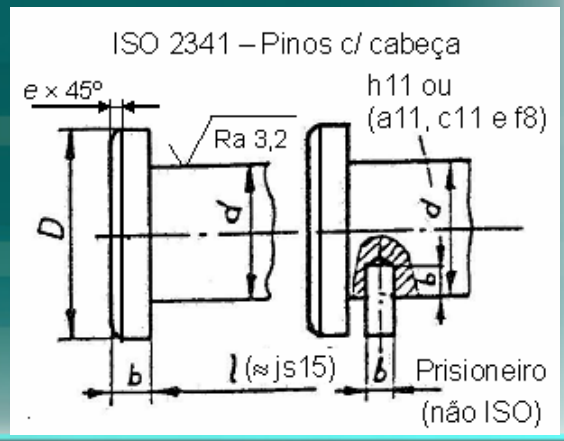
# Ligações com Pinos




- Pinos (Cavilhas) de Articulação:
  - Normas:
    - ISO 2340: 1986 – Clevis pins without head
    - ISO 2341: 1986 – Clevis pins with head
  - Forma e material:
    **Pequenos veios fixos** que podem ter diferentes formas.
    Os pinos ISO 2340 e ISO 2341 apenas têm normalizadas as **pontas planas c/ chanfro (tipo A) e com furo p/ pino bifurcado (tipo B)**.
    **Materiais:** aço de corte fácil (**St**), com durezas entre 125 e 245 HV.



# Ligações com Pinos

- Pinos (Cavilhas) de Articulação:

**Anilhas planas p/ pinos de articulação**

$d = 3, \ldots, 100$

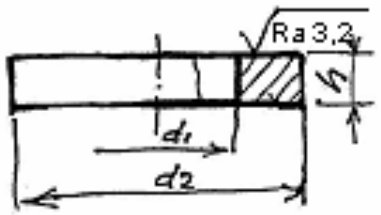
$d_1 = 3, \ldots, 100$ (H14)

$(d_1 = d_{1\min} = d)$

$d_2 = 6, \ldots, 120$ (h15)

$(d_2 = d_{2\max})$

$h = 0{,}8, \ldots, 12$




Exemplo: **Anilha ISO 8738 – 8 – 160 HV**

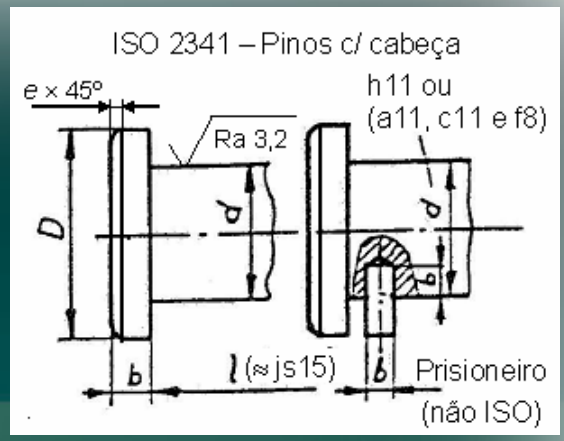
Pinos de articulação

| Tamanho nominal $d$ (h11) | Cabeça $D$ | $b$ | $e$ | Chanfro $c$ | Furo p/ pino $g$ | $h_{min}$ | Ponta roscada $Md_1$ | $l_1$ | Comprimento $l$ de | a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 5 | 1 | 0,5 | 1 | 0,8 | 1,6 | | | 6 | 30 |
| 4 | 6 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 2,2 | | | 8 | 40 |
| 5 | 8 | 1,6 | 1 | 2 | 1,2 | 2,9 | | | 10 | 50 |
| 6 | 10 | 2 | 1 | 2 | 1,6 | 3,2 | M5 | 8 | 12 | 60 |
| 8 | 14 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3,5 | M8 | 10 | 16 | 80 |
| 10 | 18 | 4 | 1 | 2 | 3,2 | 4,5 | M8 | 13 | 20 | 100 |
| 12 | 20 | 4 | 1,6 | 3 | 3,2 | 5,5 | M10 | 16 | 24 | 120 |
| 14 | 22 | 4 | 1,6 | 3 | 4 | 6 | M12 | 19 | 28 | 140 |
| 16 | 25 | 4,5 | 1,6 | 3 | 4 | 6 | M12 | 19 | 32 | 160 |
| 18 | 28 | 5 | 1,6 | 3 | 5 | 7 | M14 | 22 | 35 | 180 |
| 20 | 30 | 5 | 2 | 4 | 5 | 8 | M16 | 25 | 40 | 200 |
| 22 | 33 | 5,5 | 2 | 4 | 5 | 8 | M16 | 25 | 45 | 200 |
| 24 | 36 | 6 | 2 | 4 | 6,3 | 9 | M18 | 29 | 50 | 200 |
| 27 | 40 | 6 | 2 | 4 | 6,3 | 9 | M20 | 31 | 55 | 200 |
| 30 | 44 | 8 | 2 | 4 | 8 | 10 | M22 | 33 | 60 | 200 |
| 33 | 47 | 8 | 2 | 4 | 8 | 10 | M22 | 33 | 65 | 200 |
| 36 | 50 | 8 | 2 | 4 | 8 | 10 | M24 | 37 | 70 | 200 |
| 40 | 55 | 8 | 2 | 4 | 8 | 10 | M27 | 40 | 80 | 200 |
| 45 | 60 | 9 | 2 | 4 | 10 | 12 | M30 | 45 | 90 | 200 |
| 50 | 66 | 9 | 2 | 4 | 10 | 12 | M33 | 48 | 100 | 200 |
| 55 | 72 | 11 | 3 | 6 | 10 | 14 | M39 | 56 | 120 | 200 |
| 60 | 78 | 12 | 3 | 6 | 10 | 14 | M42 | 62 | 120 | 200 |
| 70 | 90 | 13 | 3 | 6 | 13 | 16 | | | 140 | 200 |
| 80 | 100 | 13 | 3 | 6 | 13 | 16 | | | 160 | 200 |
| 90 | 110 | 13 | 3 | 6 | 13 | 16 | | | 180 | 200 |
| 100 | 120 | 13 | 3 | 6 | 13 | 16 | | | 200 | |

Adoptar os **comprimentos normais** $l$ = 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200.

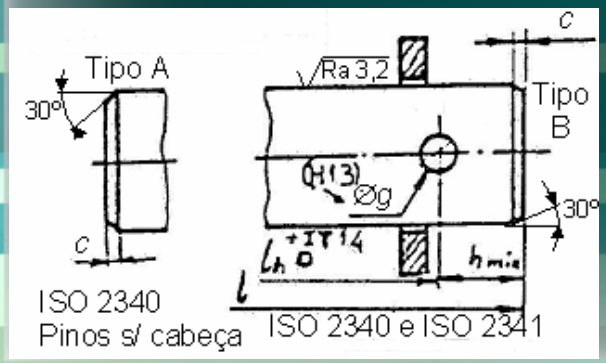
# Ligações com Pinos

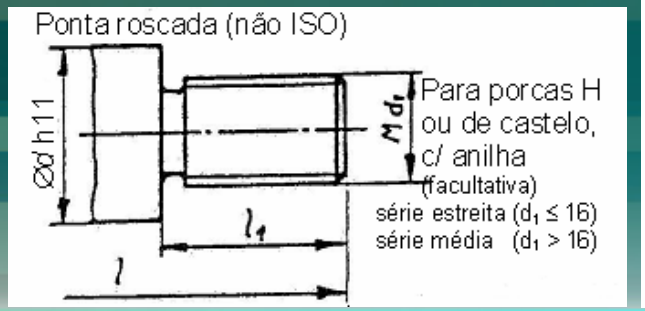
- Pinos (Cavilhas) de Articulação:

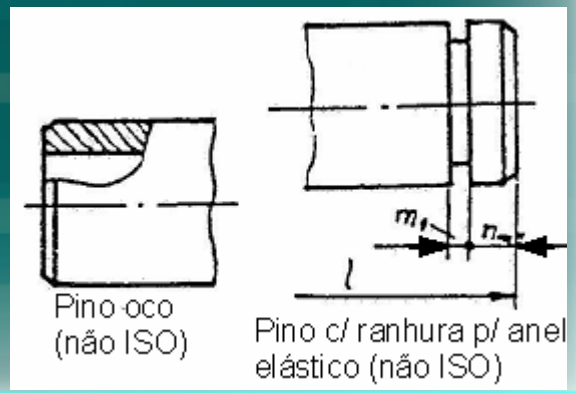



**Designação:**

- **Pino de articulação ISO 2340 – tipo – *d* × *l* – material** (Pino s/ cabeça)
- Pino de articulação ISO 2340 – B – 20 × 100 – St, c/ outro furo p/ pino, ***d*** × ***l*** **x** ***g*** × $l_h$ – **mat.**
- **Pino de articulação ISO 2341 – tipo – *d* × *l* – material** (Pino c/ cabeça)
- Pino de articulação ISO 2341 – B – 20 × 100 – St, c/ outro furo p/ pino, ***d*** × ***l*** **x** ***g*** × $l_h$ – **mat.**
- Pino de articulação ISO 2341 – A – 18 × 80 – c/ ranhura p/ anel elástico – St
- Pino de articulação ISO 2341 – A – 18 × 80 – c/ ponta roscada – St



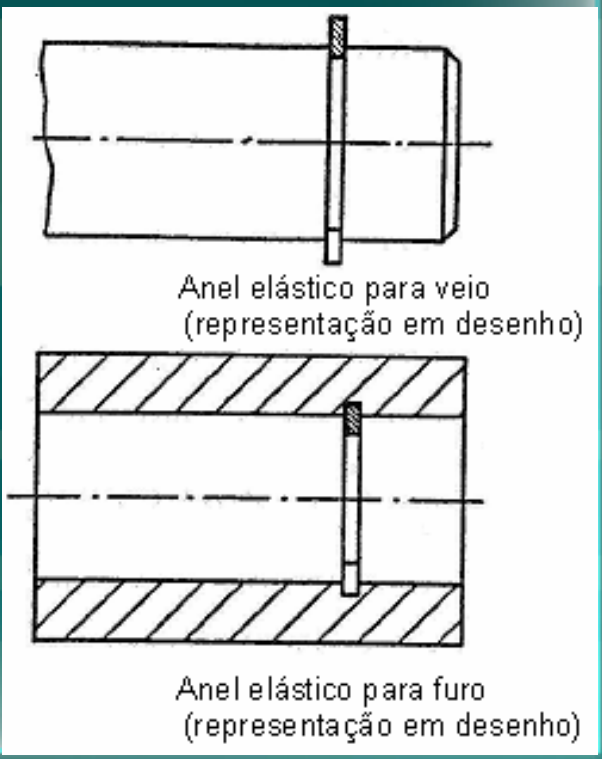



# Anéis Elásticos

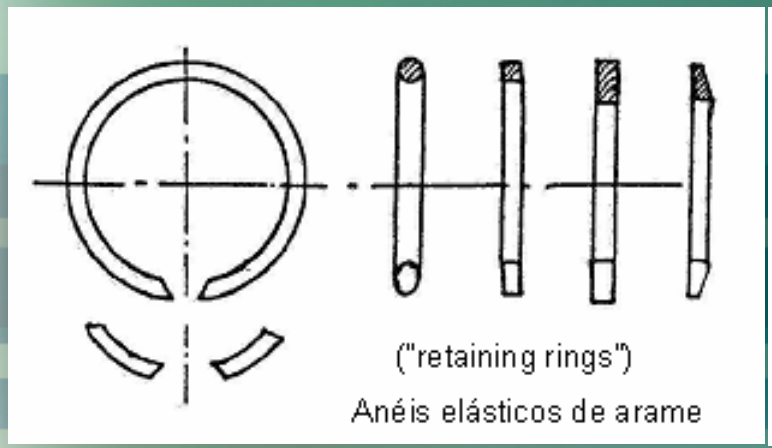
- Os **anéis elásticos** (anéis de segurança ou freios) permitem fazer a **fixação axial** (ligação em translação), **por obstáculo**, de um veio com um cubo.
  Os anéis elásticos são encaixados em:
  - **ranhuras cavadas em veios**;
  - **ranhuras cavadas em furos**.
- **Tipos, material e acabamento:**
  - **anéis elásticos de arame** ("retaining rings"), de secção uniforme cilíndrica (o caso mais habitual), quadrada, rectangular, etc.;
  - **anéis elásticos estampados** ("circlips"), de secção rectangular em que há um adelgaçamento da espessura radial, desde a secção central até às orelhas.

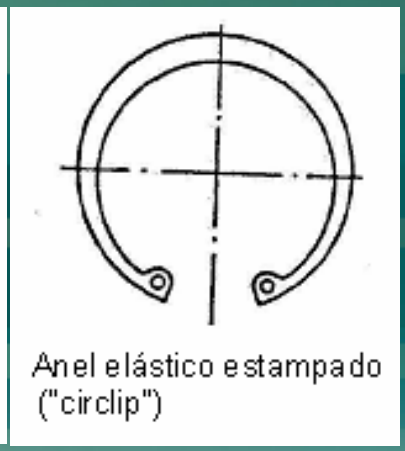
  **Materiais:** arame ou de chapa de **aço de mola**, por exemplo, DIN **C 67**, **C 75** e **Ck 75** ou AFNOR **XC75** (à escolha do fabricante).

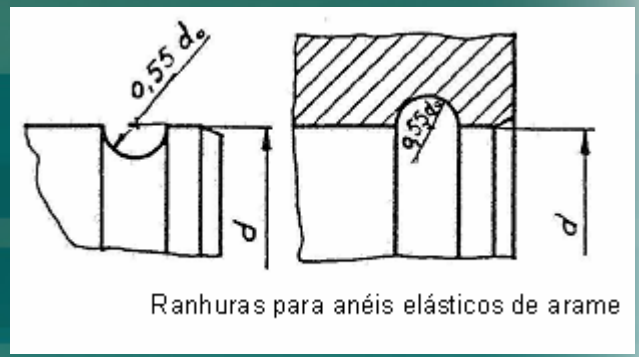


# Anéis Elásticos

- Ranhuras:
  **As ranhuras (canais) deverão ter uma secção apropriada à forma do anel elástico, e ter arestas vivas na zona exterior.**
  No caso dos anéis elásticos de arame redondo (anéis elásticos de retenção), as ranhuras têm uma forma aproximadamente semicircular.



# Anéis Elásticos

- **Normas:**
  Actualmente, não existem ainda normas ISO sobre este assunto.

Normalização

| Anéis elásticos | DIN | NF |
|---|---|---|
| Para veios – série normal | 471 | E 22-163 |
| Para veios – série forte | 471 | E 22-163 |
| Para furos – série normal | 472 | E 22-165 |
| Para furos – série forte | 472 | E 22-165 |
| Para veios – c/ apoio aumentado | 983 | |
| Para furos – c/ apoio aumentado | 984 | |
| De montagem radial | 6799 | L 23-203 |
| De arame redondo | 7993 | |

**Designação:**
**Anel elástico p/ (veio ou furo) norma *d*1 x *s***
Anel elástico para veio DIN 471 35 x 1,5 (anel da série normal)
Anel elástico para furo DIN 472 35 x 1,5 (anel da série normal)
Anel elástico para furo DIN 472 35 x 1,75 (da série forte)

# Anéis Elásticos

- **Capacidade de carga axial**:
  As capacidades de **carga da ranhura ($F_N$) e do anel elástico ($F_R$ e $F_{Rg}$)**, indicadas nos quadros, consideram apenas a existência de um **factor de segurança ≥ 2**, em relação à rotura sob tensão estática.
  As cargas $F_N$ indicadas implicam:
  - uma **distância mínima $n_{min}$** entre a ranhura e a extremidade da peça;
  - material com um **limite mínimo de elasticidade de Re ≥ 200 MPa**;
  - ranhuras com arestas vivas e uma **profundidade *t*** igual às indicadas nos quadros.

  Se a profundidade ***t'*** ≠ ***t*** (quadros) e limite mínimo de elasticidade **R'e** ≠ **Re** (200 MPa):

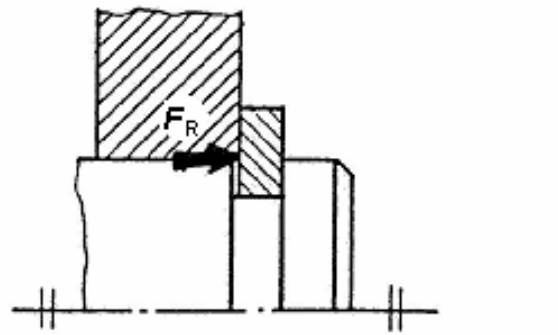
  $$F'_N = F_N \, (t' / t \,) \, (R'e / 200) \;\; kN$$

# Anéis Elásticos

- **Capacidade de carga axial**:
  Os anéis elásticos trabalham ao corte. As cargas $F_R$ actuantes no anel são válidas para aços com um **módulo de elasticidade E = 210 000 N/mm²**.
  Se o módulo de elasticidade $E' \neq E$:

  $$F'_R = F_R \, (E' / 210\,000) \ \text{kN}$$

  **Se a peça bloqueada tem um chanfro ou um canto arredondado**, a carga axial provoca a flexão do anel. As cargas admissíveis $F_{Rg}$ serão inferiores a $F_R$ e são válidas para uma **altura de chanfro *g*** e aços com **E = 210 000 N/mm²**.



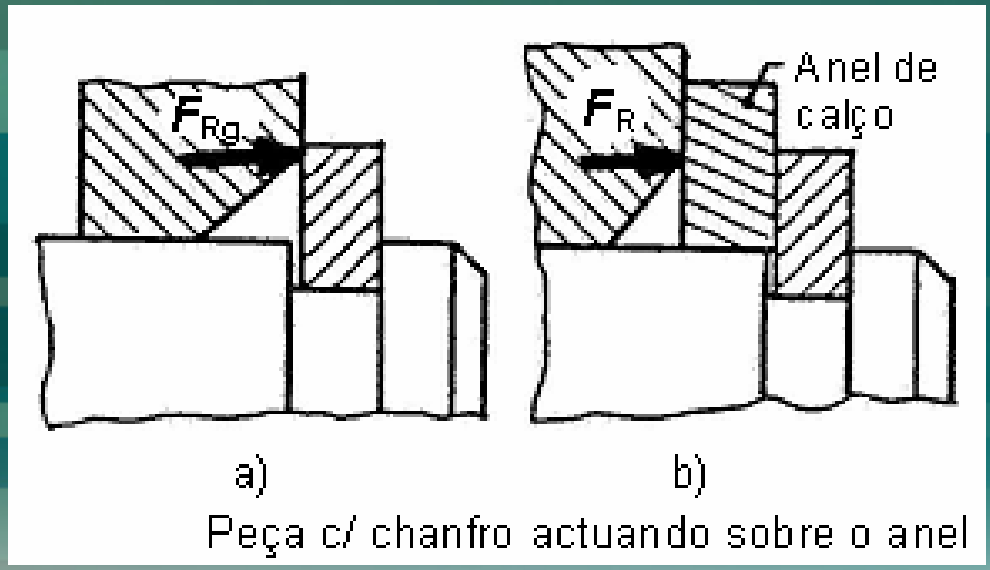
Peça s/ chanfro actuando sobre o anel

# Anéis Elásticos

- **Capacidade de carga axial**:
  Se o módulo de elasticidade ***E'*** ≠ ***E*** e a altura de chanfro ***g'*** ≠ ***g*** (quadro):

  $$F'_{Rg} = F_{Rg} \, ( g / g' ) \, (E' / 210\,000) \;\; kN$$

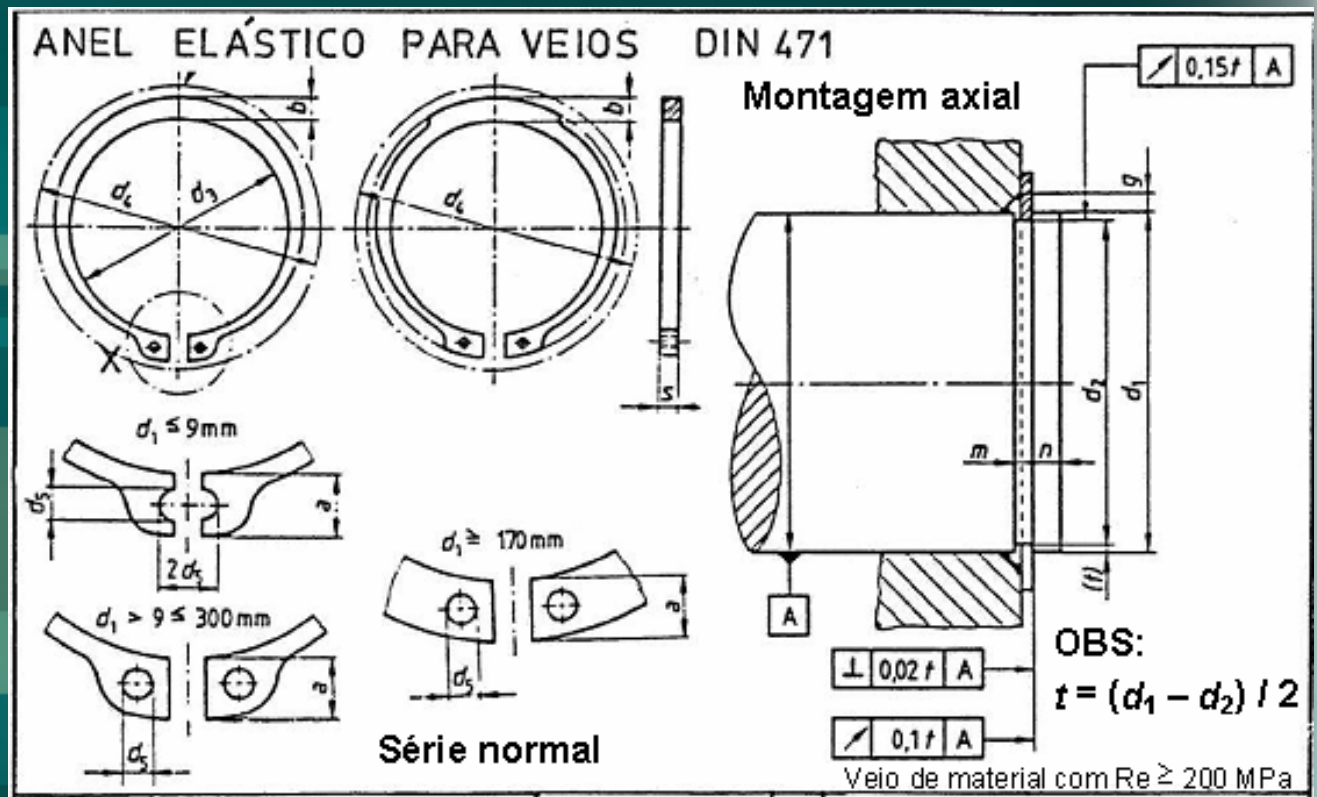
  Para evitar o efeito da flexão, deve colocar-se um **anel de calço**, com arestas vivas, entre a peça e o anel elástico.



Peça c/ chanfro actuando sobre o anel

# Anéis Elásticos

- DIN 471




| $d_4$ | ANEL $s$ | $d_3$ | $a$ máx | $b$ ≈ | $d_5$ mín | Massa / 1000 un | RANHURA $d_2$ | $m$ H13 | $t$ | $n$ mín | $d_4$ | $F_N$ kN | $F_R$ kN | $g$ | $F_{R_0}$ kN | $n$ min$^{-1}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 0,4 | 2,7 | 1,9 | 0,8 | 1 | 0,017 | 2,8 $^{0}_{-0,04}$ (h10) | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 7 | 0,15 | 0,47 | 0,5 | 0,27 | 360000 | 3 |
| 4 | 0,4 | 3,7 | 2,2 | 0,9 | 1 | 0,022 | 3,8 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 8,6 | 0,20 | 0,50 | 0,5 | 0,30 | 211000 | |
| 5 | 0,6 | 4,7 | 2,5 | 1,1 | 1 | 0,066 | 4,8 $^{0}_{-0,048}$ (h10) | 0,7 | 0,1 | 0,3 | 10,3 | 0,26 | 1,00 | 0,5 | 0,80 | 154000 | |
| 6 | 0,7 | 5,6 | 2,7 | 1,3 | 1,2 | 0,084 | 5,7 | 0,8 | 0,15 | 0,5 | 11,7 | 0,46 | 1,45 | 0,5 | 0,90 | 114000 | |
| 7 | 0,8 | 6,5 | 3,1 | 1,4 | 1,2 | 0,121 | 6,7 | 0,9 | 0,15 | 0,5 | 13,5 | 0,54 | 2,60 | 0,5 | 1,40 | 121000 | |
| 8 | 0,8 | 7,4 | 3,2 | 1,5 | 1,2 | 0,158 | 7,6 $^{0}_{-0,06}$ (h10) | 0,9 | 0,2 | 0,6 | 14,7 | 0,81 | 3,00 | 0,5 | 2,00 | 96000 | |
| 9 | 1 | 8,4 | 3,3 | 1,7 | 1,2 | 0,300 | 8,6 | 1,1 | 0,2 | 0,6 | 16 | 0,92 | 3,50 | 0,5 | 2,40 | 85000 | |

# Anéis Elásticos

- DIN 471 (cont.)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 1 | | 9.3 | | 3.3 | 1.8 | 1.5 | 0.340 | 9.6 | | 1.1 | 0.2 | 0.6 | 17 | 1.01 | 4.00 | 1 | 2.40 | 84000 | 10 |
| 11 | 1 | | 10.2 | | 3.3 | 1.8 | 1.5 | 0.410 | 10.5 | | 1.1 | 0.25 | 0.8 | 18 | 1.40 | 4.50 | 1 | 2.40 | 70000 | |
| 12 | 1 | | 11 | | 3.3 | 1.8 | 1.7 | 0.500 | 11.5 | | 1.1 | 0.25 | 0.8 | 19 | 1.53 | 5.00 | 1 | 2.40 | 75000 | |
| 13 | 1 | | 11.9 | | 3.4 | 2 | 1.7 | 0.530 | 12.4 | | 1.1 | 0.3 | 0.9 | 20.2 | 2.00 | 5.80 | 1 | 2.40 | 66000 | |
| 14 | 1 | | 12.9 | +0.10 −0.36 | 3.5 | 2.1 | 1.7 | 0.640 | 13.4 | 0 −0.11 (h11) | 1.1 | 0.3 | 0.9 | 21.4 | 2.15 | 6.35 | 1 | 2.40 | 58000 | |
| 15 | 1 | | 13.8 | | 3.6 | 2.2 | 1.7 | 0.670 | 14.3 | | 1.1 | 0.35 | 1.1 | 22.6 | 2.66 | 6.90 | 1 | 2.40 | 50000 | |
| 16 | 1 | | 14.7 | | 3.7 | 2.2 | 1.7 | 0.700 | 15.2 | | 1.1 | 0.4 | 1.2 | 23.8 | 3.26 | 7.40 | 1 | 2.40 | 45000 | |
| 17 | 1 | | 15.7 | | 3.8 | 2.3 | 1.7 | 0.820 | 16.2 | | 1.1 | 0.4 | 1.2 | 25 | 3.46 | 8.00 | 1 | 2.40 | 41000 | |
| 18 | 1.2 | | 16.5 | | 3.9 | 2.4 | 2 | 1.11 | 17 | | 1.3 | 0.5 | 1.5 | 26.2 | 4.58 | 17.0 | 1.5 | 3.75 | 39000 | |
| 19 | 1.2 | | 17.5 | | 3.9 | 2.5 | 2 | 1.22 | 18 | | 1.3 | 0.5 | 1.5 | 27.2 | 4.84 | 17.0 | 1.5 | 3.80 | 35000 | 19 |
| 20 | 1.2 | | 18.5 | | 4 | 2.6 | 2 | 1.30 | 19 | | 1.3 | 0.5 | 1.5 | 28.4 | 5.06 | 17.1 | 1.5 | 3.85 | 32000 | |
| 21 | 1.2 | | 19.5 | +0.13 −0.42 | 4.1 | 2.7 | 2 | 1.42 | 20 | 0 −0.13 (h11) | 1.3 | 0.5 | 1.5 | 29.6 | 5.36 | 16.8 | 1.5 | 3.75 | 29000 | |
| 22 | 1.2 | | 20.5 | | 4.2 | 2.8 | 2 | 1.50 | 21 | | 1.3 | 0.5 | 1.5 | 30.8 | 5.65 | 16.9 | 1.5 | 3.80 | 27000 | |
| 24 | 1.2 | 0 −0.06 | 22.2 | | 4.4 | 3 | 2 | 1.77 | 22.9 | | 1.3 | 0.55 | 1.7 | 33.2 | 6.75 | 16.1 | 1.5 | 3.65 | 27000 | |
| 25 | 1.2 | | 23.2 | | 4.4 | 3 | 2 | 1.90 | 23.9 | | 1.3 | 0.55 | 1.7 | 34.2 | 7.05 | 16.2 | 1.5 | 3.70 | 25000 | |
| 26 | 1.2 | | 24.2 | | 4.5 | 3.1 | 2 | 1.96 | 24.9 | 0 −0.21 (h12) | 1.3 | 0.55 | 1.7 | 35.5 | 7.34 | 16.1 | 1.5 | 3.70 | 24000 | |
| 28 | 1.5 | | 25.9 | +0.21 −0.42 | 4.7 | 3.2 | 2 | 2.92 | 26.6 | | 1.6 | 0.7 | 2.1 | 37.9 | 10.00 | 32.1 | 1.5 | 7.50 | 21200 | |
| 29 | 1.5 | | 26.9 | | 4.8 | 3.4 | 2 | 3.20 | 27.6 | | 1.6 | 0.7 | 2.1 | 39.1 | 10.37 | 31.8 | 1.5 | 7.45 | 20000 | |
| 30 | 1.5 | | 27.9 | | 5 | 3.5 | 2 | 3.31 | 28.6 | | 1.6 | 0.7 | 2.1 | 40.5 | 10.73 | 32.1 | 1.5 | 7.65 | 18900 | |
| 32 | 1.5 | | 29.6 | | 5.2 | 3.6 | 2.5 | 3.54 | 30.3 | | 1.6 | 0.85 | 2.6 | 43 | 13.85 | 31.2 | 2 | 5.55 | 16900 | |
| 34 | 1.5 | | 31.5 | | 5.4 | 3.8 | 2.5 | 3.80 | 32.3 | | 1.6 | 0.85 | 2.6 | 45.4 | 14.72 | 31.3 | 2 | 5.60 | 16100 | |
| 35 | 1.6 | | 32.2 | +0.25 −0.5 | 5.6 | 3.9 | 2.5 | 4.00 | 33 | | 1.6 | 1 | 3 | 46.8 | 17.80 | 30.8 | 2 | 5.55 | 15500 | |
| 36 | 1.75 | | 33.2 | | 5.6 | 4 | 2.5 | 5.00 | 34 | | 1.85 | 1 | 3 | 47.8 | 18.33 | 49.4 | 2 | 9.00 | 14500 | |
| 38 | 1.75 | | 35.2 | | 5.8 | 4.2 | 2.5 | 5.62 | 36 | 0 −0.25 (h12) | 1.85 | 1 | 3 | 50.2 | 19.30 | 49.5 | 2 | 9.10 | 13600 | |
| 40 | 1.75 | | 36.5 | | 6 | 4.4 | 2.5 | 6.03 | 37.5 | | 1.85 | 1.25 | 3.8 | 52.6 | 25.30 | 51.0 | 2 | 9.50 | 14300 | 40 |
| 42 | 1.75 | | 38.5 | | 6.5 | 4.5 | 2.5 | 6.50 | 39.5 | | 1.85 | 1.25 | 3.8 | 55.7 | 26.70 | 50.0 | 2 | 9.45 | 13000 | |
| 45 | 1.75 | | 41.5 | +0.39 −0.9 | 6.7 | 4.7 | 2.5 | 7.50 | 42.5 | | 1.85 | 1.25 | 3.8 | 59.1 | 28.60 | 49.0 | 2 | 9.35 | 11400 | |
| 48 | 1.75 | | 44.5 | | 6.9 | 5 | 2.5 | 7.90 | 45.5 | | 1.85 | 1.25 | 3.8 | 62.5 | 30.70 | 49.4 | 2 | 9.55 | 10300 | |
| 50 | 2 | | 45.8 | | 6.9 | 5.1 | 2.5 | 10.2 | 47 | | 2.15 | 1.5 | 4.5 | 64.5 | 38.00 | 73.3 | 2 | 14.4 | 10500 | |
| 52 | 2 | | 47.8 | | 7 | 5.2 | 2.5 | 11.1 | 49 | | 2.15 | 1.5 | 4.5 | 66.7 | 39.70 | 73.1 | 2.5 | 11.5 | 9850 | |
| 55 | 2 | | 50.8 | | 7.2 | 5.4 | 2.5 | 11.4 | 52 | | 2.15 | 1.5 | 4.5 | 70.2 | 42.00 | 71.4 | 2.5 | 11.4 | 8960 | |

# Anéis Elásticos

- DIN 471 (cont.)

| ANEL ELÁSTICO | | | | | | | | RANHURA | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $d_1$ | $s$ | | $d_3$ | | $a$ máx. | $b$ ≈ | $d_5$ mín. | Massa /1000 kg | $d_2$ | | $m$ H13 | $t$ | $n$ mín. | $d_4$ | $F_N$ kN | $F_R$ kN | $g$ | $F_{Rg}$ kN | $n$ $min^{-1}$ | |
| 56 | 2 | $^{0}_{-0,07}$ | 51,8 | $^{+0,46}_{-1,1}$ | 7,3 | 5,5 | 2,5 | 11,8 | 53 | $^{0}_{-0,30}$ (h12) | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 71,6 | 42,80 | 70,8 | 2,5 | 11,35 | 8670 | |
| 58 | 2 | | 53,8 | | 7,3 | 5,6 | 2,5 | 12,6 | 55 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 73,6 | 44,30 | 71,1 | 2,5 | 11,5 | 8200 | |
| 60 | 2 | | 55,8 | | 7,4 | 5,8 | 2,5 | 12,9 | 57 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 75,6 | 46,00 | 69,2 | 2,5 | 11,3 | 7620 | |
| 62 | 2 | | 57,8 | | 7,5 | 6 | 2,5 | 14,3 | 59 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 77,8 | 47,50 | 69,3 | 2,5 | 11,45 | 7240 | |
| 63 | 2 | | 58,8 | | 7,6 | 6,2 | 2,5 | 15,9 | 60 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 79 | 48,30 | 70,2 | 2,5 | 11,6 | 7050 | |
| 65 | 2,5 | | 60,8 | | 7,8 | 6,3 | 3 | 18,2 | 62 | | 2,65 | 1,5 | 4,5 | 81,4 | 49,80 | 135,6 | 2,5 | 22,7 | 6640 | |
| 68 | 2,5 | | 63,5 | | 8 | 6,5 | 3 | 21,8 | 65 | | 2,65 | 1,5 | 4,5 | 84,8 | 52,20 | 135,9 | 2,5 | 23,1 | 6910 | |
| 70 | 2,5 | | 65,5 | | 8,1 | 6,6 | 3 | 22,0 | 67 | | 2,65 | 1,5 | 4,5 | 87 | 53,80 | 134,2 | 2,5 | 23,0 | 6530 | |
| 72 | 2,5 | | 67,5 | | 8,2 | 6,8 | 3 | 22,5 | 69 | | 2,65 | 1,5 | 4,5 | 89,2 | 55,30 | 131,8 | 2,5 | 22,8 | 6190 | |
| 75 | 2,5 | | 70,5 | | 8,4 | 7 | 3 | 24,6 | 72 | $^{0}_{-0,3}$ (h12) | 2,65 | 1,5 | 4,5 | 92,7 | 57,60 | 130,0 | 2,5 | 22,8 | 5740 | |
| 78 | 2,5 | $^{0}_{-0,07}$ | 73,5 | $^{+0,46}_{-1,1}$ | 8,6 | 7,3 | 3 | 26,2 | 75 | | 2,65 | 1,5 | 4,5 | 96,1 | 60,00 | 131,3 | 3 | 19,75 | 5450 | 40 |
| 80 | 2,5 | | 74,5 | | 8,6 | 7,4 | 3 | 27,3 | 76,5 | | 2,65 | 1,75 | 5,3 | 98,1 | 71,60 | 128,4 | 3 | 19,5 | 6100 | |
| 82 | 2,5 | | 76,5 | | 8,7 | 7,6 | 3 | 31,2 | 78,5 | | 2,65 | 1,75 | 5,3 | 100,3 | 73,50 | 128,0 | 3 | 19,6 | 5860 | |
| 85 | 3 | | 79,5 | | 8,7 | 7,8 | 3,5 | 36,4 | 81,5 | | 3,15 | 1,75 | 5,3 | 103,3 | 76,20 | 215,4 | 3 | 33,4 | 5710 | |
| 88 | 3 | | 82,5 | | 8,8 | 8 | 3,5 | 41,2 | 84,5 | | 3,15 | 1,75 | 5,3 | 106,5 | 79,00 | 221,8 | 3 | 34,85 | 5200 | |
| 90 | 3 | $^{0}_{-0,08}$ | 84,5 | | 8,8 | 8,2 | 3,5 | 44,5 | 86,5 | $^{0}_{-0,35}$ (h12) | 3,15 | 1,75 | 5,3 | 108,5 | 80,80 | 217,2 | 3 | 34,4 | 4980 | |
| 95 | 3 | | 89,5 | | 9,4 | 8,6 | 3,5 | 49,0 | 91,5 | | 3,15 | 1,75 | 5,3 | 114,8 | 85,50 | 212,2 | 3,5 | 29,25 | 4550 | |
| 100 | 3 | | 94,5 | | 9,6 | 9 | 3,5 | 53,7 | 96,5 | | 3,15 | 1,75 | 5,3 | 120,2 | 90,00 | 206,4 | 3,5 | 29,0 | 4180 | 85 |
| 105 | 4 | | 98 | $^{+0,54}_{-1,3}$ | 9,9 | 9,3 | 3,5 | 80,0 | 101 | | 4,15 | 2 | 6 | 125,8 | 107,6 | 471,8 | 3,5 | 67,7 | 4740 | |
| 110 | 4 | | 103 | | 10,1 | 9,6 | 3,5 | 82,0 | 106 | $^{0}_{-0,54}$ (h13) | 4,15 | 2 | 6 | 131,2 | 113,0 | 457,0 | 3,5 | 66,9 | 4340 | |
| 115 | 4 | | 108 | | 10,6 | 9,8 | 3,5 | 84,0 | 111 | | 4,15 | 2 | 6 | 137,3 | 118,2 | 438,6 | 3,5 | 65,5 | 3970 | |
| 120 | 4 | | 113 | | 11 | 10,2 | 3,5 | 86,0 | 116 | | 4,15 | 2 | 6 | 143,1 | 123,5 | 424,6 | 3,5 | 64,5 | 3685 | |

# Anéis Elásticos

- DIN 471 (cont.)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 125 | 4 | | 118 | | 11,4 | 10,4 | 4 | 90,0 | 121 | | 4,15 | 2 | 6 | 149 | 128,7 | 411,5 | 4 | 56,5 | 3420 | |
| 130 | 4 | | 123 | | 11,6 | 10,7 | 4 | 100 | 126 | | 4,15 | 2 | 6 | 154,4 | 134,0 | 395,5 | 4 | 55,2 | 3180 | |
| 135 | 4 | | 128 | | 11,8 | 11 | 4 | 104 | 131 | | 4,15 | 2 | 6 | 159,8 | 139,2 | 380,5 | 4 | 55,4 | 2950 | |
| 140 | 4 | | 133 | | 12 | 11,2 | 4 | 110 | 136 | | 4,15 | 2 | 6 | 165,2 | 144,5 | 376,5 | 4 | 54,4 | 2760 | |
| 145 | 4 | | 138 | | 12,2 | 11,5 | 4 | 115 | 141 | | 4,15 | 2 | 6 | 170,6 | 149,6 | 367,0 | 4 | 53,8 | 2600 | |
| 150 | 4 | 0 | 142 | | 13 | 11,8 | 4 | 120 | 145 | 0 | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 177,3 | 193,0 | 357,5 | 4 | 53,4 | 2480 | |
| 155 | 4 | -0,1 | 146 | +0,63 -1,5 | 13 | 12 | 4 | 135 | 150 | -0,63 (h13) | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 182,3 | 199,6 | 352,9 | 4 | 52,6 | 2210 | |
| 160 | 4 | | 151 | | 13,3 | 12,2 | 4 | 150 | 155 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 188 | 206,1 | 349,2 | 4 | 52,2 | 2540 | |
| 165 | 4 | | 155,5 | | 13,5 | 12,5 | 4 | 160 | 160 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 193,4 | 212,5 | 345,3 | 5 | 41,4 | 2520 | |
| 170 | 4 | | 160,5 | | 13,5 | 12,9 | 4 | 170 | 165 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 198,4 | 219,1 | 349,2 | 5 | 41,9 | 2440 | |
| 175 | 4 | | 165,5 | | 13,5 | 12,9 | 4 | 180 | 170 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 203,4 | 225,5 | 340,1 | 5 | 40,7 | 2300 | |
| 180 | 4 | | 170,5 | | 14,2 | 13,5 | 4 | 190 | 175 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 210 | 232,2 | 345,3 | 5 | 41,4 | 2180 | |
| 185 | 4 | | 175,5 | | 14,2 | 13,5 | 4 | 200 | 180 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 215 | 238,6 | 336,7 | 5 | 40,4 | 2070 | 125 |
| 190 | 4 | | 180,5 | | 14,2 | 14 | 4 | 210 | 185 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 220 | 245,1 | 333,8 | 5 | 40,0 | 1970 | |
| 195 | 4 | | 185,5 | | 14,2 | 14 | 4 | 220 | 190 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 225 | 251,8 | 325,4 | 5 | 39,0 | 1835 | |
| 200 | 4 | | 190,5 | | 14,2 | 14 | 4 | 230 | 195 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 230 | 258,3 | 319,2 | 5 | 38,3 | 1770 | |
| 210 | 5 | | 198 | | 14,2 | 14 | 4 | 248 | 204 | 0 | 5,15 | 3 | 9 | 240 | 325,1 | 598,2 | 6 | 59,9 | 1835 | |
| 220 | 5 | | 208 | +0,72 -1,7 | 14,2 | 14 | 4 | 265 | 214 | -0,72 (h13) | 5,15 | 3 | 9 | 250 | 340,8 | 572,4 | 6 | 57,3 | 1620 | |
| 230 | 5 | | 218 | | 14,2 | 14 | 4 | 290 | 224 | | 5,15 | 3 | 9 | 260 | 356,6 | 548,9 | 6 | 55,0 | 1445 | |
| 240 | 5 | | 228 | | 14,2 | 14 | 4 | 310 | 234 | | 5,15 | 3 | 9 | 270 | 372,6 | 530,3 | 6 | 53,0 | 1305 | |
| 250 | 5 | 0 | 238 | | 14,2 | 14 | 4 | 335 | 244 | | 5,15 | 3 | 9 | 280 | 388,3 | 504,3 | 6 | 50,5 | 1180 | |
| 260 | 5 | -0,13 | 245 | | 16,2 | 16 | 5 | 355 | 252 | | 5,15 | 4 | 12 | 294 | 535,8 | 540,6 | 6 | 54,6 | 1320 | |
| 270 | 5 | | 255 | | 16,2 | 16 | 5 | 375 | 262 | 0 | 5,15 | 4 | 12 | 304 | 556,6 | 525,3 | 6 | 52,5 | 1215 | |
| 280 | 5 | | 265 | +0,81 -2 | 16,2 | 16 | 5 | 398 | 272 | -0,81 (h13) | 5,15 | 4 | 12 | 314 | 576,6 | 508,2 | 6 | 50,9 | 1100 | |
| 290 | 5 | | 275 | | 16,2 | 16 | 5 | 418 | 282 | | 5,15 | 4 | 12 | 324 | 599,1 | 490,8 | 6 | 49,2 | 1005 | |
| 300 | 5 | | 285 | | 16,2 | 16 | 5 | 440 | 292 | | 5,15 | 4 | 12 | 334 | 619,1 | 475,0 | 6 | 47,5 | 930 | |

**Exemplo de designação:**

**Anel elástico DIN 471 – 30 x 1,5 (série normal)**

# Anéis Elásticos

**Exemplo de designação:**

**Anel elástico DIN 471 – 30 x 2 (série forte)**

- DIN 471 (cont.)

DIN 471 3

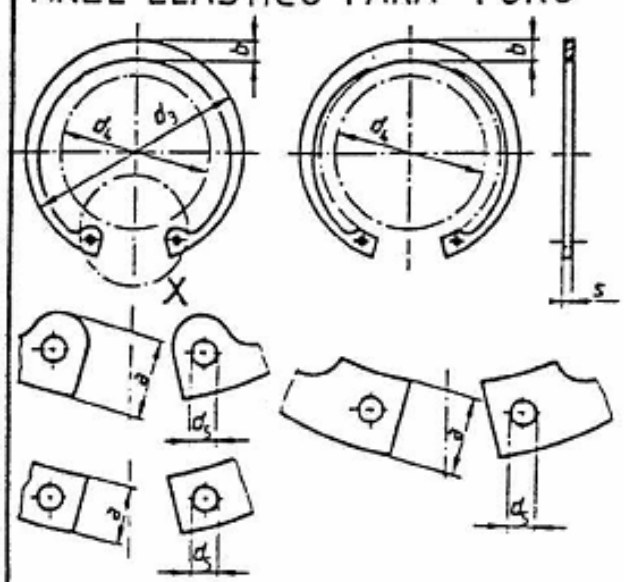
| $d_1$ | ANEL ELÁSTICO-SÉRIE FORTE | | | | | | | RANHURA | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $s$ | | $d_3$ | | $a$ máx. | $b$ ≈ | $d_5$ min. | Massa/ 1000 ≈ kg | $d_2$ | | $m$ H13 | $t$ | $n$ min. | $d_4$ | $F_N$ kN | $F_R$ kN | $g$ | $F_{Rg}$ kN | $n$ $min^{-1}$ | |
| 15 | 1,5 | $^{0}_{-0,06}$ | 13,8 | $^{+0,10}_{-0,36}$ | 4,8 | 2,4 | 2 | 1,10 | 14,3 | $^{0}_{-0,11}$ (h11) | 1,6 | 0,35 | 1,1 | 25,1 | 2,66 | 15,5 | 1 | 6,40 | 57000 | 10 |
| 16 | 1,5 | | 14,7 | | 5 | 2,5 | 2 | 1,19 | 15,2 | | 1,6 | 0,4 | 1,2 | 26,5 | 3,26 | 16,6 | 1 | 6,35 | 44000 | |
| 17 | 1,5 | | 15,7 | | 5 | 2,6 | 2 | 1,39 | 16,2 | | 1,6 | 0,4 | 1,2 | 27,5 | 3,46 | 18,0 | 1 | 6,70 | 46000 | |
| 18 | 1,5 | | 16,5 | | 5,1 | 2,7 | 2 | 1,56 | 17 | | 1,6 | 0,5 | 1,5 | 28,7 | 4,58 | 26,6 | 1,5 | 5,85 | 42750 | |
| 20 | 1,75 | | 18,5 | $^{+0,13}_{-0,42}$ | 5,5 | 3 | 2 | 2,19 | 19 | $^{0}_{-0,13}$ (h11) | 1,85 | 0,5 | 1,5 | 31,6 | 5,06 | 36,3 | 1,5 | 8,20 | 36000 | 19 |
| 22 | 1,75 | | 20,5 | | 6 | 3,1 | 2 | 2,42 | 21 | | 1,85 | 0,5 | 1,5 | 34,6 | 5,65 | 36,0 | 1,5 | 8,10 | 29000 | |
| 24 | 1,75 | | 22,2 | | 6,3 | 3,2 | 2 | 2,76 | 22,9 | $^{0}_{-0,21}$ (h12) | 1,85 | 0,55 | 1,7 | 37,3 | 6,75 | 34,2 | 1,5 | 7,60 | 29200 | |
| 25 | 2 | | 23,2 | $^{+0,21}_{-0,42}$ | 6,4 | 3,4 | 2 | 3,59 | 23,9 | | 2,15 | 0,55 | 1,7 | 38,5 | 7,05 | 45,0 | 1,5 | 10,3 | 25000 | |
| 28 | 2 | | 25,9 | | 6,5 | 3,5 | 2 | 4,25 | 26,6 | | 2,15 | 0,7 | 2,1 | 41,7 | 10,0 | 57,0 | 1,5 | 13,4 | 22200 | |
| 30 | 2 | | 27,9 | | 6,5 | 4,1 | 2 | 5,35 | 28,6 | | 2,15 | 0,7 | 2,1 | 43,7 | 10,7 | 57,0 | 1,5 | 13,6 | 21100 | |
| 32 | 2 | | 29,6 | | 6,5 | 4,1 | 2,5 | 5,85 | 30,3 | $^{0}_{-0,25}$ (h12) | 2,15 | 0,85 | 2,6 | 45,7 | 13,8 | 55,5 | 2 | 10,0 | 18400 | |
| 34 | 2,5 | $^{0}_{-0,07}$ | 31,5 | $^{+0,25}_{-0,5}$ | 6,6 | 4,2 | 2,5 | 7,05 | 32,3 | | 2,65 | 0,85 | 2,6 | 47,9 | 14,7 | 87,0 | 2 | 15,6 | 17800 | |
| 35 | 2,5 | | 32,2 | | 6,7 | 4,2 | 2,5 | 7,20 | 33 | | 2,65 | 1 | 3 | 49,1 | 17,8 | 86,0 | 2 | 15,4 | 16500 | |
| 38 | 2,5 | | 35,2 | | 6,8 | 4,3 | 2,5 | 8,30 | 36 | | 2,65 | 1 | 3 | 52,3 | 19,3 | 101 | 2 | 18,6 | 14500 | |
| 40 | 2,5 | | 36,5 | $^{+0,39}_{-0,9}$ | 7 | 4,4 | 2,5 | 8,60 | 37,5 | $^{0}_{-0,25}$ (h12) | 2,65 | 1,25 | 3,8 | 54,7 | 25,3 | 104 | 2 | 19,3 | 14300 | 40 |
| 42 | 2,5 | | 38,5 | | 7,2 | 4,5 | 2,5 | 9,30 | 39,5 | | 2,65 | 1,25 | 3,8 | 57,2 | 26,7 | 102 | 2 | 19,2 | 13000 | |
| 45 | 2,5 | | 41,5 | | 7,5 | 4,7 | 2,5 | 10,7 | 42,5 | | 2,65 | 1,25 | 3,8 | 60,8 | 28,6 | 100 | 2 | 19,1 | 11400 | |
| 48 | 2,5 | | 44,5 | | 7,8 | 5 | 2,5 | 11,3 | 45,5 | | 2,65 | 1,25 | 3,8 | 64,4 | 30,7 | 101 | 2 | 19,5 | 10300 | |
| 50 | 3 | | 45,8 | | 8 | 5,1 | 2,5 | 15,3 | 47 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 66,8 | 38,0 | 165 | 2 | 32,4 | 10500 | |
| 52 | 3 | | 47,8 | | 8,2 | 5,2 | 2,5 | 16,6 | 49 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 69,3 | 39,7 | 165 | 2,5 | 26,0 | 9850 | |
| 55 | 3 | $^{0}_{-0,08}$ | 50,8 | $^{+0,46}_{-1,1}$ | 8,5 | 5,4 | 2,5 | 17,1 | 52 | $^{0}_{-0,30}$ (h12) | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 72,9 | 42,0 | 161 | 2,5 | 25,6 | 8960 | |
| 58 | 3 | | 53,8 | | 8,8 | 5,6 | 2,5 | 18,9 | 55 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 76,5 | 44,3 | 160 | 2,5 | 26,0 | 8200 | |
| 60 | 3 | | 55,8 | | 9 | 5,8 | 2,5 | 19,4 | 57 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 78,9 | 46,0 | 156 | 2,5 | 25,4 | 7620 | |
| 65 | 4 | | 60,8 | | 9,3 | 6,3 | 3 | 29,1 | 62 | | 4,15 | 1,5 | 4,5 | 84,6 | 49,8 | 346 | 2,5 | 58,0 | 6640 | |
| 70 | 4 | | 65,5 | | 9,5 | 6,6 | 3 | 35,3 | 67 | | 4,15 | 1,5 | 4,5 | 90 | 53,8 | 343 | 2,5 | 59,0 | 6530 | |
| 75 | 4 | | 70,5 | | 9,7 | 7 | 3 | 39,3 | 72 | | 4,15 | 1,5 | 4,5 | 95,4 | 57,6 | 333 | 2,5 | 58,0 | 5740 | |
| 80 | 4 | $^{0}_{-0,1}$ | 74,5 | | 9,8 | 7,4 | 3 | 43,7 | 76,5 | | 4,15 | 1,75 | 5,3 | 100,6 | 71,6 | 328 | 3 | 50,0 | 6100 | |
| 85 | 4 | | 79,5 | | 10 | 7,8 | 3,5 | 48,5 | 81,5 | $^{0}_{-0,35}$ (h12) | 4,15 | 1,75 | 5,3 | 106 | 76,2 | 383 | 3 | 59,4 | 5710 | 85 |
| 90 | 4 | | 84,5 | $^{+0,54}_{-1,3}$ | 10,2 | 8,2 | 3,5 | 59,4 | 86,5 | | 4,15 | 1,75 | 5,3 | 111,5 | 80,8 | 386 | 3 | 61,0 | 4980 | |
| 100 | 4 | | 94,5 | | 10,5 | 9 | 3,5 | 71,6 | 96,5 | | 4,15 | 1,75 | 5,3 | 122,1 | 90,0 | 368 | 3,5 | 51,6 | 4180 | |

# Anéis Elásticos

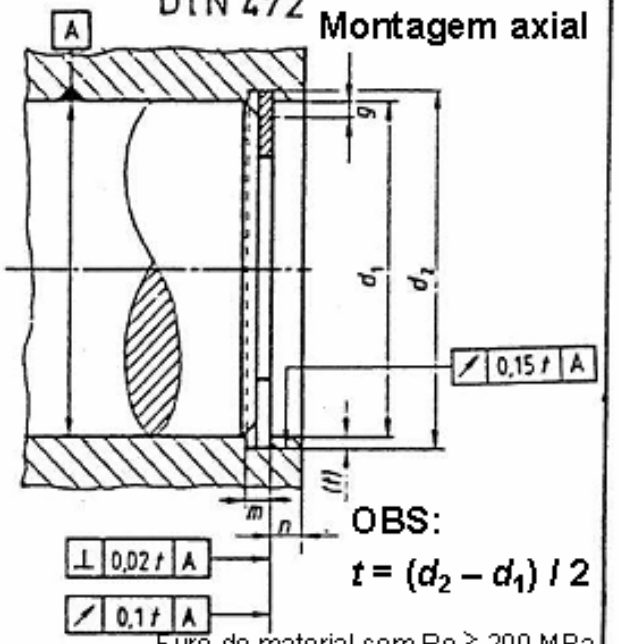
- DIN 472

DIN 472 1

ANEL ELÁSTICO PARA FURO



DIN 472 Montagem axial




OBS:

$t = (d_2 - d_1) / 2$

Série normal

Furo de material com Re ≥ 200 MPa

| diâmetro nominal $d_1$ | ANEL ELÁSTICO espessura $s$ | | $d_3$ | $a$ máx. | $b$ | $d_5$ min. | massa de 1000 anéis kg ≈ | RANHURA $d_2$ | | $m$ H13 | $t$ | $n$ min | $d_4$ | $F_N$ kN | $F_R$ kN | $g$ | $F_{Rg}$ kN | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0,8 | 0 −0,05 | 8,7 | 2,4 | 1,1 | 1 | 0,14 | 8,4 | +0,09 0 (H11) | 0,9 | 0,2 | 0,6 | 3 | 0,86 | 2,00 | 0,5 | 1,50 | B |
| 9 | 0,8 | | 9,8 | 2,5 | 1,3 | 1 | 0,15 | 9,4 | | 0,9 | 0,2 | 0,6 | 3,7 | 0,96 | 2,00 | 0,5 | 1,50 | |
| 10 | 1 | | 10,8 | 3,2 | 1,4 | 1,2 | 0,18 | 10,4 | | 1,1 | 0,2 | 0,6 | 3,3 | 1,08 | 4,00 | 0,5 | 2,20 | |
| 11 | 1 | | 11,8 | 3,3 | 1,5 | 1,2 | 0,31 | 11,4 | | 1,1 | 0,2 | 0,6 | 4,1 | 1,17 | 4,00 | 0,5 | 2,30 | |
| 12 | 1 | | 13 +0,36 −0,10 | 3,4 | 1,7 | 1,5 | 0,37 | 12,5 | | 1,1 | 0,25 | 0,8 | 4,9 | 1,60 | 4,00 | 0,5 | 2,30 | |
| 13 | 1 | | 14,1 | 3,6 | 1,8 | 1,5 | 0,42 | 13,6 | +0,11 0 (H11) | 1,1 | 0,3 | 0,9 | 5,4 | 2,10 | 4,20 | 0,5 | 2,30 | B |
| 14 | 1 | | 15,1 | 3,7 | 1,9 | 1,7 | 0,52 | 14,6 | | 1,1 | 0,3 | 0,9 | 6,2 | 2,25 | 4,50 | 0,5 | 2,30 | |
| 15 | 1 | | 16,2 | 3,7 | 2 | 1,7 | 0,56 | 15,7 | | 1,1 | 0,35 | 1,1 | 7,2 | 2,80 | 5,00 | 0,5 | 2,30 | |
| 16 | 1 | | 17,3 | 3,8 | 2 | 1,7 | 0,60 | 16,8 | | 1,1 | 0,4 | 1,2 | 8 | 3,40 | 5,50 | 1 | 2,60 | |
| 17 | 1 | | 18,3 | 3,9 | 2,1 | 1,7 | 0,65 | 17,8 | | 1,1 | 0,4 | 1,2 | 8,8 | 3,60 | 6,00 | 1 | 2,50 | |

# Anéis Elásticos

- DIN 472 (cont.)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | 1 | 18,3 | | 3,9 | 2,1 | 1,7 | 0,65 | 17,8 | | 1,1 | 0,4 | 1,2 | 8,8 | 3,60 | 6,00 | 1 | 2,50 | |
| 18 | 1 | 19,5 | | 4,1 | 2,2 | 2 | 0,74 | 19 | | 1,1 | 0,5 | 1,5 | 9,4 | 4,80 | 6,50 | 1 | 2,60 | |
| 19 | 1 | 20,5 | +0,42 −0,13 | 4,1 | 2,2 | 2 | 0,83 | 20 | +0,13 0 (H11) | 1,1 | 0,5 | 1,5 | 10,4 | 5,10 | 6,80 | 1 | 2,50 | 19 |
| 20 | 1 | 21,5 | | 4,2 | 2,3 | 2 | 0,90 | 21 | | 1,1 | 0,5 | 1,5 | 11,2 | 5,40 | 7,20 | 1 | 2,50 | |
| 21 | 1 | 22,5 | | 4,2 | 2,4 | 2 | 1,00 | 22 | | 1,1 | 0,5 | 1,5 | 12,2 | 5,70 | 7,60 | 1 | 2,60 | |
| 22 | 1 | 23,5 | | 4,2 | 2,5 | 2 | 1,10 | 23 | | 1,1 | 0,5 | 1,5 | 13,2 | 5,90 | 8,00 | 1 | 2,70 | |
| 24 | 1,2 | 25,9 | | 4,4 | 2,6 | 2 | 1,42 | 25,2 | | 1,3 | 0,6 | 1,8 | 14,8 | 7,70 | 13,9 | 1 | 4,60 | |
| 25 | 1,2 | 26,9 | +0,42 −0,21 | 4,5 | 2,7 | 2 | 1,50 | 26,2 | +0,21 0 (H12) | 1,3 | 0,6 | 1,8 | 15,5 | 8,00 | 14,6 | 1 | 4,70 | |
| 26 | 1,2 | 27,9 | | 4,7 | 2,8 | 2 | 1,60 | 27,2 | | 1,3 | 0,6 | 1,8 | 16,1 | 8,40 | 13,85 | 1 | 4,60 | |
| 28 | 1,2 | 30,1 | | 4,8 | 2,9 | 2 | 1,80 | 29,4 | | 1,3 | 0,7 | 2,1 | 17,9 | 10,5 | 13,3 | 1 | 4,50 | 19 |
| 30 | 1,2 | 32,1 | | 4,8 | 3 | 2 | 2,06 | 31,4 | | 1,3 | 0,7 | 2,1 | 19,9 | 11,3 | 13,7 | 1 | 4,60 | |
| 31 | 1,2 | 33,4 | | 5,2 | 3,2 | 2,5 | 2,10 | 32,7 | | 1,3 | 0,85 | 2,6 | 20 | 14,1 | 13,8 | 1 | 4,70 | |
| 32 | 1,2 | 34,4 | | 5,4 | 3,2 | 2,5 | 2,21 | 33,7 | | 1,3 | 0,85 | 2,6 | 20,6 | 14,6 | 13,8 | 1 | 4,70 | |
| 34 | 1,5 | 36,5 | +0,5 −0,25 | 5,4 | 3,3 | 2,5 | 3,20 | 35,7 | | 1,6 | 0,85 | 2,6 | 22,6 | 15,4 | 26,2 | 1,5 | 6,30 | |
| 35 | 1,5 | 37,8 | | 5,4 | 3,4 | 2,5 | 3,54 | 37 | | 1,8 | 1 | 3 | 23,6 | 18,8 | 26,9 | 1,5 | 6,40 | |
| 36 | 1,5 | 38,8 | | 5,4 | 3,5 | 2,5 | 3,70 | 38 | +0,25 0 (H12) | 1,8 | 1 | 3 | 24,6 | 19,4 | 26,4 | 1,5 | 6,40 | |
| 37 | 1,5 | 39,8 | | 5,5 | 3,6 | 2,5 | 3,74 | 39 | | 1,8 | 1 | 3 | 25,4 | 19,8 | 27,1 | 1,5 | 6,50 | |
| 38 | 1,5 | 40,8 | | 5,5 | 3,7 | 2,5 | 3,90 | 40 | | 1,8 | 1 | 3 | 26,4 | 22,5 | 28,2 | 1,5 | 6,70 | |
| 40 | 1,75 | 43,5 | | 5,8 | 3,9 | 2,5 | 4,70 | 42,5 | | 1,85 | 1,25 | 3,8 | 27,8 | 27,0 | 44,6 | 2 | 8,30 | 40 |
| 42 | 1,75 | 45,5 | +0,9 −0,39 | 5,9 | 4,1 | 2,5 | 5,40 | 44,5 | | 1,85 | 1,25 | 3,8 | 29,6 | 28,4 | 44,7 | 2 | 8,40 | |
| 45 | 1,75 | 48,5 | | 6,2 | 4,3 | 2,5 | 6,00 | 47,5 | | 1,85 | 1,25 | 3,8 | 32 | 30,2 | 43,1 | 2 | 8,20 | |
| 47 | 1,75 | 50,5 | | 6,4 | 4,4 | 2,5 | 6,10 | 49,5 | | 1,85 | 1,25 | 3,8 | 33,5 | 31,4 | 43,5 | 2 | 8,30 | |
| 48 | 1,75 | 51,5 | | 6,4 | 4,5 | 2,5 | 6,70 | 50,5 | | 1,85 | 1,25 | 3,8 | 34,5 | 32,0 | 43,2 | 2 | 8,40 | |
| 50 | 2 | 54,2 | | 6,5 | 4,6 | 2,5 | 7,30 | 53 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 36,3 | 40,5 | 60,8 | 2 | 12,1 | |
| 52 | 2 | 56,2 | | 6,7 | 4,7 | 2,5 | 8,20 | 55 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 37,9 | 42,0 | 60,25 | 2 | 12,0 | |
| 55 | 2 | 59,2 | | 6,8 | 5 | 2,5 | 8,30 | 58 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 40,7 | 44,4 | 60,3 | 2 | 12,5 | |
| 56 | 2 | 60,2 | | 6,8 | 5,1 | 2,5 | 8,70 | 59 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 41,7 | 45,2 | 60,3 | 2 | 12,6 | |
| 58 | 2 | 62,2 | | 6,9 | 5,2 | 2,5 | 10,5 | 61 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 43,5 | 46,7 | 60,8 | 2 | 12,7 | 40 |
| 60 | 2 | 64,2 | +1,1 −0,46 | 7,3 | 5,4 | 2,5 | 11,1 | 63 | +0,30 0 (H12) | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 44,7 | 48,3 | 61,0 | 2 | 13,0 | |
| 62 | 2 | 66,2 | | 7,3 | 5,5 | 2,5 | 11,2 | 65 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 46,7 | 49,8 | 60,9 | 2 | 13,0 | |
| 63 | 2 | 67,2 | | 7,3 | 5,6 | 2,5 | 12,4 | 66 | | 2,15 | 1,5 | 4,5 | 47,7 | 50,6 | 60,8 | 2 | 13,0 | |

# Anéis Elásticos

- DIN 472 (cont.)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 125 | 4 | | 132 | | 11 | 10 | 4 | 79,0 | 129 | | 4,15 | 2 | 6 | 101,9 | 132 | 385 | 3 | 70,0 | |
| 130 | 4 | | 137 | | 11 | 10,2 | 4 | 82,0 | 134 | | 4,15 | 2 | 6 | 106,9 | 138 | 374 | 3 | 69,0 | |
| 135 | 4 | | 142 | | 11,2 | 10,5 | 4 | 84,0 | 139 | | 4,15 | 2 | 6 | 111,5 | 143 | 358 | 3 | 67,0 | |
| 140 | 4 | | 147 | | 11,2 | 10,7 | 4 | 87,5 | 144 | | 4,15 | 2 | 6 | 116,5 | 148 | 350 | 3 | 66,5 | |
| 145 | 4 | 0 -0,1 | 152 | +1,5 -0,63 | 11 4 | 10,9 | 4 | 93,0 | 149 | +0,63 0 (H13) | 4,15 | 2 | 6 | 121 | 153 | 336 | 3 | 65,0 | |
| 150 | 4 | | 158 | | 12 | 11,2 | 4 | 105 | 155 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 124,8 | 191 | 326 | 3 | 64,0 | |
| 155 | 4 | | 164 | | 12 | 11,4 | 4 | 107 | 160 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 129,8 | 206 | 324 | 3,5 | 55,0 | |
| 160 | 4 | | 169 | | 13 | 11,6 | 4 | 110 | 165 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 132,7 | 212 | 321 | 3,5 | 54,5 | |
| 165 | 4 | | 174,5 | | 13 | 11,8 | 4 | 125 | 170 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 137,7 | 219 | 319 | 3,5 | 54,0 | |
| 170 | 4 | | 179,5 | | 13,5 | 12,2 | 4 | 140 | 175 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 141,6 | 225 | 349 | 3,5 | 59,0 | |
| 175 | 4 | | 184,5 | | 13,5 | 12,7 | 4 | 150 | 180 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 146,6 | 232 | 351 | 3,5 | 59,0 | |
| 180 | 4 | | 189,5 | | 14,2 | 13,2 | 4 | 165 | 185 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 150,2 | 238 | 347 | 3,5 | 58,5 | |
| 185 | 4 | | 194,5 | | 14,2 | 13,7 | 4 | 170 | 190 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 155,2 | 245 | 349 | 3,5 | 59,0 | 125 |
| 190 | 4 | | 199,5 | | 14,2 | 13,8 | 4 | 175 | 195 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 160,2 | 251 | 340 | 3,5 | 57,5 | |
| 195 | 4 | | 204,5 | +1,70 -0,72 | 14,2 | 13,8 | 4 | 183 | 200 | +0,72 0 (H13) | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 165,2 | 258 | 330 | 3,5 | 55,5 | |
| 200 | 4 | | 209,5 | | 14,2 | 14 | 4 | 195 | 205 | | 4,15 | 2,5 | 7,5 | 170,2 | 265 | 325 | 3,5 | 55,0 | |
| 210 | 5 | | 222 | | 14,2 | 14 | 4 | 270 | 216 | | 5,15 | 3 | 9 | 180,2 | 333 | 601 | 4 | 89,5 | |
| 220 | 5 | | 232 | | 14,2 | 14 | 4 | 315 | 226 | | 5,15 | 3 | 9 | 190,2 | 349 | 574 | 4 | 85,0 | |
| 230 | 5 | | 242 | | 14,2 | 14 | 4 | 330 | 236 | | 5,15 | 3 | 9 | 200,2 | 365 | 549 | 4 | 81,0 | |
| 240 | 5 | | 252 | | 14,2 | 14 | 4 | 345 | 246 | | 5,15 | 3 | 9 | 210,2 | 380 | 525 | 4 | 77,5 | |
| 250 | 5 | 0 -0,12 | 262 | | 14,2 | 14 | 4 | 360 | 256 | | 5,15 | 3 | 9 | 220,2 | 396 | 504 | 4 | 75,0 | |
| 260 | 5 | | 275 | | 16,2 | 16 | 5 | 375 | 268 | | 5,15 | 4 | 12 | 226 | 553 | 538 | 4 | 80,0 | |
| 270 | 5 | | 285 | +2,0 -0,81 | 16,2 | 16 | 5 | 388 | 278 | +0,81 0 (H13) | 5,15 | 4 | 12 | 236 | 573 | 518 | 4 | 77,0 | |
| 280 | 5 | | 295 | | 16,2 | 16 | 5 | 400 | 288 | | 5,15 | 4 | 12 | 246 | 593 | 499 | 4 | 74,0 | |
| 290 | 5 | | 305 | | 16,2 | 16 | 5 | 415 | 298 | | 5,15 | 4 | 12 | 256 | 615 | 482 | 4 | 71,5 | |
| 300 | 5 | | 315 | | 16,2 | 16 | 5 | 435 | 308 | | 5,15 | 4 | 12 | 266 | 636 | 468 | 4 | 69,0 | |

**Exemplo de designação:**

**Anel elástico DIN 472 – 30 x 1,2 (série normal)**

# Anéis Elásticos

- DIN 472 (cont.)

DIN 472 3

| $d_1$ | ANEL ELÁSTICO-SÉRIE FORTE | | | | | | | RANHURA | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $s$ | | $d_3$ | | $a$ max. | $b$ ≈ | $d$ min. | $M$ | $d_2$ | | $m$ H13 | $t$ | $n$ min. | $d_4$ | $F_N$ kN | $F_R$ kN | $g$ | $F_{R_3}$ kN | |
| 20 | 1,5 | | 21,5 | | 4,5 | 2,4 | 2 | 1,41 | 21 | | 1,6 | 0,5 | 1,5 | 10,5 | 5,40 | 16,0 | 1 | 5,60 | |
| 22 | 1,5 | | 23,5 | | 4,7 | 2,8 | 2 | 1,85 | 23 | | 1,6 | 0,5 | 1,5 | 12,1 | 5,90 | 18,0 | 1 | 6,10 | |
| 24 | 1,5 | | 25,9 | | 4,9 | 3 | 2 | 1,98 | 25,2 | | 1,6 | 0,6 | 1,8 | 13,7 | 7,70 | 21,7 | 1 | 7,20 | |
| 25 | 1,5 | | 26,9 | | 5 | 3,1 | 2 | 2,16 | 26,2 | | 1,6 | 0,6 | 1,8 | 14,5 | 8,00 | 22,8 | 1 | 7,30 | |
| 26 | 1,5 | | 27,9 | | 5,1 | 3,1 | 2 | 2,25 | 27,2 | | 1,6 | 0,6 | 1,8 | 15,3 | 8,40 | 21,6 | 1 | 7,20 | |
| 28 | 1,5 | | 30,1 | | 5,3 | 3,2 | 2 | 2,48 | 29,4 | | 1,6 | 0,7 | 2,1 | 16,9 | 10,5 | 20,8 | 1 | 7,00 | |
| 30 | 1,5 | | 32,1 | | 5,5 | 3,3 | 2 | 2,84 | 31,4 | | 1,6 | 0,7 | 2,1 | 18,4 | 11,3 | 21,4 | 1 | 7,20 | 19 |
| 32 | 1,5 | | 34,4 | | 5,7 | 3,4 | 2 | 2,94 | 33,7 | | 1,6 | 0,85 | 2,6 | 20 | 14,6 | 21,4 | 1 | 7,30 | |
| 34 | 1,75 | | 36,5 | | 5,9 | 3,7 | 2,5 | 4,20 | 35,7 | | 1,85 | 0,85 | 2,6 | 21,6 | 15,4 | 35,6 | 1,5 | 8,60 | |
| 35 | 1,75 | | 37,8 | | 6 | 3,8 | 2,5 | 4,62 | 37 | | 1,85 | 1 | 3 | 22,4 | 18,8 | 36,6 | 1,5 | 8,70 | |
| 37 | 1,75 | | 39,8 | | 6,2 | 3,9 | 2,5 | 4,73 | 39 | | 1,85 | 1 | 3 | 24 | 19,8 | 36,8 | 1,5 | 8,80 | |
| 38 | 1,75 | | 40,8 | | 6,3 | 3,9 | 2,5 | 4,80 | 40 | | 1,85 | 1 | 3 | 24,7 | 22,5 | 38,3 | 1,5 | 9,10 | |
| 40 | 2 | | 43,5 | | 6,5 | 3,9 | 2,5 | 5,38 | 42,5 | | 2,15 | 1,25 | 3,8 | 26,3 | 27,0 | 58,4 | 2 | 10,9 | |
| 42 | 2 | | 45,5 | | 6,7 | 4,1 | 2,5 | 6,18 | 44,5 | | 2,15 | 1,25 | 3,8 | 27,9 | 28,4 | 58,5 | 2 | 11,0 | |
| 45 | 2 | | 48,5 | | 7 | 4,3 | 2,5 | 6,86 | 47,5 | | 2,15 | 1,25 | 3,8 | 30,3 | 30,2 | 56,5 | 2 | 10,7 | |
| 47 | 2 | | 50,5 | | 7,2 | 4,4 | 2,5 | 7,00 | 49,5 | | 2,15 | 1,25 | 3,8 | 31,9 | 31,4 | 57,0 | 2 | 10,8 | |
| 50 | 2,5 | | 54,2 | | 7,5 | 4,6 | 2,5 | 9,15 | 53 | | 2,65 | 1,5 | 4,5 | 34,2 | 40,5 | 95,5 | 2 | 19,0 | |
| 52 | 2,5 | | 56,2 | | 7,7 | 4,7 | 2,5 | 10,2 | 55 | | 2,65 | 1,5 | 4,5 | 35,8 | 42,0 | 94,6 | 2 | 18,8 | |
| 55 | 2,5 | | 59,2 | | 8 | 5 | 2,5 | 10,4 | 58 | | 2,65 | 1,5 | 4,5 | 38,2 | 44,4 | 94,7 | 2 | 19,6 | |
| 60 | 3 | | 64,2 | | 8,5 | 5,4 | 2,5 | 16,6 | 63 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 42,1 | 48,3 | 137 | 2 | 29,2 | |
| 62 | 3 | | 66,2 | | 8,6 | 5,5 | 2,5 | 16,8 | 65 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 43,9 | 49,8 | 137 | 2 | 29,2 | 40 |
| 65 | 3 | | 69,2 | | 8,7 | 5,8 | 3 | 17,2 | 68 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 46,7 | 51,8 | 174 | 2,5 | 30,0 | |
| 68 | 3 | | 72,5 | | 8,8 | 6,1 | 3 | 19,2 | 71 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 49,5 | 54,5 | 174,5 | 2,5 | 30,6 | |
| 70 | 3 | | 74,5 | | 9 | 6,2 | 3 | 19,8 | 73 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 51,1 | 56,2 | 171 | 2,5 | 30,3 | |

# Anéis Elásticos

- DIN 472 (cont.)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 60 | 3 | | 64,2 | | 9,5 | 5,4 | 2,5 | 16,6 | 63 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 42,1 | 48,3 | 137 | 2 | 28,2 | 40 |
| 62 | 3 | | 66,2 | | 8,6 | 5,5 | 2,5 | 16,8 | 65 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 43,9 | 49,8 | 137 | 2 | 29,2 | |
| 65 | 3 | | 69,2 | | 8,7 | 5,8 | 3 | 17,2 | 68 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 46,7 | 51,8 | 174 | 2,5 | 30,0 | |
| 68 | 3 | | 72,5 | | 8,8 | 6,1 | 3 | 19,2 | 71 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 49,5 | 54,5 | 174,5 | 2,5 | 30,6 | |
| 70 | 3 | | 74,5 | | 9 | 6,2 | 3 | 19,8 | 73 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 51,1 | 56,2 | 171 | 2,5 | 30,3 | |
| 72 | 3 | | 76,5 | | 9,2 | 6,4 | 3 | 21,7 | 75 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 52,7 | 58,0 | 172 | 2,5 | 30,3 | |
| 75 | 3 | | 79,5 | | 9,3 | 6,6 | 3 | 22,6 | 78 | | 3,15 | 1,5 | 4,5 | 55,5 | 60,0 | 170 | 2,5 | 30,3 | |
| 80 | 4 | | 85,5 | | 9,5 | 7 | 3 | 35,2 | 83,5 | | 4,15 | 1,75 | 5,3 | 60 | 74,8 | 308 | 2,5 | 56,0 | |
| 85 | 4 | | 90,5 | | 9,7 | 7,2 | 3,5 | 38,8 | 88,5 | | 4,15 | 1,75 | 5,3 | 64,8 | 79,5 | 358 | 3 | 55,0 | 85 |
| 90 | 4 | | 95,5 | | 10 | 7,6 | 3,5 | 41,5 | 93,5 | | 4,15 | 1,75 | 5,3 | 69 | 84,0 | 354 | 3 | 56,0 | |
| 95 | 4 | | 100,5 | | 10,3 | 8,1 | 3,5 | 46,7 | 98,5 | | 4,15 | 1,75 | 5,3 | 73,4 | 88,6 | 347 | 3 | 56,0 | |
| 100 | 4 | | 105,5 | | 10,5 | 8,4 | 3,5 | 50,7 | 103,5 | | 4,15 | 1,75 | 5,3 | 78 | 93,1 | 335 | 3 | 55,0 | |

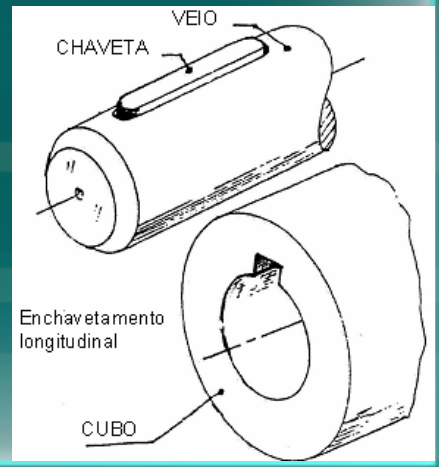
**Exemplo de designação:**

**Anel elástico DIN 472 – 30 x 1,5 (série forte)**

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Tipos de enchavetamentos:
  **As chavetas asseguram ligações desmontáveis de veios com cubos, entre os quais há ajustamentos cilíndricos ou cónicos.**
  As chavetas são alojadas em ranhuras designadas por **escatéis**.
  Atendendo à posição da chaveta, relativamente aos eixos do veio e do cubo, podem considerar-se:
  - **Enchavetamentos longitudinais**;
  - **Enchavetamentos transversais**

  (evitar a utilização em mecanismos rotativos sujeitos a choques e vibrações).



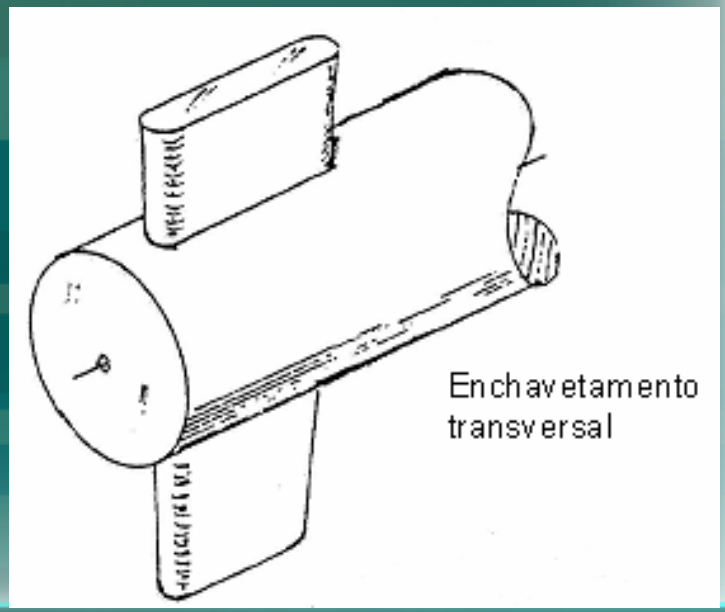
# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Nos **enchavetamentos longitudinais** podem ser usados dois tipos de uniões:

  - **Enchavetamentos livres** - ligação apenas em rotação, podendo haver movimento de translação entre as peças;

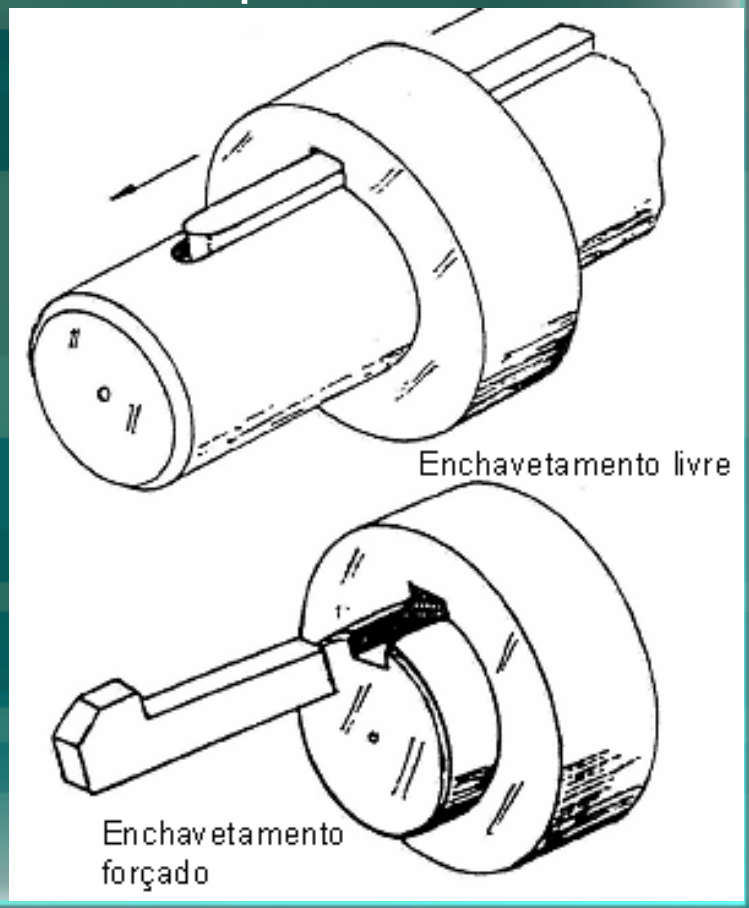
  - **Enchavetamentos forçados** - peças ligadas em rotação e em translação.

  Nos **enchavetamentos livres**, a ligação em translação obriga à utilização adicional de outros órgãos mecânicos.



# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- **Inconvenientes:**
  **Debilitação do veio e do cubo**, na zona dos escatéis, agravada com veios ocos ou cubos de parede fina.
  **Concentração de tensões** devida à forma desfavorável dos escatéis.
  **Pequena capacidade de transmissão de potência**.
  As **uniões por chavetas** são utilizadas, apenas, para a transmissão de **pequenas potências** e em produções de **pequenas séries**.



# Pontas de Veio e Enchavetamentos

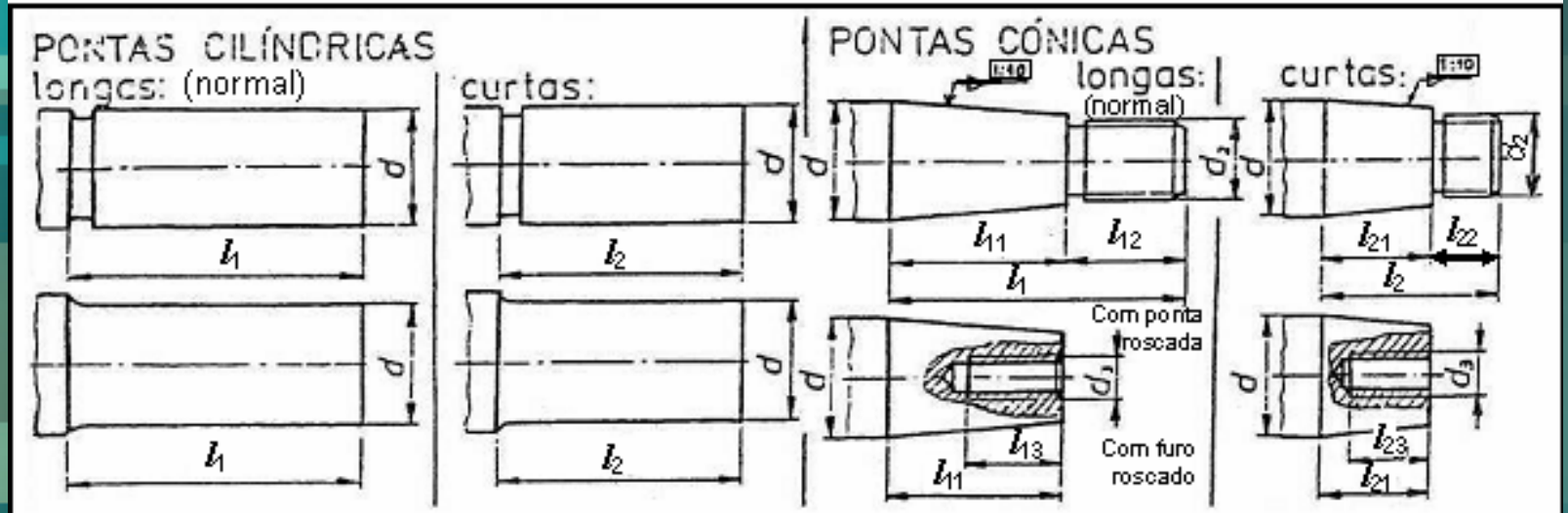
- **Pontas de Veios:**
  - **Norma:** ISO/R 775: 1969 – Cylindrical and 1:10 conical shaft ends (norma anulada, mas actualmente ainda não substituída)
  - **Formas e dimensões:**
    As **pontas dos veios** podem ser **cilíndricas** ou **cónicas (C = 1:10)** e, em cada caso, **curtas** ou **longas**.
  - **Designação das pontas de veios:**
    A designação de uma ponta de veio é feita mencionando, sucessivamente:
    - Ponta de veio;
    - Forma (cilíndrica ou cónica);
    - Comprimento (curta ou longa);
    - Diâmetro nominal;
    - Furo roscado ou extremidade roscada;

    **Exemplo:** Ponta de veio cilíndrica, curta, ∅40 com furo roscado

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- **Pontas de Veios:**

Pontas de veio




| Diâmetro da ponta | | Ponta cilíndrica | | Ponta cónica longa | | | Ponta cónica curta | | | Elementos roscados | | Binário transmissível em N.m | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Longa | curta | | | | | | | | | | | | | |
| $d$ | toler. | $l_1$ | $l_2$ | $l_{11}$ | $l_{12}$ | $l_{13}$ | $l_{21}$ | $l_{22}$ | $l_{23}$ | $d_2$ | $Md_3$ | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ |
| 6 | j6 | 16 | | 10 | 6 | | | | | M4 | | | 0,307 | 0,145 |
| 7 | | 16 | | 10 | 6 | | | | | M4 | | | 0,530 | 0,250 |
| 8 | | 20 | | 12 | 8 | | | | | M6 | | | 0.850 | 0,40 |
| 9 | | 20 | | 12 | 8 | | | | | M6 | | | 1,28 | 0,60 |
| 10 | | 23 | 20 | 15 | 8 | | | | | M6 | | | 1,85 | 0,875 |
| 11 | | 23 | 20 | 15 | 8 | | | | | M6 | | | 2,58 | 1,22 |
| 12 | | 30 | 25 | 18 | 12 | 10 | | | | M8 x 1 | M4 | | 3,55 | 1,65 |
| 14 | | 30 | 25 | 18 | 12 | 10 | | | | M8 x 1 | M4 | | 6,00 | 2,80 |
| 16 | | 40 | 28 | 28 | 12 | 10 | 16 | 12 | 10 | M10 x 1,25 | M4 | | 9,75 | 4,50 |

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

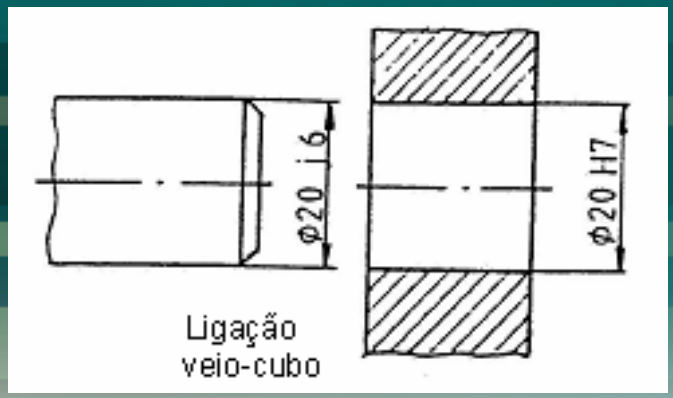
- **Pontas de Veios (cont.):**

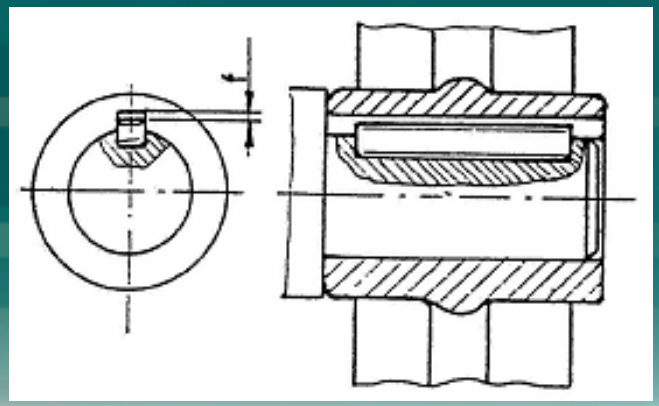
| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | | 40 | 28 | 28 | 12 | 13 | 16 | 12 | 13 | M10 x 1,25 | M5 | | 14,50 | 6,70 |
| 19 | | 40 | 28 | 28 | 12 | 13 | 16 | 12 | 13 | M10 x 1,25 | M5 | | 17,50 | 8,25 |
| 20 | | 50 | 36 | 36 | 14 | 16 | 22 | 14 | 16 | M12 x 1,25 | M6 | | 21,20 | 9,75 |
| 22 | | 50 | 36 | 36 | 14 | 16 | 22 | 14 | 16 | M12 x 1,25 | M6 | | 29,00 | 13,60 |
| 24 | | 50 | 36 | 36 | 14 | 16 | 22 | 14 | 16 | M12 x 1,25 | M6 | | 40,00 | 18,50 |
| 25 | | 60 | 42 | 42 | 18 | 19 | 24 | 18 | 19 | M16 x 1,5 | M8 | | 46,20 | 21,20 |
| 28 | | 60 | 42 | 42 | 18 | 19 | 24 | 18 | 19 | M16 x 1,5 | M8 | | 69,00 | 31,50 |
| 30 | | 80 | 58 | 58 | 22 | 22 | 36 | 22 | 22 | M20 x 1,5 | M10 | 205 | 87,50 | 40,00 |
| 32 | **k6** | 80 | 58 | 58 | 22 | 22 | 36 | 22 | 22 | M20 x 1,5 | M10 | 250 | 109 | 50,0 |
| 35 | | 80 | 58 | 58 | 22 | 22 | 36 | 22 | 22 | M20 x 1,5 | M10 | 325 | 150 | 69,0 |
| 38 | | 80 | 58 | 58 | 22 | 28 | 36 | 22 | 28 | M24 x 2 | M12 | 425 | 200 | 92,5 |
| 40 | | 110 | 82 | 82 | 28 | 28 | 54 | 28 | 28 | M24 x 2 | M12 | 487 | 236 | 112 |
| 42 | | 110 | 82 | 82 | 28 | 28 | 54 | 28 | 28 | M24 x 2 | M12 | 560 | 280 | 132 |
| 45 | | 110 | 82 | 82 | 28 | 36 | 54 | 28 | 36 | M30 x 2 | M16 | 710 | 355 | 170 |
| 48 | | 110 | 82 | 82 | 28 | 36 | 54 | 28 | 36 | M30 x 2 | M16 | 850 | 450 | 212 |
| 50 | | 110 | 82 | 82 | 28 | 36 | 54 | 28 | 36 | M36 x 3 | M16 | 950 | 515 | 243 |
| 55 | **m6** | 110 | 82 | 82 | 28 | 42 | 54 | 28 | 42 | M36 x 3 | M20 | 1280 | 730 | 345 |
| 60 | | 140 | 105 | 105 | 35 | 42 | 70 | 35 | 42 | M42 x 3 | M20 | 1650 | 975 | 462 |

OBSERVAÇÕES: Os **furos dos cubos** a ajustar nestas pontas de veio deverão ter tolerâncias:
**H7** – no caso de uniões e de tambores; **K7** – no caso de uniões rígidas e de rodas dentadas.

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas Paralelas:**
    - **Normas**:
      ISO/R 773: 1969 – Rectangular or square parallel keys and their corresponding keyways (norma anulada, mas actualmente ainda não substituída)
      ISO 2491: 1974 – Thin parallel keys and their corresponding keyways
      NP 360: 1964 – Chavetas paralelas normais
      NP 361: 1964 – Chavetas paralelas finas
      NP 362: 1964 – Chavetas paralelas para máquinas-ferramenta



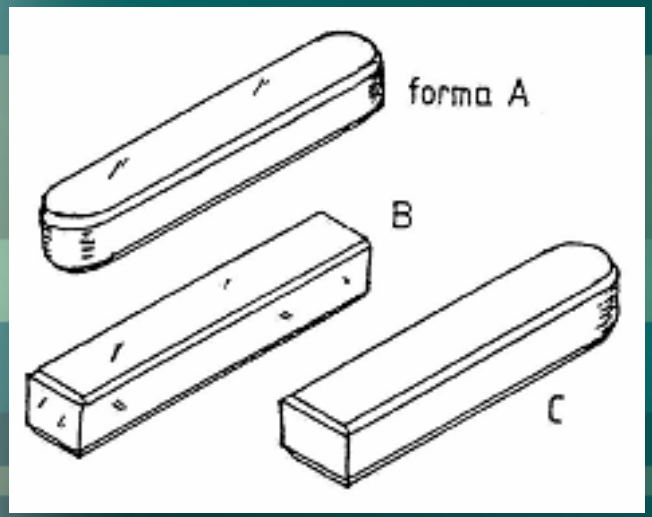



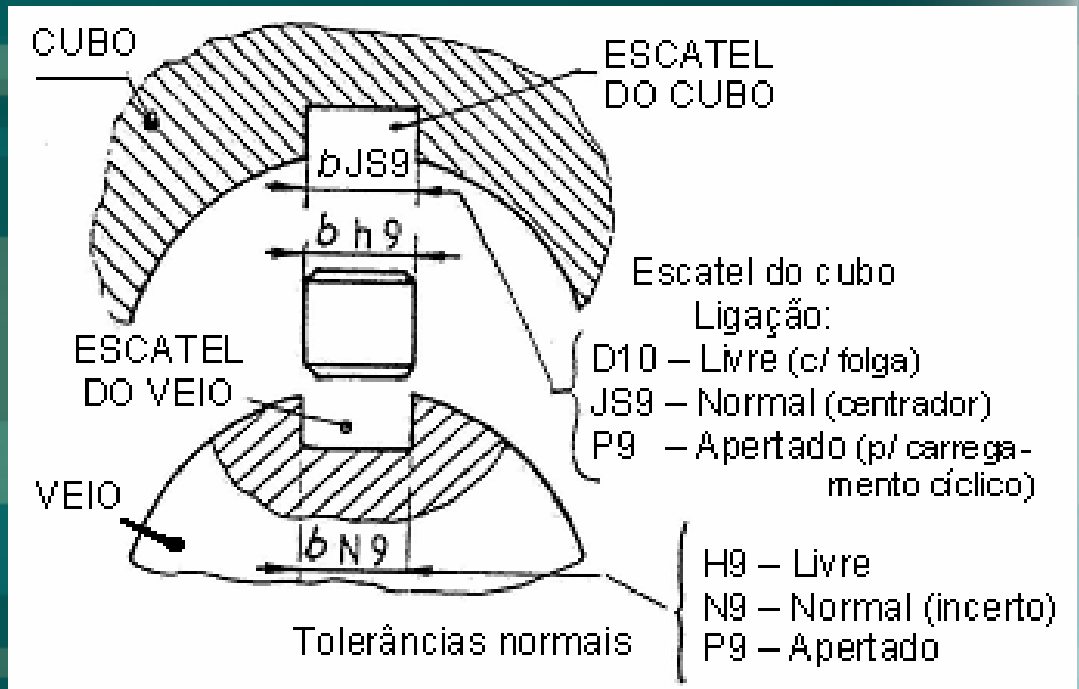
# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas Paralelas:**
    - **Características:**
      **Existem chavetas paralelas (normais ou finas), chavetas paralelas fixadas por parafusos ou chavetas-disco.**
      A chaveta é alojada, no escatel do veio. Entre a face superior da chaveta e o fundo do escatel do cubo existe uma folga *f*.
      A largura da chaveta tem uma tolerância h9.
      **A largura do escatel do veio tem, normalmente, uma tolerância N9, o que dá origem a um ajustamento incerto (preso) (N9/h9).**
      **A largura do escatel do cubo pode ser toleranciada por:**
      - **D10 : ajustamento c/ folga** (D10/h9) usado em uniões com movimentos de translação;
      - **JS9 : ajustamento incerto** (c/ guiamento) (JS9/h9) usado em uniões centradoras;
      - **P9 : ajustamento apertado** (P9/h9) usado em uniões submetidas a cargas cíclicas.

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas Paralelas:**



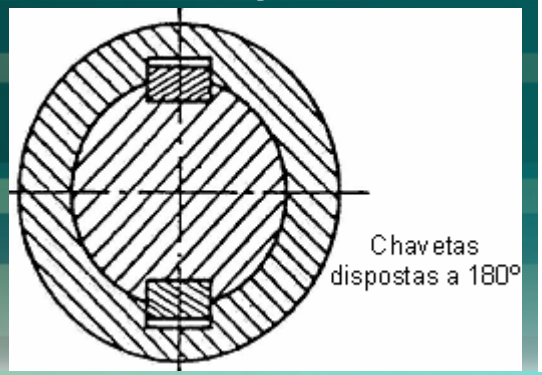

As chavetas paralelas podem ter **três formas**:

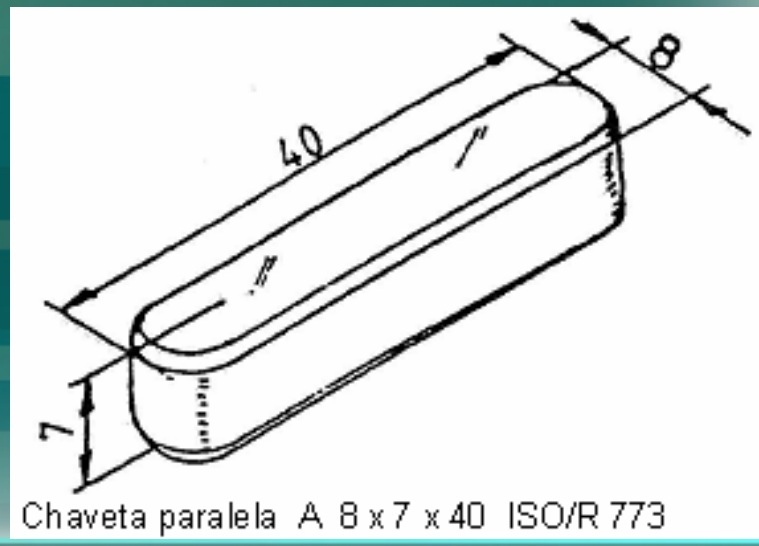
- **Chaveta paralela de forma A** com as extremidades redondas;
- **Chaveta paralela de forma B** com as extremidades planas;
- **Chaveta paralela de forma C** com uma extremidade redonda e outra plana.

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas Paralelas:**
    - **Designação:**
      - Chaveta
      - Forma (ou tipo)
      - Largura *b* x altura *h* x comprimento *L*
      - Norma
    - **Por exemplo:**
      **Chaveta paralela A 8 x 7 x 40 ISO/R 773 (ou NP 360)**

Em cubos de paredes finas, podem utilizar-se duas **chavetas** finas **dispostas a 180º**. Esta disposição facilita também a obtenção de um **equilíbrio dinâmico**.



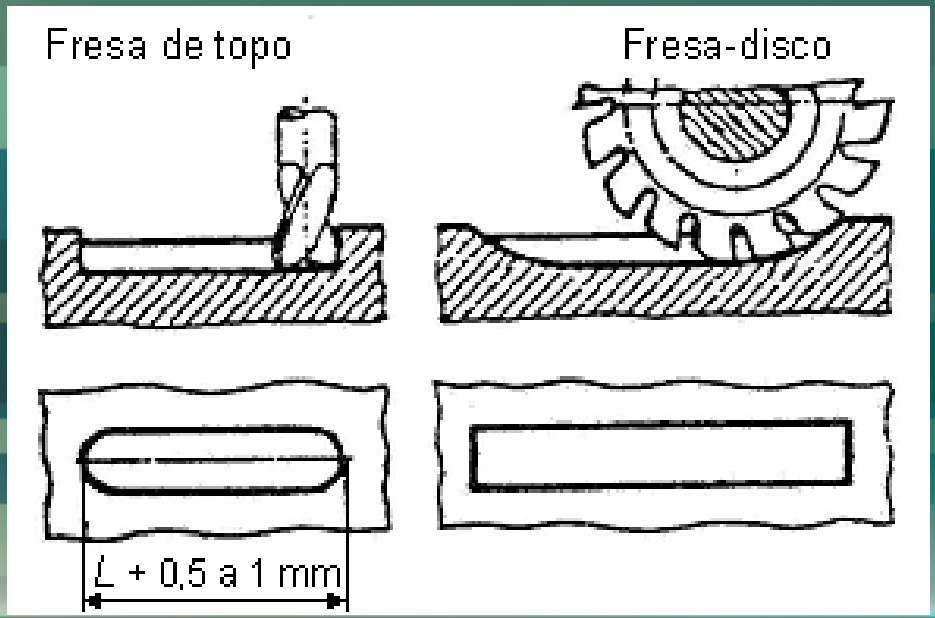
Chaveta paralela A 8 x 7 x 40 ISO/R 773

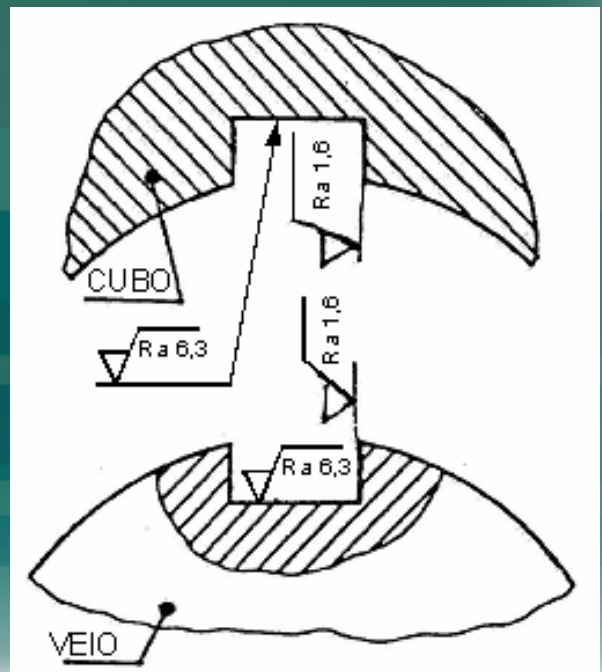
# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas Paralelas:**
    O escatel do veio é aberto por fresagem.
    A abertura do escatel no veio, para uma chaveta de forma A, é realizada com uma fresa de topo.
    **O escatel do veio deve ter um comprimento superior ao da chaveta em 0,5 a 1 mm.**
    Os escatéis em veios, para chavetas das formas B e C, são abertos com fresas-disco.
    **Acabamentos de superfície**:
    - Ra 3,2 μm – nas faces laterais de trabalho, em uniões simples;
    - Ra 1,6 μm – nas faces laterais de trabalho, em uniões cuidadas;
    - Ra 6,3 μm – nos fundos (ou bases).

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

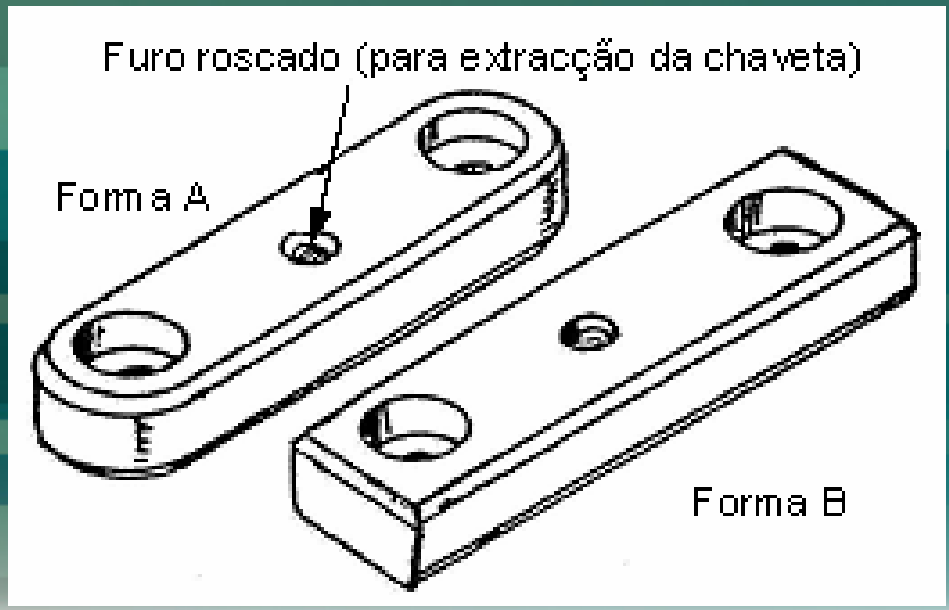
- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas Paralelas:**
    - **Comprimentos das chavetas:**
      Os comprimentos das chavetas paralelas deverão ser, aproximadamente: ***L*** **≈ 1,5** ***d***. *A*doptando os **comprimentos normais** *L* = 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 400 mm.



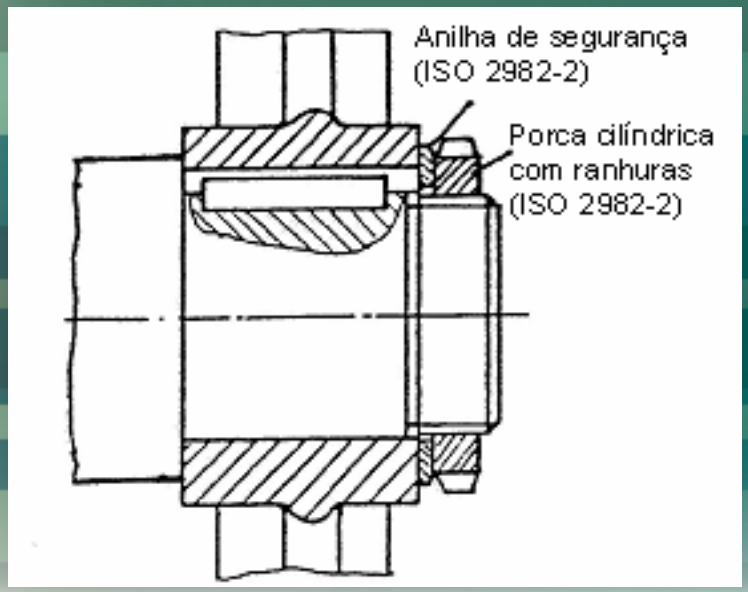
# Pontas de Veio e Enchavetamentos

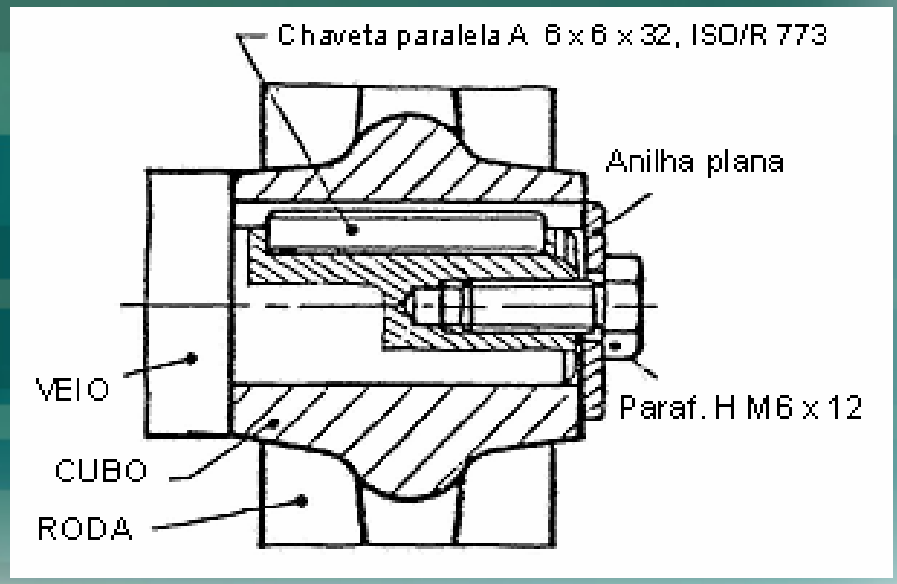
- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas Paralelas:**
    - **Chavetas-guia:**
      **Chavetas paralelas (longas) fixadas no escatel do veio, com parafusos C ou CHC, com as cabeças alojadas em caixas existentes, nas chavetas de formas A ou B.**
      **Para funcionamentos com choques e se há um movimento guiado de translação do cubo ($d \leq L \leq 2{,}5\ d$).**



# Pontas de Veio e Enchavetamentos

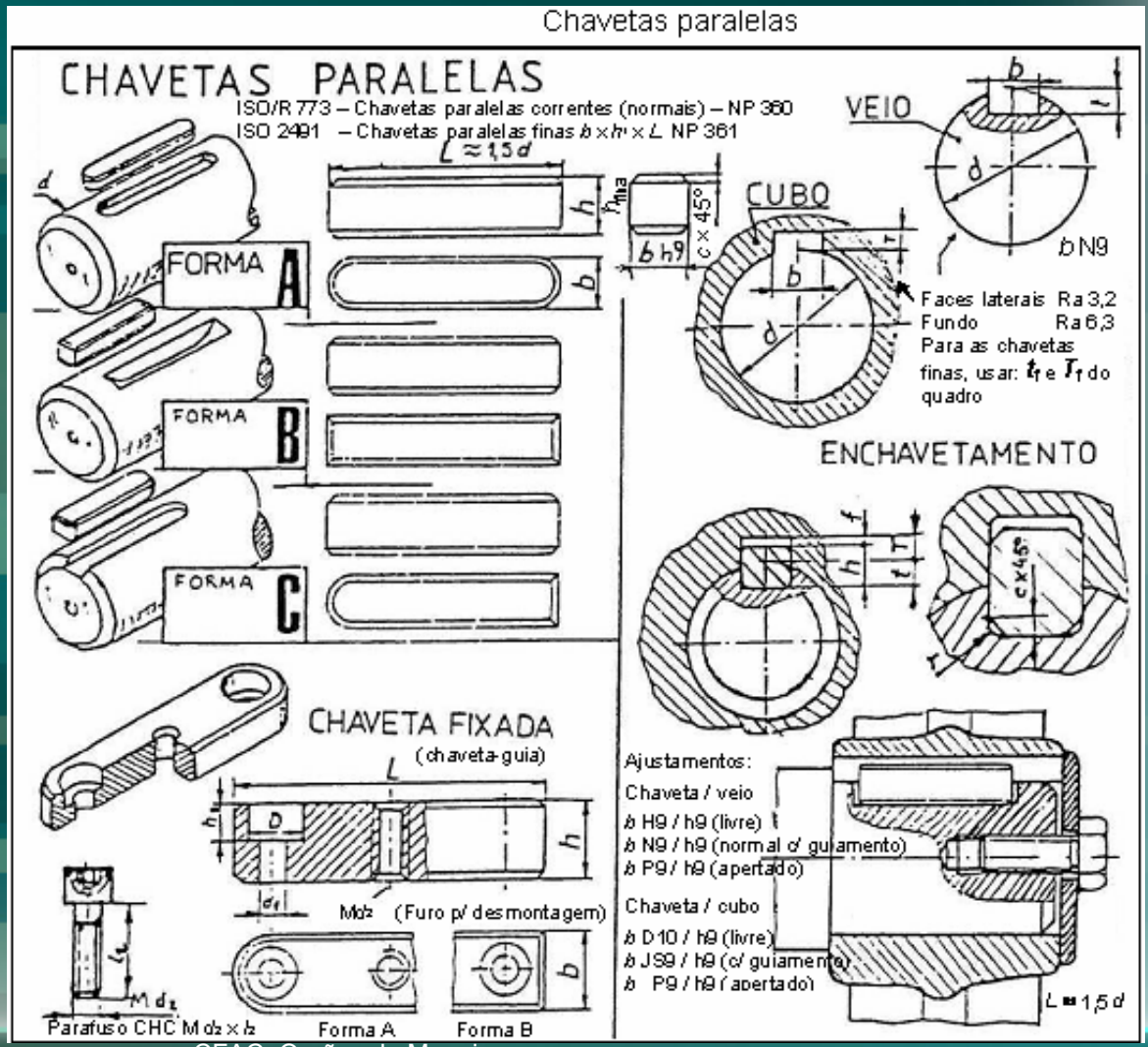
- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas Paralelas:**
    - **Fixação axial:**
      **A ligação em translação de um enchavetamento livre pode ser concretizada por:**
      **- Porca hexagonal (H) ou porca cilíndrica com ranhuras (ou estrias);**
      **- Parafuso de cabeça hexagonal (H) e anilha plana.**



# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas Paralelas:**



# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas Paralelas:**

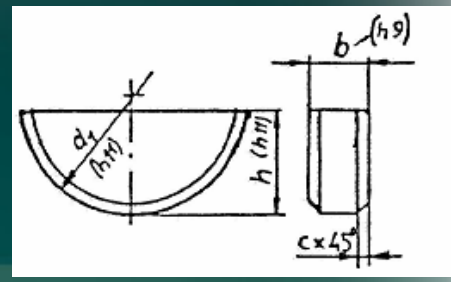
| DIAMETROS dos veios de (>) | até incl. | CHAVETAS correntes $b$ h9 | $h$ | finas $b$ | $h_1$ | Comprimento $L$ min. | max. | Paraf. CHC ou C $M d_2 \times l_2$ | ESCATEIS Veio $t$ | $t_{1fino}$ | Cubo $T$ | $T_{1fino}$ | Chanfro e arredondado $c_{max}$ | $r_{max}$ | $r_{min}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 8 | 2 | 2 h9 | | | 6 | 20 | | 1,2 +0,1 0 | | 1 +0,1 0 | | 0,25 | 0,16 | 0,08 |
| 8 | 10 | 3 | 3 | | | 6 | 36 | | 1,8 | | 1,4 | | | | |
| 10 | 12 | 4 | 4 | | | 8 | 45 | | 2,5 | | 1,8 | | | | |
| 12 | 17 | 5 | 5 | 5 h9 | 3 h11 | 10 | 56 | | 3 | 1,8 | 2,3 | 1,4 | 0,4 | 0,25 | 0,16 |
| 17 | 22 | 6 | 6 | 6 | 4 | 14 | 71 | M2,5x6 | 3,5 | 2,5 | 2,8 | 1,8 | | | |
| 22 | 30 | 8 | 7 h11 | 8 | 5 | 18 | 90 | M3x8 | 4 +0,2 0 | 3 | 3,3 +0,2 0 | 2,3 | | | |
| 30 | 38 | 10 | 8 | 10 | 6 | 22 | 110 | M4x10 | 5 | 3,5 | 3,3 | 2,8 | 0,6 | 0,4 | 0,25 |
| 38 | 44 | 12 | 8 | 12 | 6 | 28 | 140 | M5x10 | 5 | 3,5 | 3,3 | 2,8 | | | |
| 44 | 50 | 14 | 9 | 14 | 6 | 36 | 160 | M6x10 | 5,5 | 3,5 | 3,8 | 2,8 | | | |
| 50 | 58 | 16 | 10 | 16 | 7 | 45 | 180 | M6x10 | 6 | 4 | 4,3 | 3,3 | | | |
| 58 | 65 | 18 | 11 | 18 | 7 | 50 | 200 | M8x10 | 7 | 4 | 4,4 | 3,3 | | | |
| 65 | 75 | 20 | 12 | 20 | 8 | 56 | 220 | M8x10 | 7,5 | 5 | 4,9 | 3,3 | 0,8 | 0,6 | 0,4 |
| 75 | 85 | 22 | 14 | 22 | 9 | 63 | 250 | M10x12 | 9 | 5,5 | 5,4 | 3,8 | | | |
| … | … | … | … | … | … | … | … | … … | … | … | … | … | | | |

**Comprimentos normais** $L$ = 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 400 mm. ($L \approx 1{,}5\ d$)

Exemplo: **Chaveta paralela A** $b \times h \times L$ **ISO/R 773** ex.: 8 x 7 x 40 (corrente ou normal)

**Chaveta paralela fina A** $b \times h_1 \times L$ **ISO2491** ex.: 8 x 5 x 40 (fina)

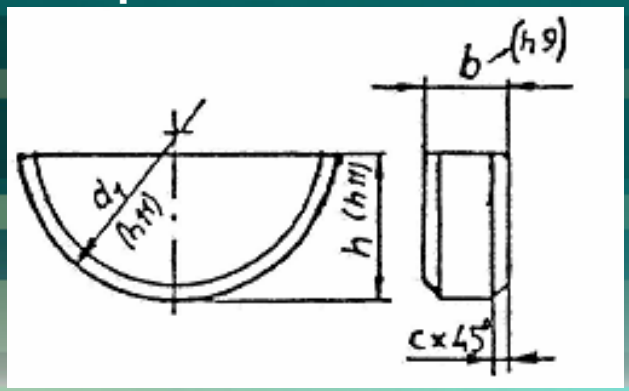
# Pontas de Veio e Enchavetamentos

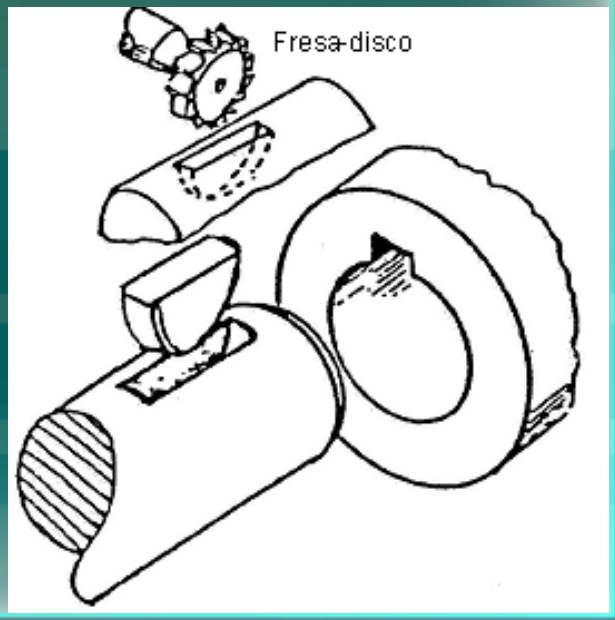



- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas-Disco ou Woodruff:**
    - **Normas:**
      **- ISO 3912: 1977 – Woodruff keys and keyways;**
      **- NP 363: 1964 – Enchavetamentos livres – Chaveta-disco;**
      **- NP 364: 1964 – Chavetas-disco;**
      **- DIN 6888: 1956 - Drive Type Fastenings without Taper Action; Woodruff Keys, Dimensions and Application**
    - **Características:**
      Para **enchavetamentos livres**, em uniões que transmitem **momentos torsores baixos**.
      As **chavetas-disco** usam-se em veios maciços de pequeno diâmetro, para a transmissão de pequenas potências.
      **Em veios ocos**, utilizam-se de **chavetas-disco truncadas**.
      **Material das chavetas**: aço DIN **St 60** com Rm ≥ 600 MPa.

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas-Disco ou Woodruff:**
    - **Vantagens tecnológicas:**
      **- Uma fabricação do escatel do veio fácil e de precisão, utilizando uma fresa-disco;**
      **- Uma fabricação fácil das chavetas (a partir de barra de secção semicircular maciça);**
      **- Uma extracção mais fácil das chavetas (basta bater numa das suas extremidades);**
      **- Uma maior aderência da chaveta ao escatel do veio, devido à maior profundidade deste.**



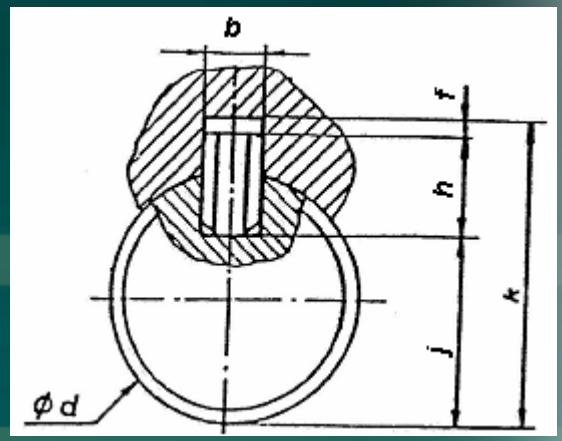
# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas-Disco ou Woodruff:**
    A **chaveta-disco** com uma largura *b* h9 deve ser **ajustada no escatel do veio**:
    - N9/h9 – ajustamento incerto (preso), corrente;
    - P9/h9 – ajustamento apertado, para produção em série.

    A **chaveta-disco com uma largura *b* h9** deve ser ajustada em relação às faces laterais do escatel do cubo:
    - JS9/h9 – ajustamento incerto (c/ guiamento), corrente;
    - P9/h9 – ajustamento apertado, para produção individual ou em série.

    A **ponta do veio** e o **furo do cubo** podem ser **cilíndricos ou cónicos**.
    Nos veios cónicos, a chaveta pode ser colocada com uma orientação paralela ao eixo do veio ou com uma orientação paralela à geratriz do cone do veio.

# Pontas de Veio e Enchavetamentos



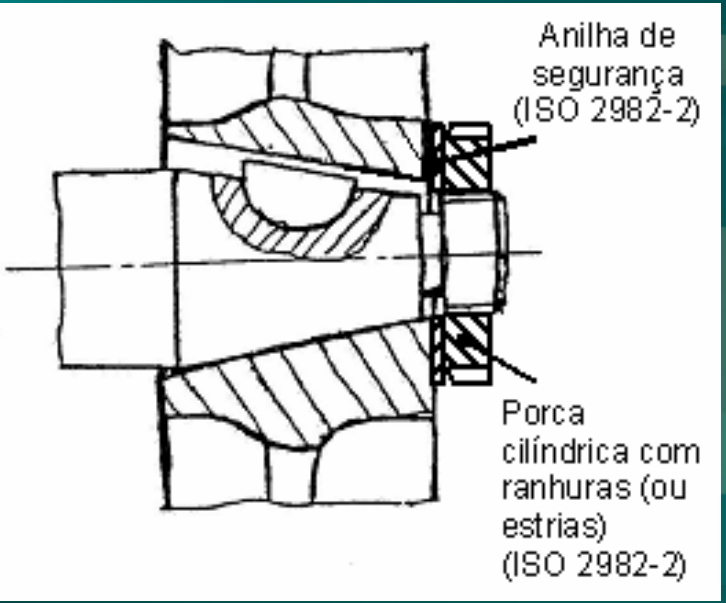

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas-Disco ou Woodruff:**
    - **Designação:**
      - Chaveta-disco;
      - Largura *b* x altura *h;*
      - Norma.

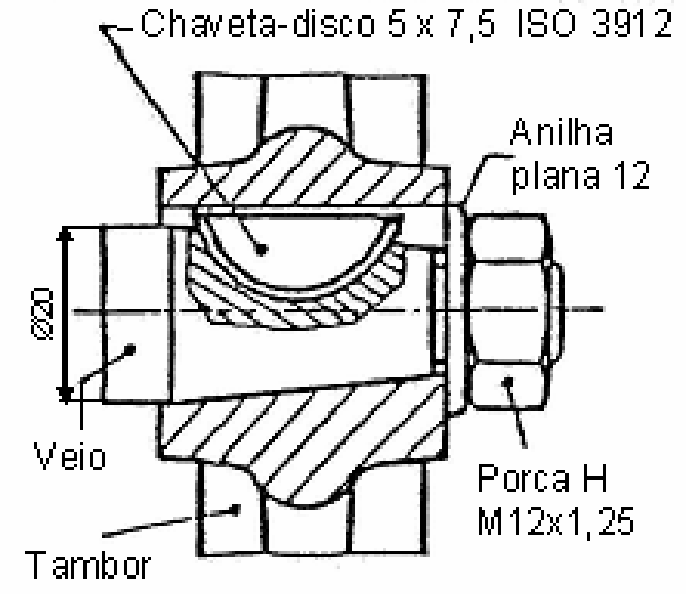
      Por exemplo:
      - Chaveta-disco 5 x 7,5 ISO 3912 (ou NP 364)
    - **Fixação axial (ou em translação):**

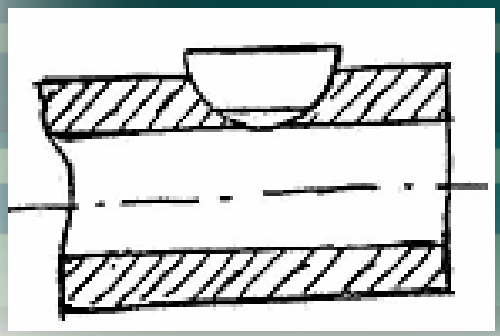
      A ligação em translação de um enchavetamento livre pode ser concretizada por:
      - Porca hexagonal (H) e anilha plana;
      - Porca cilíndrica com ranhuras (ou estrias) e anilha de segurança;
      - Parafuso de cabeça hexagonal (H) e anilha plana.

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas-Disco ou Woodruff:**



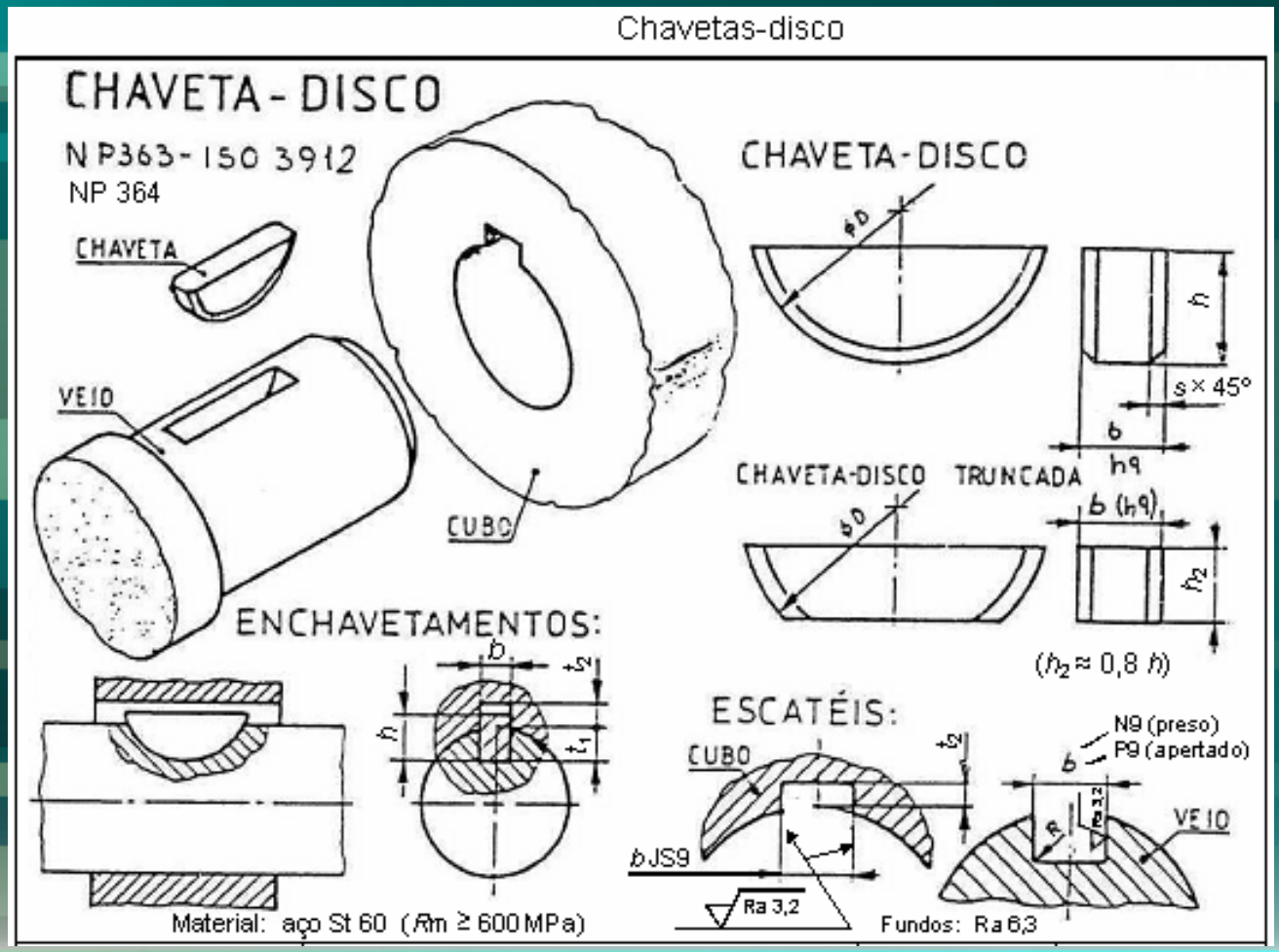



Nos casos de aplicações para a **transmissão de pequenas potências** ou **em ligações onde os cubos têm paredes finas ou os veios são ocos** é conveniente usar **chavetas de dimensões menores** do que as indicadas no quadro, desde que se continue a garantir a capacidade de transmissão da potência pretendida.

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas-Disco ou Woodruff:**



# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
  - **Chavetas-Disco ou Woodruff:**

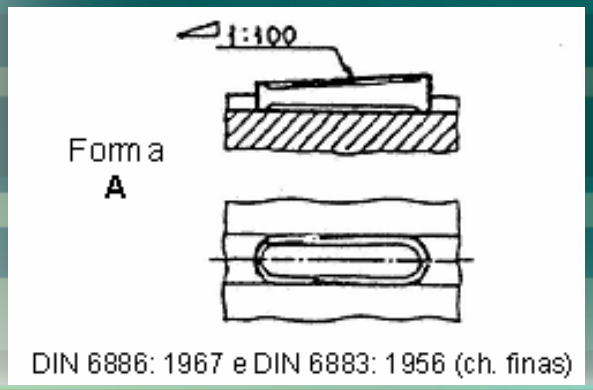
| Ponta de veio | | | | Chavetas-disco | | | | | | Escatel | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Série 1 Transmissão de momento torsor Diâmetros | | Série 2 Apenas fixação ou posicionamento Diâmetros | | Largura | Altura | Diâmetro | Chanfro | | Truncada | Veio | Cubo | Biselado ou arredondado | |
| de | até | de | até | $b$ (h9) | $h$ (h11) | $D$ (h11) | $s_{min}$ | $s_{max}$ | $h_2$ | $t_1$ | $t_2$ | $R_{max}$ | $R_{min}$ |
| > | Incl. | | | | | | | | | +0,1 | +0,1 | | |
| 3 | 4 | 3 | 4 | 1,0 | 1,4 | 4 | 0,16 | 0,25 | 1,1 | 1,0 o | 0,6 o | 0,16 | 0,08 |
| 4 | 5 | 4 | 6 | 1,5 | 2,6 | 7 | | | 2,1 | 2,0 | 0,8 | | |
| 5 | 6 | 6 | 8 | 2,0 | 2,6 | 7 | | | 2,1 | 1,8 | 1,0 | | |
| 6 | 7 | 8 | 10 | 2,0 | 3,7 | 10 | | | 3,0 | 2,9 | 1,0 | | |
| 7 | 8 | 10 | 12 | 2,5 | 3,7 | 10 | | | 3,0 | 2,7 | 1,2 | | |
| | | | | | | | | | | +0,2 | | | |
| 8 | 10 | 12 | 15 | 3,0 | 5,0 | 13 | | | 4,0 | 3,8 o | 1,4 | | |
| 10 | 12 | 15 | 18 | 3,0 | 6,5 | 16 | | | 5,2 | 5,3 | 1,4 | | |
| 12 | 14 | 18 | 20 | 4,0 | 6,5 | 16 | 0,25 | 0,4 | 5,2 | 5,0 | 1,8 | 0,25 | 0,16 |
| 14 | 16 | 20 | 22 | 4,0 | 7,5 | 19 | | | 6,0 | 6,0 | 1,8 | | |
| 16 | 18 | 22 | 25 | 5,0 | 6,5 | 16 | | | 5,2 | 4,5 | 2,3 | | |
| 18 | 20 | 25 | 28 | 5,0 | 7,5 | 19 | | | 6,0 | 5,5 | 2,3 | | |
| | | | | | | | | | | +0,3 | | | |
| 20 | 22 | 28 | 32 | 5,0 | 9,0 | 22 | | | 7,2 | 7,0 o | 2,3 | | |
| 22 | 25 | 32 | 36 | 6,0 | 9,0 | 22 | | | 7,2 | 6,5 | 2,8 | | |
| | | | | | | | | | | | +0,2 | | |
| 25 | 28 | 36 | 40 | 6,0 | 10,0 | 25 | | | 8,0 | 7,5 | 2,8 o | | |
| 28 | 32 | 40 | -- | 8,0 | 11,0 | 28 | 0,4 | 0,6 | 8,8 | 8,0 | 3,3 | 0,40 | 0,25 |
| 32 | 38 | -- | | 10,0 | 13,0 | 32 | | | 10,4 | 10,0 | 3,3 | | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | | | | ... | ... | | |

Designação: **Chaveta-disco ISO 3912 – *b* x *h*** (normal) Chaveta-disco ISO 3912 – 5 x 6,5

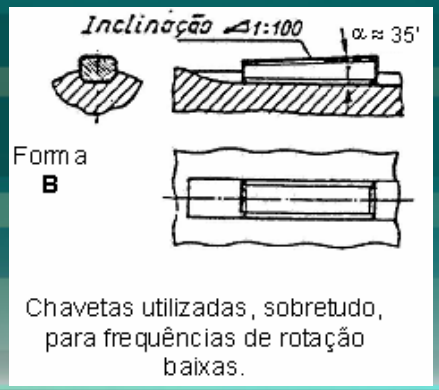
**Chaveta-disco ISO 3912 – *b* x *h*** (truncada) Chaveta-disco ISO 3912 – 5 x 5,2

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- **Enchavetamentos Forçados:**
  - **Chavetas Inclinadas:**
    - **Normas:**
      - ISO/R 774: 1969 – Taper keys with or without gib head and their corresponding keyways (norma anulada, mas actualmente ainda não substituída);
      - ISO 2492: 1974 – Thin taper keys with or without gib head and their corresponding keyways;
      - NP 349: 1964 – Chavetas de cunha sem cabeça;
      - NP 350: 1964 – Chavetas de cunha com cabeça;
      - NP 352: 1964 – Chavetas de cunha finas s/ cabeça;
      - NP 353: 1964 – Chavetas de cunha finas c/ cabeça.

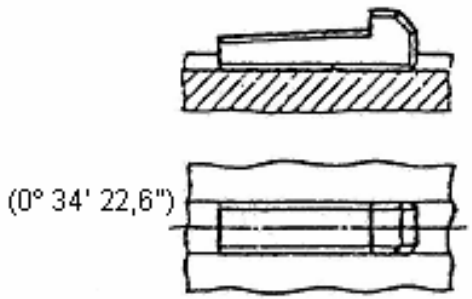


DIN 6886: 1967 e DIN 6883: 1956 (ch. finas)



Chavetas utilizadas, sobretudo, para frequências de rotação baixas.

DIN 6887: 1968 e DIN 6884: 1956 (ch. finas)



# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- **Enchavetamentos Forçados:**
  - **Chavetas Inclinadas:**
    - **Características:**

Um enchavetamento forçado é materializado por meio de vários **tipos de chavetas inclinadas** (ou chavetas de cunha):

**- Chaveta inclinada da forma A, com as extremidades redondas;**

**- Chavetas inclinadas da forma B, com as extremidades planas;**

**- Chavetas inclinadas da forma C com uma extremidade redonda e outra plana;**

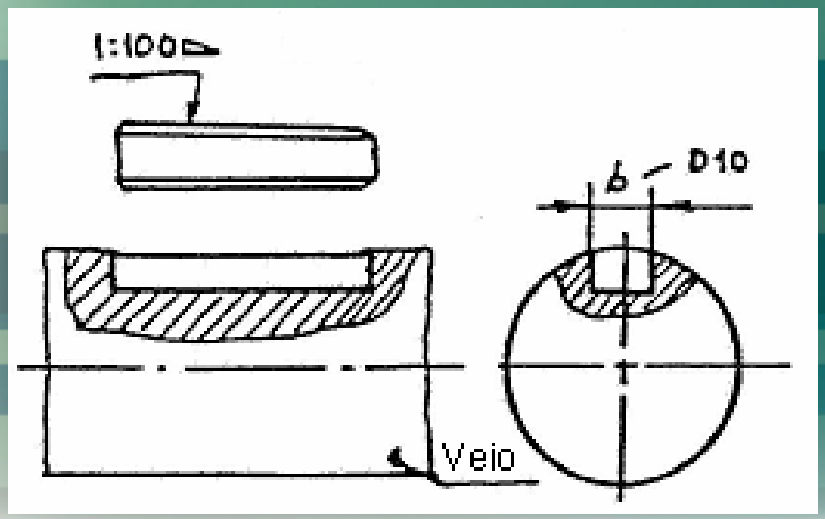
**- Chavetas inclinadas com cabeça.**

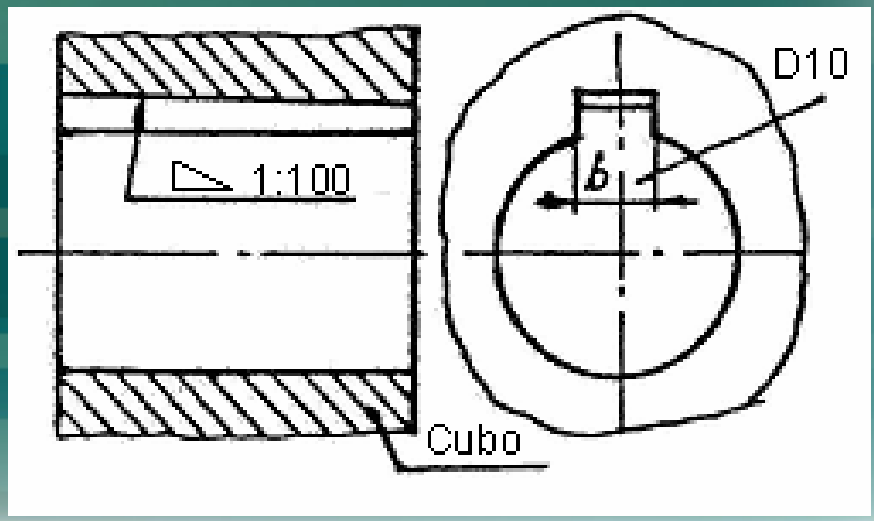
A **altura nominal** das **chavetas inclinadas c/ cabeça** deve ser medida na secção nominal. No caso de **chavetas inclinadas s/ cabeça**, a sua altura nominal deve ser medida na extremidade mais alta.

A **face superior** de uma chaveta de cunha tem uma inclinação de 1:100 em relação à face inferior.

# Pontas de Veio e Enchavetamentos

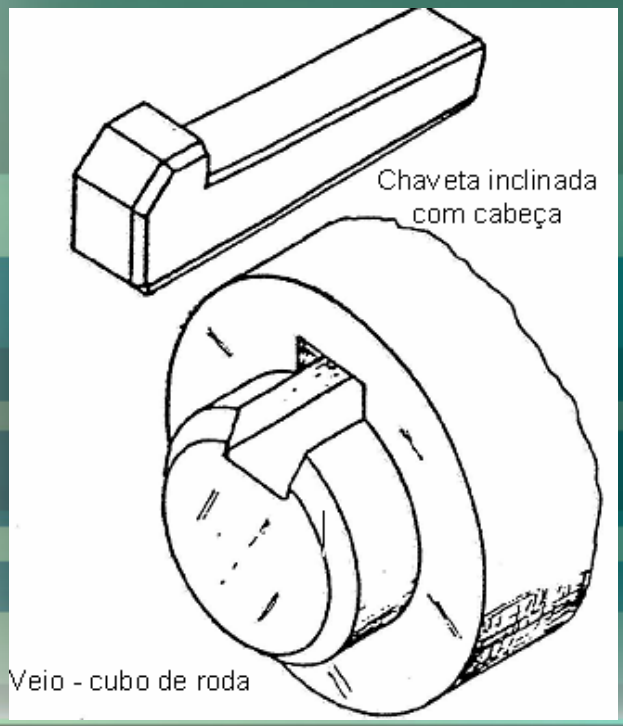
- **Enchavetamentos Forçados:**
  - **Chavetas Inclinadas:**
    - **Escatéis:**
      No veio, a chaveta é alojada no escatel com um ajustamento livre D10/h9 com as faces laterais do escatel.
      No cubo, a chaveta é alojada no escatel com um ajustamento livre D10/h9 com as faces laterais do escatel.
      **As peças estão ligadas em rotação e em translação**. Trata-se, pois, de uma **ligação desmontável, completa e indirecta**.

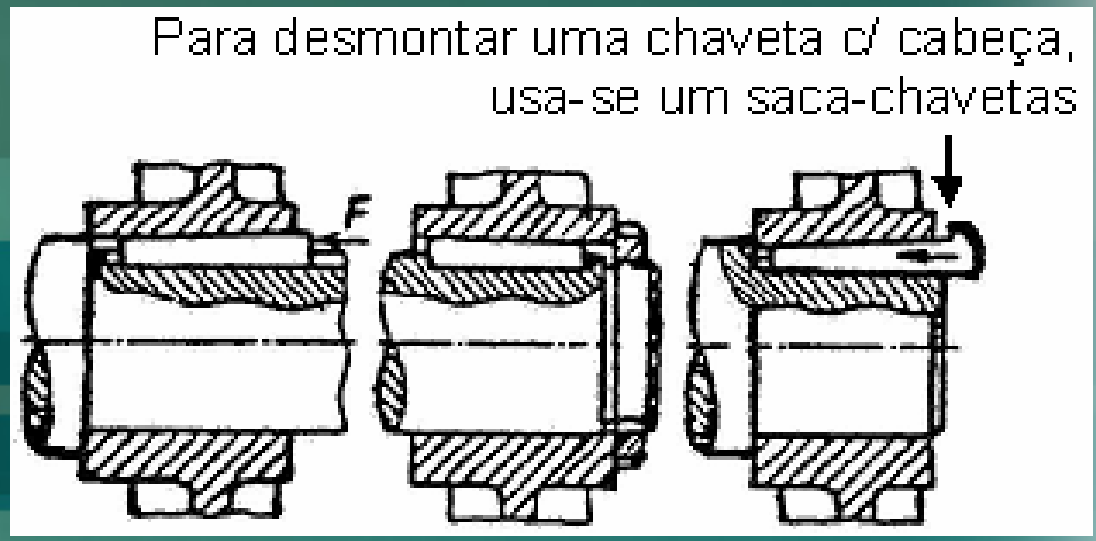


# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- **Enchavetamentos Forçados:**
  - **Chavetas Inclinadas:**
    - As **chavetas com cabeça são utilizadas, preferencialmente, quando as ligações se realizam nas extremidades dos veios**.
    - Numa ligação realizada a meio de um veio, o escatel deste deve ter o dobro do comprimento da chaveta.

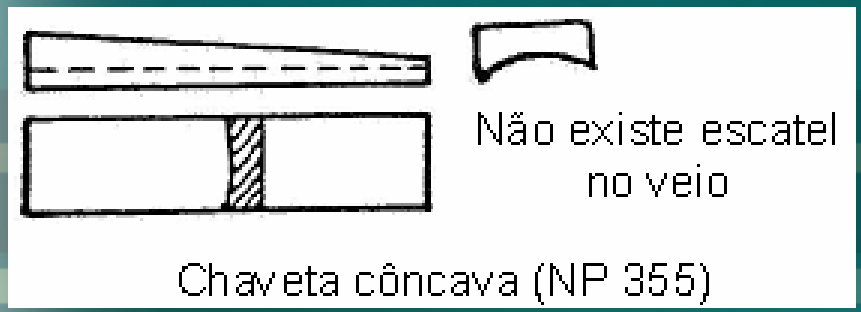


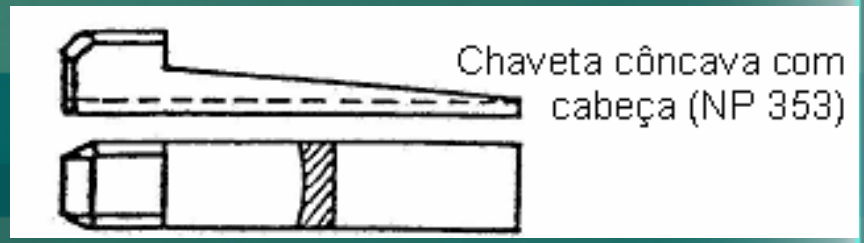



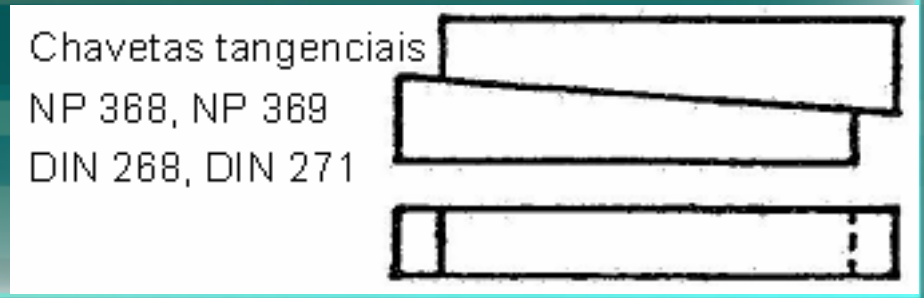
# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- **Enchavetamentos Forçados:**
  - **Chavetas Inclinadas:**
    - **Designação:**
      - **Chaveta inclinada (ou de cunha) com ou sem cabeça;**
      - **Forma (ou tipo);**
      - **Largura *b* x altura *h* x comprimento *L;***
      - **Norma.**

      Por exemplo:
      - Chaveta inclinada A 16 x 10 x 63 ISO/R 774 (ou NP 349)

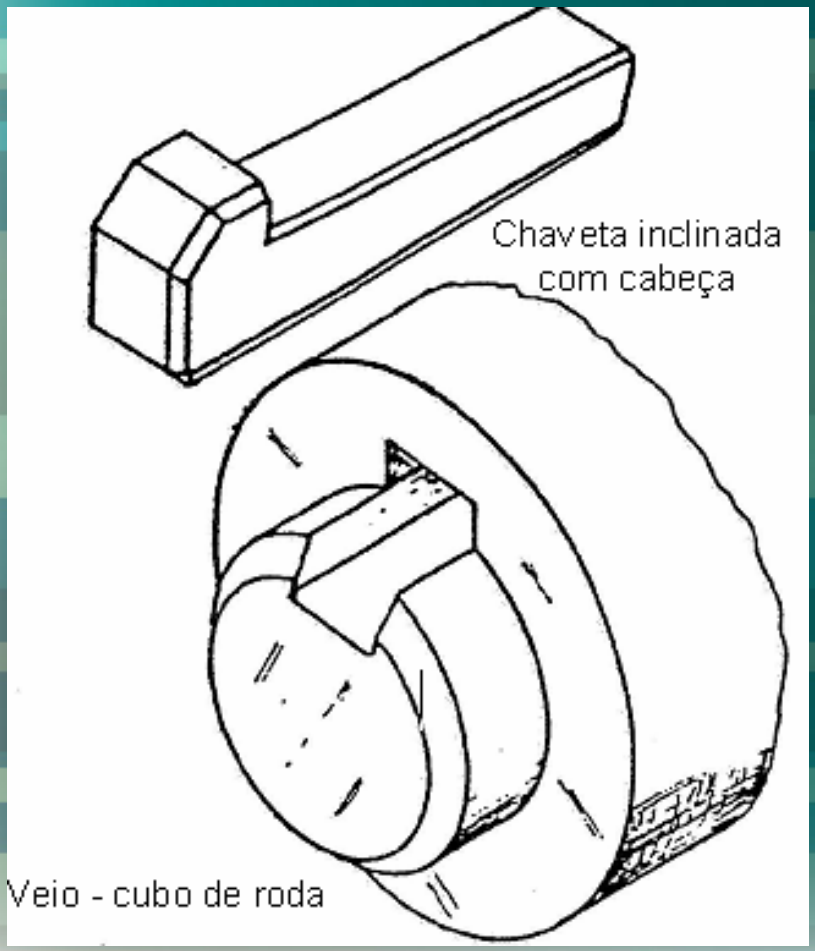


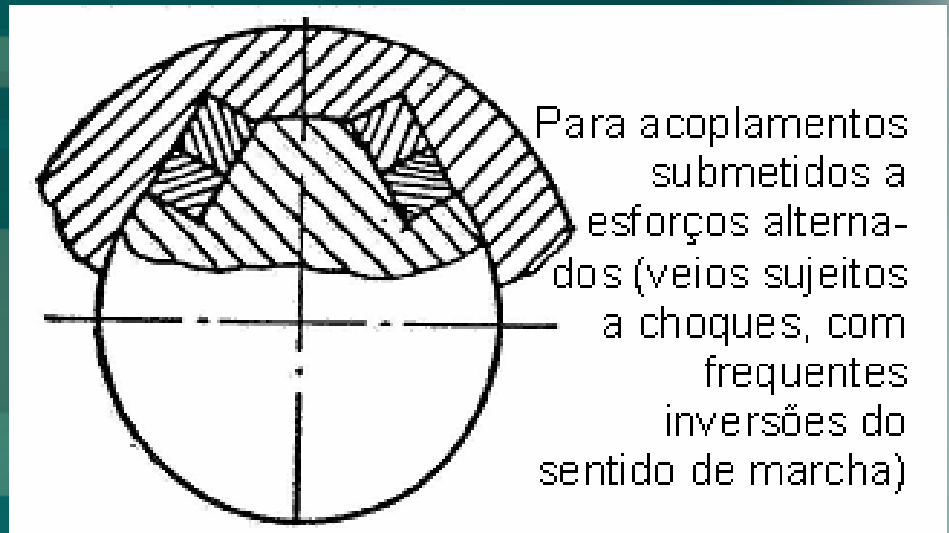



# Pontas de Veio e Enchavetamentos

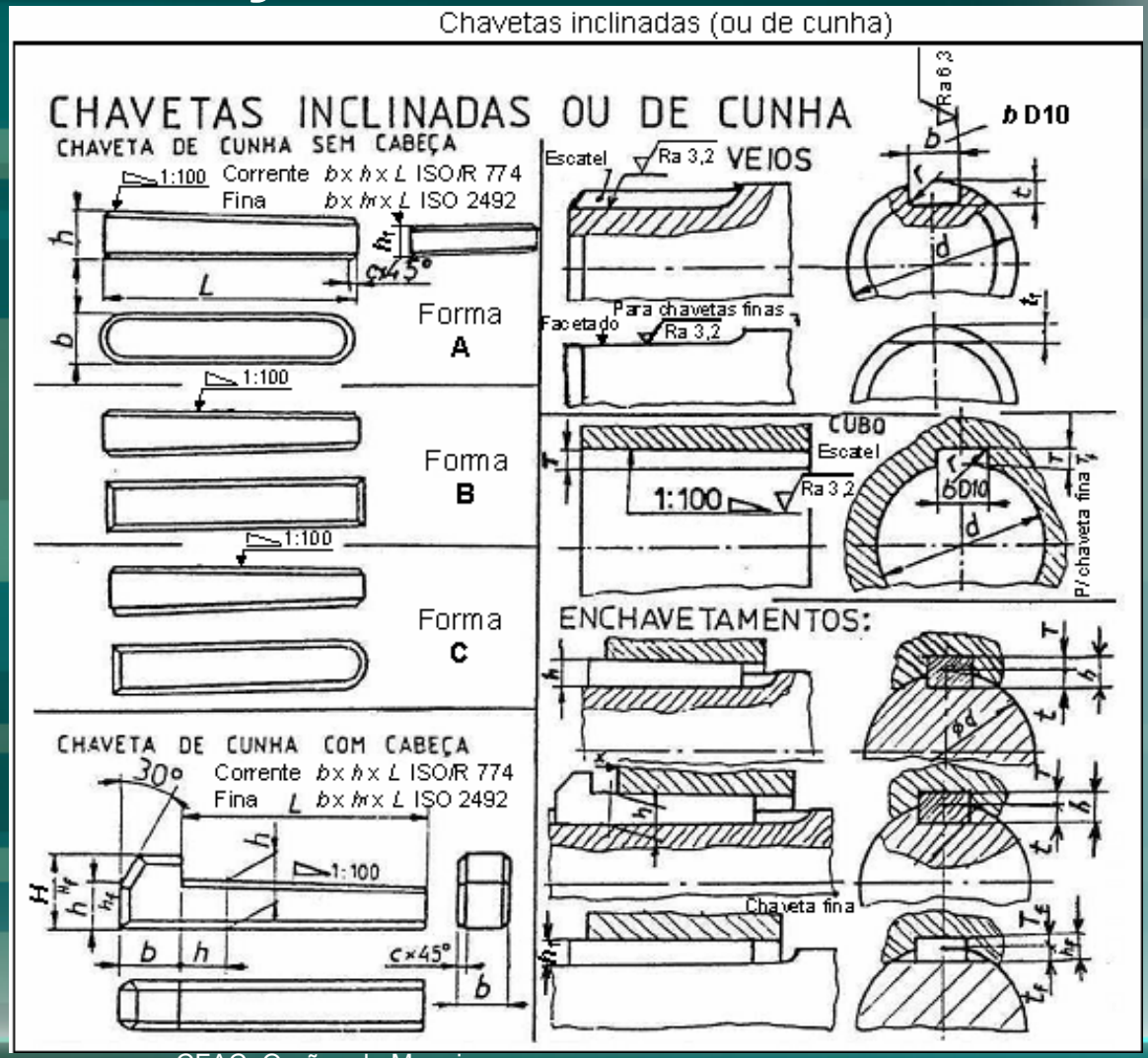
- **Enchavetamentos Forçados:**
  - **Chavetas Inclinadas:**



# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- **Enchavetamentos Forçados:**
  - **Chavetas Inclinadas:**



# Pontas de Veio e Enchavetamentos

- **Enchavetamentos Forçados:**
  - **Chavetas Inclinadas:**

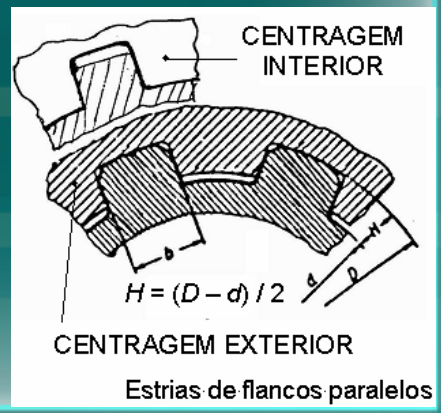
| Diâmetro $d$ (veios) | | Chavetas | | | Comprimento $L$ | | Chanfro $c \times 45°$ | | Cabeça | | Escatel do veio | | Escatel do cubo | | Arre-dondado | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Corrente | | fina | | | | | | | | | | | | |
| de | até | $b$ | $h$ | $h_f$ | $L_{min.}$ | $L_{max.}$ | $c_{min.}$ | $c_{max.}$ | $H$ | $H_f$ | $t$ | $t_f$ | $k = d + T$ | $T_f$ | $r_{min.}$ | $r_{max.}$ |
| 6 | 8 | 2 h9 | 2 h9 | | 6 | 20 | 0,16 | 0,25 | | | 1,2 +0,1/0 | | $d$ + 0,5+0,1/0 | | 0,08 | 0,16 |
| 9 | 10 | 3 | 3 | | 6 | 36 | | | | | 1,8 | | + 0,9 | | | |
| 10 | 12 | 4 | 4 | | 8 | 45 | | | 7 | | 2,5 | | + 1,2 | | | |
| 12 | 17 | 5 | 5 | | 10 | 56 | 0,25 | 0,4 | 8 | | 3 +0,2/0 | | + 1,7+0,2/0 | | 0,16 | 0,25 |
| 17 | 22 | 6 | 6 | | 14 | 71 | | | 10 | | 3,5 | | + 2,2 | | | |
| 22 | 30 | 8 | 7 h11 | 5 h11 | 18 | 90 | | | 11 | 8 | 4 | 3 | + 2,4 | 1,7 | | |
| 30 | 38 | 10 | 8 | 6 | 22 | 110 | 0,4 | 0,6 | 12 | 10 | 5 | 3,5 | + 2,4 | 2,2 | 0,25 | 0,4 |
| 38 | 44 | 12 | 8 | 6 | 28 | 140 | | | 12 | 10 | 5 | 3,5 | + 2,4 | 2,2 | | |
| 44 | 50 | 14 | 9 | 6 | 36 | 160 | | | 14 | 10 | 5,5 | 3,5 | + 2,9 | 2,2 | | |
| 50 | 58 | 16 | 10 | 7 | 45 | 180 | | | 16 | 11 | 6 | 4 | + 3,4 | 2,4 | | |
| 58 | 65 | 18 | 11 | 7 | 50 | 200 | | | 18 | 11 | 7 | 4 | + 3,4 | 2,4 | | |
| 65 | 75 | 20 | 12 | 8 | 56 | 220 | 0,6 | 0,8 | 20 | 12 | 7,5 | 5 | + 3,9 | 2,4 | 0,4 | 0,6 |
| 75 | 85 | 22 | 14 | 9 | 63 | 250 | | | 22 | 14 | 9 | 5,5 | + 4,4 | 2,4 | | |
| 85 | 95 | 25 | 14 | 9 | 70 | 280 | | | 22 | 14 | 9 | 5,5 | + 4,4 | 2,9 | | |
| 95 | 110 | 28 | 16 | 10 | 80 | 320 | | | 25 | 16 | 10 | 6 | + 5,4 | 3,4 | | |
| 110 | 130 | 32 | 18 | 11 | 90 | 360 | | | 28 | 18 | 11 +0,3/0 | 7 | + 6,4 +0,3/0 | 3,4 | | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | | | ... | ... | ... | ... | ... | ... | | |

**Comprimentos normais** $L$ = 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 400 mm.

Exemplo: **Chaveta inclinada A $b \times h \times L$ ISO/R 774** ex.: 8 x 7 x 40 (corrente ou normal)
**Chaveta inclinada fina A $b \times h_f \times L$ ISO2492** ex.: 8 x 5 x 40 (fina)

# Acoplamentos por Estrias

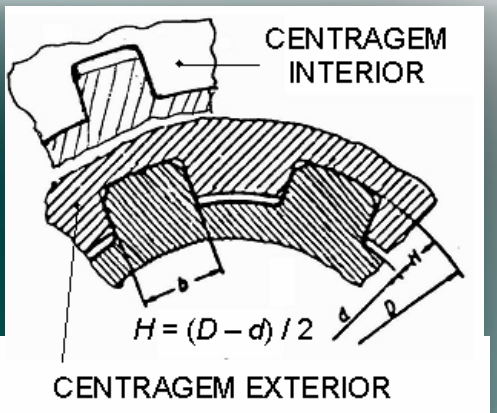
- Os acoplamentos (veio-cubo) por estrias utilizam-se **para transmitir potências elevadas**. Nos veios com estrias, as saliências comportam-se como chavetas solidárias com o veio, logo não o debilitando.
- A **ligação em rotação veio-cubo**, obtida por intermédio das estrias, **pode ser fixa ou móvel em translação** (o caso mais habitual).
- A **centragem** das peças ajustadas pode ser:
  - **INTERIOR** (d) – que é utilizada em montagens de maior exactidão e apresenta maiores superfícies de contacto do que a centragem exterior;
  - **EXTERIOR** (D) – usada na industria automóvel (económica - evitar);
  - **PELOS FLANCOS** (faces laterais) (b).



Estrias de flancos paralelos

# Acoplamentos por Estrias

- **Ajustamentos:**




Estrias de flancos paralelos

## a) CENTRAGEM INTERIOR (*d*):

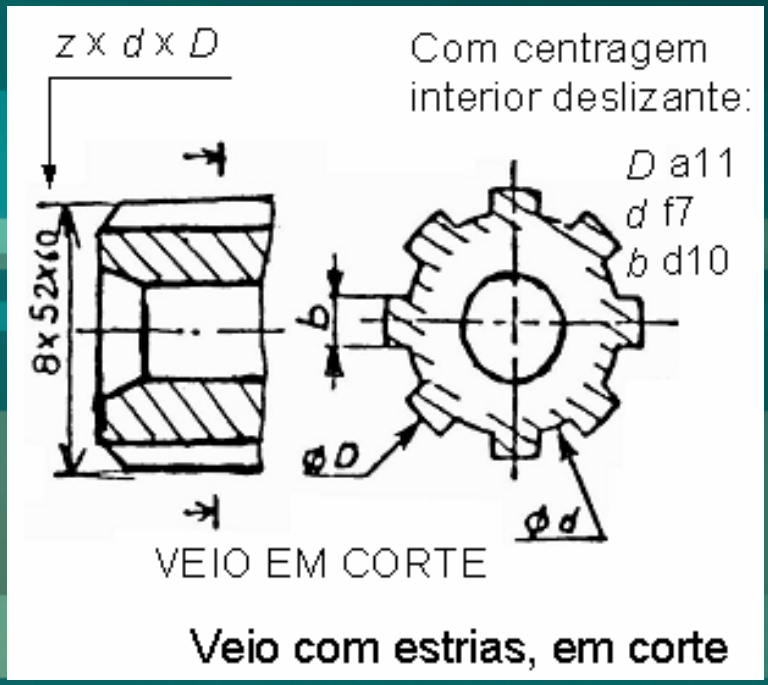
(maior exactidão)

| Cubo | | Veio | | | Centragem mais comum, porque menos difícil de obter, e de maior exactidão |
|---|---|---|---|---|---|
| s/ tratamento térmico após brochagem | c/ tratamento térmico após brochagem | **Montagem deslizante** | **Montagem deslizante justa** | **Montagem fixa** | |
| *b* H9 | *b* H11 | *b* d10 | *b* f9 | *b* h10 | entre as faces laterais dos flancos |
| Ø*d* H7 | Ø*d* H7 | Ø*d* f7 | Ø*d* g7 | Ø*d* h7 | entre superfícies cilíndricas interiores |
| Ø*D* H10 | Ø*D* H10 | Ø*D* a11 | Ø*D* a11 | Ø*D* a11 | entre superfícies cilíndricas exteriores |

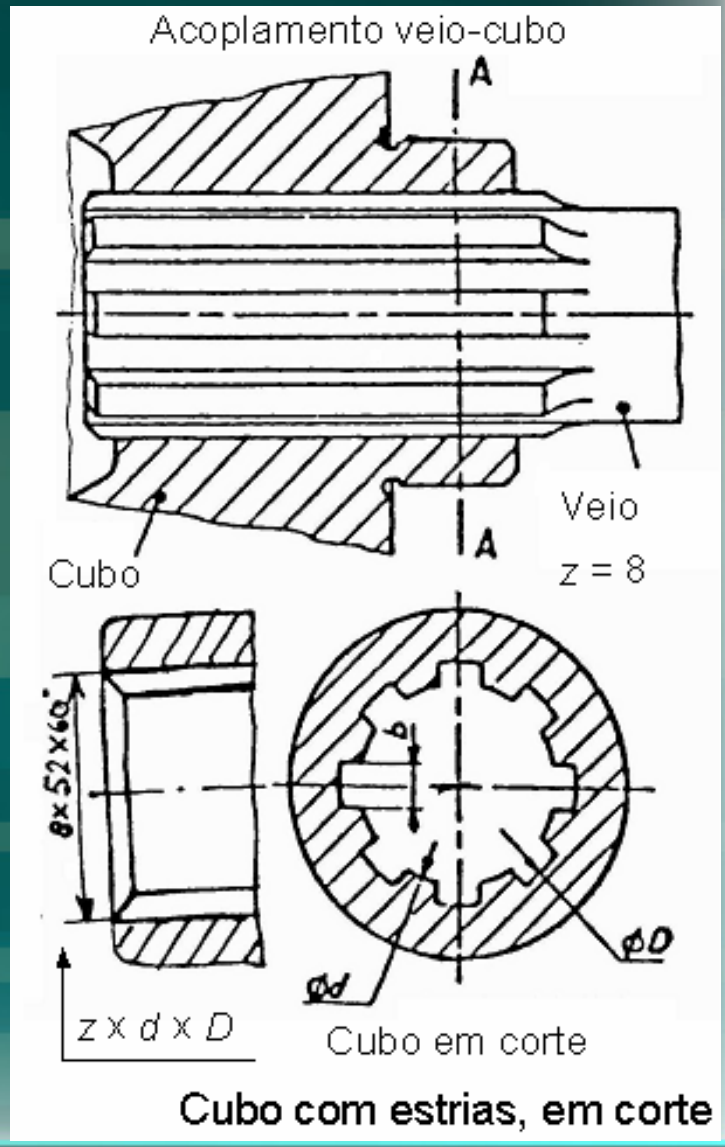
## b) CENTRAGEM EXTERIOR (*D*):

| Cubo | | Veio | | **Centragem a evitar**. Utilizada na indústria automóvel, na produção em grandes séries, por razões económicas. |
|---|---|---|---|---|
| s/ tratamento térmico após brochagem | c/ tratamento térmico após brochagem | **Montagem deslizante** | **Montagem fixa** | |
| *b* H9 | *b* H11 | *b* d10 | *b* h10 | entre as faces laterais dos flancos |
| Ø*d* H7 | Ø*d* H7 | Ø*d* a11 | Ø*d* a11 | entre superfícies cilíndricas interiores |
| Ø*D* H10 | Ø*D* H10 | Ø*D* f7 | Ø*D* h7 | entre superfícies cilíndricas exteriores |

# Acoplamentos por Estrias



Veio com estrias, em corte



Cubo com estrias, em corte

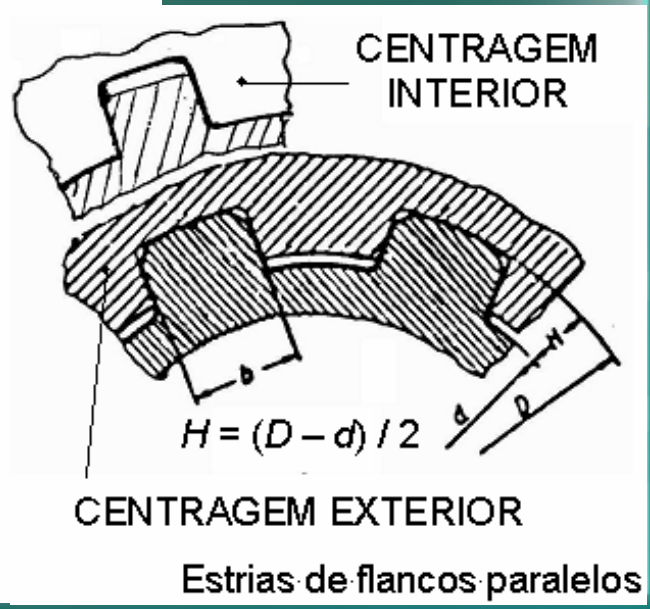
- **Séries** de elementos com estrias:
  - Série **ligeira** (c/ centragem interior);
  - Série **média** (c/ centragem interior) de uso corrente;
  - Série **forte ou pesada** (c/ centragem exterior).

# Acoplamentos por Estrias

- **Séries** de elementos com estrias:

Elementos com estrias de flancos paralelos (ISO 14, DIN 5464)

| Série ligeira | | Série média | | Série pesada | |
|---|---|---|---|---|---|
| *z x d x D* | *b* | *z x d x D* | *b* | *z x d x D* | *b* |
| | | 6 x 11 x 14 | 3 | | |
| | | 6 x 13 x 16 | 3,5 | | |
| | | 6 x 16 x 20 | 4 | 10 x 16 x 20 | 2,5 |
| | | 6 x 18 x 22 | 5 | 10 x 18 x 23 | 3 |
| | | 6 x 21 x 25 | 5 | 10 x 21 x 26 | 3 |
| 6 x 23 x 26 | 6 | 6 x 23 x 28 | 6 | 10 x 23 x 29 | 4 |
| 6 x 26 x 30 | 6 | 6 x 26 x 32 | 6 | 10 x 26 x 32 | 4 |
| 6 x 28 x 32 | 7 | 6 x 28 x 34 | 7 | 10 x 28 x 35 | 4 |
| 8 x 32 x 36 | 6 | 8 x 32 x 38 | 6 | 10 x 32 x 40 | 5 |
| 8 x 36 x 40 | 7 | 8 x 36 x 42 | 7 | 10 x 36 x 45 | 5 |
| 8 x 42 x 46 | 8 | 8 x 42 x 48 | 8 | 10 x 42 x 52 | 6 |
| 8 x 46 x 50 | 9 | 8 x 46 x 54 | 9 | 10 x 46 x 56 | 7 |
| 8 x 52 x 58 | 10 | 8 x 52 x 60 | 10 | 16 x 52 x 60 | 5 |
| 8 x 56 x 62 | 10 | 8 x 56 x 65 | 10 | 16 x 56 x 65 | 5 |
| 8 x 62 x 68 | 12 | 8 x 62 x 72 | 12 | 16 x 62 x 72 | 6 |
| 10 x 72 x 78 | 12 | 10 x 72 x 82 | 12 | 16 x 72 x 82 | 7 |
| 10 x 82 x 88 | 12 | 10 x 82 x 92 | 12 | 20 x 82 x 92 | 6 |
| 10 x 92 x 98 | 14 | 10 x 92 x 102 | 14 | 20 x 92 x 102 | 7 |
| 10 x 102 x 108 | 16 | 10 x 102 x 112 | 16 | 20 x 102 x 115 | 8 |
| 10 x 112 x 120 | 18 | 10 x 112 x 125 | 18 | 20 x 112 x 125 | 9 |



# Acoplamentos por Estrias

- **Designação normalizada:**
  A designação de um elemento com **estrias de flancos paralelos** é composta pelas seguintes indicações:
  - Veio (ou cubo) com estrias e símbolo gráfico indicando o seu tipo;
  - Norma;
  - Número de estrias;
  - Diâmetro interior x diâmetro exterior e tolerância conforme a centragem

  Exemplo:
  Veio com estrias, de centragem interior e montagem deslizante:



# Acoplamentos por Estrias

- **Designação normalizada:**
  A designação de um elemento com **estrias de flancos em evolvente** é composta pelas seguintes indicações:
  - Símbolo gráfico respectivo e indicação de EXT (veio) ou INT (cubo);
  - Número de dentes *Z*;
  - Módulo *m*;
  - Ângulo de pressão (α) e tipo de fundo do dente [curvo (R) ou plano (P)];
  - Tolerância;
  - Norma.

  Exemplo: Veio com estrias de flancos em evolvente:

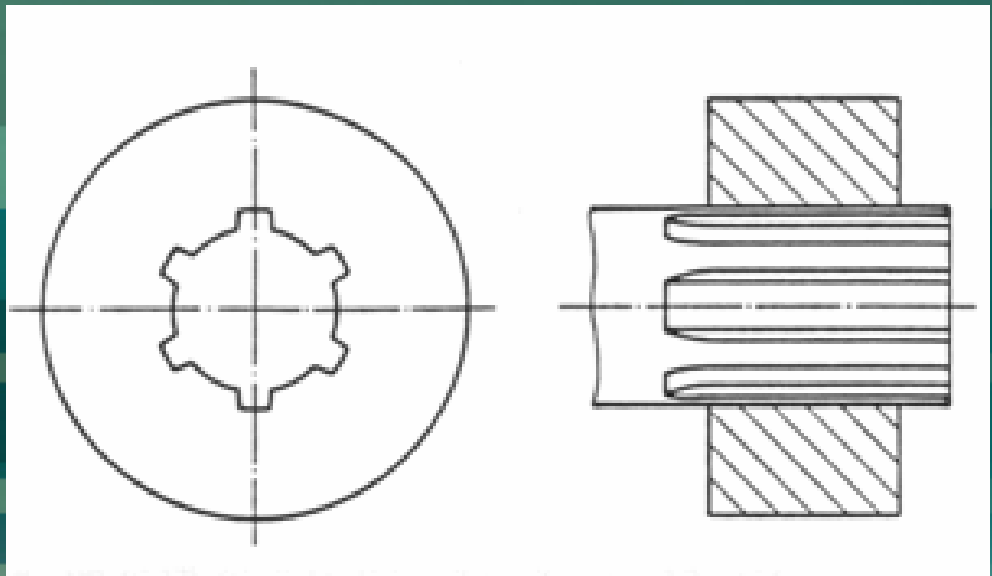


# Acoplamentos por Estrias

- Aplicações:
  - Muito utilizados na **indústria automóvel** e, também, em **máquinas-ferramenta**.
  - Nas **produções em série**, em grandes quantidades, utilizam-se, preferencialmente, os acoplamentos por estrias, principalmente, quando há necessidade de transmitir **grandes momentos torsores** e quando as **cargas são cíclicas**.
- Métodos de fabricação de elementos com estrias:
  - As estrias nos veios são abertas por fresagem;
  - Os cubos correspondentes deverão ter as ranhuras complementares produzidas em máquinas de escatelar ou em brochadoras.

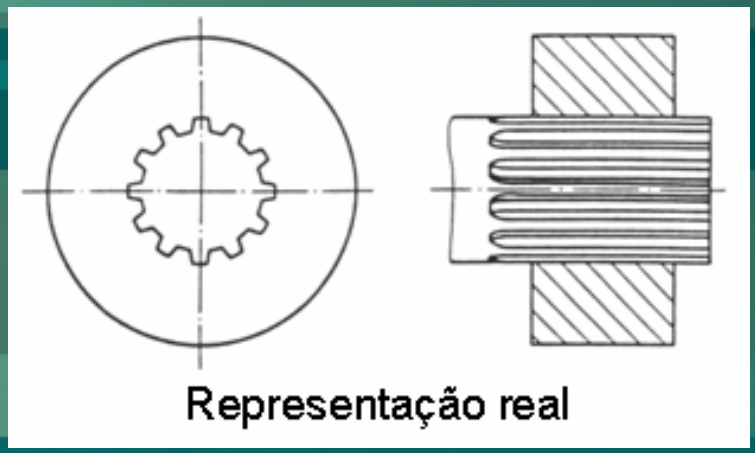
# Acoplamentos por Estrias

- **Representação** de Elementos Estriados (NP EN ISO 6413):
  - Existem dois métodos de representação:
    - representação **real**;
    - representação **simplificada**.
  - Elemento com estrias de **flancos paralelos:**

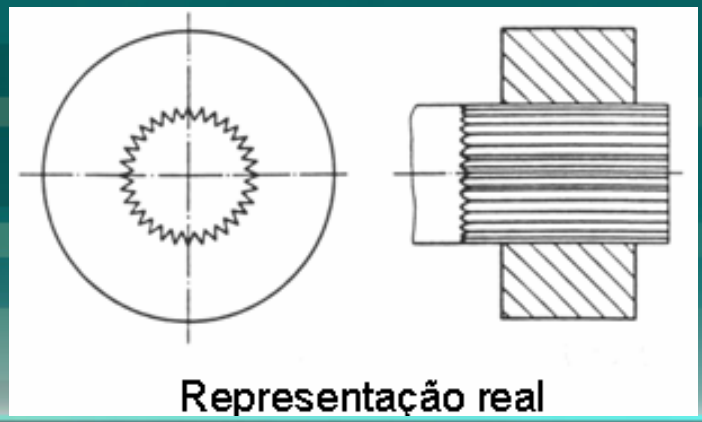


# Acoplamentos por Estrias

- **Representação** de Elementos Estriados (NP EN ISO 6413):
  - Elemento com estrias de **flancos em evolvente:**



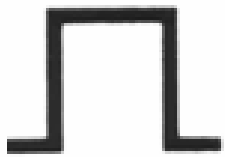

  - **Elemento dentado:**



# Acoplamentos por Estrias

- **Designação:**
  A designação de acoplamentos por estrias deve compreender o **símbolo gráfico** correspondente ao tipo **e a designação do acoplamento**, especificados na **Norma** correspondente.
- Símbolos gráficos:

Elementos com estrias de flancos paralelos (ver ISO 14)

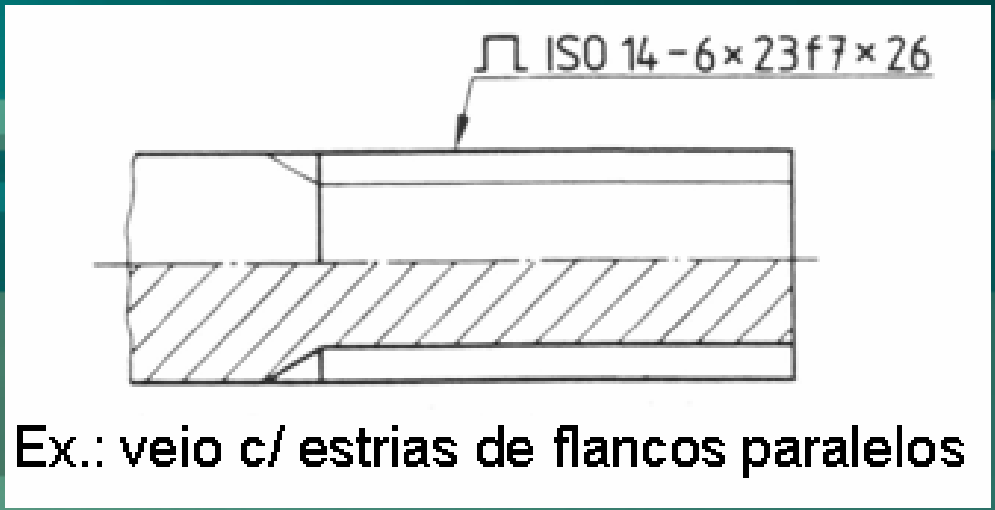


Elementos com estrias de flancos em evolvente (ver ISO 4156) e para elementos dentados



# Acoplamentos por Estrias

- **Indicação da designação:**

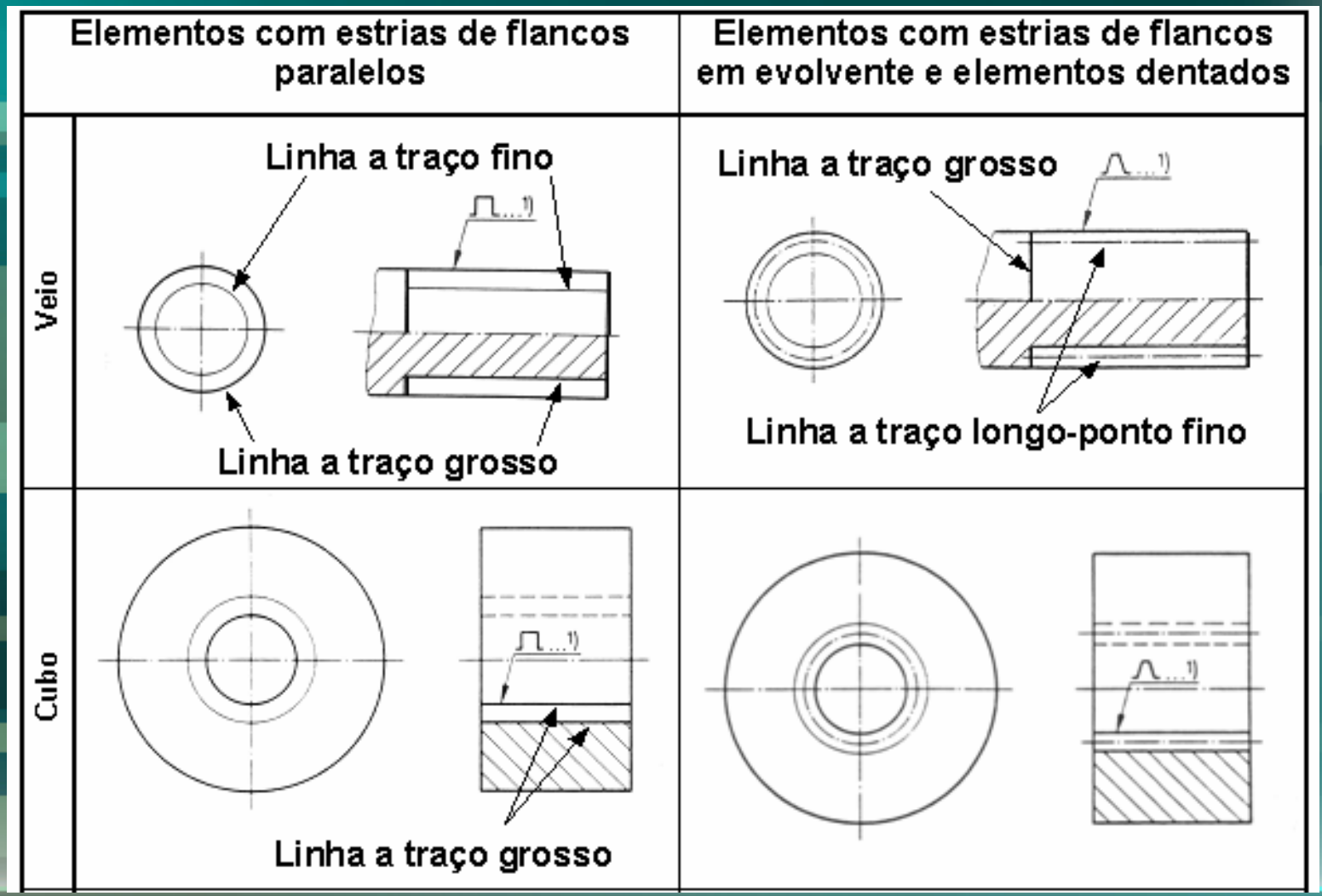



Ex.: veio c/ estrias de flancos paralelos

- **Representação completa** de acoplamentos por estrias:
  Normalmente, uma representação completa (real) de um acoplamento por estrias, indicando todos os detalhes com as suas dimensões reais **não é necessária em desenho técnico e deve ser evitada**.

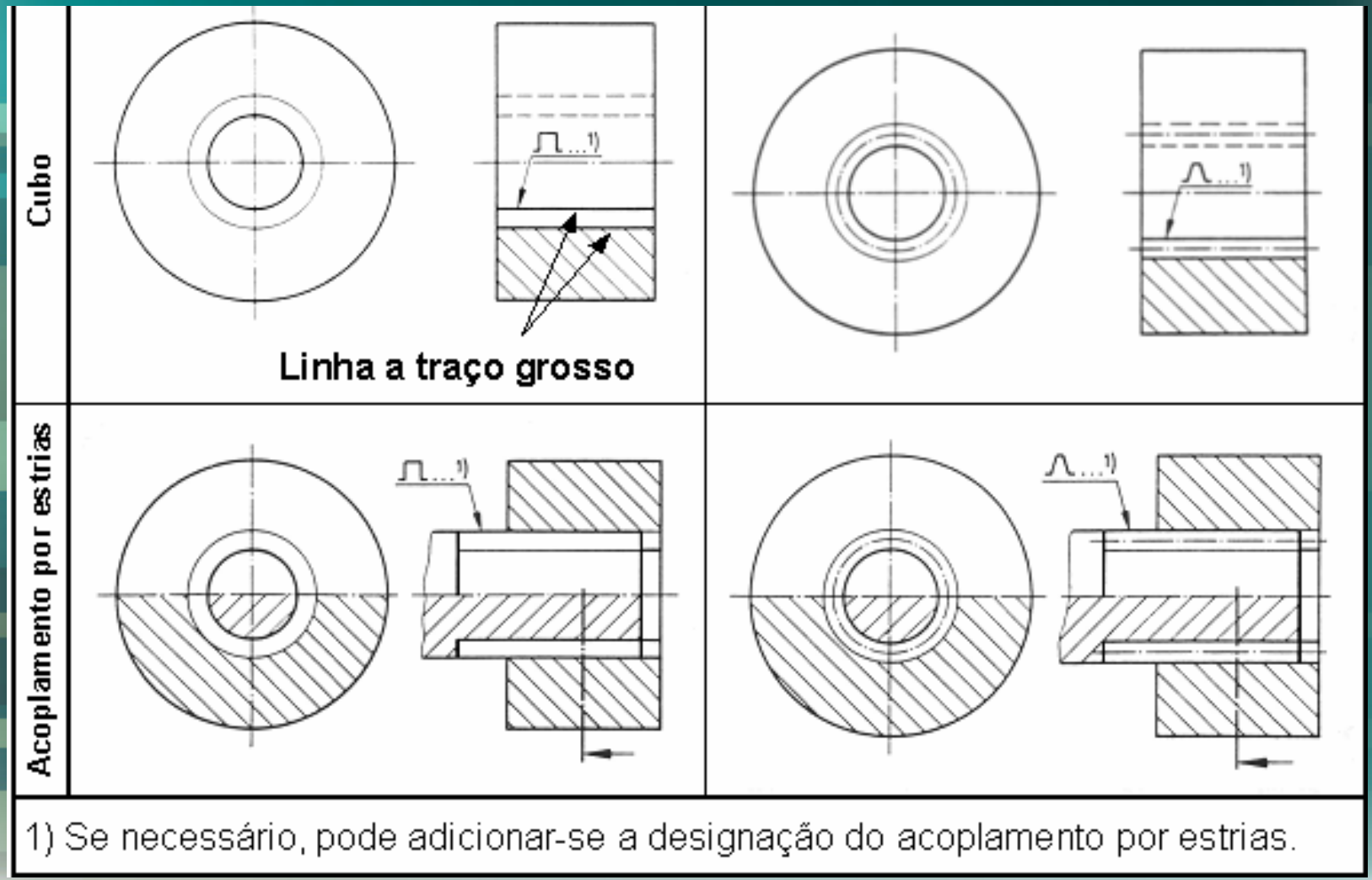
# Acoplamentos por Estrias

- Representação simplificada:



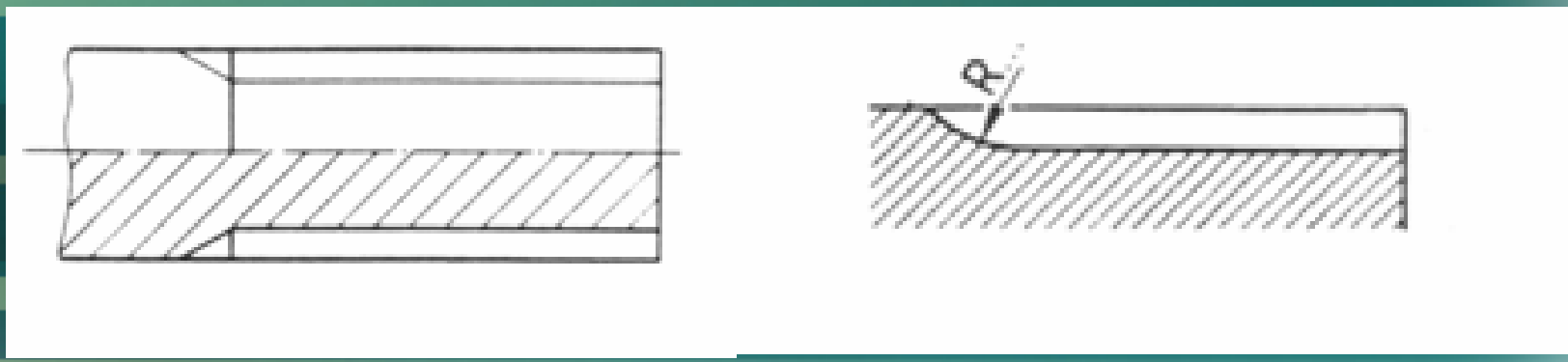
# Acoplamentos por Estrias

- Representação simplificada (cont.):



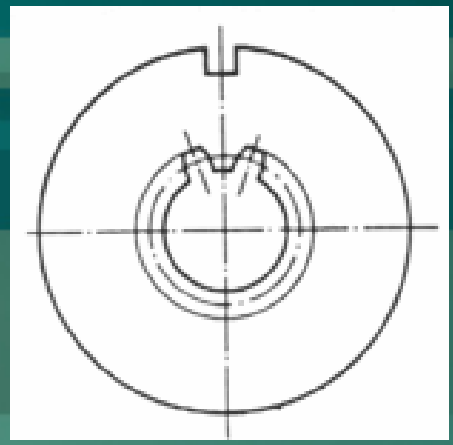
# Acoplamentos por Estrias

- **Desenhos de detalhe** (veios e cubos):
  As peças de um acoplamento por estrias devem ser representadas como peças maciças sem dentes, mas com a adição da superfície do pé, representada por uma linha a traço contínuo fino ou da superfície primitiva, representada por uma linha a traço longo-ponto.
  - Saída da ferramenta (se necessário):

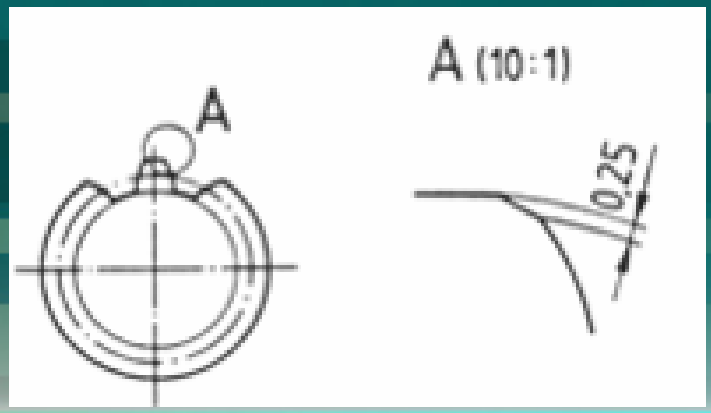


# Acoplamentos por Estrias

- **Desenhos de detalhe** (veios e cubos):
  - Posição dos dentes (se necessário):

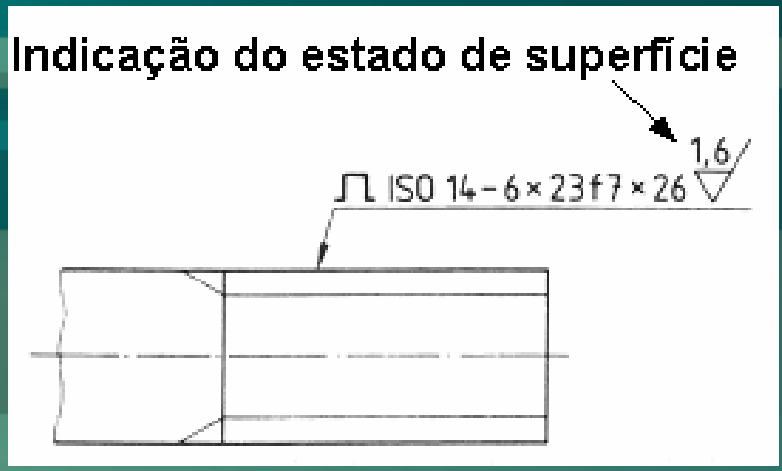


  - Desenho de detalhe do perfil do dentado (se necessário):

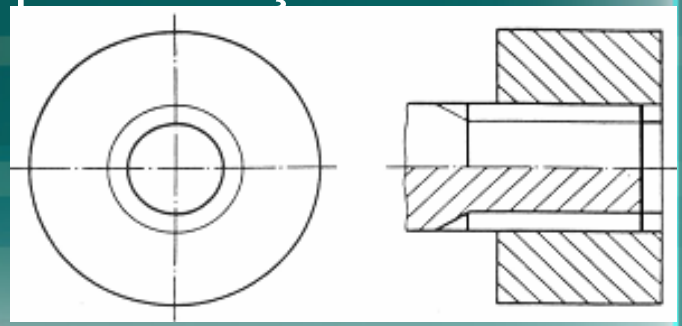


# Acoplamentos por Estrias

- **Desenhos de detalhe** (veios e cubos):
  - Estado de superfície (se necessário):

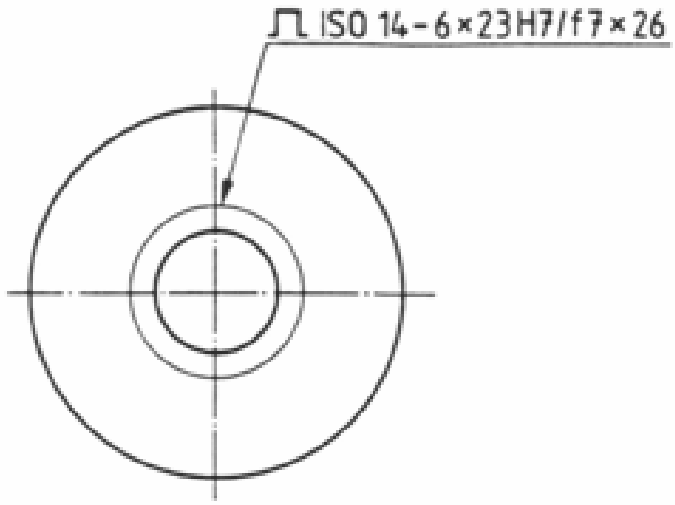



- **Desenhos de conjunto:**
  As regras especificadas para a representação dos desenhos de detalhe aplicam-se, também, aos desenhos de conjunto.

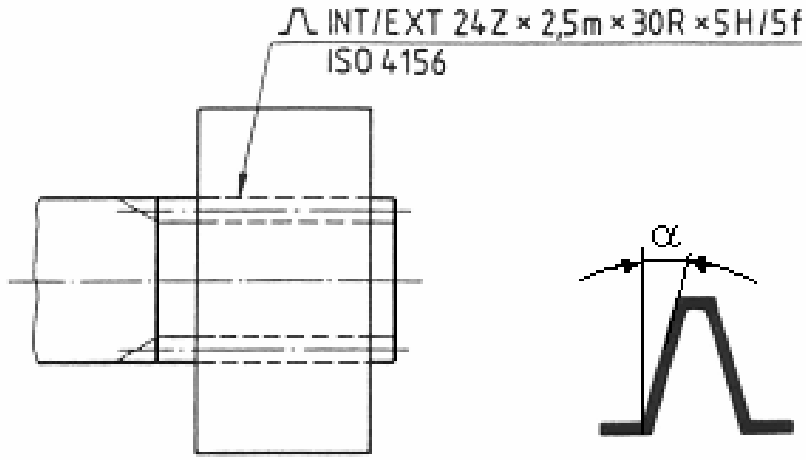


# Acoplamentos por Estrias

- **Desenhos de conjunto:**
  Em desenhos de conjunto, as **designações de ambas as peças (cubo e veio) devem ser combinadas.**




Acoplamento por estrias de flancos paralelos




Acoplamento por estrias de flancos em evolvente

# Acoplamentos por Estrias

- **Designações normalizadas (Exemplos):**

Acoplamento por estrias ⎍ ISO 14 – 6 x 23 H7/f7 x 26

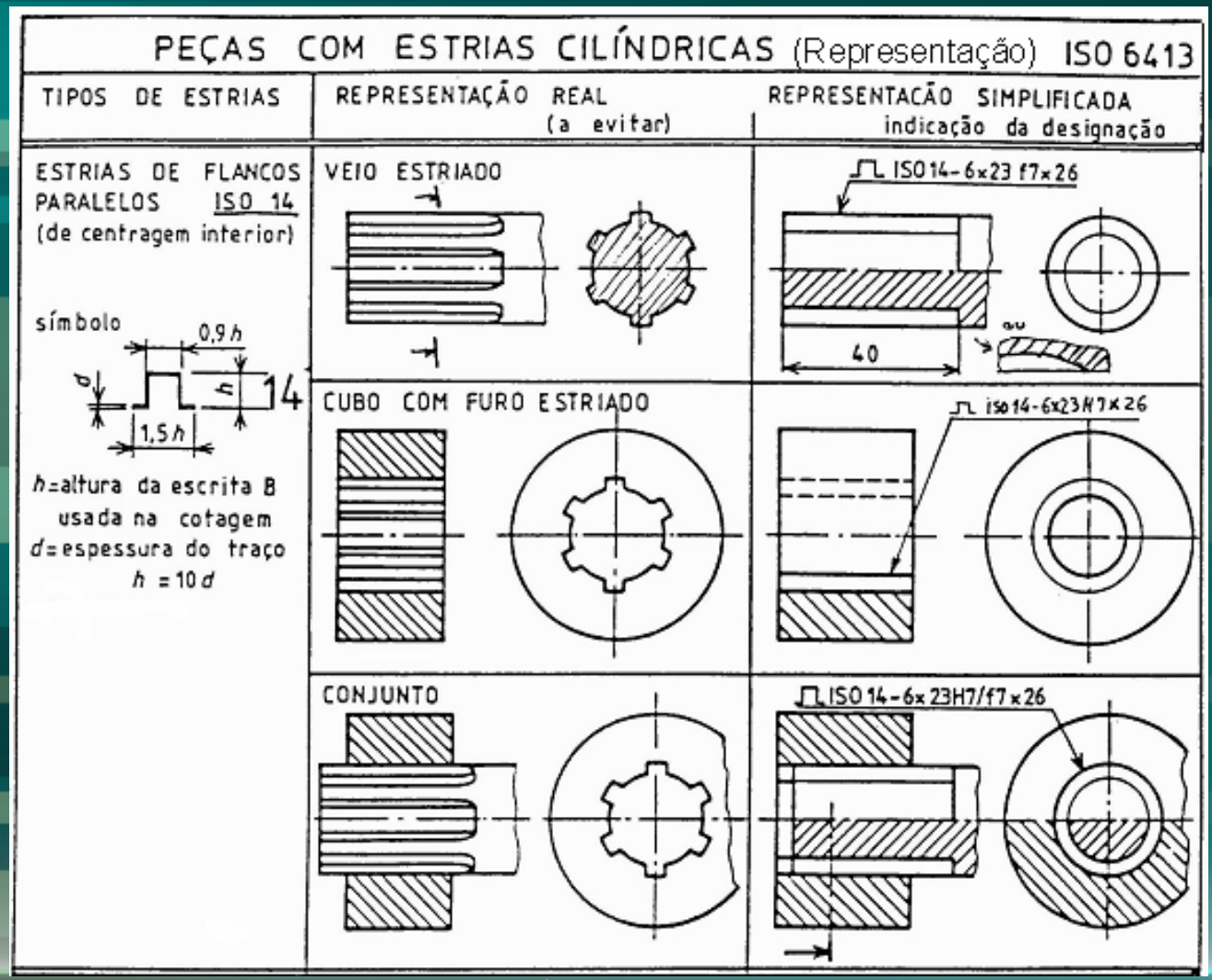
- Acoplamento por estrias de flancos paralelos ISO 14,
- centragem interior e montagem deslizante,
- 6 estrias, de diâmetro interior ∅23, tolerâncias de ajustamento H7/f7 e
- diâmetro exterior ∅26

⩚ INT/EXT 24Z x 2,5m x 30R x 5H/5f – ISO 4156

- Acoplamento por estrias de flancos em evolvente
- 24 dentes de módulo 2,5 mm e ângulo de pressão $\alpha = 30°$,
- fundo do dente curvo (R), tolerâncias de ajustamento 5H/5f e
- norma ISO 4156

# Acoplamentos por Estrias

- Quadro resumo:



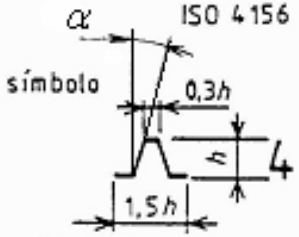
# Acoplamentos por Estrias

- Quadro resumo (cont.):

SIMÕES MOR

ESTRIAS DE FLANCOS EM EVOLVENTE

ISO 4156

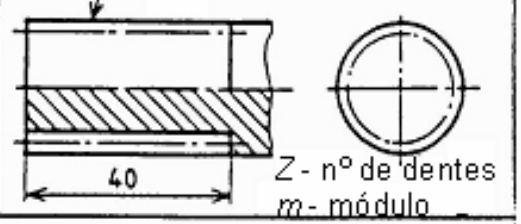



ISO 14

Elementos estriados com flancos paralelos

| Série ligeira | | Série média | | Série pesada | |
|---|---|---|---|---|---|
| z×d×D | b | z×d×D | b | z×d×D | b |
| | | 6 × 11 × 14 | 3 | | |
| | | 6 × 13 × 16 | 3,5 | | |
| | | 6 × 16 × 20 | 4 | 10 × 16 × 20 | 2,5 |
| | | 6 × 18 × 22 | 5 | 10 × 18 × 23 | 3 |
| | | 6 × 21 × 25 | 5 | 10 × 21 × 26 | 3 |
| 6 × 23 × 26 | 6 | 6 × 23 × 28 | 6 | 10 × 23 × 29 | 4 |
| 6 × 26 × 30 | 6 | 6 × 26 × 32 | 6 | 10 × 26 × 32 | 4 |
| 6 × 28 × 32 | 7 | 6 × 28 × 34 | 7 | 10 × 28 × 35 | 4 |
| 8 × 32 × 36 | 7 | 8 × 32 × 38 | 6 | 10 × 32 × 40 | 5 |
| 8 × 36 × 40 | 7 | 8 × 36 × 42 | 7 | 10 × 36 × 45 | 5 |
| 8 × 42 × 46 | 8 | 8 × 42 × 48 | 8 | 10 × 42 × 52 | 6 |
| 8 × 46 × 50 | 9 | 8 × 46 × 54 | 9 | 10 × 46 × 56 | 7 |
| 8 × 52 × 58 | 10 | 8 × 52 × 60 | 10 | 16 × 52 × 60 | 5 |
| 8 × 56 × 62 | 10 | 8 × 56 × 65 | 10 | 16 × 56 × 65 | 6 |
| 8 × 62 × 68 | 12 | 8 × 62 × 72 | 12 | 16 × 62 × 72 | 6 |
| 10 × 72 × 78 | 12 | 10 × 72 × 82 | 12 | 16 × 72 × 82 | 7 |
| 10 × 82 × 88 | 12 | 10 × 82 × 92 | 12 | 20 × 82 × 92 | 6 |
| 10 × 92 × 98 | 14 | 10 × 92 × 102 | 14 | 20 × 92 × 102 | 7 |
| 10 × 102 × 108 | 16 | 10 × 102 × 112 | 16 | 20 × 102 × 113 | 8 |
| 10 × 112 × 120 | 18 | 10 × 112 × 125 | 18 | 20 × 112 × 123 | 9 |

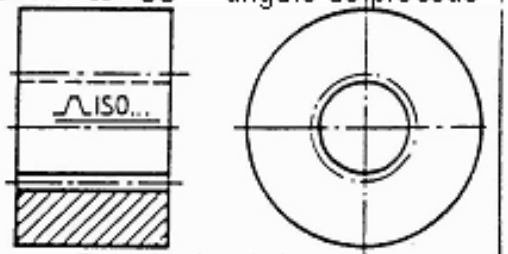
VEIO ISO4156-24Z×2,5m×30R×5f




Z - nº de dentes

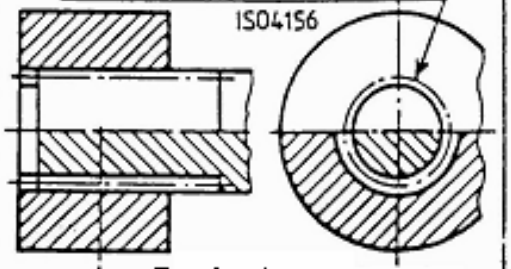
m - módulo

CUBO $\alpha = 30°$ – ângulo de pressão




Tolerâncias / ajustamentos

INT/EXT 24Z×2,5m×30R×5H/5f ISO4156

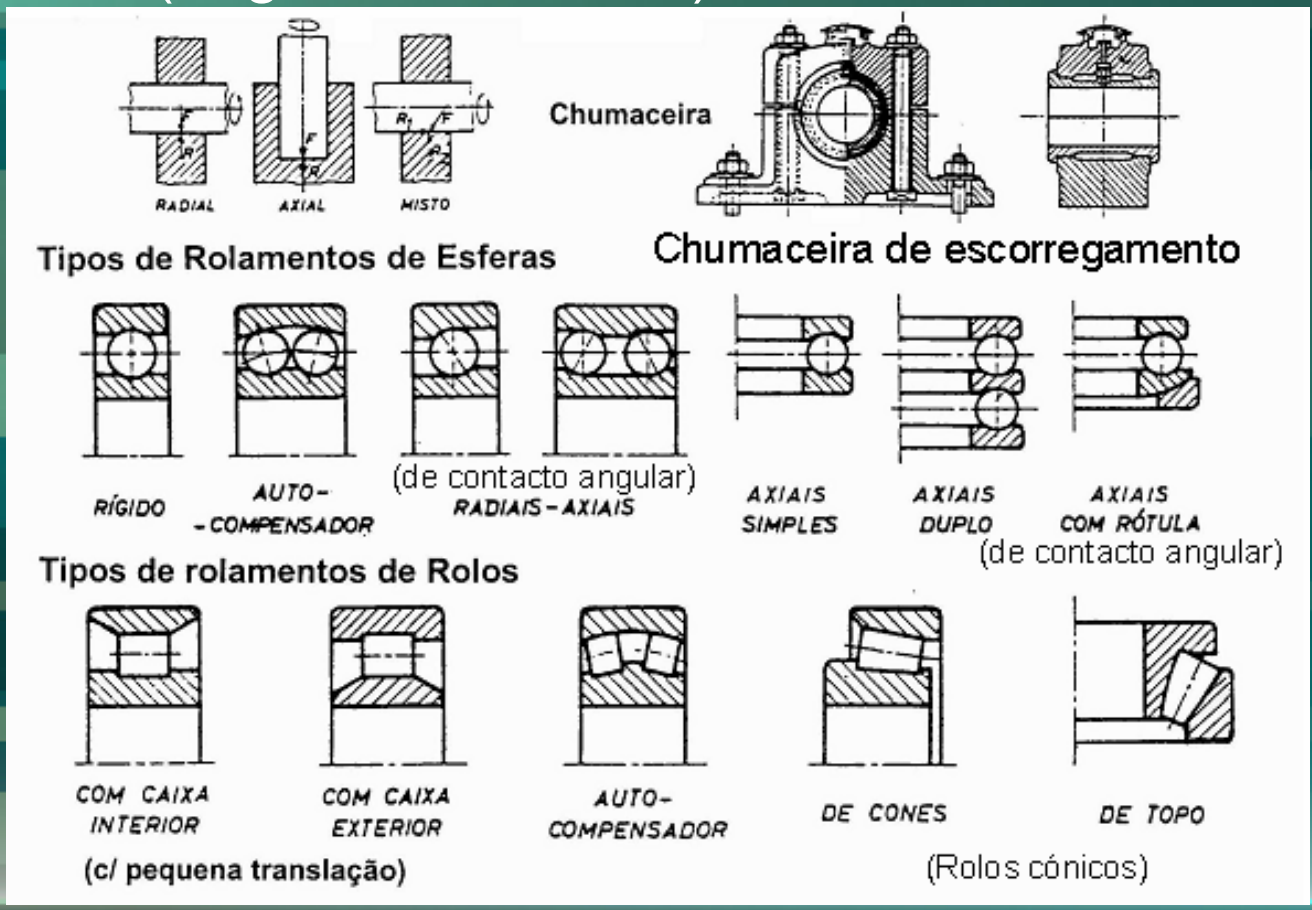


R – fundo curvo

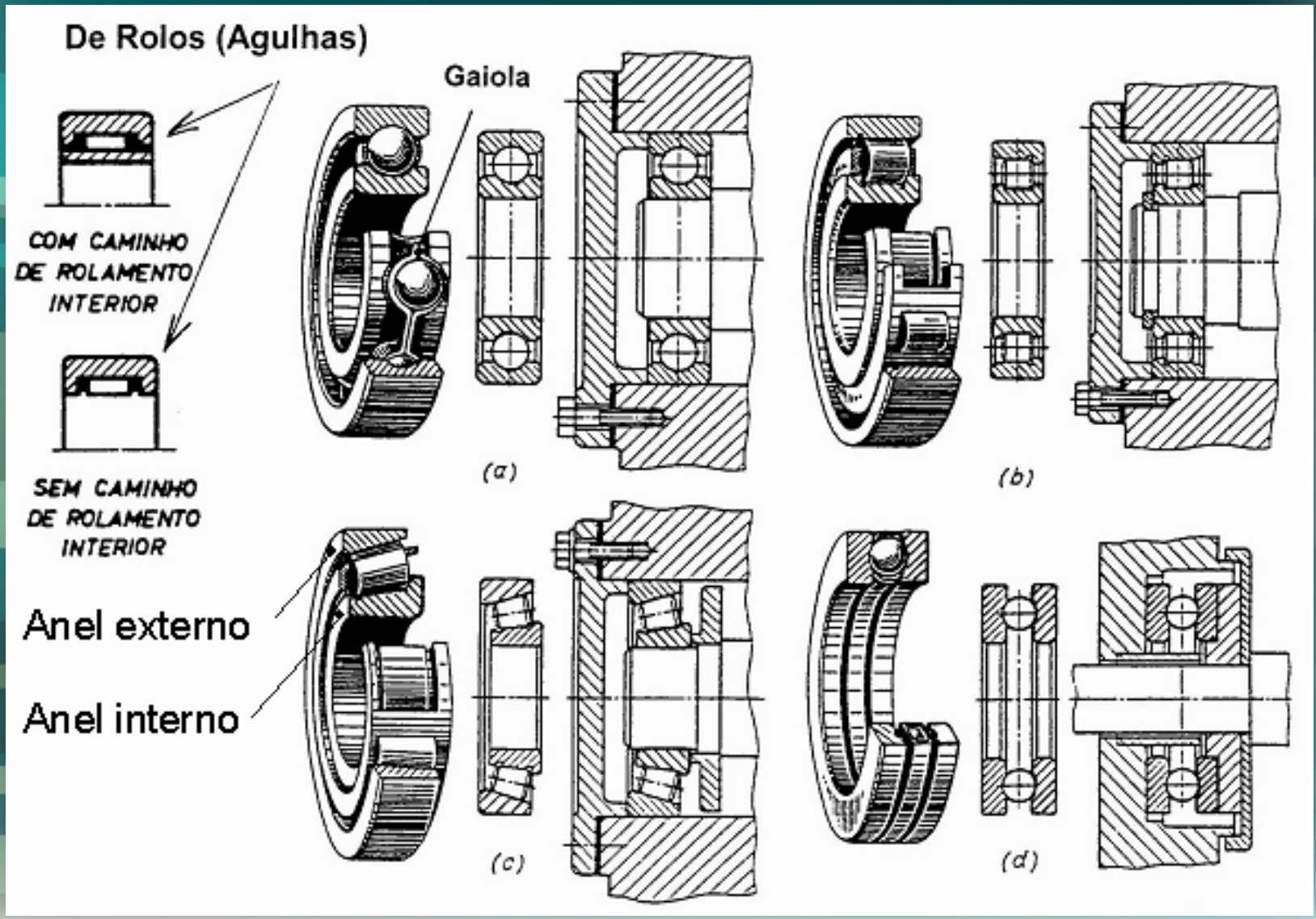
P – fundo plano

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Para o **apoio de veios com movimento de rotação**, com ou sem a possibilidade de absorver pequenos desvios (angulares e axiais) do veio.

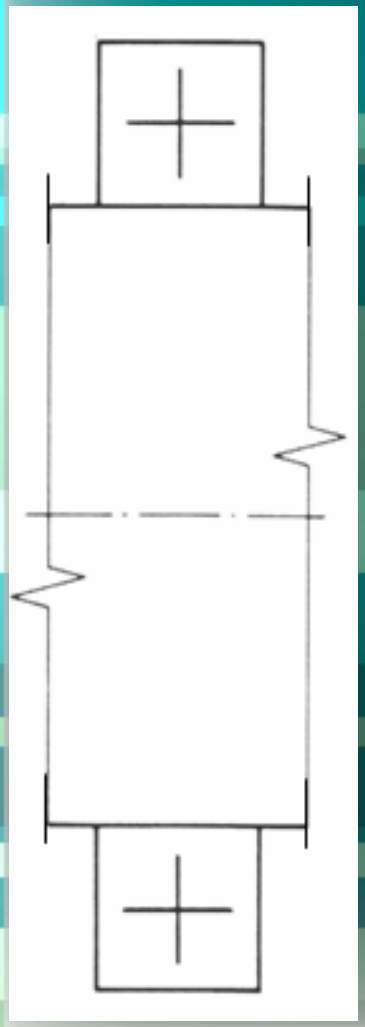


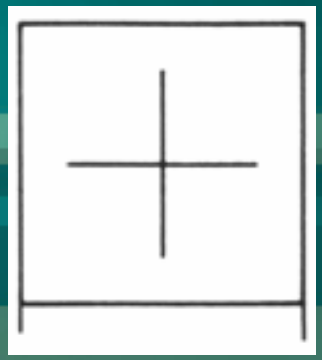
# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

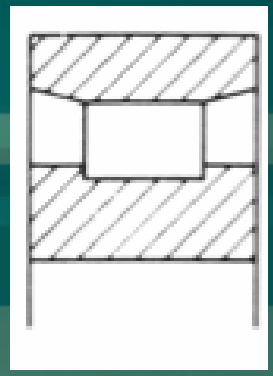


# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- **Representação simplificada geral:**

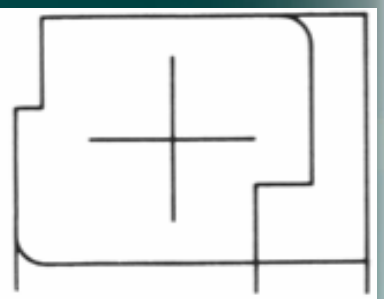






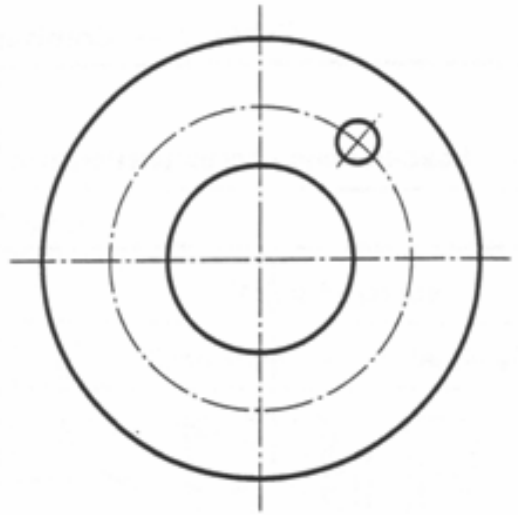
(tracejados)

A cruz não deve tocar nos contornos.



(contorno real)

Nas representações perpendiculares ao eixo do rolamento, o elemento rolante pode ser representado por um círculo, independentemente da sua forma real (esfera, rolo, agulha, etc.) e da sua dimensão.



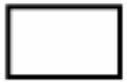
# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Elementos para a representação simplificada particular de diversos rolamentos:

| Nº. | Elemento | Descrição | Aplicação |
|---|---|---|---|
| 1.1 |  1) | Linha recta contínua longa | Linha que representa o **eixo do elemento rolante, sem possibilidade de alinhamento** |
| 1.2 |  1) | Arco de circunferência contínuo longo | Linha que representa o **eixo do elemento rolante, com possibilidade de alinhamento** |

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

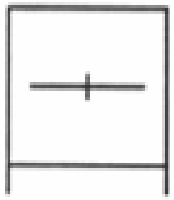
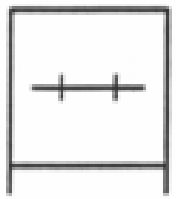
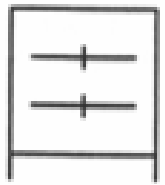
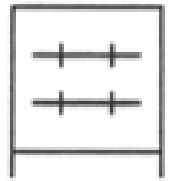
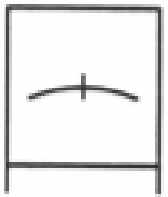
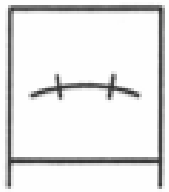
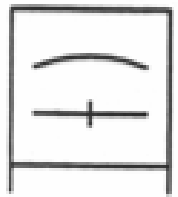
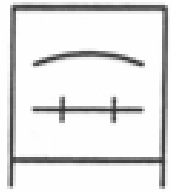
- Elementos para a representação simplificada particular de diversos rolamentos (cont.):

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1.3 | Indicação alternativa (exemplos)<br> | **Linha recta contínua curta**, que corta as linhas contínuas longas nº. 1.1 e 1.2 a 90º (indicação simplificada preferível) coincidente com a **linha de eixo (radial) de cada elemento rolante**. | **Número de carreiras e posição dos elementos rolantes** |
| |  2) | círculo | esfera |
| |  2) | rectângulo largo | rolo |
| |  2) | rectângulo estreito | agulha, pino |

1) Este elemento pode ser mostrado inclinado, dependendo do tipo de rolamento
2) Alternativamente à linha recta contínua curta, esta variante pode ser usada para representar o elemento rolante

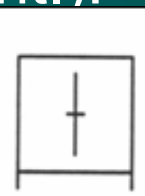
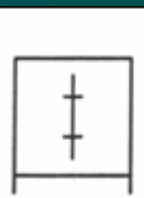
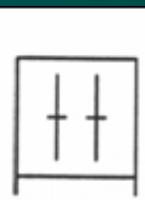
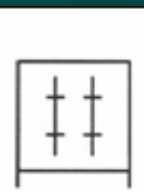
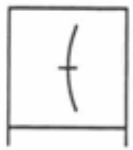
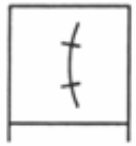
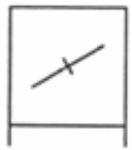
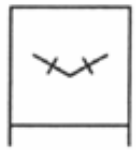
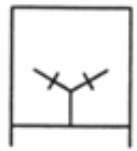
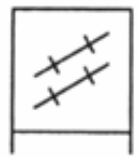
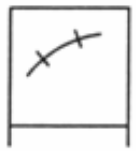
# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada particular de combinação de elementos:

| Especificações de carga | | | Características do Rolamento | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Dois anéis | | Três anéis | |
| | | | Uma carreira | Duas carreiras | Uma carreira | Duas carreiras |
| Radial | Possibilidade de alinhamento | não |  |  |  |  |
| | | sim |  |  |  |  |

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada particular de combinação de elementos (cont.):

| Direcção da carga | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Axial | Possibilidade de alinhamento | não |  |  |  |  |
| | | sim |  |  |  |  |
| Radial e axial | Possibilidade de alinhamento | não |  |  |  |  |
| | | sim |  |  |  |  |

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

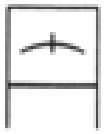
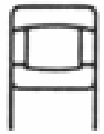
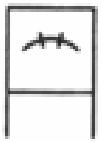
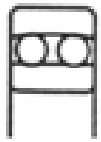
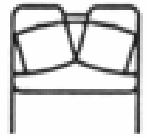
- Representação simplificada particular:

**Rolamentos de esferas e de rolos**

| Representação simplificada particular | | Aplicação | |
|---|---|---|---|
| | | Rolamentos de esferas | Rolamentos de rolos |
| | | Ilustração[1] e referência[2] | Ilustração[1] e referência[2] |
| 3.1 |  | <br>Rolamento de esferas, rígido, de uma carreira<br>ISO 15, ISO 8443<br>Rolamento de fixação rápida<br>ISO 9628 | <br>Rolamento de rolos cilíndricos, de uma carreira<br>ISO 15 |
| 3.2 |  | <br>Rolamento de esferas, rígido, de duas carreiras<br>ISO 15 | <br>Rolamento de rolos cilíndricos, de duas carreiras<br>ISO 15 |

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

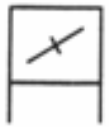
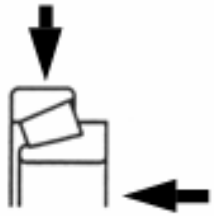
- Representação simplificada particular (cont.):

| | | | |
|---|---|---|---|
| **3.3** |  | | <br>Rolamento de rolos esféricos, de uma carreira<br>ISO 15 |
| **3.4** |  | <br>Rolamento de esferas, autocompensador, de duas carreiras<br>ISO 15 | <br>Rolamento de rolos esféricos, de duas carreiras<br>ISO 15 |

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

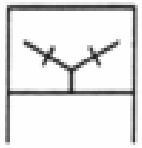
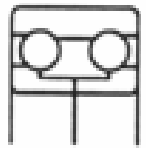
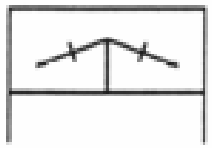
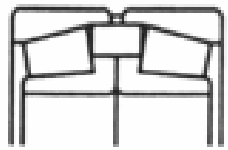
- Representação simplificada particular (cont.):

Rolamentos de esferas e de rolos (continuação)

| Representação simplificada particular | | Aplicação | |
|---|---|---|---|
| | | Rolamentos de esferas | Rolamentos de rolos |
| | | Ilustração[1] e referência[2] | Ilustração[1] e referência[2] |
| 3.5 |  |  Rolamento de esferas, separável, de contacto angular, de uma carreira ISO 582 |  Rolamento de rolos cónicos, de contacto angular, de uma carreira ISO 355 |
| 3.6 |  |  Rolamento de esferas, não separável, de contacto angular, de duas carreiras | |

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada particular (cont.):

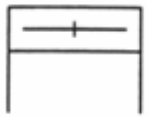
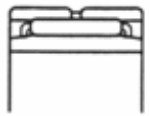
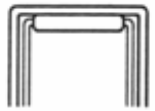
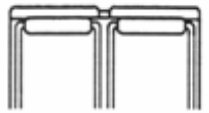
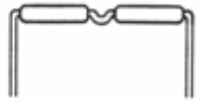
| | | | |
|---|---|---|---|
| 3.7 |  | <br>Rolamento de esferas, separável, de contacto angular, de duas carreiras, com anel interno bipartido | |
| 3.8 |  | | <br>Rolamento de rolos cónicos, de contacto angular, de duas carreiras, com anel interno bipartido<br>ISO 355 |

1) Representação incompleta, apenas a título de informação.
2) Se disponível.

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada particular (cont.):

**Rolamentos de agulhas**

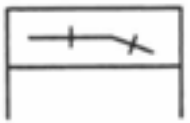
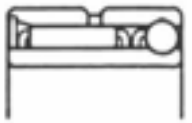
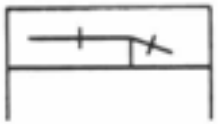
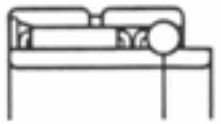
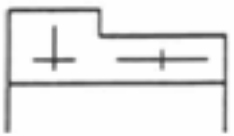
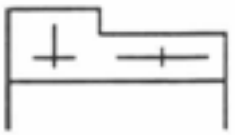
| | Representação simplificada particular | Ilustração[1] e referência[2] | | |
|---|---|---|---|---|
| 4.1 |  |  Rolamento de agulhas, de uma carreira ISO 1206 |  Bucha de agulhas sem anel interno ISO 3245 |  Coroa de agulhas ISO 3030 |
| 4.2 |  |  Rolamento de agulhas, de duas carreiras |  Rolamento de agulhas sem anel interno, de duas carreiras |  Coroa de agulhas, de duas carreiras ISO 3031 |
| 4.3 |  |  |  |  Rolamentos de agulhas autocompensadores |

1) Representação incompleta, apenas a título de informação.
2) Se disponível.

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada particular (cont.):

## Rolamentos combinados

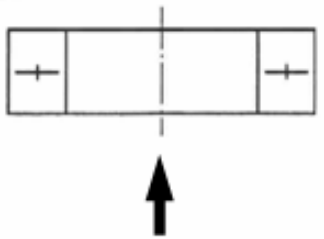
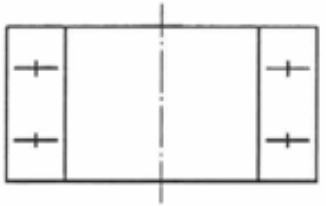
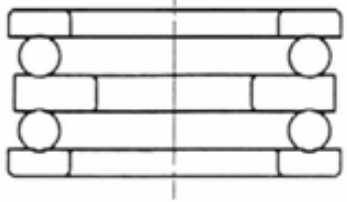
| Representação simplificada particular | | Ilustração[1)] | |
|---|---|---|---|
| 5.1 |  |  | Rolamento de agulhas e rolamento de esferas, ambos de contacto radial |
| 5.2 |  |  | Rolamento de agulhas e rolamento de esferas, ambos de contacto radial, com anel interno bipartido |
| 5.3 |  |  | Rolamento de agulhas sem anel interno, de contacto radial e rolamento de esferas de contacto axial |
| 5.4 |  |  | Rolamento de agulhas sem anel interno, de contacto radial e rolamento de rolos cilíndricos de contacto axial |

1) Representação incompleta, apenas a título de informação.

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

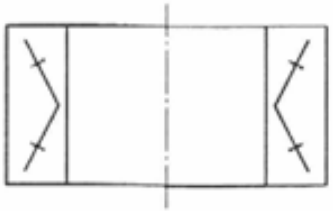
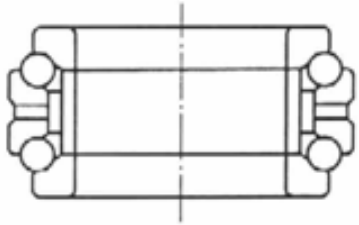
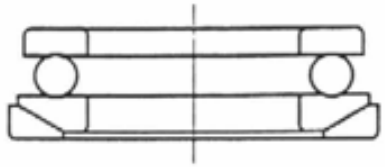
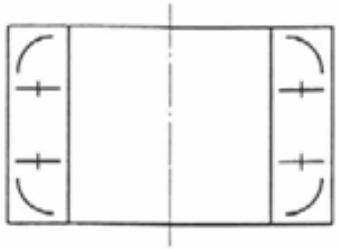
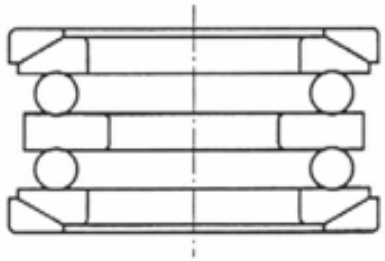
- Representação simplificada particular (cont.):

**Rolamentos axiais**

| Representação simplificada particular | | Aplicação | |
|---|---|---|---|
| | | Rolamentos de esferas | Rolamentos de rolos ou de agulhas |
| | | Ilustração[1] e referência[2] | Ilustração[1] e referência[2] |
| 6.1 |  |  Rolamento axial de esferas de simples efeito ISO 104 |  Rolamento axial de rolos de simples efeito  Coroa axial de agulhas  Coroa axial de rolos |
| 6.2 |  |  Rolamento axial de esferas de duplo efeito ISO 104 | |

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

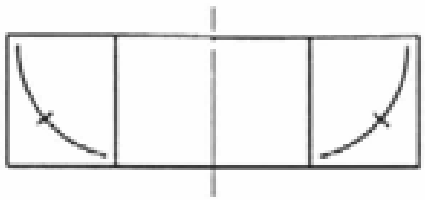
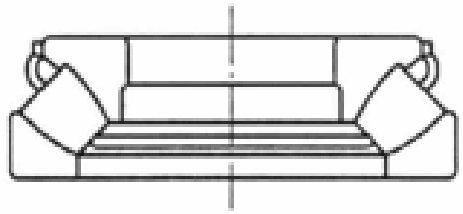
- Representação simplificada particular (cont.):

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6.3 |  |  Rolamento axial de esferas de contacto angular | |
| 6.4 |  |  Rolamento axial de esferas de simples efeito, com um anel esférico | |
| 6.5 |  |  Rolamento axial de esferas de duplo efeito, com dois anéis esféricos | |

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada particular (cont.):

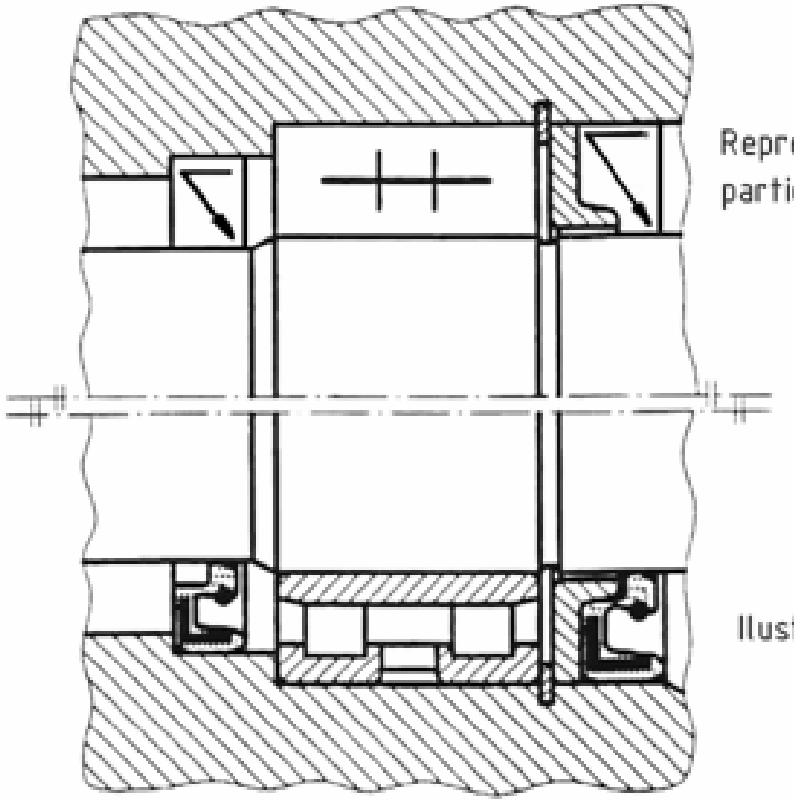
Rolamentos axiais (continuação)

| Representação simplificada particular | | Aplicação | |
|---|---|---|---|
| | | Rolamentos de esferas | Rolamentos de rolos ou de agulhas |
| | | Ilustração[1] e referência[2] | Ilustração[1] e referência[2] |
| 6.6 |  | |  Rolamento axial de rolos autocompensador ISO 104 |

1) Representação incompleta, apenas a título de informação.
2) Se disponível

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

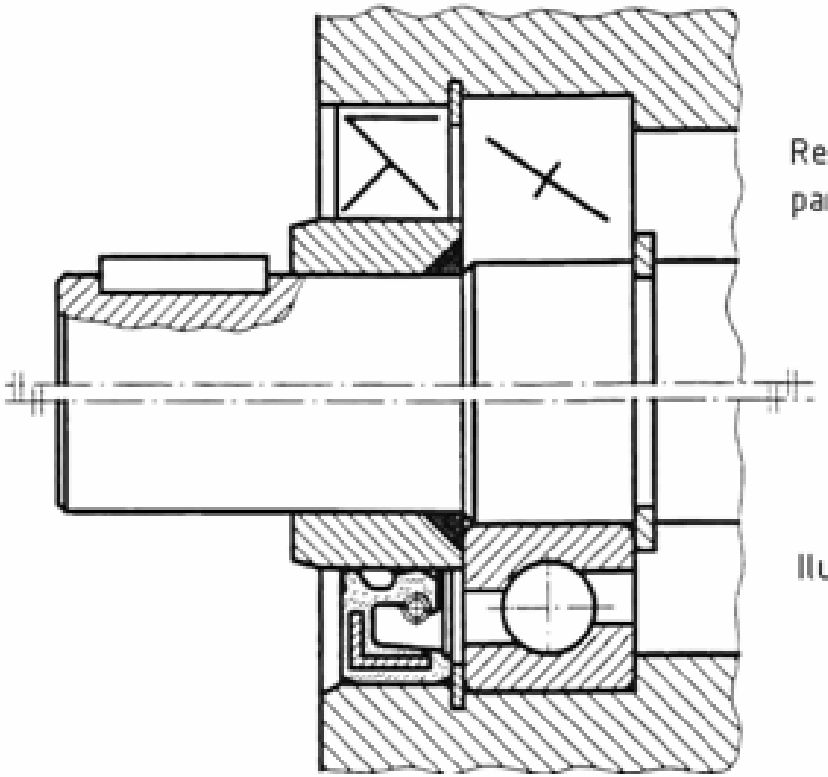
- Exemplos:




Montagem com um rolamento de rolos cilíndricos, de duas carreiras, e dois anéis de vedação (retentores)

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

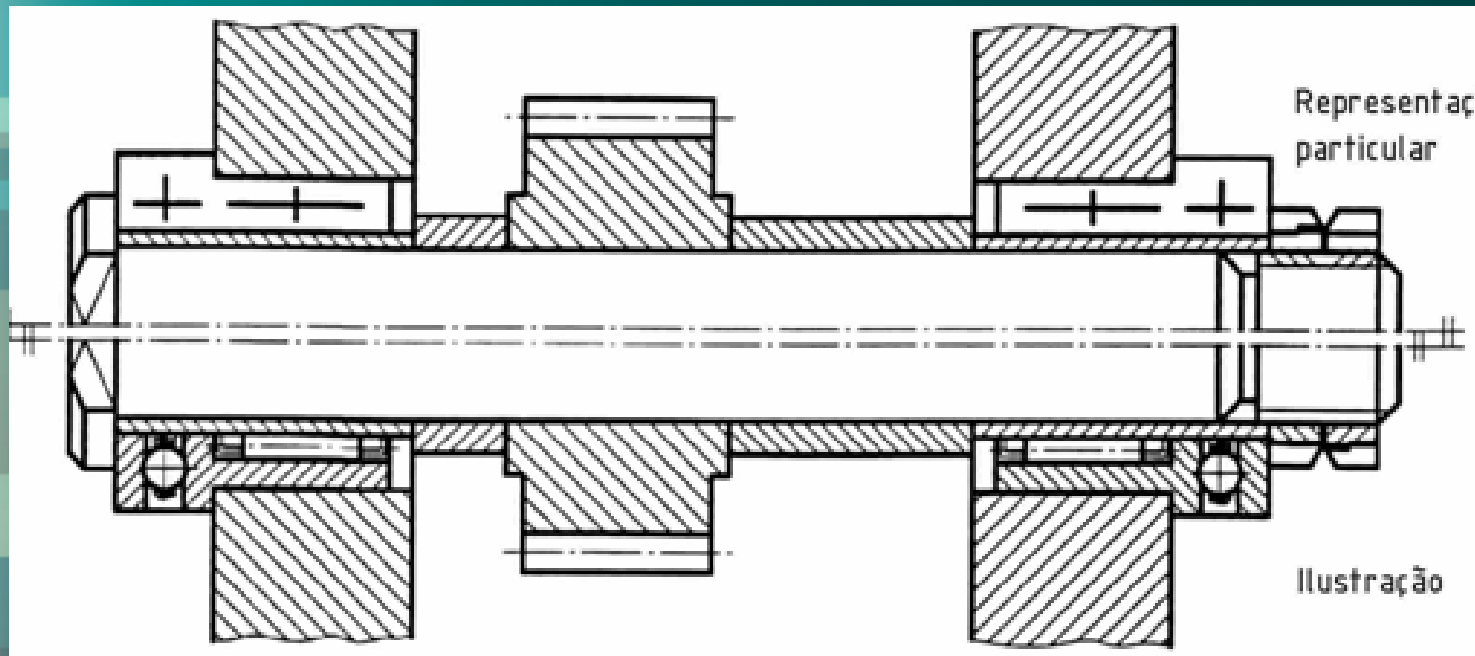
- Exemplos:




Montagem com um rolamento de esferas, separável, de contacto angular, e um anél de vedação (retentor) com lábio antipoeira

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

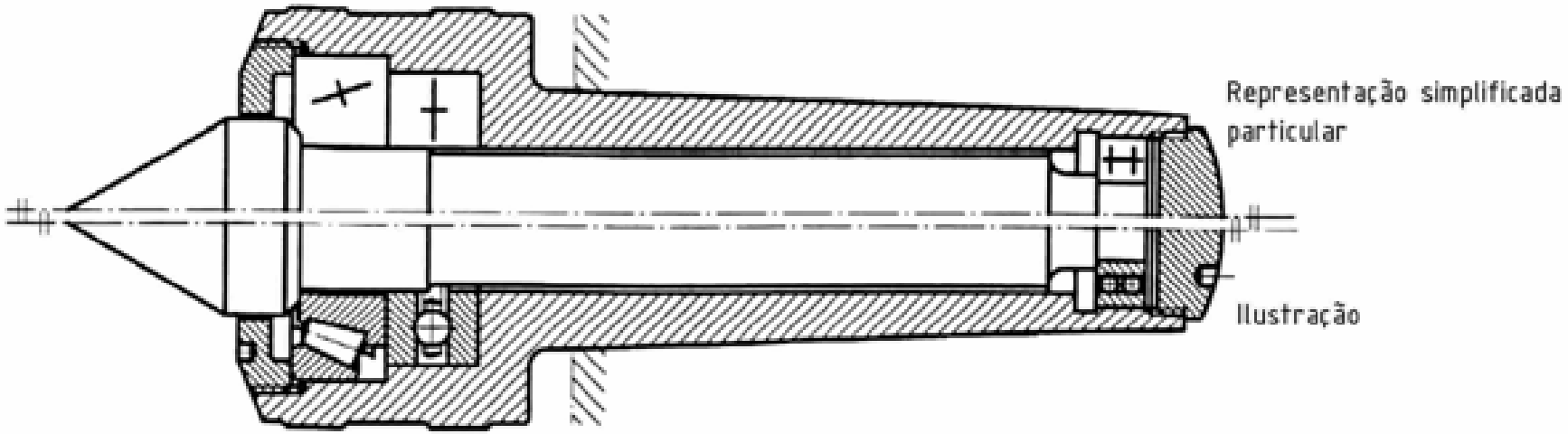
- Exemplos:




Montagem com dois rolamentos combinados (rolamento de agulhas sem anel interno, de contacto radial, e rolamento de esferas de contacto axial).

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Exemplos:




Montagem com um rolamento de rolos cónicos, de uma carreira; um rolamento axial de esferas, de simples efeito; e um rolamento de esferas, rígido, de duas carreiras

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Rolamentos (ou Chumaceiras de Rolamento):
  - Propriedades:
    - **Atrito muito menor**, no arranque, coeficiente de atrito no arranque menor do que o verificado nos apoios com escorregamento e menor influência da rotação nesse atrito:
    - **Lubrificação contínua mais fácil** e menor consumo de lubrificante;
    - **Maior capacidade de carga** por mm de largura de apoio;
    - **Rodagem prévia desnecessária e maior liberdade na escolha do material do veio**;
    - **Maior Normalização**;
    - **Óptimos para velocidades baixas e médias**.

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

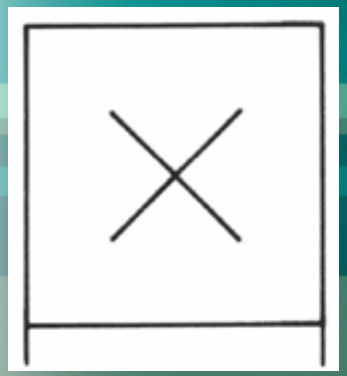
- Rolamentos (ou Chumaceiras de Rolamento):
  - Limites de aplicação:
    - Quando o **ruído é inconveniente**;
    - Quando o apoio sofre **choques fortes em repouso**;
    - Em **grandes rolamentos radiais de baixa rotação** (preço elevado e diâmetros exteriores elevados);
    - Em **apoios axiais submetidos a fortes cargas** (geradores, turbinas).
  - A produção de calor é igual à dos apoios com chumaceiras de escorregamento, para o mesmo regime de carga.

# Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Chumaceiras de Escorregamento (ou Lisas):
  - Propriedades:
    - A **área de lubrificação relativamente grande amortece as vibrações, o choque e o ruído**;
    - **Menor sensibilidade aos choques e às poeiras**;
    - **Folgas no apoio mais reduzidas**;
    - **Tolerâncias de ajustamento relativamente grandes**;
    - **Para grandes diâmetros são mais baratos** do que os apoios de rolamento.
  - Quando bem dimensionadas usam-se para grandes cargas ou velocidades elevadas.
  - A baixas velocidades (e no arranque) podem ter problemas de lubrificação (desgaste).

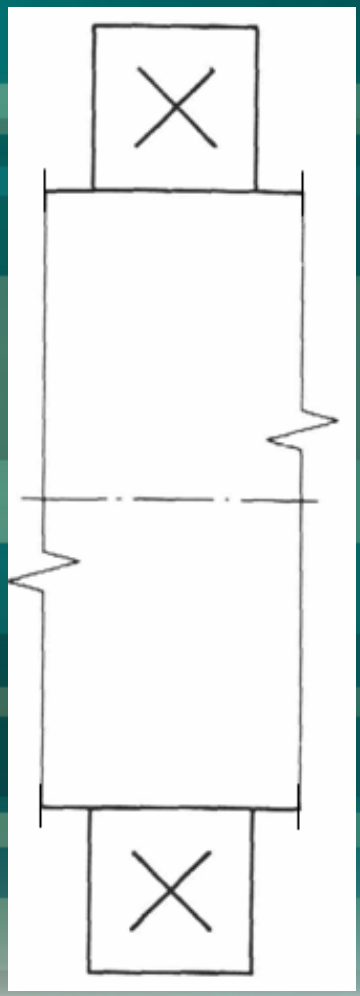
# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

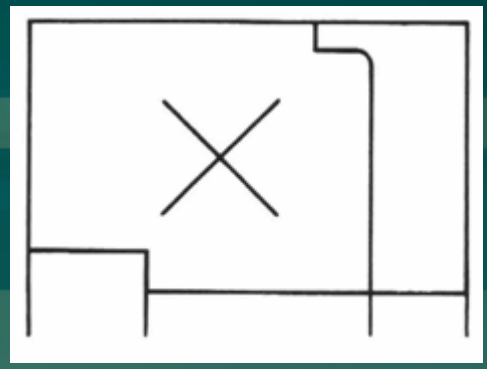
- Representação simplificada geral:



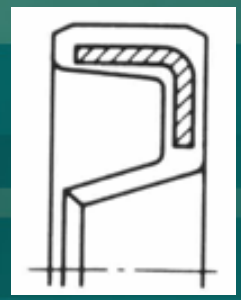


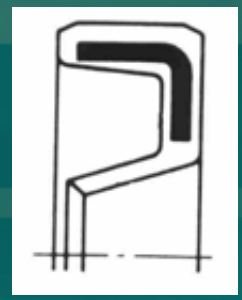
(sentido de vedação)





(contorno real)

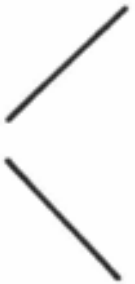




(tracejados)

# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Elementos para a representação simplificada particular de juntas de vedação:

| Nº | Elemento | Descrição | Aplicação |
|---|---|---|---|
| 1.1 |  | Linha recta contínua longa (paralela a uma geratriz da superfície de vedação) | **O elemento** (junta de vedação ou peça da junta de vedação ou função) **estático** (introduzido com pressão, fixo) |
| 1.2 |  | Linha recta contínua longa (na diagonal em relação ao contorno) [1)] | **O elemento de vedação dinâmica** (lábio) ou função (peça da junta de vedação) Combinado com o símbolo nº1.1, indica a posição do lado da vedação dinâmica contra fluídos, gases e sólidos |
| 1.3 |  | Linha recta contínua curta (em diagonal em relação ao contorno e a 90º relativa-mente ao símbolo nº1.2) [1)] | Em combinação com o símbolo nº1.2, **lábios antipoeiras, raspadores**, etc. |

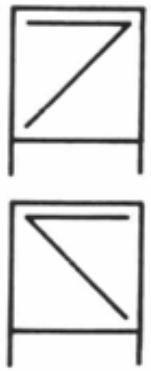
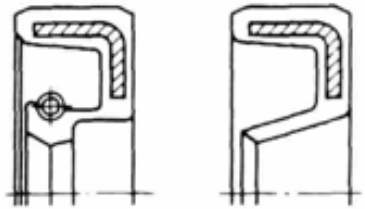
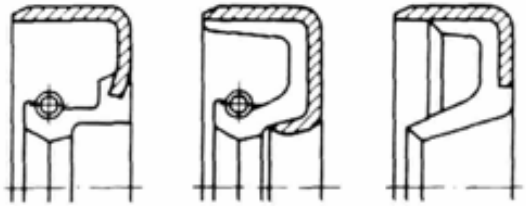
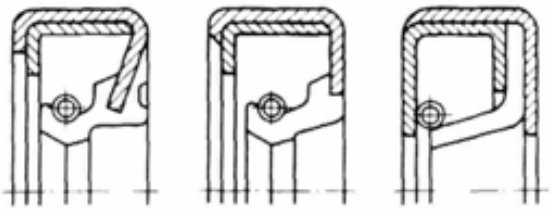
# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Elementos para a representação simplificada particular de juntas de vedação (cont.):

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1.4.1** |  | Linha recta contínua curta inclinada dirigida para o centro do quadrado [1)] | **Lábios de vedação de vedantes em U, de anéis em V, de conjuntos de empanque**, etc. |
| **1.4.2** |  | Linha recta contínua curta dirigida para o centro do quadrado | Tal como 1.4.1 **para vedantes em U, anéis em V, conjuntos de empanque**, etc. |
| **1.5** |  | T (macho) (T dentro do U) | **Juntas de vedação sem contacto**, por exemplo, **vedações por labirinto** |
| **1.6** |  | U (fêmea) | |
| 1) O sentido de vedação pode ser indicado através de uma seta. | | | |

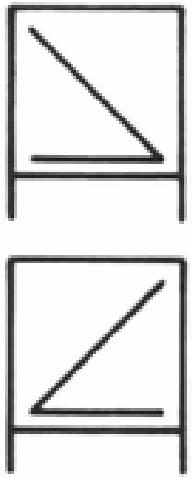
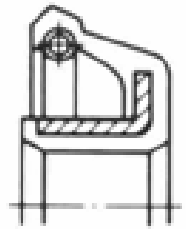
# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Representação simplificada particular:

| Nº | Representação simplificada particular | Aplicação<br>Juntas de vedação para movimentos relativos de rotação | Ilustração [1)] |
|---|---|---|---|
| 2.1 |  | Anéis de vedação (retentores) com lábio para veios rotativos, sem lábio antipoeira<br><br>Elementos mecânicos de vedação<br><br>(ISO 6194-1) | ISO 6194-1, tipo 1 – Revestido a borracha<br><br>ISO 6194-1, tipo 2 – Revestido de metal<br><br>ISO 6194-1 – tipo 3 – Armadura reforçada<br> |

# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

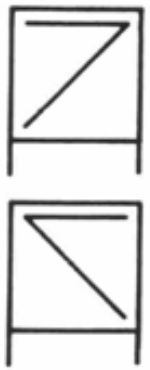
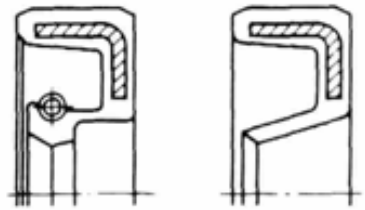
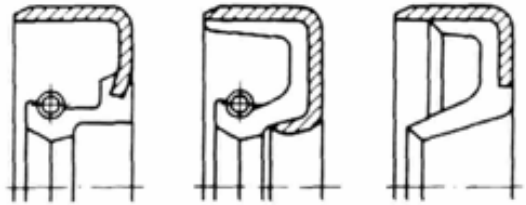
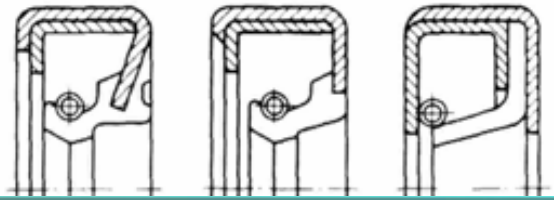
- Representação simplificada particular (cont.):

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2.2 |  | Anéis de vedação (retentores) com lábio para veios rotativos, sem lábio antipoeira<br><br>Elementos mecânicos de vedação<br>(ISO 6194-1) |  |

1) Este tipo de ilustração não é, geralmente, utilizado em desenhos técnicos, mas, em contrapartida, é utilizado em catálogos, manuais de utilização, prospectos, etc.

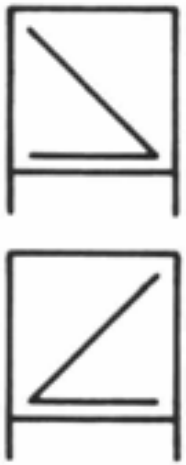
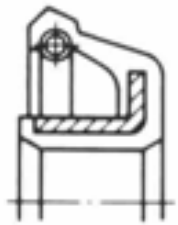
# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Representação simplificada particular (cont.):

| Nº | Representação simplificada particular | Aplicação: Juntas de vedação para movimentos relativos de translação | Ilustração [1)] |
|---|---|---|---|
| 2.1 |  | Juntas de vedação (vedantes) para hastes de êmbolos, sem raspador (ISO 5597) | ISO 6194-1, tipo 1 - Revestido a borracha  ISO 6194-1, tipo 2 - Revestido de metal  ISO 6194-1 - tipo 3 - Armadura reforçada  |

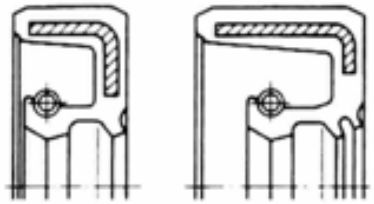
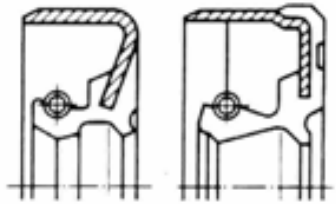
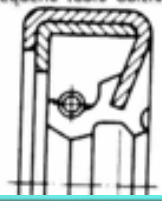
# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Representação simplificada particular (cont.):

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2.2 |  | Juntas de vedação (vedantes) para hastes de êmbolos, sem raspador<br>(ISO 5597) |  |
| 1) Este tipo de ilustração não é, geralmente, utilizado em desenhos técnicos, mas, em contrapartida, é utilizado em catálogos, manuais de utilização, prospectos, etc. | | | |

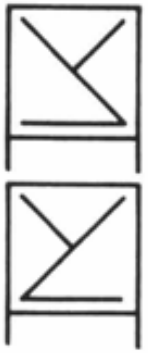
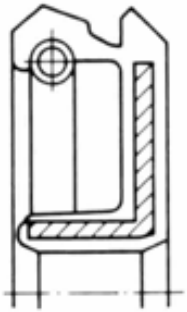
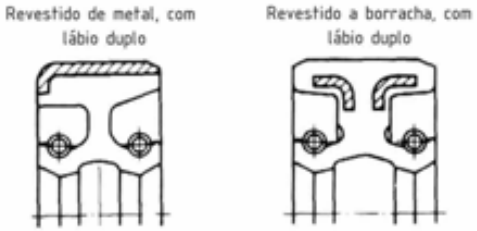
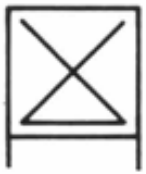
# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Representação simplificada particular (cont.):

| Nº | Representação simplificada particular | Aplicação | |
|---|---|---|---|
| | | Juntas de vedação para movimentos relativos de rotação | Ilustração [1] |
| 2.3 | | Anéis de vedação (retentores) com lábio para veios rotativos, com lábio antipoeira<br><br>(ISO 6194-1) | ISO 6194-1, tipo 4 – Revestido a borracha com pequeno lábio adicional<br><br>ISO 6194-1, tipo 5 – Revestido de metal, com pequeno lábio adicional<br><br>ISO 6194-1, tipo 6 – Armadura reforçada, com pequeno lábio adicional<br> |

# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

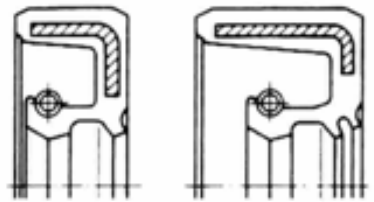
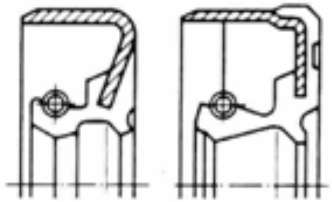
- Representação simplificada particular (cont.):

| | | | |
|---|---|---|---|
| **2.4** |  | Anéis de vedação (retentores) com lábio para veios rotativos, com lábio antipoeira<br><br>(ISO 6194-1) |  |
| **2.5** | | Anéis de vedação (retentores) com lábio para veios rotativos, sem lábio antipoeira, de duplo efeito<br><br>Elementos mecânicos de vedação |  |
| **2.6** |  | Anéis de vedação (retentores) com lábio para veios rotativos, sem lábio antipoeira, de duplo efeito<br>Elementos mecânicos de vedação | |

1) Este tipo de ilustração não é, geralmente, utilizado em desenhos técnicos, mas, em contrapartida, é utilizado em catálogos, manuais de utilização, prospectos, etc.

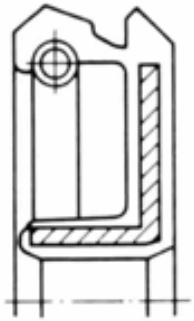
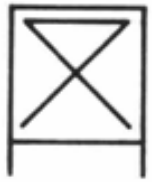
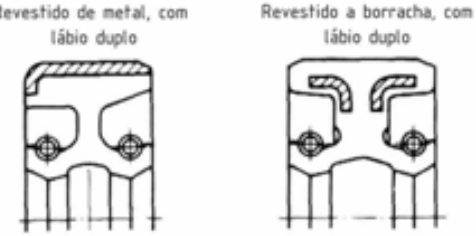
# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Representação simplificada particular (cont.):

| Nº | Representação simplificada particular | Aplicação<br>Juntas de vedação para movimentos relativos de translação | Ilustração [1)] |
|---|---|---|---|
| 2.3 |  | Juntas de vedação (vedantes) para hastes de êmbolos, com raspador | ISO 6194-1, tipo 4 – Revestido a borracha com pequeno lábio adicional<br><br>ISO 6194-1, tipo 5 – Revestido de metal, com pequeno lábio adicional<br><br>ISO 6194-1, tipo 6 – Armadura reforçada, com pequeno lábio adicional<br> |

# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Representação simplificada particular (cont.):

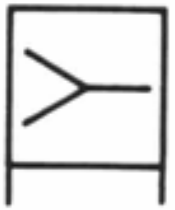
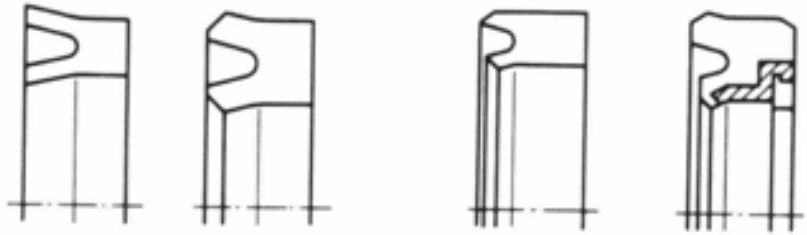
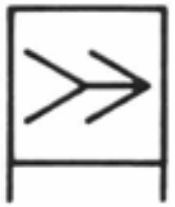
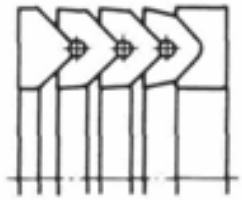
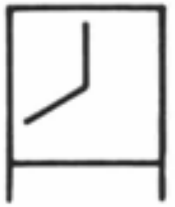
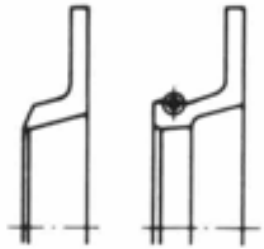
| | | | |
|---|---|---|---|
| **2.4** |  | Juntas de vedação (vedantes) para hastes de êmbolos, com raspador |  |
| **2.5** |  | Juntas de vedação (vedantes) para hastes de êmbolos, de duplo efeito |   |
| **2.6** |  | Juntas de vedação (vedantes) para hastes de êmbolos, de duplo efeito<br>ISO 6547 | |

1) Este tipo de ilustração não é, geralmente, utilizado em desenhos técnicos, mas, em contrapartida, é utilizado em catálogos, manuais de utilização, prospectos, etc.

# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

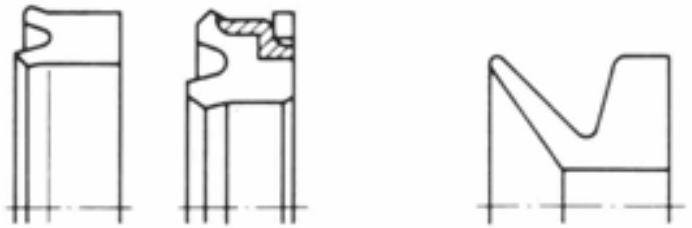
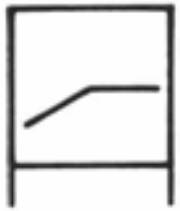
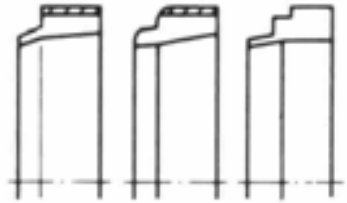
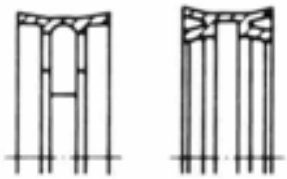
- Representação simplificada particular (cont.):

Representação simplificada particular de vedantes em U, de conjuntos de empanque e de anéis em V

| Nº | Representação simplificada particular | Aplicação |
|---|---|---|
| 3.1 |  |  |
| 3.2 |  |  |
| 3.3 |  |  |

# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

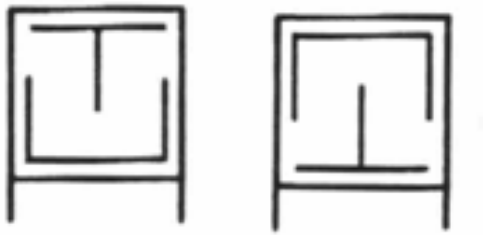
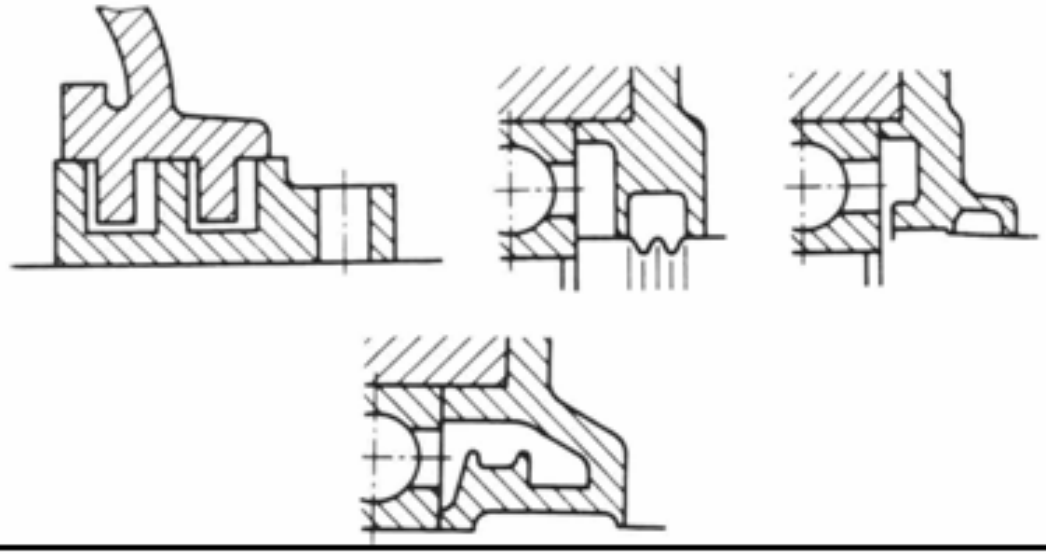
- Representação simplificada particular (cont.):

| | | |
|---|---|---|
| 3.4 |  |  |
| 3.5 |  |  |
| 3.6 |  |  |
| 3.7 |  |  |

# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

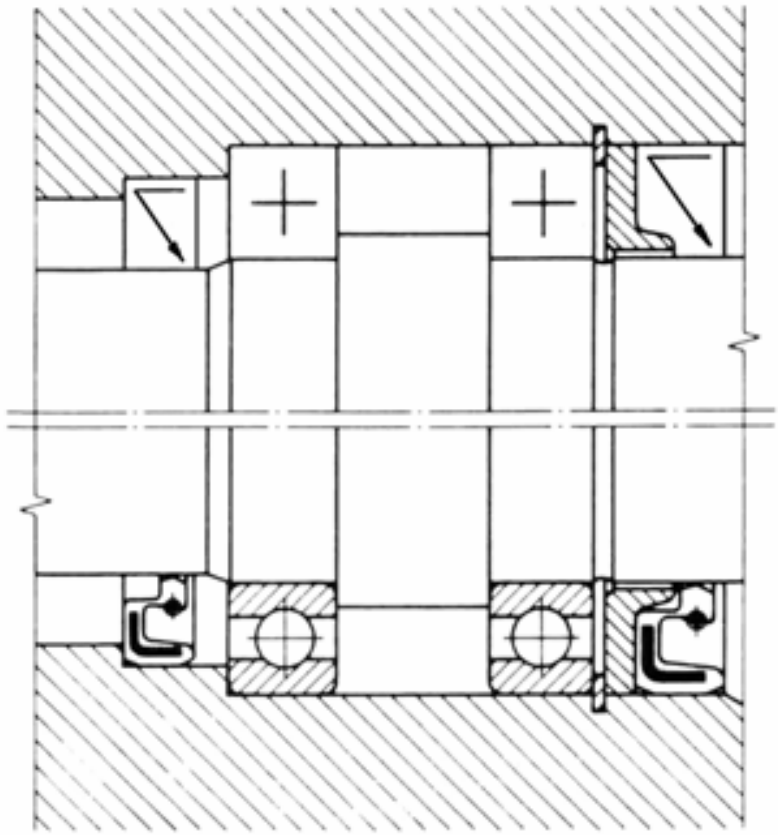
- Representação simplificada particular (cont.):

Representação simplificada particular de vedações por labirinto (qualquer que seja o número de labirintos)

| Nº | Representação simplificada particular | Aplicação |
|---|---|---|
| 4.1 |  |  |

# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

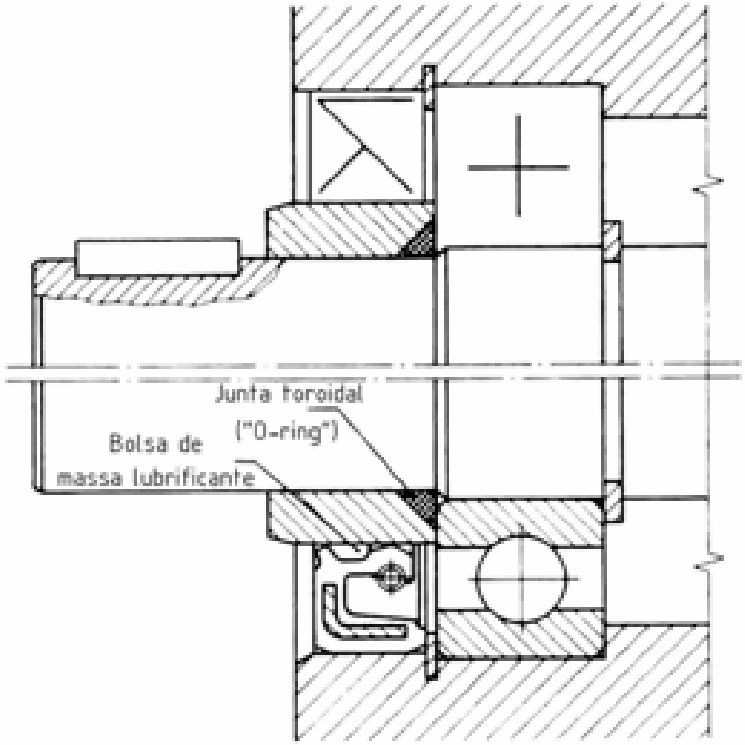
- Exemplos:



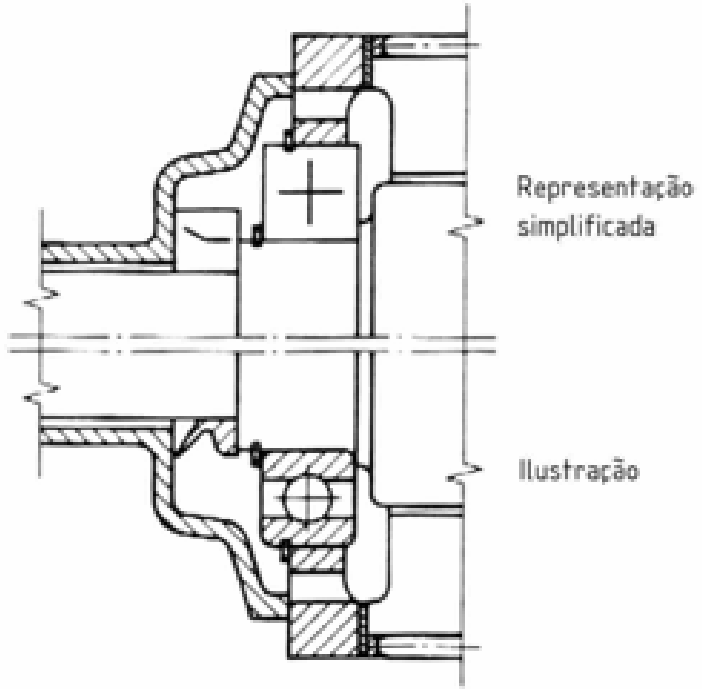

Anéis de vedação (retentores) com lábio para veio rotativo (vedação contra fluídos)

# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Exemplos:



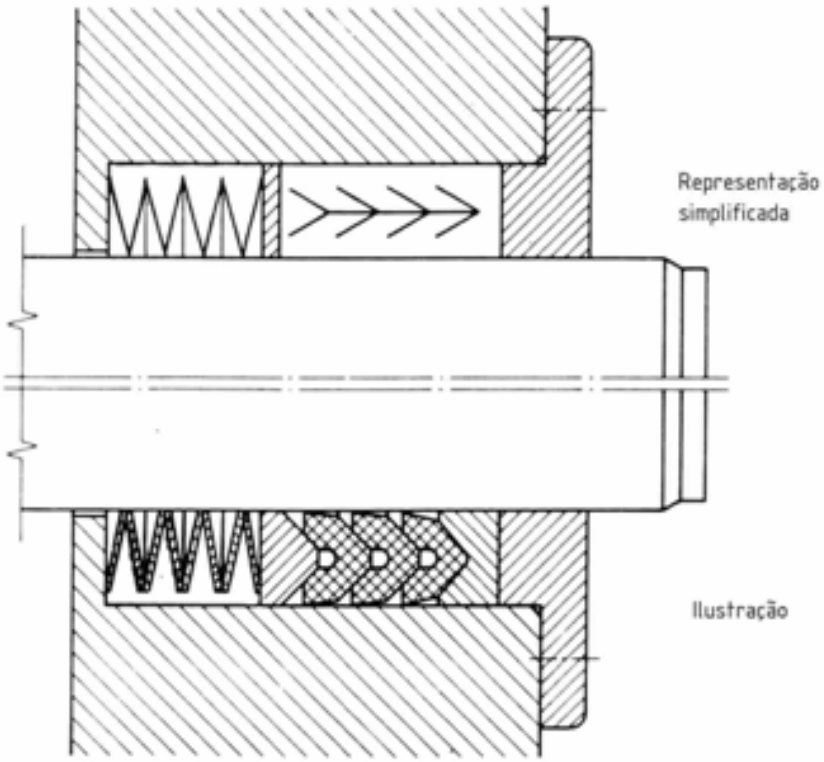

Anel de vedação (retentor) com lábio para veio rotativo, com lábio antipoeiras



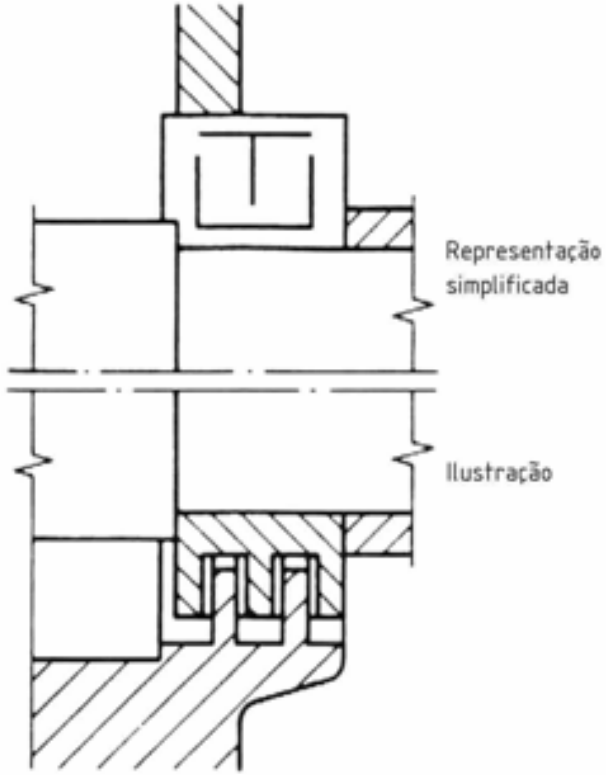

Anel em V

# Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Exemplos:



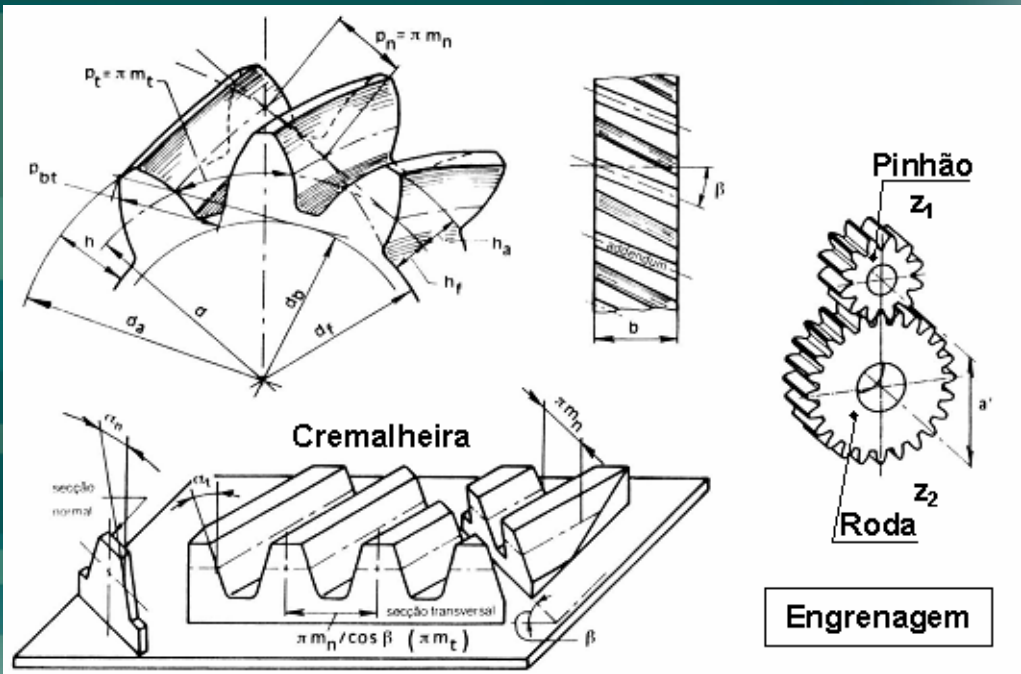

Conjunto de empanque (anilhas elásticas cónicas + vedantes)




Vedação por labirinto

# Engrenagens

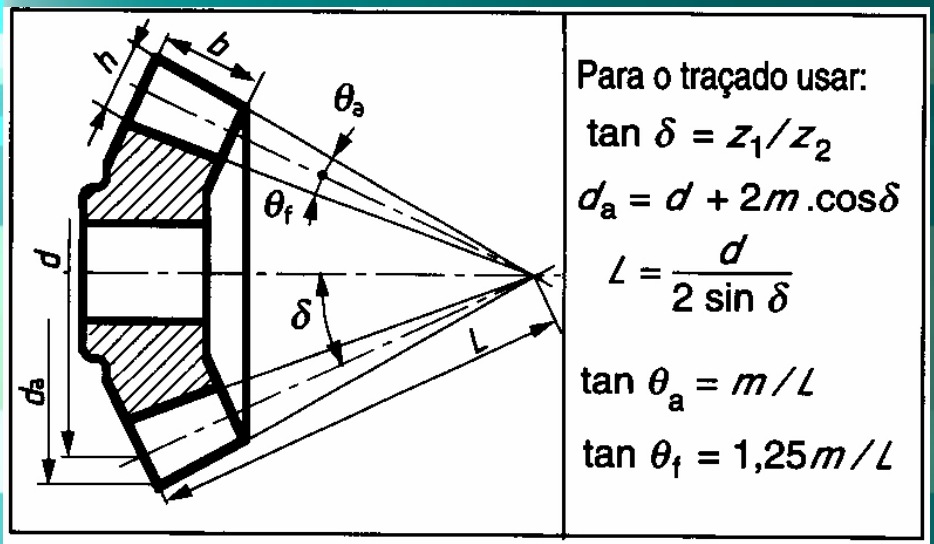
- Engrenagens são mecanismos elementares formados por **duas rodas dentadas que giram em torno de eixos com posições relativas invariáveis**, constituem a solução técnica com um carácter mais universal, podendo ser aplicadas entre veios paralelos, veios concorrentes ou veios não complanares.



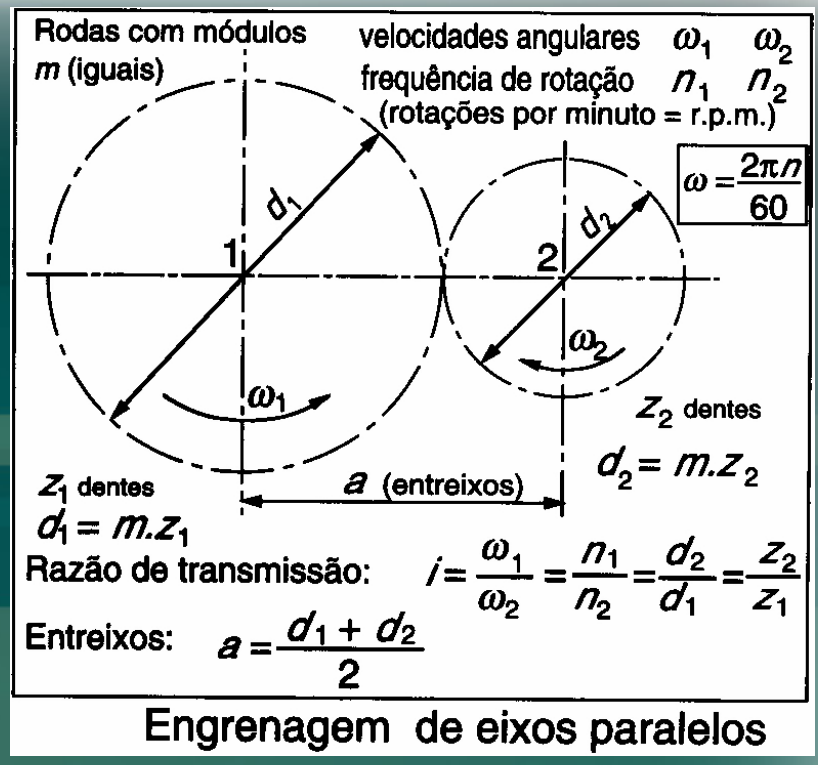

Alguns parâmetros característicos das rodas dentadas cilíndricas.

# Engrenagens

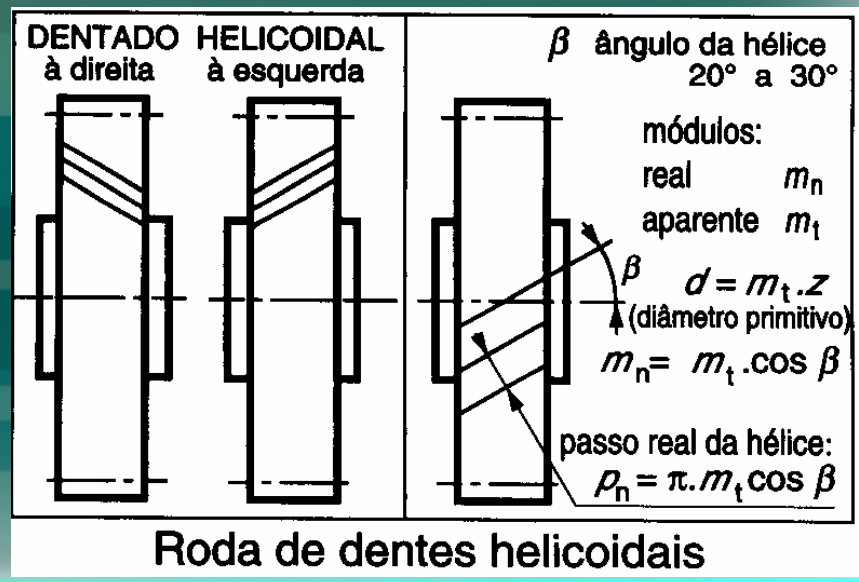
- Parâmetros:




Roda cónica de dentes rectos



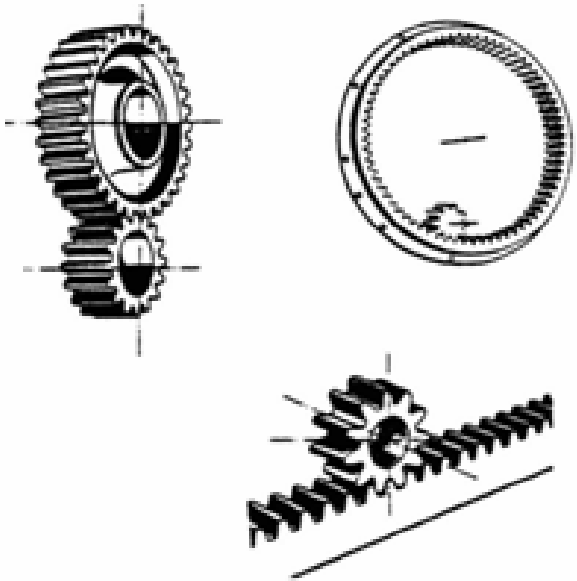
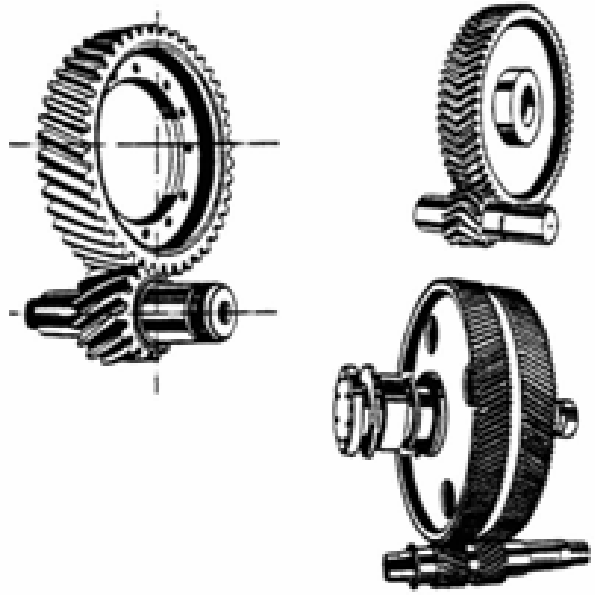

Engrenagem de eixos paralelos




Roda de dentes helicoidais

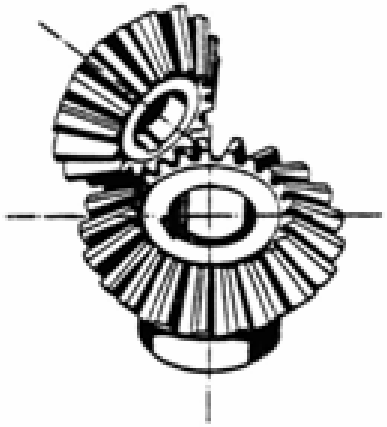
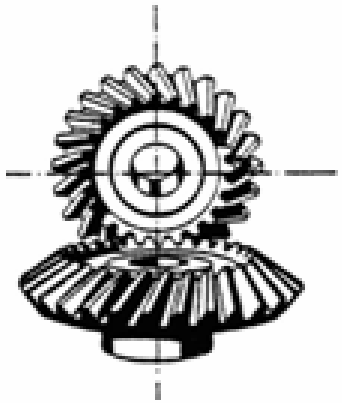
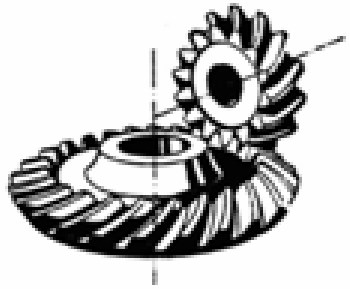
# Engrenagens

- Tipos de engrenagens:

| ENGRENAGENS PARALELAS OU CILÍNDRICAS (EIXOS PARALELOS) | | |
|---|---|---|
| DENTADO RECTO | DENTADO HELICOIDAL | OBSERVAÇÕES |
|  |  | Para mecanismos com um ou mais andares de transmissão e com as seguintes características limites nominais:<br><br>Razões de transmissão até 8:1 (10:1), por andar.<br>Potências até 15 000 kW a 22 400 kW.<br>Velocidades tangenciais no primitivo de funcionamento até 150 a 200 m/s.<br>O rendimento, por andar, situa-se entre 95% e 99% (98%). |

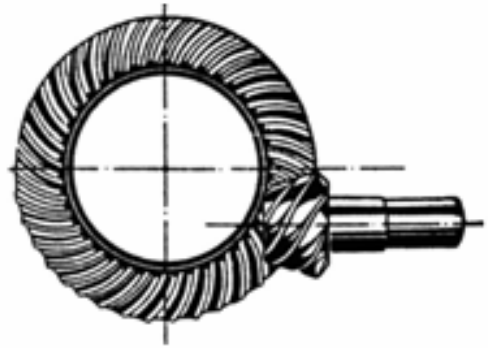
# Engrenagens

- Tipos de engrenagens (cont.):

| ENGRENAGENS CONCORRENTES OU CÓNICAS (EIXOS CONCORRENTES) | | | |
|---|---|---|---|
| DENTADO RECTO | DENTADO INCLINADO | DENTADO ESPIRAL | OBSERVAÇÕES |
|  |  |  | Para razões de transmissão até 6:1 (8:1).<br>Potências até 370 (recto) a 740 kW (inclinado).<br>Velocidades tangenciais no primitivo de funcion. até 50 a 75 (150) m/s.<br>Para aumentar a capacidade de carga (até 3 700 kW) e o rendimento, diminuindo o ruído, utilizam-se dentes espirais.<br>O rendimento é idêntico ao das engrenagens cilíndricas (97% a 99%). |

# Engrenagens

- Tipos de engrenagens (cont.):

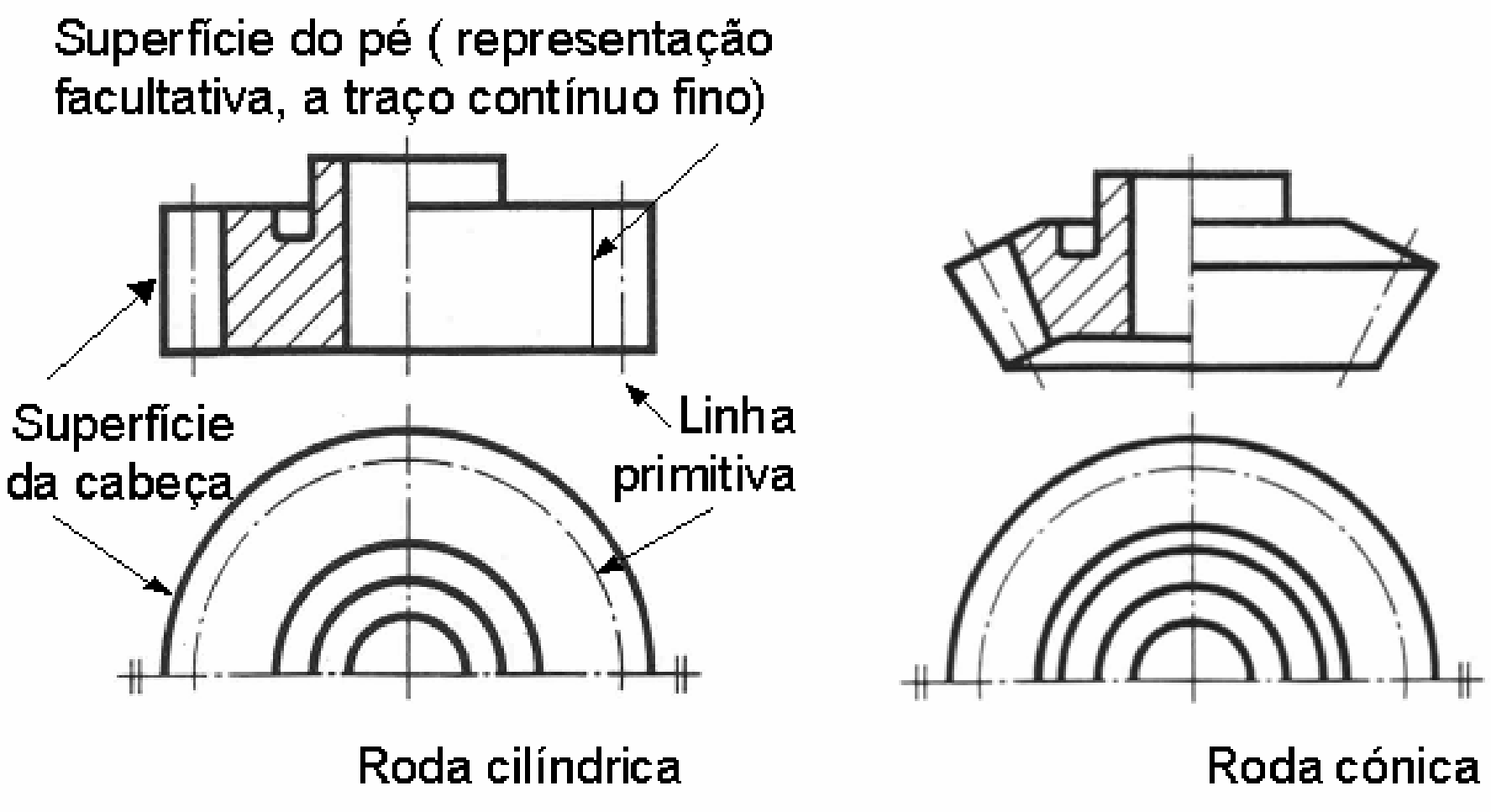
| ENGRENAGENS ESQUERDAS (EIXOS NÃO COMPLANARES) | | |
|---|---|---|
| DENTADO HELICOIDAL | PARAFUSO SEM-FIM / RODA DE COROA | DENTADO HIPÓIDE |
|  |  |  |
| OBSERVAÇÕES:<br>Razões de transmissão até 5:1 e pequenos entreeixos, mas também (20:1 a 100:1). Para a transmissão de baixas potências (até 75 kW), pois o contacto entre dentes inicial é do tipo pontual.<br>Veloc. tangenciais no primitivo de funcionamento até 25 a 50 m/s.<br>Os rendimentos aproximam-se dos registados nas engrenagens cilíndricas helicoidais (até 95%). | Razões de transmissão de 10:1 até 60:1 (100:1).<br>Potências até 560 a 750 kW.<br>Velocidades tangenciais no primitivo de funcionamento até 60 a 70 m/s.<br>O rendimento situa-se entre 45% e 95%, sendo superior para menores razões de transmissão. Baixos de níveis ruído e de vibrações. | Razões de transmissão até 10:1, (20:1 a 100:1), pois o número de dentes do pinhão pode descer até 5. Para pequenas distâncias entre eixos, com uma redução de ruído.<br>Potências até 740 kW. Veloc. tang. no prim. de func. até 40 a 75 m/s.<br>Rendimentos ligeiramente inferiores aos registados nas engrenagens cónicas, desde (60%) até 85% a 95% e um aquecimento um pouco mais elevado. |

# Engrenagens

- Representação Convencional de Engrenagens (NP EN ISO 2203):
  **Uma roda de uma engrenagem é representada (excepto em corte axial) como uma peça maciça não dentada, tendo por único acrescento, o traçado da superfície primitiva, com uma linha a traço longo-ponto fino.**
- Desenhos de detalhe (Rodas isoladas):
  - Em vista, representa-se como uma roda não dentada, limitada pela superfície de cabeça;
  - Em corte axial, representa-se como uma roda de dentado recto, com dois dentes diametralmente opostos, representados não cortados (mesmo no caso de dentado não recto, ou de um nº ímpar de dentes);
  - A superfície primitiva representada com linha a traço longo-ponto fino.

# Engrenagens

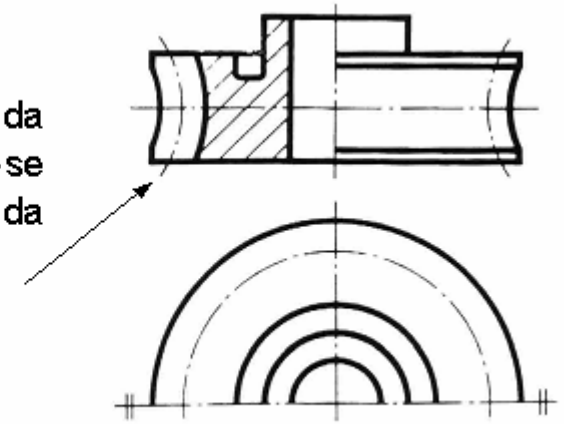
- Desenhos de detalhe (Rodas isoladas):



# Engrenagens

- Desenhos de detalhe (Rodas isoladas):

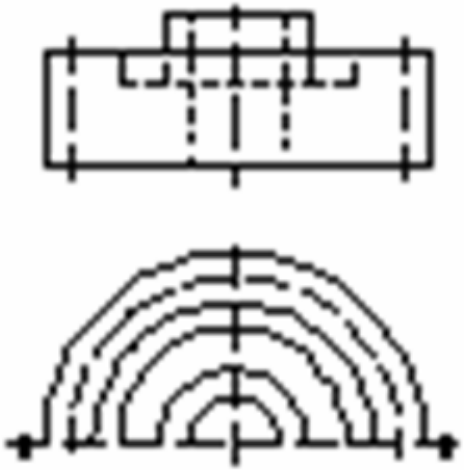
O contorno aparente da superfície primitiva estende-se para além do contorno da roda, em ambos os lados



Roda de coroa

Geralmente, a superfície do pé não se representa, excepto nas vistas em corte.

Se necessário, representar a superfície do pé, também em vistas não cortadas, com linha a traço contínuo fino



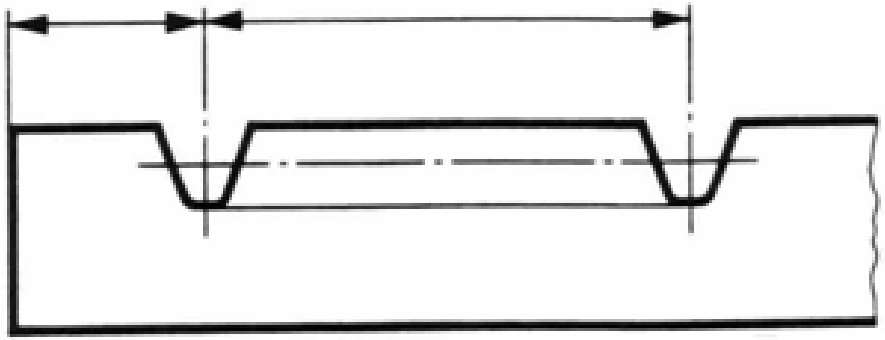
Vista de roda dentada s/ e c/ representação da superfície do pé

# Engrenagens

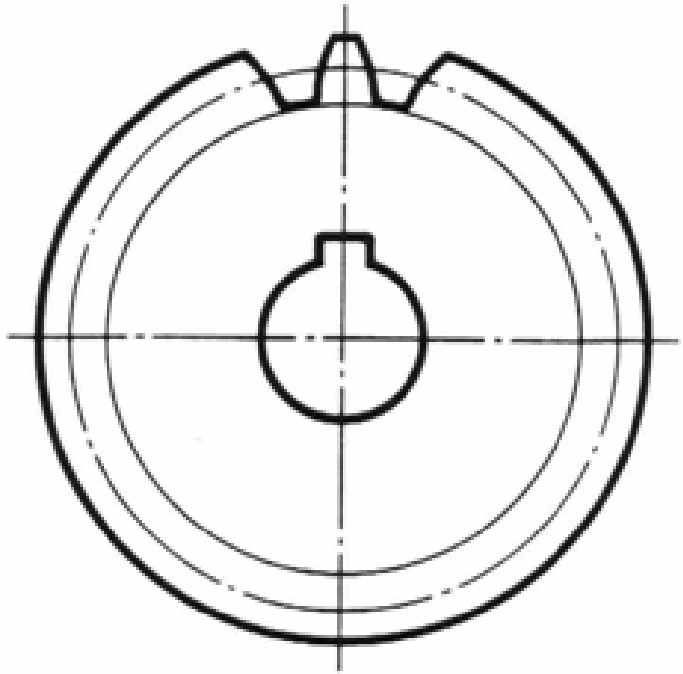
- Desenhos de detalhe (Rodas isoladas):

Rodas em vista, com representação da superfície do pé, a traço contínuo fino:

Se necessário, representar um ou dois dentes a traço contínuo grosso.



Cremalheira

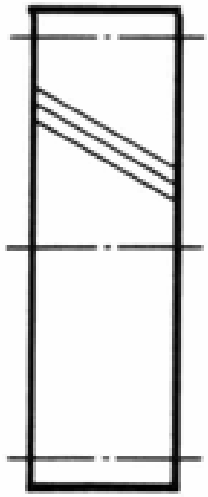


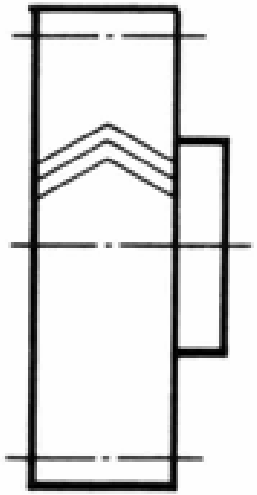
Roda dentada

# Engrenagens

- Desenhos de detalhe (Rodas isoladas):

| Dentado | Símbolo |
|---|---|
| Helicoidal à direita |  |
| Helicoidal à esquerda |  |
| Em espinha |  |
| Espiral |  |





Representação da orientação do dentado

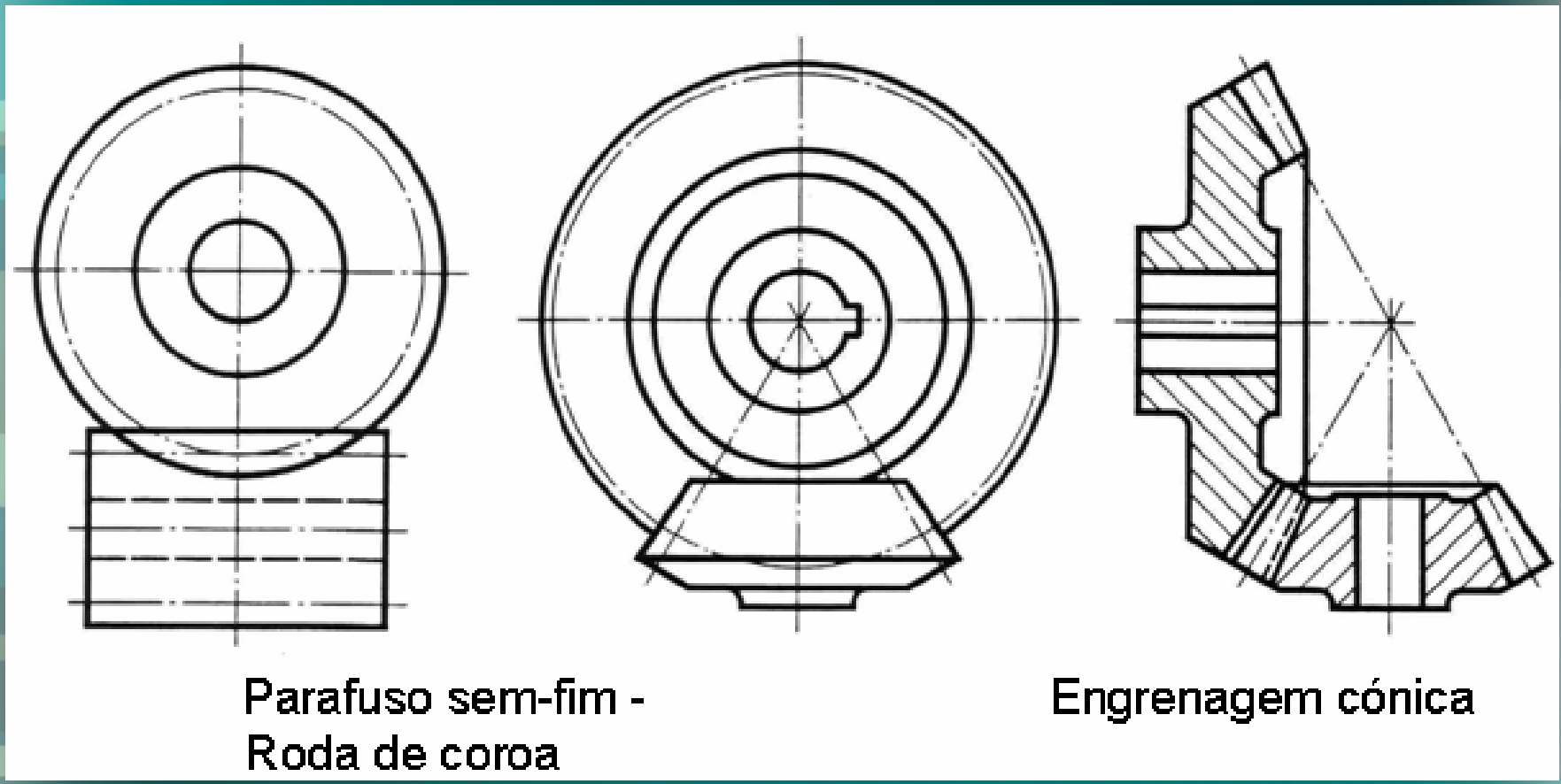
**Nota:** Na representação de rodas conjugadas, mostrar o símbolo apenas numa única roda.

# Engrenagens

- Desenhos de conjunto (engrenagens):
  - **Em engrenagens de rodas cónicas, em projecção paralela ao eixo, deve prolongar-se a linha da superfície primitiva até ao ponto de intersecção com o eixo.**
  - **Não é admissível que qualquer uma das duas rodas de uma engrenagem seja, na zona de engrenamento, escondida pela outra, excepto nos dois casos seguintes:**
    - **Se uma das rodas, situada totalmente à frente da outra, esconde, efectivamente, parte desta;**
    - **Se as rodas estão representadas em corte axial, no qual uma delas, escolhida arbitrariamente, é admitida parcialmente escondida pela outra.**
  - A representação dos contornos e arestas escondidas pode ser omitida, se ela não for indispensável à clareza do desenho.

# Engrenagens

- Desenhos de conjunto (engrenagens):

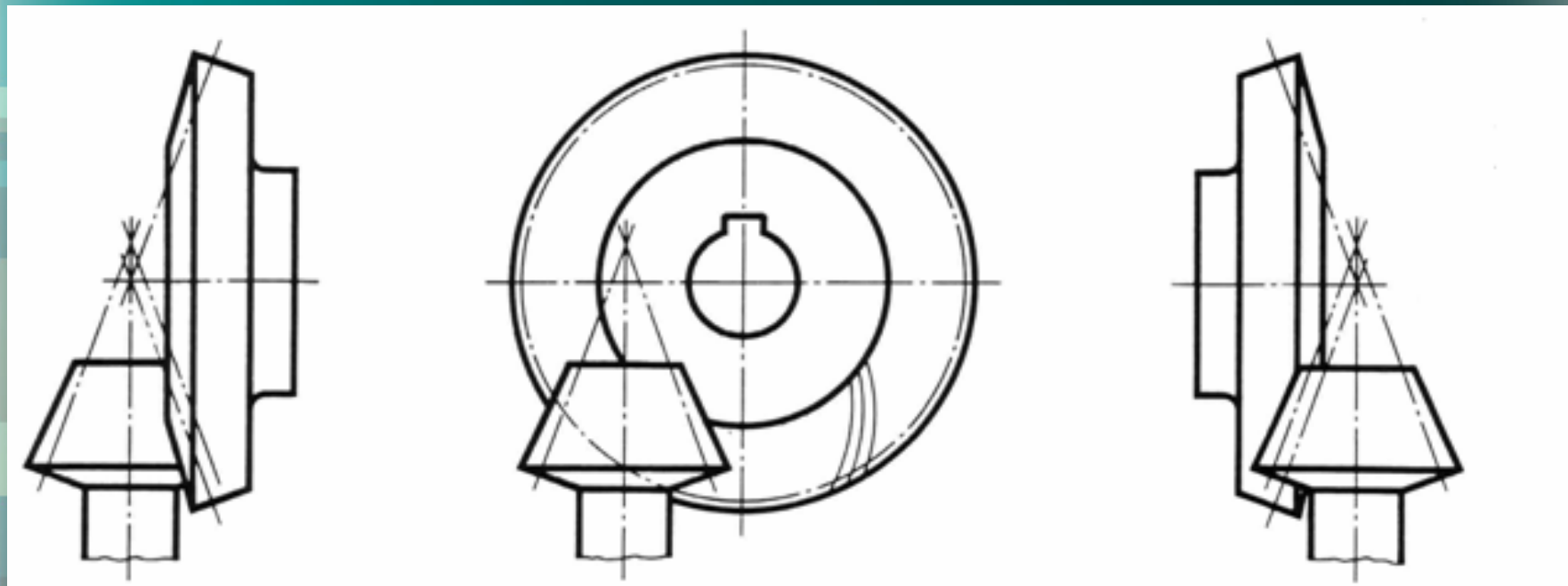


Parafuso sem-fim - Roda de coroa

Engrenagem cónica

# Engrenagens

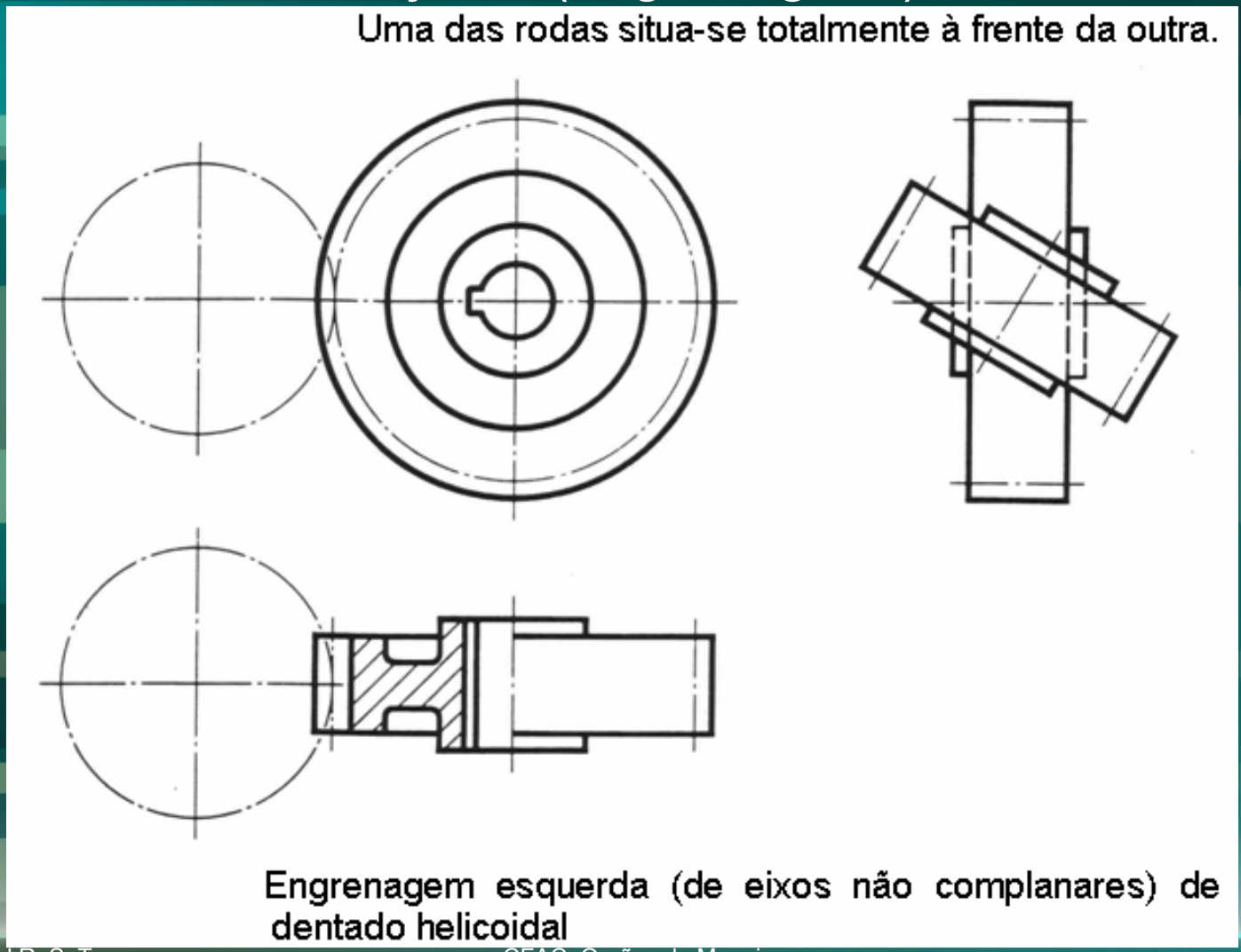
- Desenhos de conjunto (engrenagens):



Engrenagem esquerda (eixos não complanares) de dentado hipóide

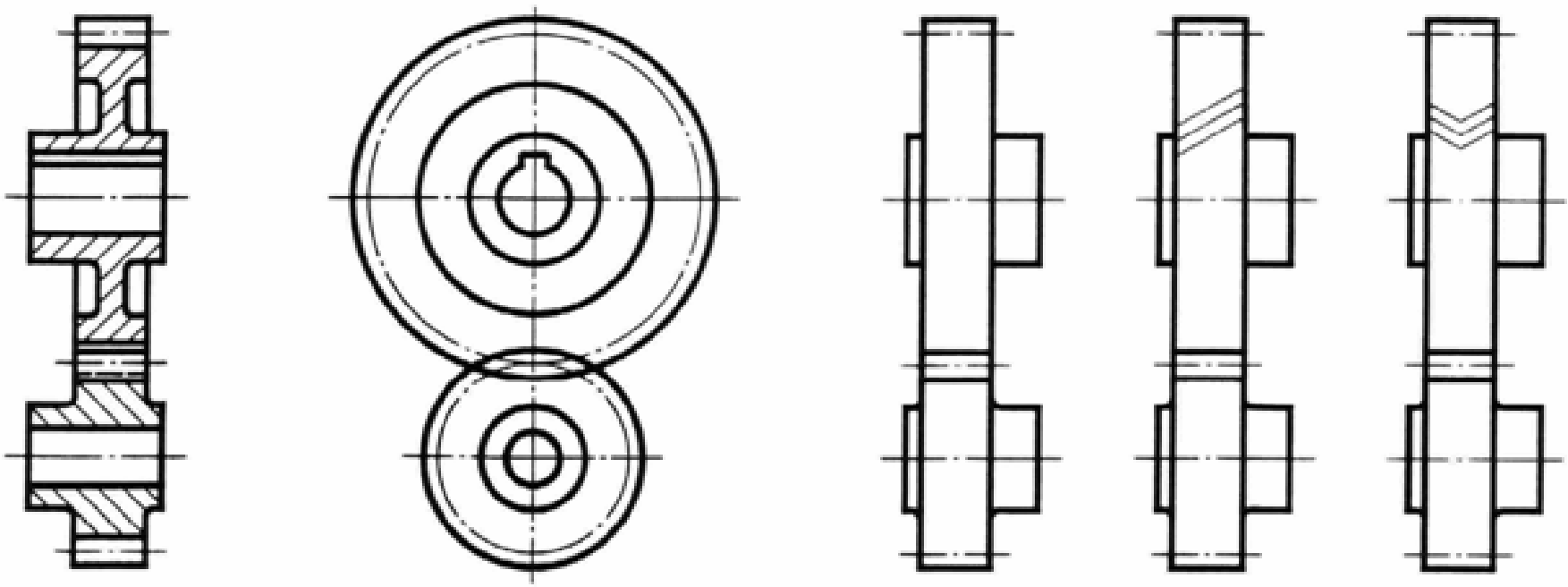
# Engrenagens

- Desenhos de conjunto (engrenagens):



# Engrenagens

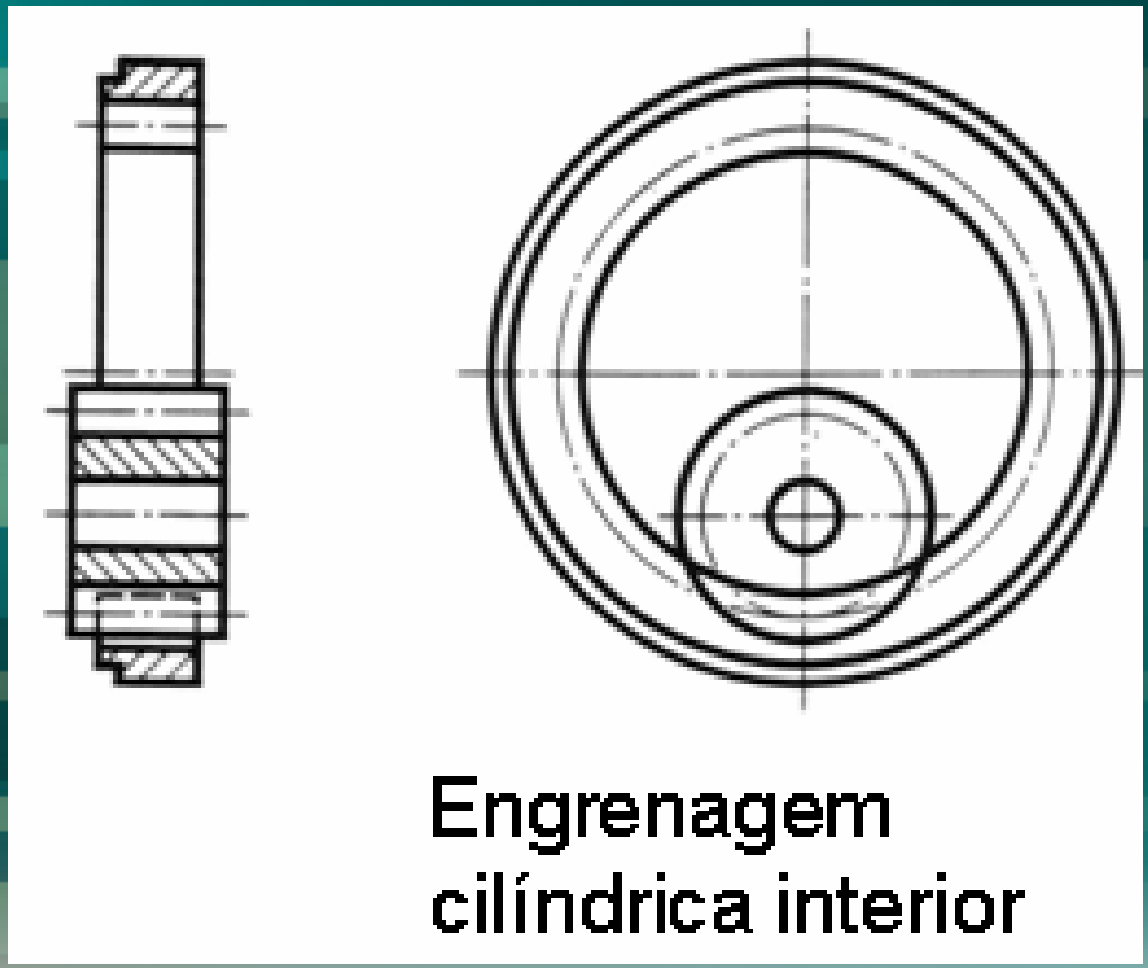
- Engrenagem exterior de rodas cilíndricas:



Representações de engrenagens cilíndricas, em vista e em corte

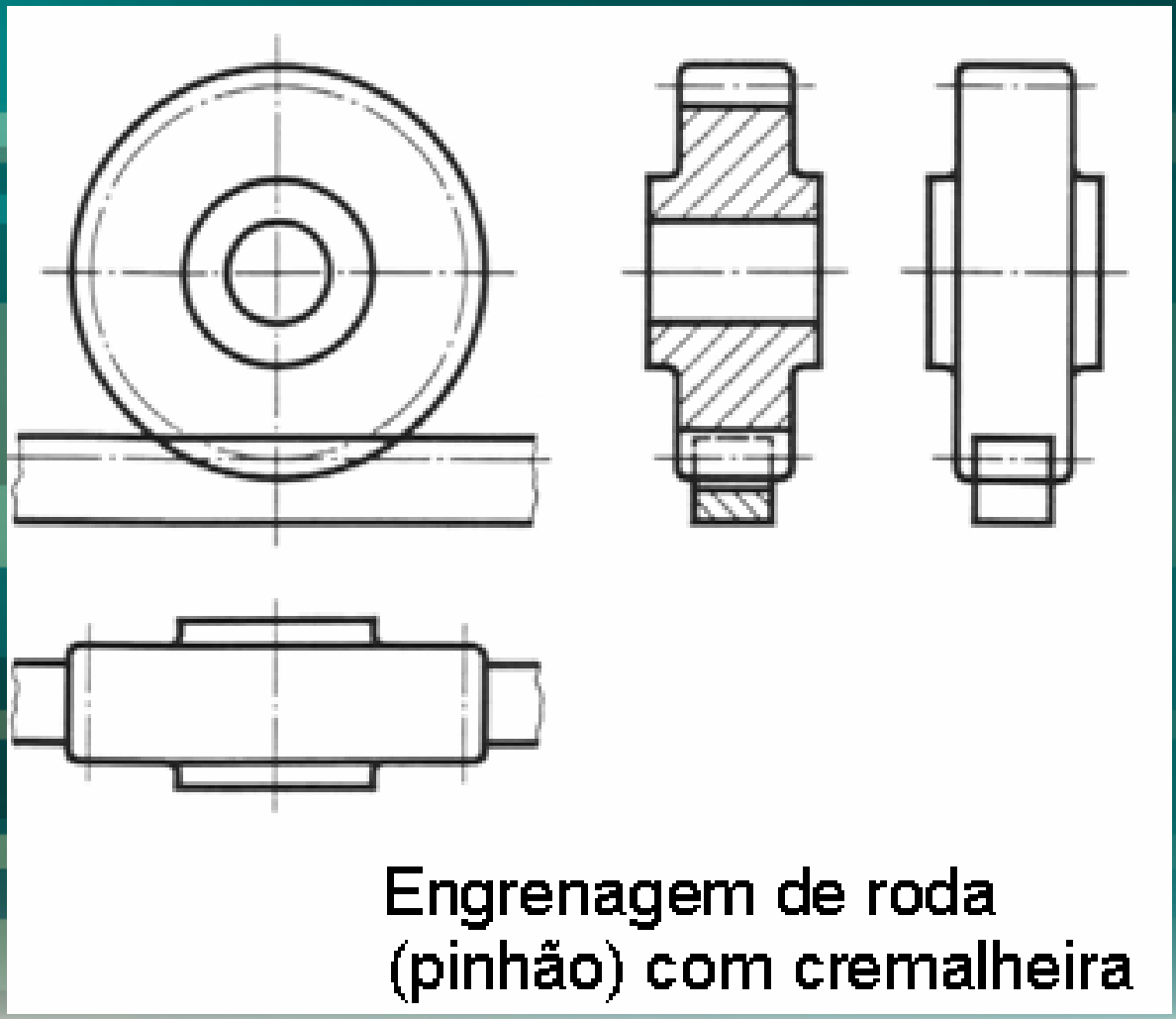
# Engrenagens

- Engrenagem interior de rodas cilíndricas:



# Engrenagens

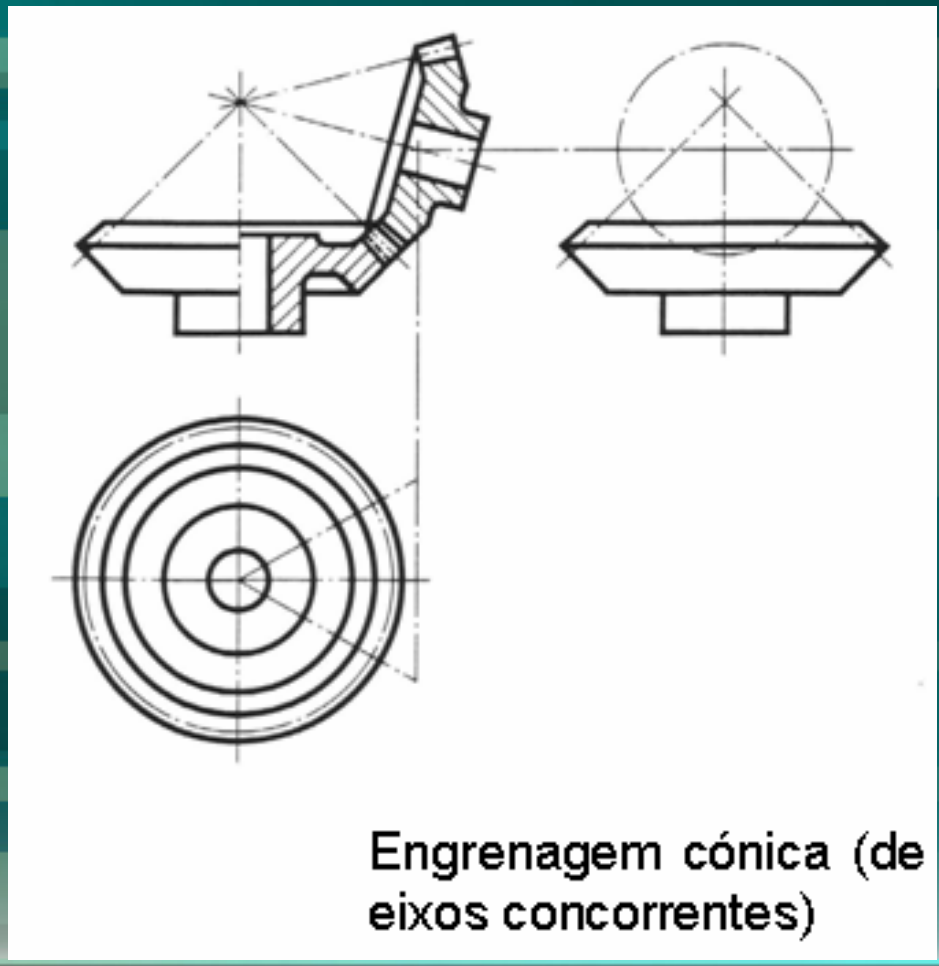
- Engrenagem de roda com cremalheira:



Engrenagem de roda (pinhão) com cremalheira

# Engrenagens

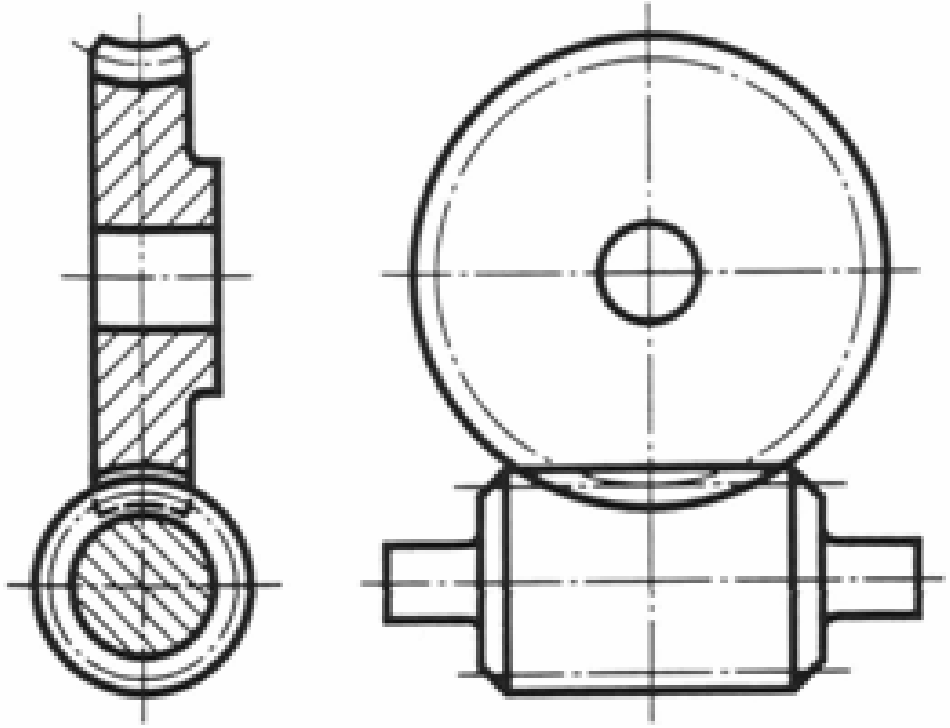
- Engrenagem de rodas cónicas, com intersecção dos eixos segundo um ângulo qualquer:



Engrenagem cónica (de eixos concorrentes)

# Engrenagens

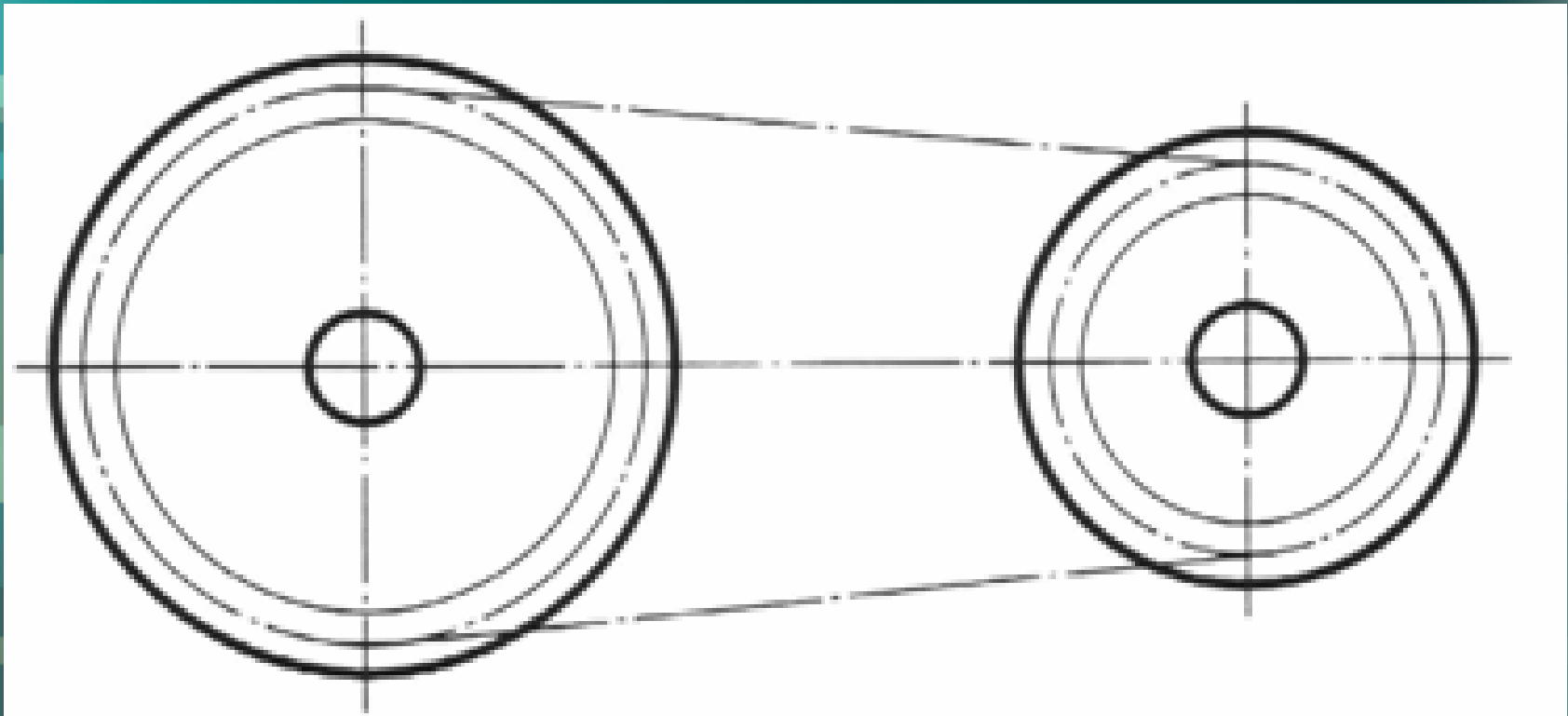
- Engrenagem com parafuso sem-fim cilíndrico, em corte:



Engrenagem de parafuso sem-fim e roda de coroa

# Engrenagens

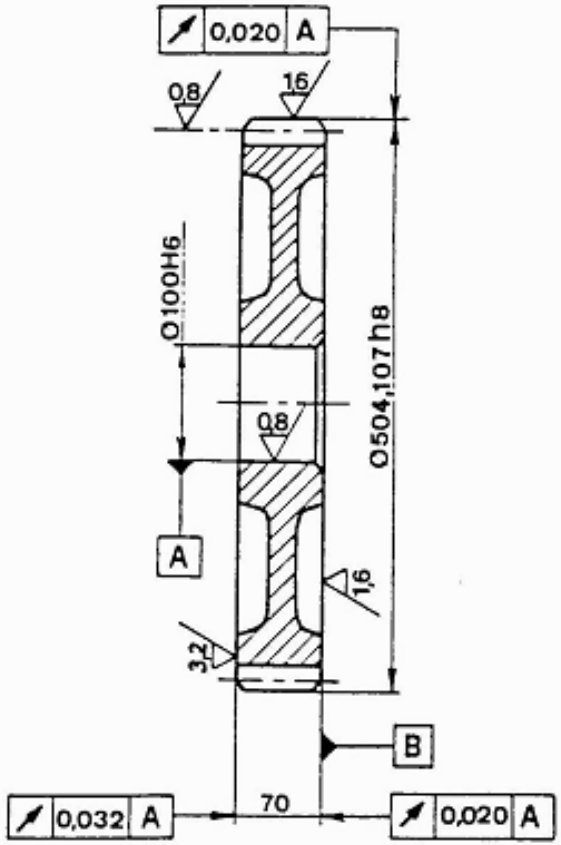
- Rodas para corrente:



Rodas dentadas para corrente

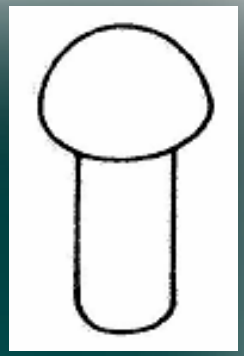
# Engrenagens

- Indicações a fornecer ao fabricante da engrenagem (ISO 1340):




| Caracteristicas do dentado | |
|---|---|
| Módulo | 5 |
| Número de dentes | 97 |
| Cremalheira de referência | ISO 53 - 20° |
| Ângulo de hélice | 9.8969°<br>9° 53' 49" |
| Sentido da hélice | à direita |
| Diâmetro primitivo de corte | 492.327 |
| Coeficiente de desvio | + 0.201 |
| Cota tangencial sobre k dentes ( k = 12 ) | - 0.055<br>177.525 - 0.166 |
| Classe | 6 |
| Entre - eixo | 300 ± 0.026 |
| Roda conjugada | z = 20 |
| ... | ... |
| ... | ... |
| ... | ... |

# Ligações por Rebites

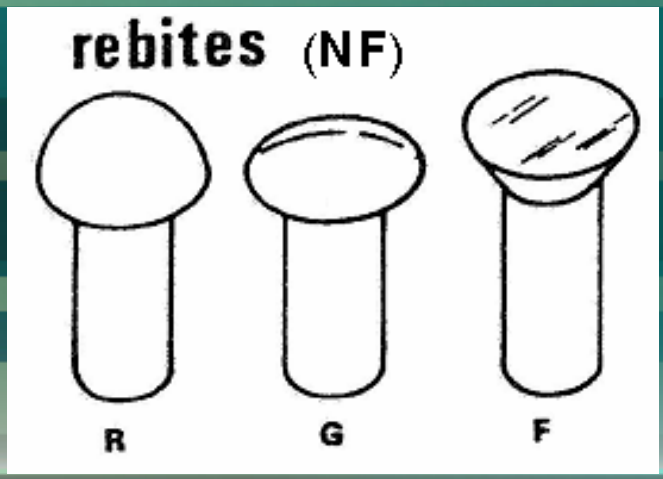


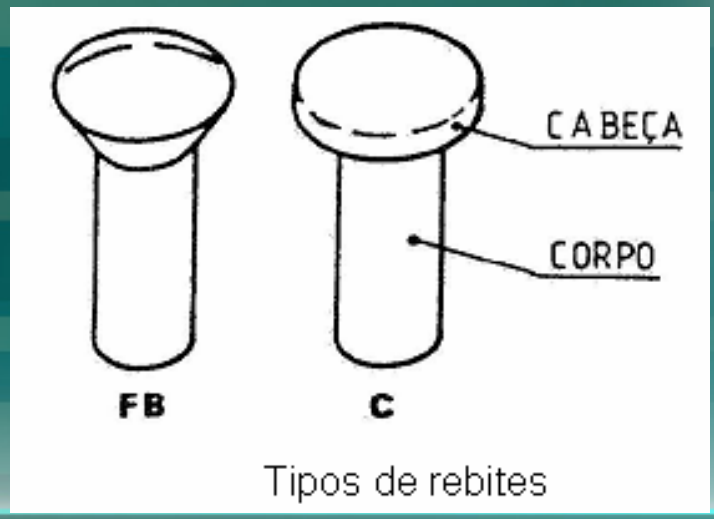
- Normas:

  ISO 1051: 1999 – Rivet shank diameters;
  NP 264 – Rebites. Tipos normalizados;
  NP 193 a NP 197 – Rebites de aço p/ caldeiraria ou p/ construção metálica. (anuladas);
  NP 245 a NP 251 – Rebites para chapa;
  NP 252 – Furos para rebites;
  DIN 101: 1993 – Rivets; technical specifications;
  DIN 124: 1993 – Steel round head rivets with nominal diameters from 10 to 36 mm;
  DIN 302: 1993 – Countersunk head rivets; no-minal diameters 10 to 36 mm;
  DIN 660: 1993 – Round head rivets; nominal diameters 1 to 8 mm;
  DIN 661: 1993 – Countersunk head rivets; nominal diameters 1 to 8 mm;
  DIN 662:1993 – Mushroom head rivets; nomi-nal diameters 1,6 to 6 mm;
  DIN 674:1993 – Flat round head rivets; nomi-nal diameters 1,4 to 6 mm;
  DIN 675:1993 – Flat countersunk head rivets; nominal diameters 3 to 5 mm;
  NF E 27-151/152/153/154: 1952 – Rebites;
  NF E 27-155/156 - Rebites p/ construções mecânica, metálica e caldeiraria.

# Ligações por Rebites

- Um rebite é uma **peça cilíndrica com uma cabeça numa das extremidades**;
- Faz a **ligação permanente de peças** (chapas de caldeiras ou de construção naval, estruturas de aço, etc.).
- "As ligações por rebites são **ligações permanentes usadas em caldeiraria; construção naval, construção civil, etc.**"



Tipos de rebites

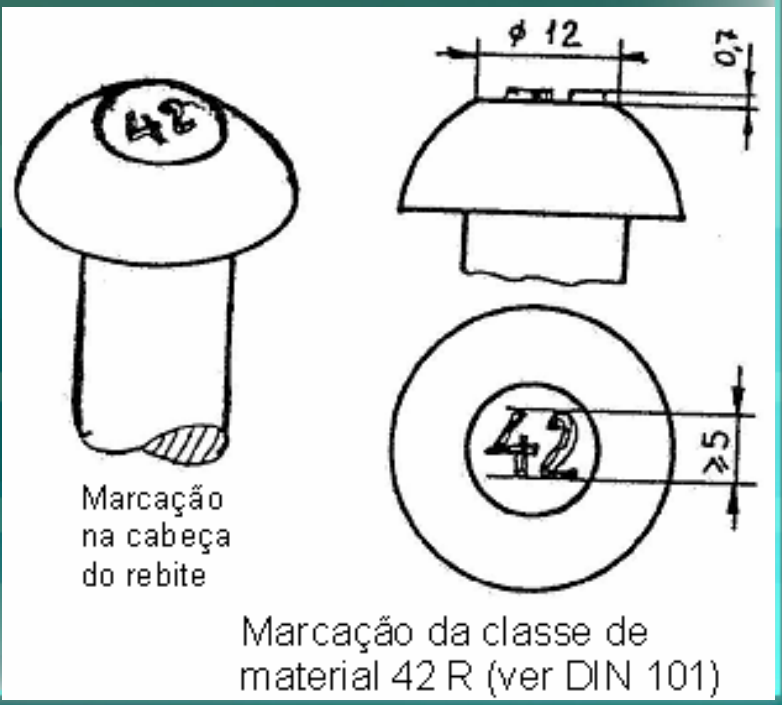
# Ligações por Rebites

- Materiais e classes dos materiais:
  Os rebites são feitos em **materiais resistentes e dúcteis**.

Aços

| Classe de material Símbolo | Resistência nominal à tracção MPa min. | Resistência nominal à tracção MPa max. | Dureza Brinnel HB min. | Resiliência KCV a 20°±5° em J / cm² |
|---|---|---|---|---|
| 24 | 360 | 440 | – | – |
| 26 | 410 | 490 | – | – |
| 37 R | 360 | 440 | 105 | – |
| 42 R | 410 | 490 | 120 | 70 |

As classes dos aços 37 R e 42 R são objecto de marcação nas cabeças dos rebites.



Marcação da classe de material 42 R (ver DIN 101)

# Ligações por Rebites

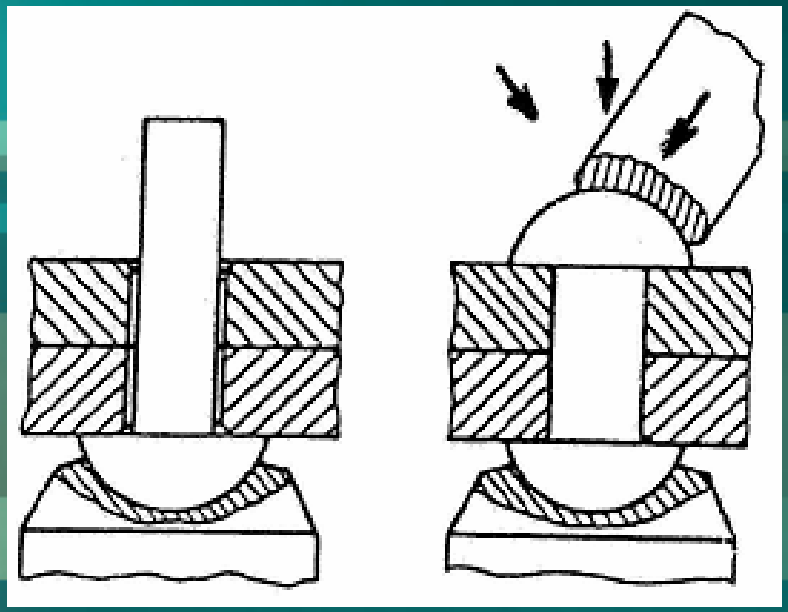
- Aplicações:
  - O rebite **é colocado num furo comum às peças a ligar** e, através da deformação plástica do seu corpo (ou espiga), a frio ou a quente, **forma-se uma contracabeça.**
  - As ligações por rebites têm vindo a ser substituídas por ligações por soldadura, pois esta tem as seguintes vantagens:
    - muito **maior produtividade**;
    - **maior resistência mecânica** da ligação.
  - As ligações por rebites são ainda usadas em:
    - ligações onde o **efeito térmico da soldadura se torna inconveniente**;
    - **ligações de peças que são de difícil soldadura**;
    - **ligações de peças metálicas com peças não metálicas** (madeira, couro, etc.).

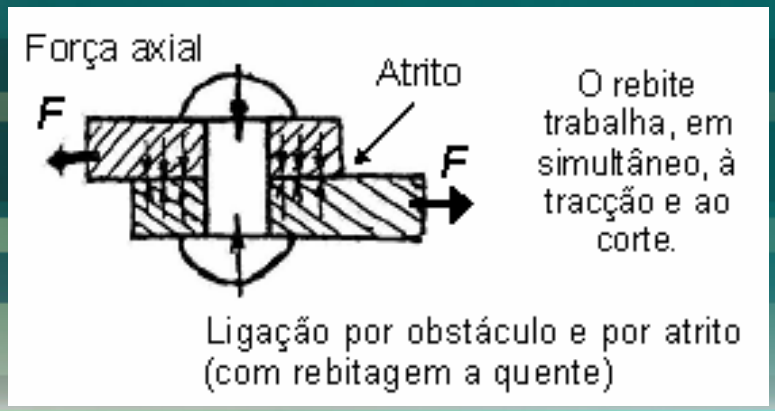
# Ligações por Rebites

- Rebitagem:
  - O **corpo do rebite é deformado, a frio ou a quente,** por acção da força exercida por uma ferramenta embutideira, manual ou automática, que provoca a **formação de uma contracabeça.**
  - A **rebitagem a frio é usada para pequenos rebites** com diâmetros $d < 10$ mm.
  - A **rebitagem a quente** é usada para rebites com diâmetros $d \geq 10$ mm.
  - Os furos para a colocação dos rebites podem ser obtidos por:
    - **furação c/ broca**, com **diâmetros** $d_1$: $d + 0{,}5 < d_1 < d + 1$;
    - **furação c/ punção**, com **diâmetros** $d_1$: $d + 1 < d_1 < d + 2$.
  - Na **rebitagem a frio**, os **furos** devem ter **diâmetros**: $d_1 \approx 1{,}05\ d$;
  - Na **rebitagem a quente**, os **furos** devem ter **diâmetros**: $d_1 \approx 1{,}1\ d$.

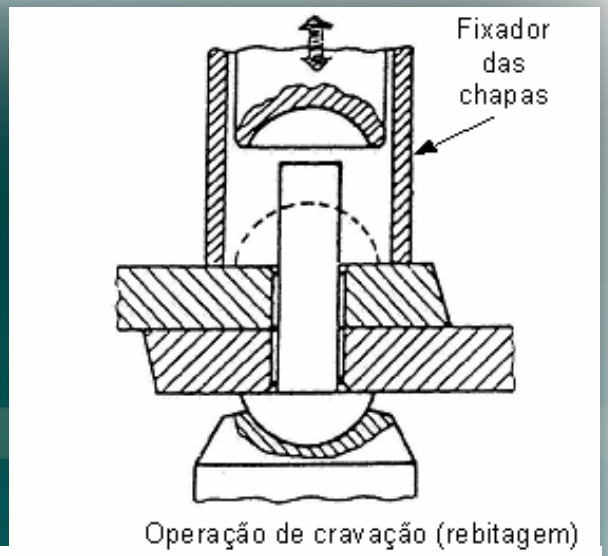
# Ligações por Rebites

- Rebitagem:

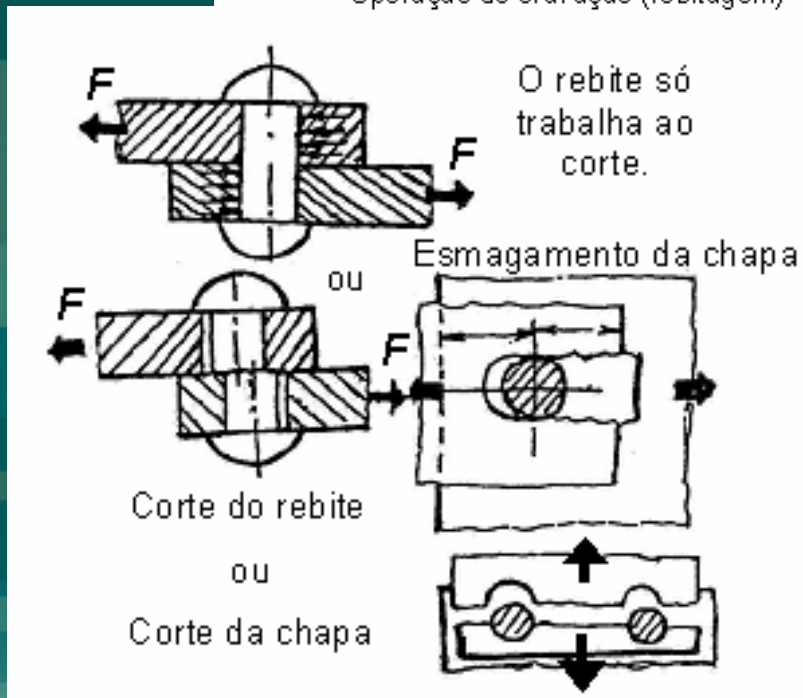




Ligação por obstáculo e por atrito (com rebitagem a quente)



Operação de cravação (rebitagem)



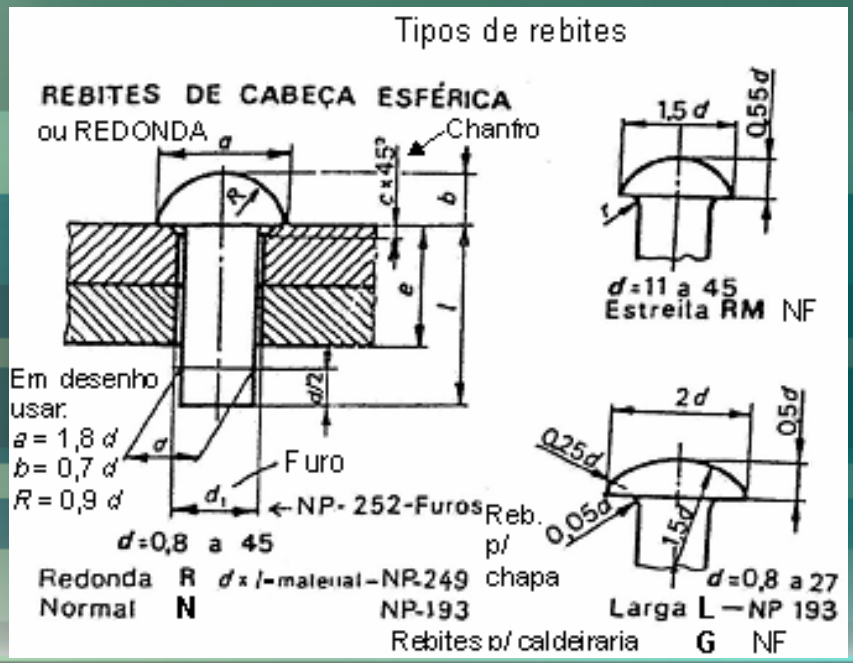
Ligação por obstáculo (com rebitagem a frio)

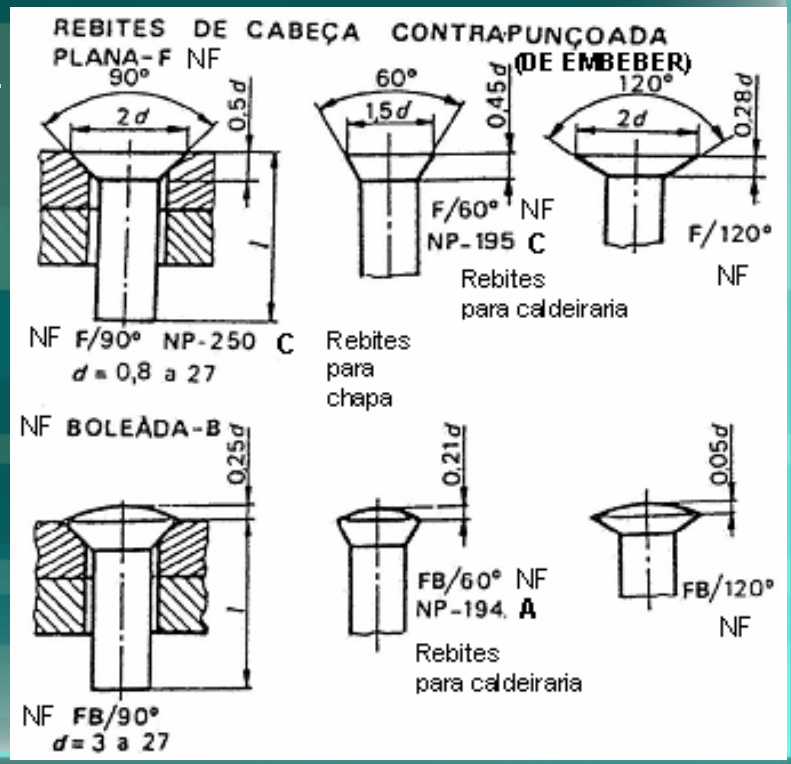
# Ligações por Rebites

- Tipos de rebites e dimensões:
  - O diâmetro *d* dos rebites é seleccionado em **função da maior espessura *s* registada nas várias peças a ligar**.
  - Deve ser sempre $d \geq s$, sendo aconselhável escolher:
    - $d \geq 1{,}6\ s$, p/ aplicações gerais;
    - $d \approx 45\ s / (15 + s)$;
    - ou $d \approx 7\ \sqrt{s} - 4$, p/ rebites de resistência e de juntas vedantes.
  - Observações:
    - A **espessura total máxima e das peças ligadas é de $e \leq 4\ d$** (no máximo $5\ d$), caso contrário, o ajustamento do rebite torna-se difícil e a sua cabeça pode soltar-se.
    - Os **rebites devem ser do mesmo material das peças a ligar**, para evitar a formação de uma F.E.M. de contacto e a consequente corrosão.

# Ligações por Rebites

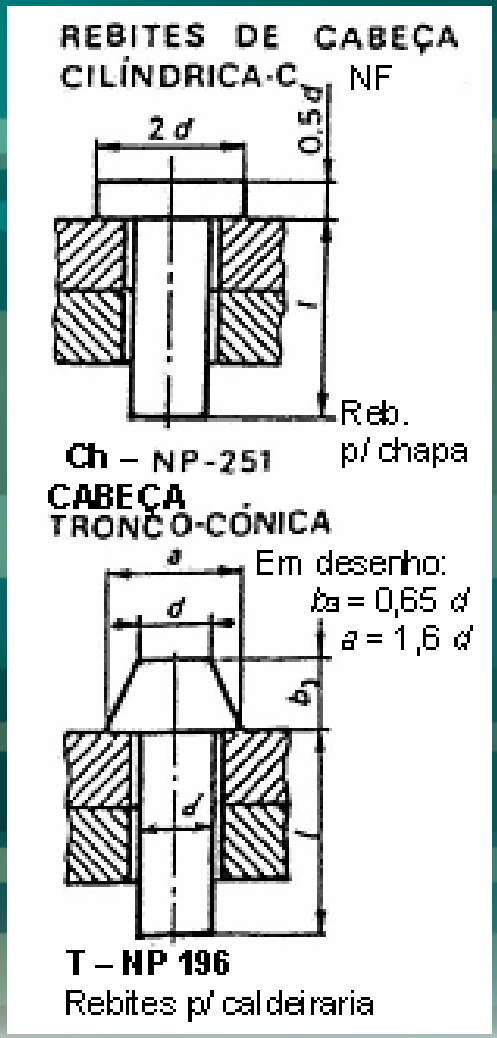
- Tipos de rebites e dimensões:
  - O **comprimento *l* dos rebites** pode ser determinado:
    - ***l* ≥ *1,1 e* + Δ*l*** em que:
      - e - soma das espessuras das peças;
      - Δl - parte do corpo destinada à formação da contracabeça:
        - » **esférica: Δ*l* = *1,5 d***;
        - » de **embeber: Δ*l* = *0,6 d***.



# Ligações por Rebites

- Tipos de rebites e dimensões:

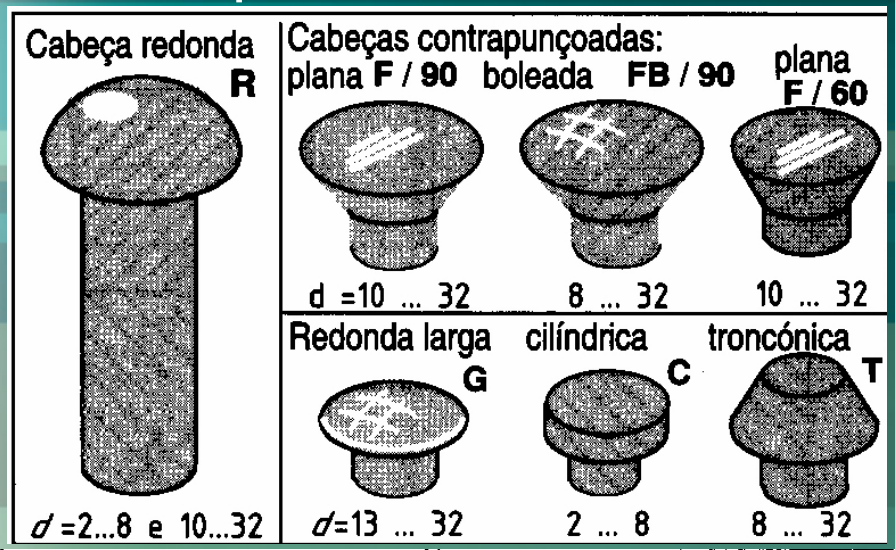


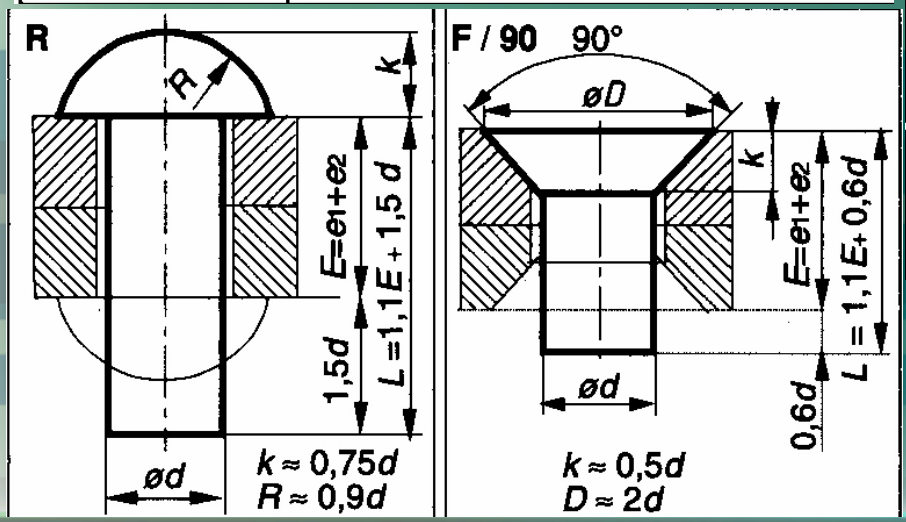

| Diâmetros nominais | | | | | | Comprimento | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $d$ | $d_1$ Furo | $a$ | $b$ | $c$ | $b_3$ | $l$ de | $l$ a |
| 1,6 | 2 | 2,8 | 1,2 | - | - | 3 | 9 |
| 2 | 2,5 | 3,5 | 1,5 | - | - | 4 | 10 |
| 2,5 | 3 | 4,5 | 2 | - | - | 3 | 11 |
| 3 | 3,5 | 5,5 | 2,5 | 0,5 | - | 4 | 12 |
| (3,5) | 4 | 6,5 | 2,5 | 0,5 | - | 5 | 14 |
| 4 | 4,7 | 7 | 3 | 0,5 | - | 6 | 20 |
| 5 | 5,8 | 9 | 4 | 0,5 | - | 8 | 32 |
| 6 | 7 | 11 | 4,5 | 1 | 5 | 10 | 35 |
| (7) | 7,5 | 12 | 5 | 1 | | 11 | 40 |
| 8 | 9 | 14 | 5,5 | 1 | 7 | 12 | 40 |
| 10 | 11 | 17 | 7 | 1 | 8 | 16 | 50 |
| 12 | 13 | 21 | 8 | 1 | 8,5 | 22 | 60 |
| (14) | 15 | 24 | 10 | 1,5 | 9,5 | 25 | 80 |
| 16 | 17 | 28 | 11 | 2 | 11,5 | 30 | 85 |
| (18) | 19,5 | 31 | 12 | 2 | | 32 | 100 |
| 20 | 21,5 | 34 | 14 | 2 | 13,5 | 32 | 120 |
| (22) | 24 | 38 | 16 | 2 | 15,5 | 32 | 140 |
| 24 | 26 | 41 | 17 | 2,5 | 18 | 40 | 160 |
| (27) | 29 | 46 | 19 | 2,5 | 20 | 50 | 180 |
| 30 | 32 | 51 | 21 | 3 | | 50 | 180 |
| (33) | 35 | 56 | 23 | 3 | 22,5 | 50 | 200 |
| 36 | 38 | 61 | 25 | 3 | | | |

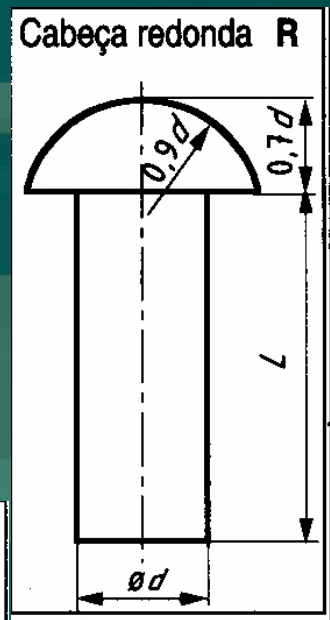
**Comprimentos** $l$: 3, 4, 5, 6, 8, (9), 10, (11), 12, 14, 16, 20, (22), 25, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

# Ligações por Rebites

- Tipos de rebites e dimensões:

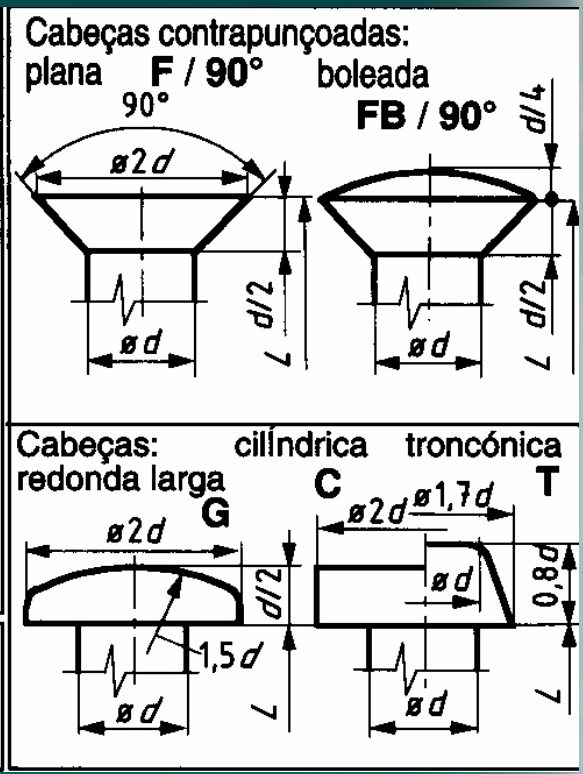


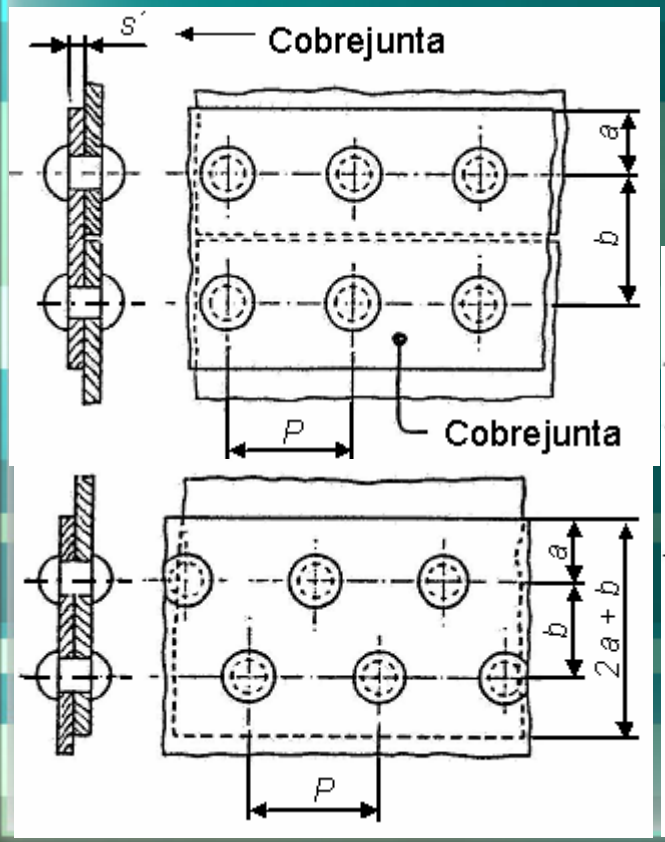

USAR: $d \approx \frac{45e}{15+e}$

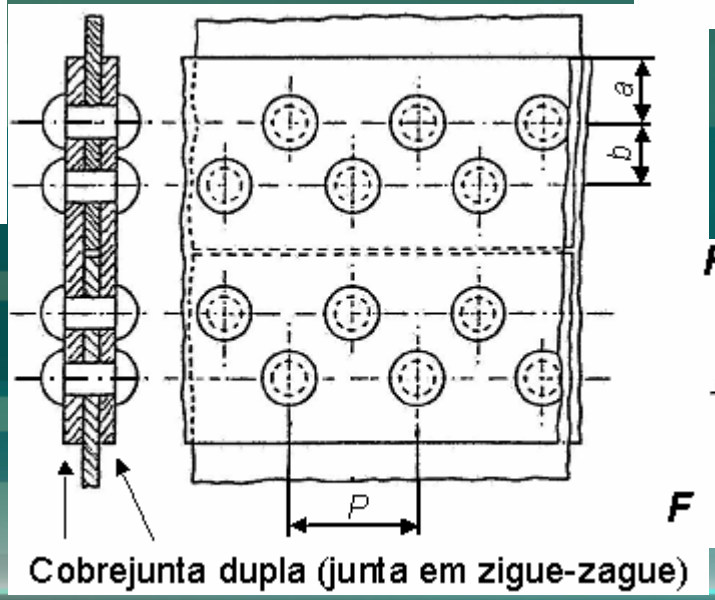
sendo $e$ a espessura da chapa mais grossa

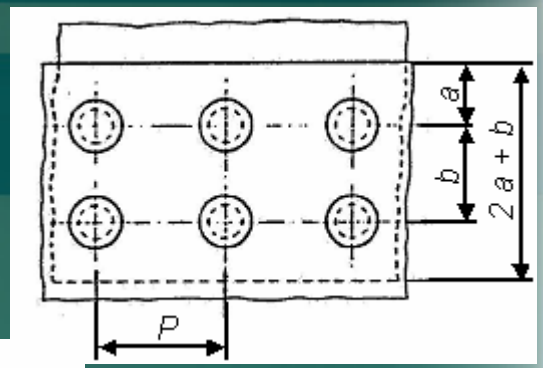


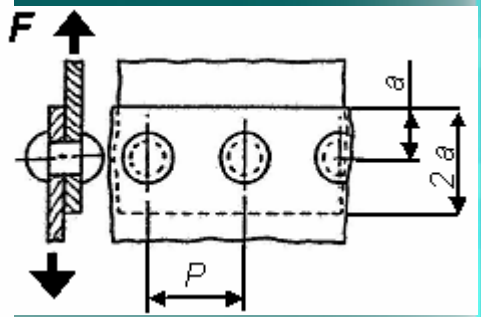
# Ligações por Rebites

- **Designação**:
  - **Rebite, tipo da cabeça, d x l – classe de material – norma**
    Exemplo:
    Rebite R  8 x 20 – 37R – NP 249



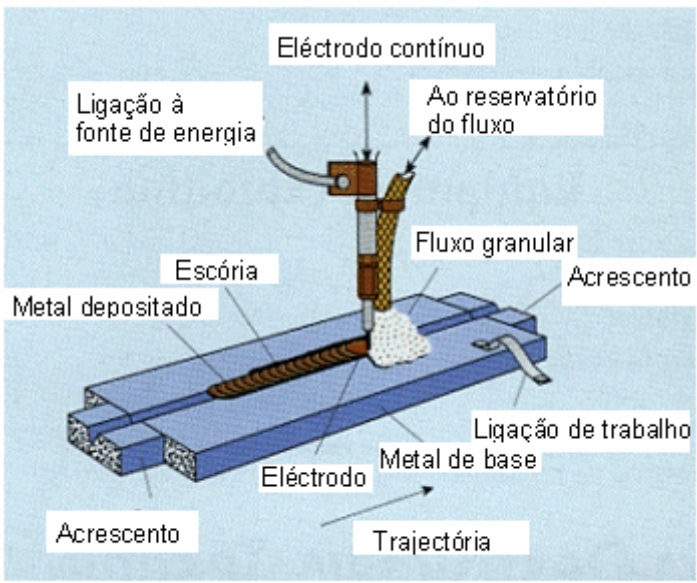
# Soldadura

- Normas:
  - EN 22553:1994 – Representação simbólica de juntas soldadas (ISO 2553:1992);
  - NP EN ISO 4063: 2004 – Soldadura e processos afins. Nomenclatura e números dos processos (ISO 4063:1998).
- "**A soldadura tem uma larga aplicação na ligação de chapas e na construção metálica.**"
- **Processos de soldadura**:
  A soldadura é uma ligação de dois ou mais elementos constitutivos de uma junta, que assegura a continuidade destes (nomeadamente, da natureza dos materiais ligados: metal, plástico, vidro, etc.), **realizada por aquecimento, por pressão, ou por ambos os processos em simultâneo, com ou sem material de adição, cuja temperatura de fusão pode ser qualquer**.
  Pode ser classificada em: **soldadura autogénea ("welding") e brasagem ("soldering and brazing")**.

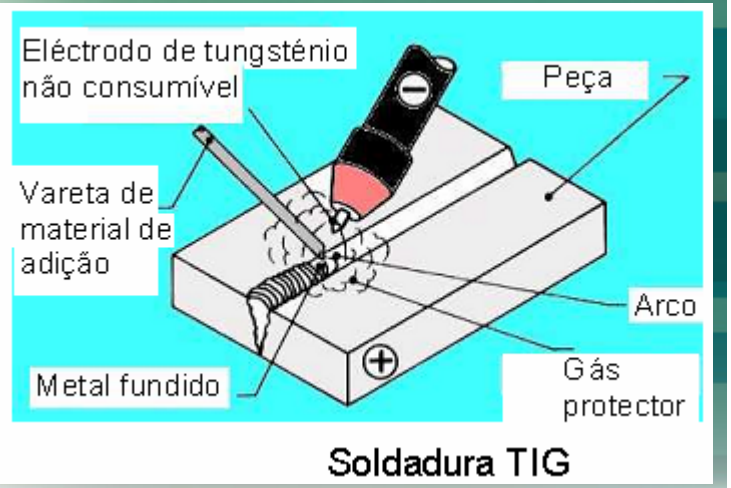
# Soldadura

- Soldadura **autogénea**:
  Processo de ligação **realizado por aquecimento**, por pressão ou por ambos os processos em simultâneo, **com ou sem emprego de material de adição, cuja temperatura de fusão é semelhante à do material de base**.
- **Brasagem**:
  A brasagem ("soldering and brazing", ou união por difusão) é uma ligação (soldadura) de dois elementos metálicos por meio de um **metal de adição no estado líquido, cuja temperatura de fusão é inferior à dos metais de base, os quais, portanto, não comparticipam por fusão na constituição da junta**.

# Soldadura




Soldadura por arco submerso

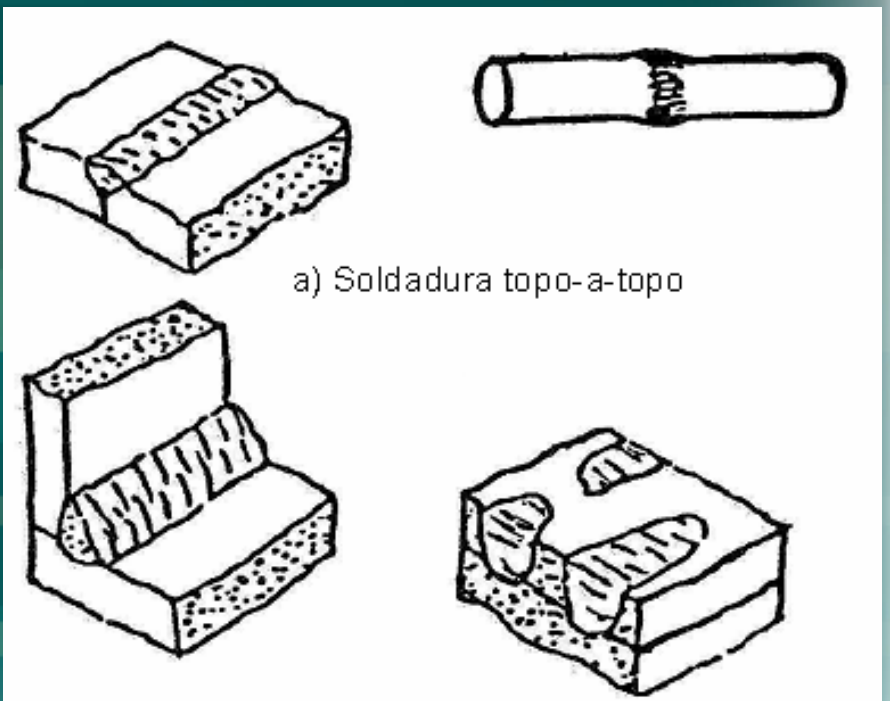



Soldadura TIG

- Soldadura por fusão
  - por chama de gás (oxiacetilénica, etc.)
  - por arco eléctrico
    - sem protecção
      - Soldadura de pernos
      - Soldadura por percussão
    - com formação de escória
      - Arco submerso
      - c / Eléctrodo revestido contínuo
      - c / Eléctrodo revestido
      - MAG c / fio fluxado
    - protecção por gás
      - Eléctrodo consumível (MIG/MAG)
        - MAG c / fio fluxado
        - MAG ($CO_2$)
        - MIG (Argon ou Hélio)
      - Eléctrodo não consumível
        - TIG
        - p / Hidrogénio atómico
        - c / Eléctrodo de carbono
        - Plasma
  - por resistência
    - por pontos
    - por roletes
    - por bossas (ou por projecção)
    - incandescente (" flash welding ")
    - topo – a – topo
  - a Laser
  - p / Feixe de electrões
  - p / Aluminotermia
  - p / Electroescória
    - c / guia consumível
    - c / fio

# Soldadura

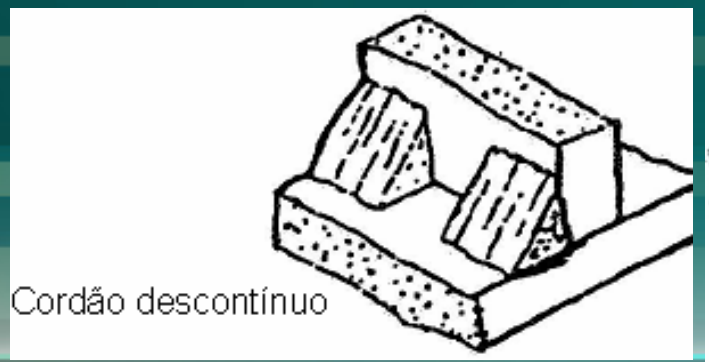
- **Tipos de juntas** de soldadura:
  - De acordo com a posição relativa das peças a soldar, podem distinguir-se as seguintes juntas de soldadura:
    - junta de soldadura **topo-a-topo** (ou de topo);
    - junta de soldadura de **ângulo** (ou de canto);
    - junta de soldadura de **sobreposição**.

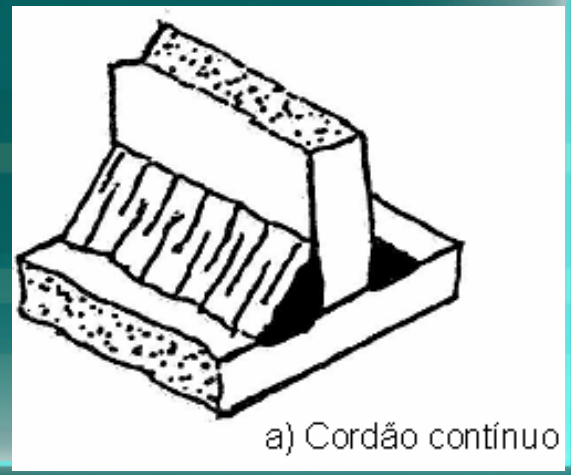


Tipos de juntas de soldadura

# Soldadura

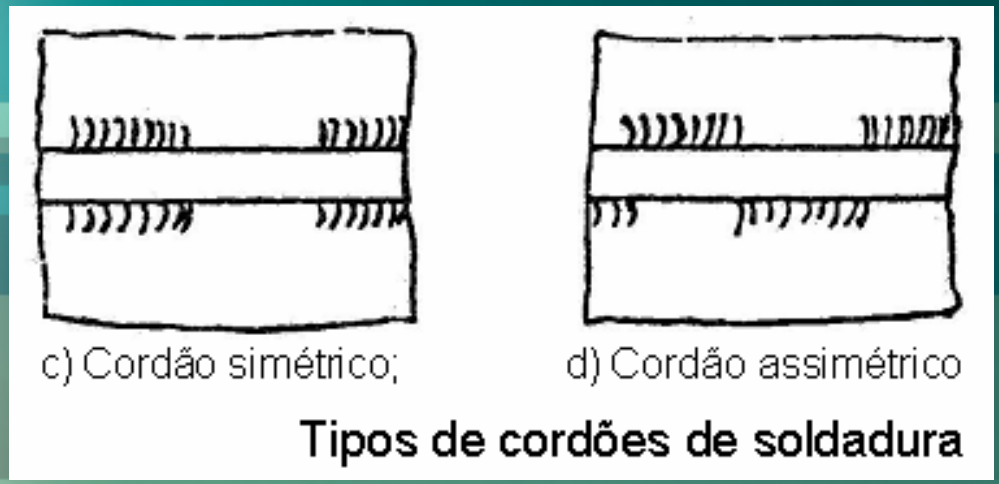
- **Tipos de juntas** de soldadura:
  - Com cordões descontínuos nos dois lados de uma soldadura de ângulo, ou seja, numa soldadura bilateral, esta pode ser **simétrica ou assimétrica** (ou com elementos alternados).
  - A **superfície interior do cordão** de soldadura pode apresentar formas diversas, com secções **em V, em U, em Y, etc.**
  - **A forma da superfície exterior da soldadura** pode ser:
    - **plana** (–);
    - **côncava** (∪);
    - **convexa** (∩).


Cordão descontínuo

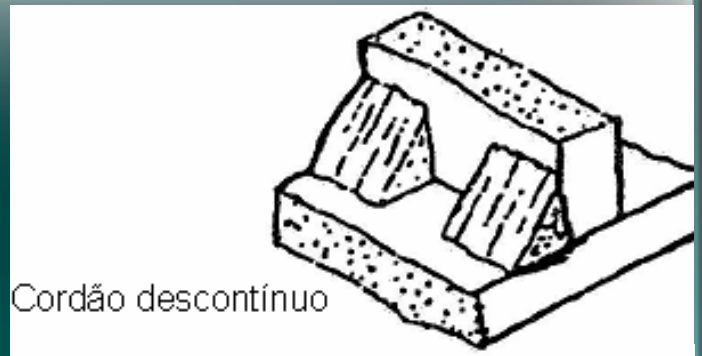

a) Cordão contínuo

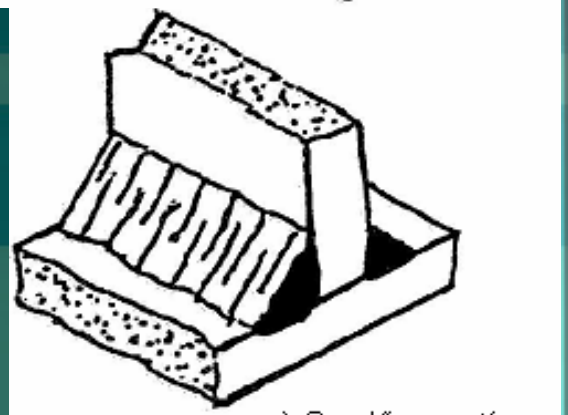
# Soldadura

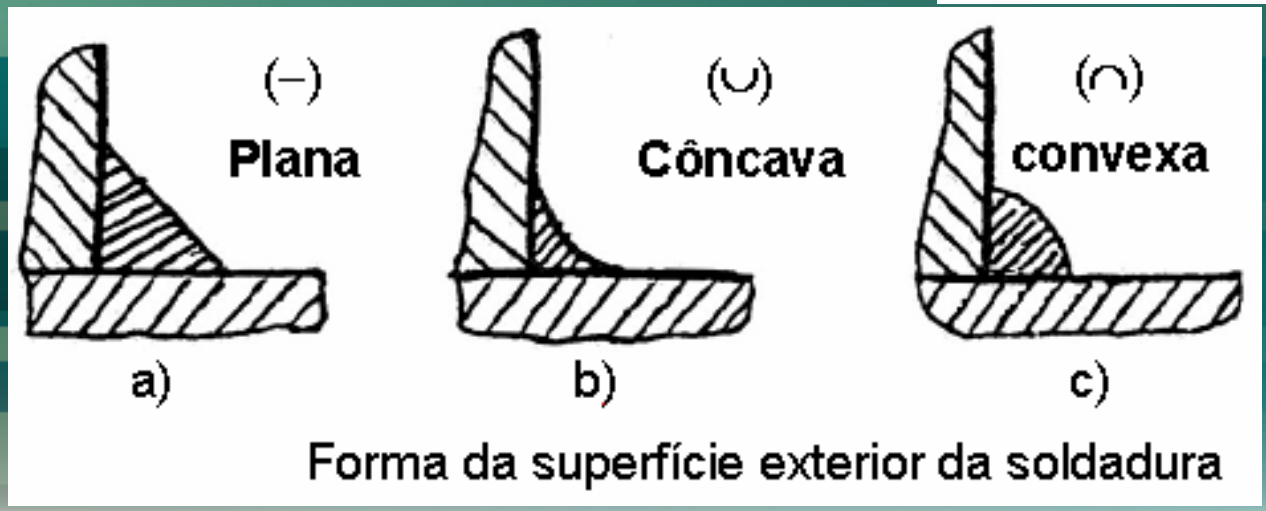
- **Tipos de juntas** de soldadura:



Tipos de cordões de soldadura



Forma da superfície exterior da soldadura

# Soldadura

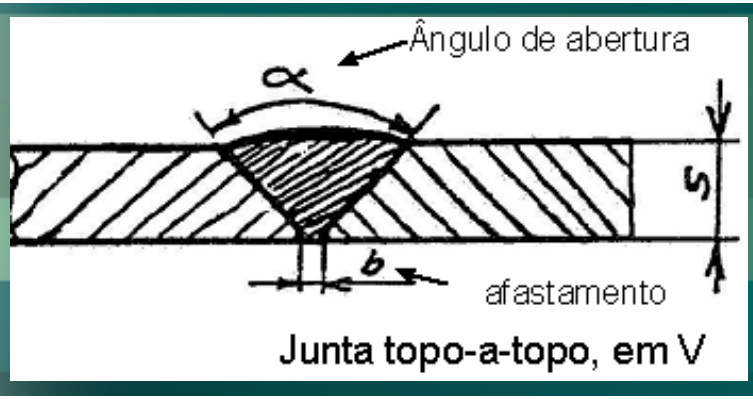
- **Representação das juntas soldadas:**
  - A representação de uma ligação soldada entre duas peças deve conter **as seguintes indicações**:
    - o **local** da soldadura;
    - o **tipo e a natureza do cordão**;
    - as **dimensões do cordão**;
    - **outras informações**.
  - **Em desenho**, as juntas soldadas podem ter uma **representação completa** ou uma **representação simbólica** (a mais usada).
- Representação **completa**:
  - As **normas gerais de representação e de cotagem do desenho deverão ser respeitadas**.

# Soldadura

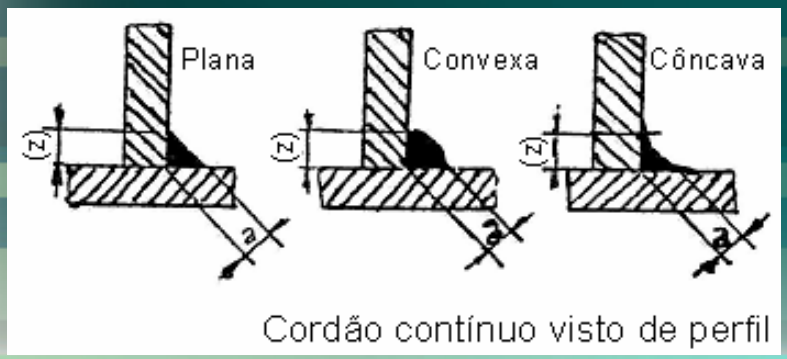
- Representação completa:



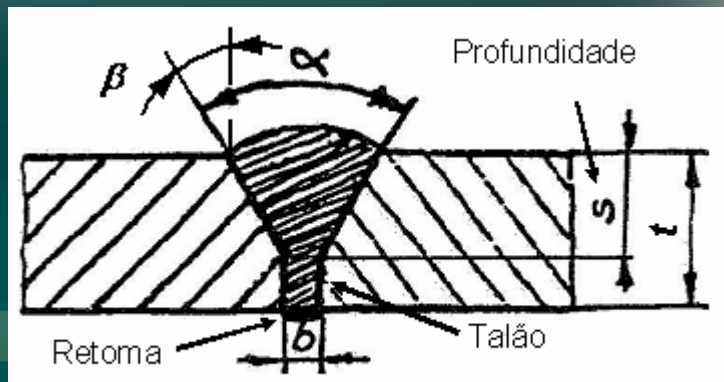
Junta topo-a-topo, de bordos rectos



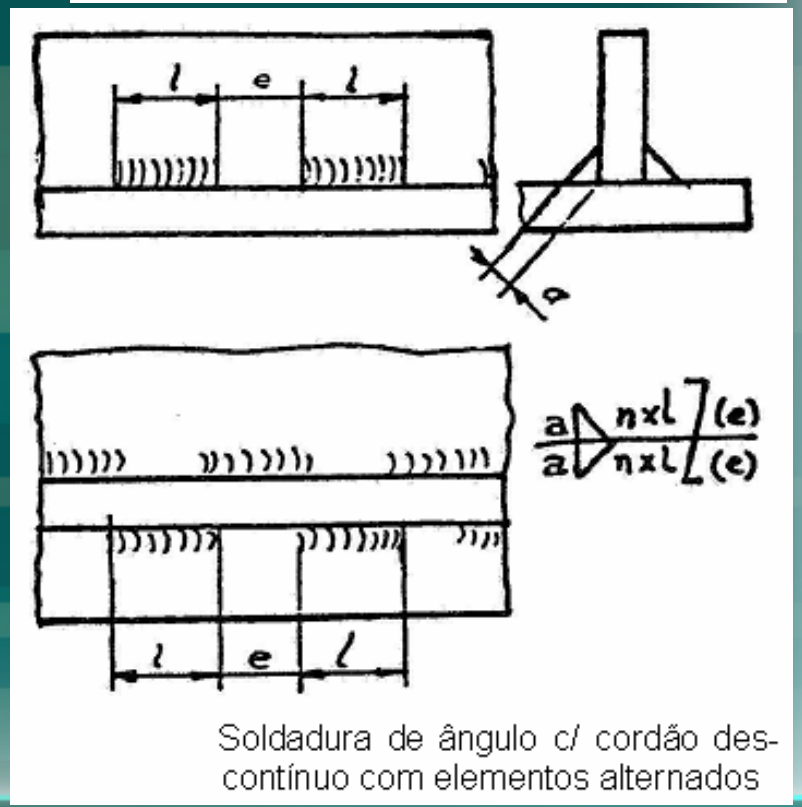
Junta topo-a-topo, em V



Cordão contínuo visto de perfil



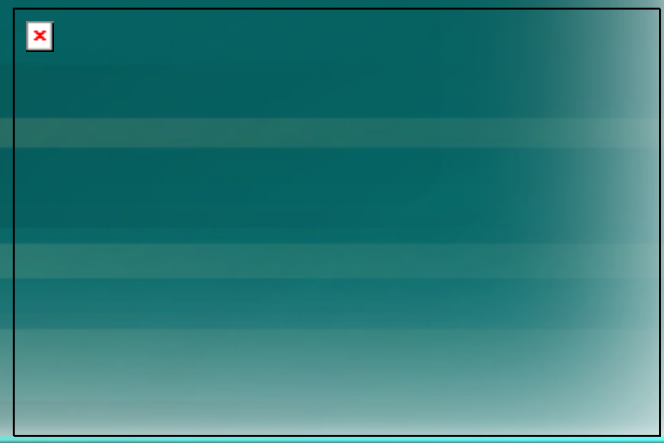
Junta topo-a-topo, em Y



Soldadura de ângulo c/ cordão descontínuo com elementos alternados

# Soldadura

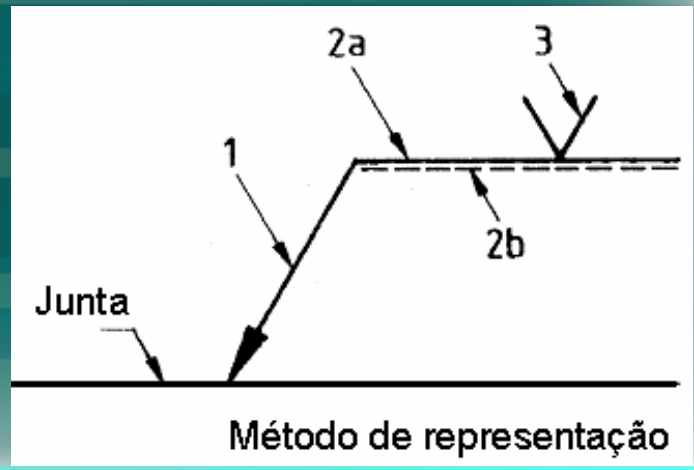
- **Representação simbólica** (ISO 2553):
  - A mais conveniente para as **juntas soldadas correntes,** pois fornece todas as indicações necessárias para definir uma determinada junta, sem sobrecarregar o desenho com notas ou vistas complementares.
  - Inclui um **símbolo elementar**, que pode ser complementado por:
    - um **símbolo suplementar**;
    - um meio de **representação das cotas**;
    - algumas **indicações complementares** (em especial, nos desenhos de fabricação).



# Soldadura

- **Representação simbólica** (ISO 2553):
  - **Posição dos símbolos nos desenhos:**
    O método completo de representação inclui para além do próprio **símbolo da soldadura** (3):
    - **Uma linha de indicação** (1) por junta;
    - **Uma linha de referência dupla**, compreendendo duas linhas paralelas, **uma a traço contínuo** (2a) e **outra a traço interrompido** (2b);
    - Um certo número de **cotas e sinais convencionais**.

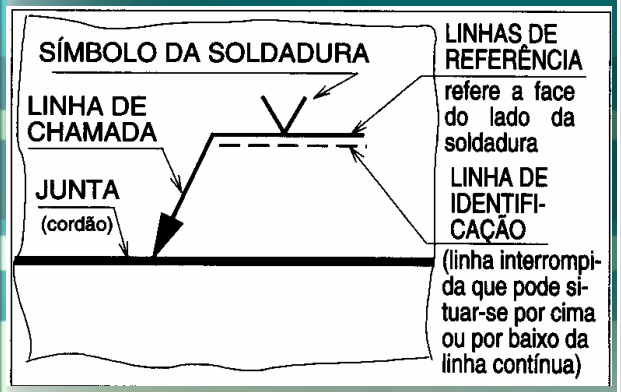
A **linha de identificação a traço interrompido** (2b) pode ser representada acima ou por debaixo da linha a traço contínuo
As linhas de indicação e de referencia formam a **marca de referência completa** e são a traço fino.
**Em soldaduras simétricas**, a linha a traço interrompido é desnecessária e deverá ser omitida.



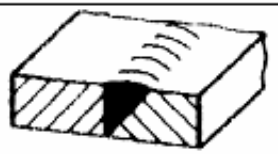
Método de representação

# Soldadura

- **Símbolos elementares:**

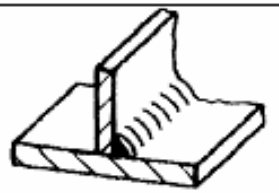



**Símbolos elementares para a caracterização de juntas soldadas**

| No. | Designação | Ilustração | Símbolo | Observações [1] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Soldadura em bordos elevados, completamente fundidos [2] ("Butt weld between plates with raised edges") |  |  | Para chapas com espessuras $t \leq 2$ mm. Não necessita de material de adição. |
| 2 | Soldadura em bordos direitos (ou rectos) ("Square butt weld") |  |  | Para chapas com espessuras $t \leq 4$ mm ou $3 < t \leq 8$ mm, com cobrejunta. Bordos s/ chanfros. |
| 3 | Soldadura em V ("Single-V butt weld") |  |  | Para chapas com espessuras $3 \leq t \leq 10$ mm ou $3 \leq t \leq 40$ mm, com retoma. Ângulos de abertura $\alpha$ de 40° a 60°. |
| 4 | Soldadura em meio V ("Single-bevel butt weld") |  |  | Para chapas com espessuras $3 < t \leq 10$ mm ou $3 \leq t \leq 30$ mm com retoma. Semiângulos de abertura $35° \leq \beta \leq 60°$. |
| 5 | Soldadura em Y ("Single-V butt weld with broad root face") |  |  | Para chapas com espessuras $5 \leq t \leq 40$ mm ou $t > 10$ mm, com retoma. Ângulos de abertura $\alpha \approx 60°$. |

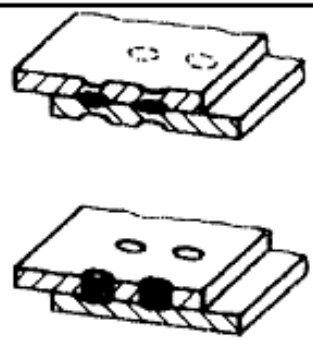
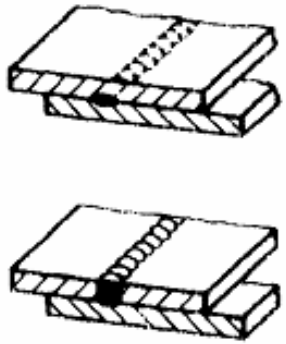
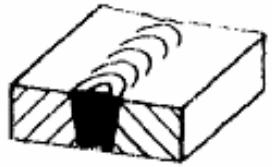
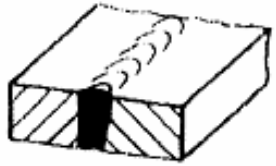
# Soldadura

- **Símbolos elementares (cont.):**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **6** | Soldadura em meio Y<br>("Single-bevel butt weld with broad root face") |  |  | |
| **7** | Soldadura em U (ou em tulipa)<br>["Single-U butt weld (parallel or sloping sides")] |  |  | Para chapas com espessuras $t > 12$ mm. Semiângulos de abertura $8° \leq \beta \leq 12°$. |
| **8** | Soldadura em J (ou em meio U)<br>("Single-J butt weld") |  |  | Para chapas com espessuras $t > 16$ mm. Semiângulos de abertura $10° \leq \beta \leq 20°$. |
| **9** | Retoma (ou cordão de confirmação na raiz da junta)<br>["Backing run; back or backing weld (USA)"] |  |  | |
| **10** | Soldadura de ângulo (ou de canto)<br>("Fillet weld") |  |  | Para chapas com espessuras $t > 2$ mm. |
| **11** | Soldadura em entalhes<br>("Plug weld; plug or slot weld (USA)") |  |  | |

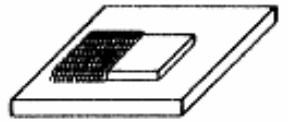
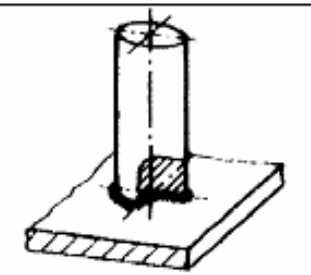
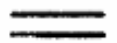
# Soldadura

- **Símbolos elementares (cont.):**

| No. | Designação | Ilustração | Símbolo | Observações [1] |
|---|---|---|---|---|
| 12 | Soldadura por pontos<br>("Spot weld") |  |  | |
| 13 | Soldadura em linha contínua com sobreposição (ou recobrimento)<br>("Seam weld") |  |  | |
| 14 | Soldadura em V de bordos muito inclinados<br>("Steep-flanked single-V butt weld") |  |  | Para chapas com espessuras ***t*** **> 16 mm**. Semiângulos de abertura $5° \leq \beta \leq 20°$. |
| 15 | Soldadura em meio V de bordos muito inclinados<br>("Steep-flanked single-bevel butt weld") |  |  | Para chapas com espessuras ***t*** **> 16 mm**. Semiângulos de abertura $15° \leq \beta \leq 30°$. |

# Soldadura

- **Símbolos elementares (cont.):**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 16 | Soldadura de bordo ("Edge weld") |  |  | |
| 17 | Enchimento ("Surfacing") |  |  | |
| 18 | Junta de superfície ("Surface joint") |   |  | |
| 19 | Junta inclinada ("Inclined joint") |  |  | |
| 20 | Junta dobrada ("Fold joint") |  |  | |

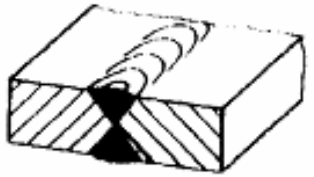
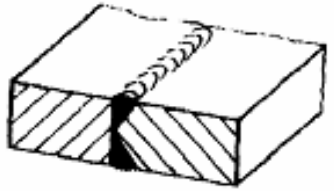
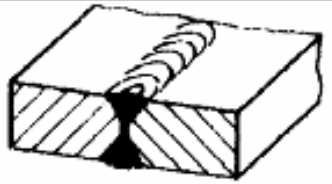
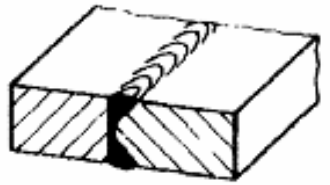
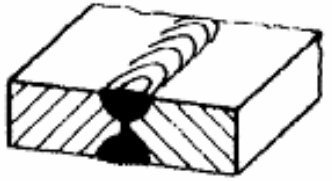
1) Os valores de ***t*** são recomendações p/ a preparação de juntas, dadas na norma EN ISO 9692-1.
2) As juntas topo-a-topo entre chapas com os bordos elevados (símbolo 1), sem penetração total, são simbolizadas como as soldaduras de bordos direitos (símbolo 2), com a indicação da espessura ***s*** do cordão de soldadura (ver quadro 5).

# Soldadura

- **Combinações de símbolos elementares:**
  - Os símbolos elementares devem ser combinados para **soldaduras realizadas pelos dois lados** (**juntas com preparação de abertura dupla**) de modo a que os símbolos elementares aplicáveis sejam dispostos simetricamente, em relação à linha de referência.
- **Símbolos suplementares:**
  - Símbolos que caracterizam **a forma da superfície exterior** ou **a forma da soldadura**.
  - **A ausência de um símbolo** suplementar significa que a forma da superfície da soldadura não necessita de ser indicada com precisão.

# Soldadura

## Símbolos combinados para juntas soldadas simétricas

| Designação | Ilustração | Símbolo | Observações [1] |
|---|---|---|---|
| Soldadura em duplo V (ou em X)<br>["Double-V butt weld (X weld)"] |  |  | Para chapas com espessuras **$t$ > 10 mm**.<br>Ângulos de abertura $40° \leq \alpha \leq 60°$. |
| Soldadura em duplo meio V<br>("Double-bevel butt weld") |  |  | Para chapas com espessuras **$t$ > 10 mm**.<br>Semiângulos de abertura $35° \leq \beta \leq 60°$. |
| Soldadura em duplo Y<br>("Double-V butt weld with broad root face") |  |  | Para chapas com espessuras **$t$ > 10 mm**.<br>Ângulos de abertura $40° \leq \alpha \leq 60°$. |
| Soldadura em duplo meio Y<br>("Double-bevel butt weld with broad root face") |  |  | |
| Soldadura em duplo U<br>("Double-U butt weld") |  |  | Para chapas com espessuras **$t \geq 30$ mm**.<br>Semiângulos de abertura $8° \leq \beta \leq 12°$. |

[1] Os valores de $t$ são recomendações p/ a preparação de juntas, dadas na norma EN ISO 9692-1.

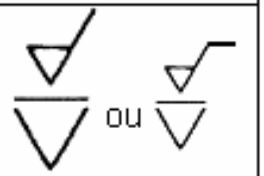
# Soldadura

## Símbolos suplementares

| Forma da superfície da soldadura | Símbolo |
|---|---|
| Plana (c/ acabamento posterior) |  |
| Convexa |  |
| Côncava |  |
| Extremidades devem ser suavizadas |  |
| Utilização de cobrejunta permanente |  |
| Utilização de cobrejunta removível |  |

# Soldadura

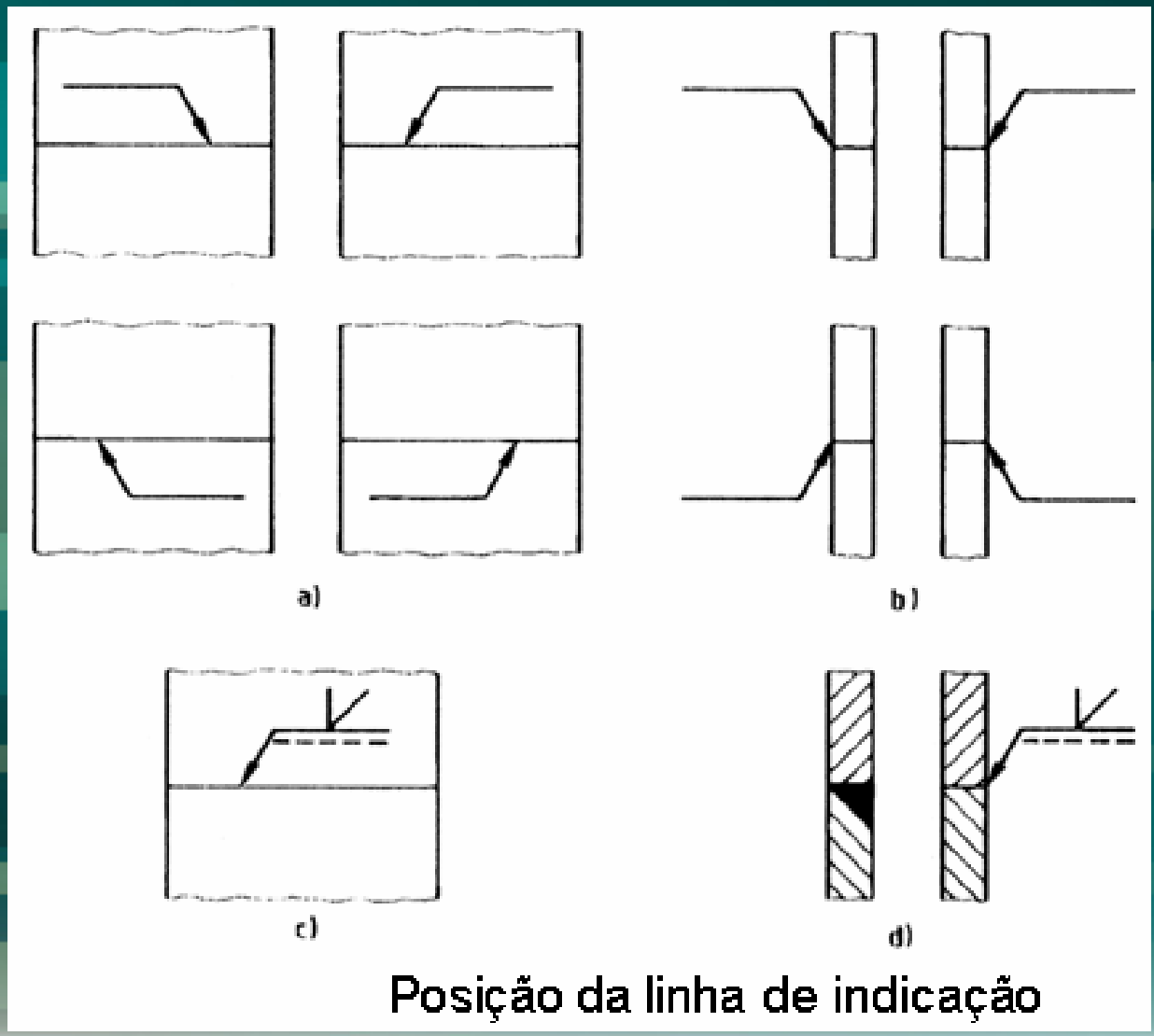
## Exemplos de aplicação dos símbolos suplementares

| Designação | Ilustração | Símbolo |
|---|---|---|
| Soldadura em V plana |  |  |
| Soldadura em duplo V (ou em X) convexa |  |  |
| Soldadura de ângulo (ou de canto) côncava |  |  |
| Soldadura em V plana com retoma plana |  |  |
| Soldadura em Y com retoma |  |  |
| Soldadura em V plana com acabamento de limpeza |  |  ou |
| Soldadura de ângulo com a superfície suavizada |  |  |

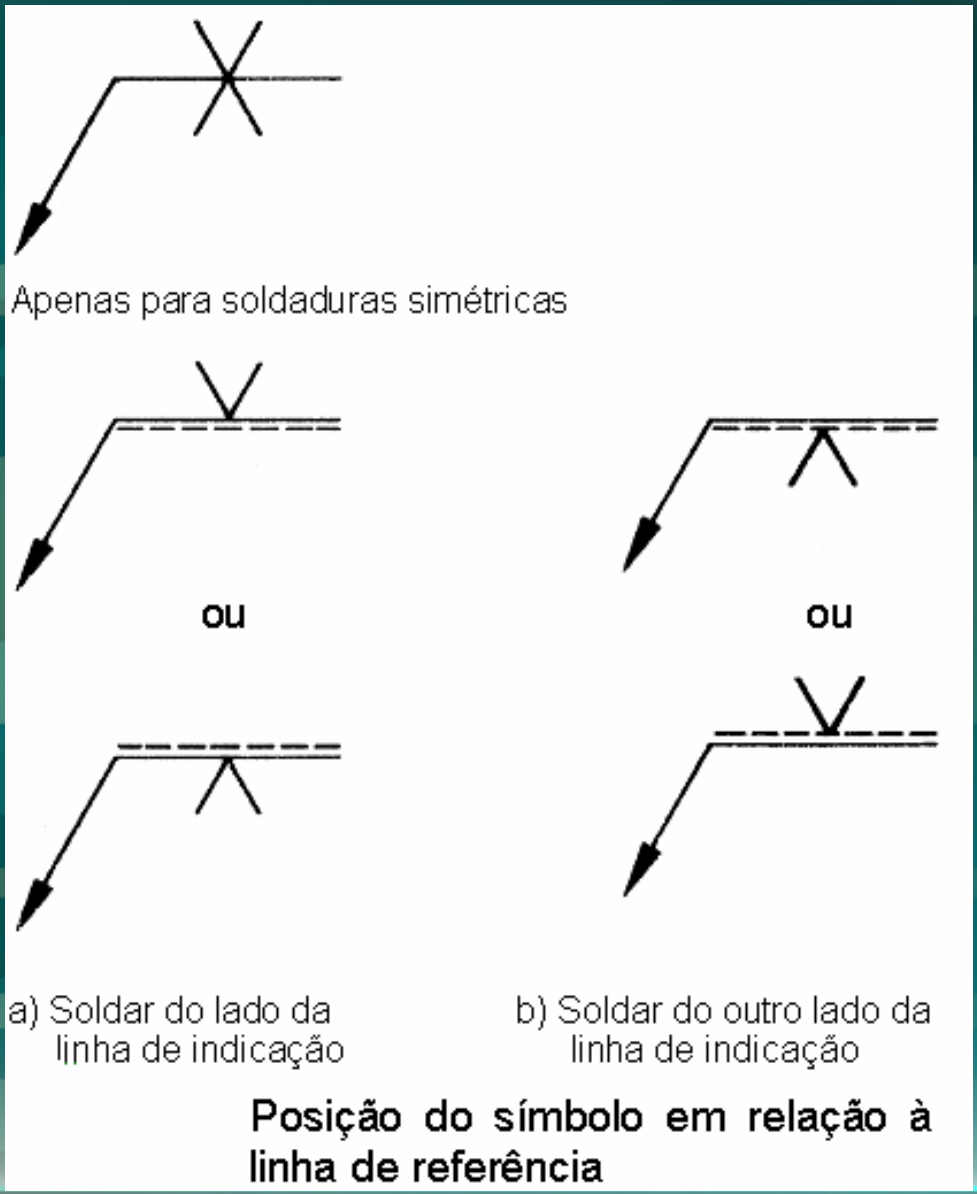
# Soldadura

- **Posição da linha de indicação:**
  - No caso de soldaduras dos tipos 4, 6 e 8 (**cordões de perfil assimétrico**), **a linha de indicação deve apontar para a chapa com o bordo preparado** (c/ formação de um chanfro).
- **Posição da linha de referência:**
  - Traçada **paralelamente** à borda inferior da folha do desenho **ou**, se tal for impossível, **na perpendicular** a esta (de modo a que as anotações possam ser lidas a partir do canto inferior direito da folha do desenho).
- **Posição do símbolo em relação à linha de referência:**
  - o **símbolo é colocado no lado da linha contínua** da linha de referência, se a soldadura (superfície exterior da soldadura) **estiver do lado da linha de indicação da junta**;
  - o **símbolo é colocado no lado da linha interrompida**, se a soldadura (superfície exterior da soldadura) **estiver do lado oposto** (“o outro lado”) da linha de indicação da junta.

# Soldadura

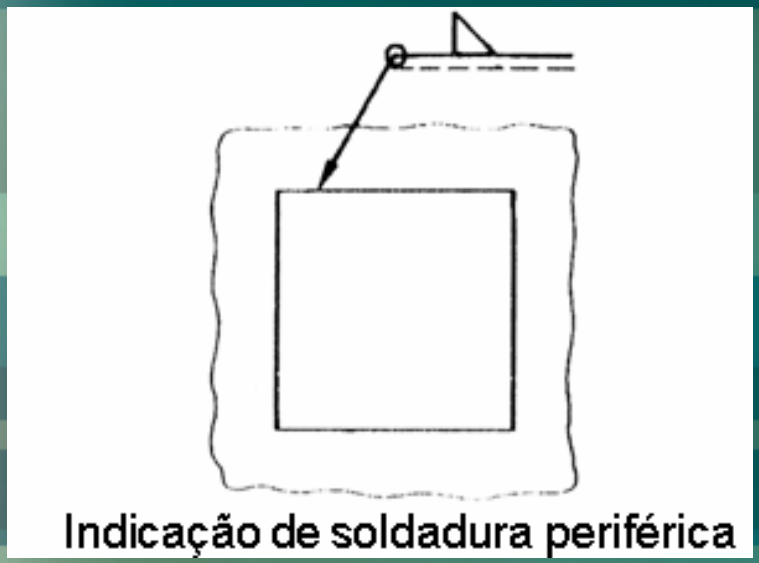


# Soldadura


Apenas para soldaduras simétricas
ou
ou
a) Soldar do lado da linha de indicação
b) Soldar do outro lado da linha de indicação
Posição do símbolo em relação à linha de referência

# Soldadura

- **Indicações complementares**:
  - **Indicação do processo de soldadura:**
    Se necessário, o processo de soldadura deve ser simbolizado por um **número de referência**, de acordo com a norma ISO 4063.



Indicação de soldadura periférica



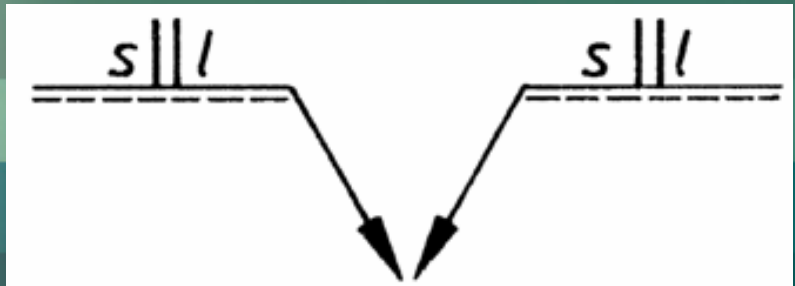
Indicação de estaleiro ou local de montagem



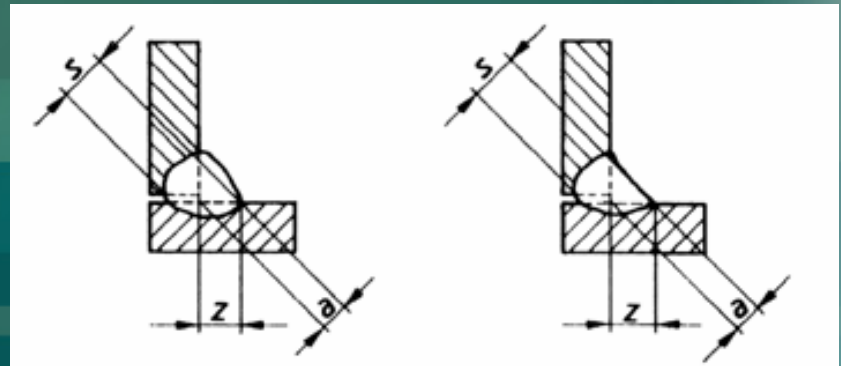

Indicação do processo de soldadura

# Soldadura

- **Cotagem de cordões de soldadura:**
  - **Regras gerais:**
    - **Cada símbolo de soldadura pode ser acompanhado por um determinado número de cotas**.
    - as **cotas principais** relativas à secção recta do cordão são inscritas antes do símbolo (ex.: ***s***);
    - as **cotas longitudinais** são inscritas depois do símbolo (ex.: ***l***).




Exemplos do princípio de cotagem

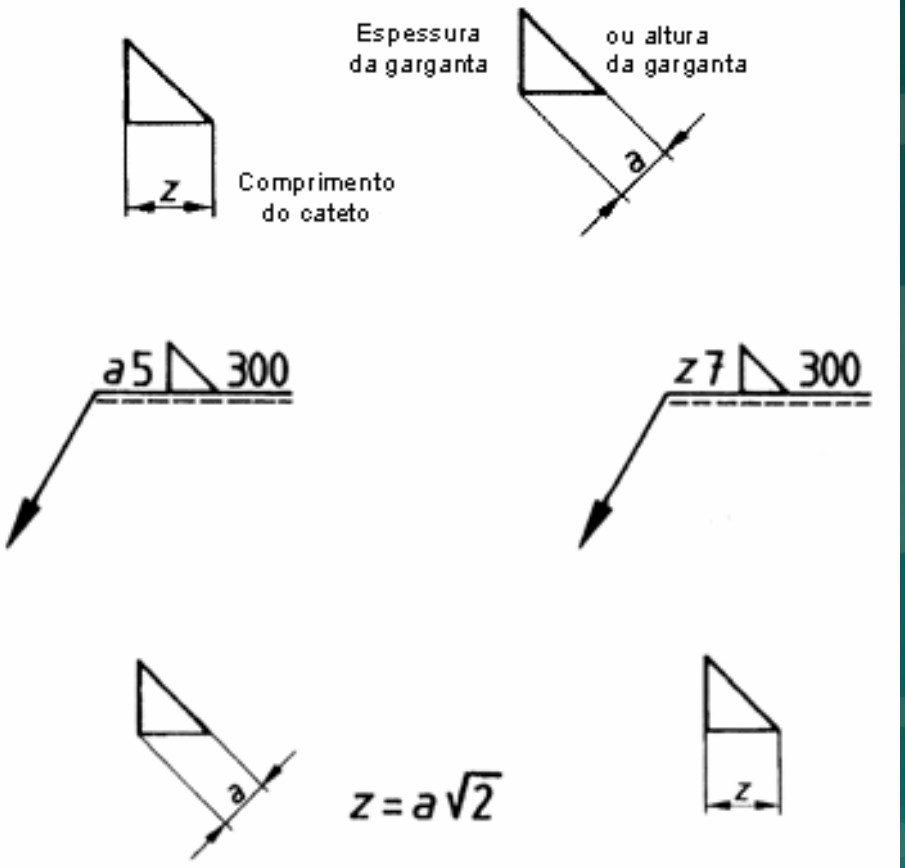



**Nota:** Para a **profundidade de penetração** das soldaduras de canto, as cotas são indicadas, por exemplo, como ***s*8*a*6**

Métodos de indicação de cotas para a profundidade de penetração de soldaduras de ângulo

# Soldadura

- **Cotagem de cordões de soldadura:**

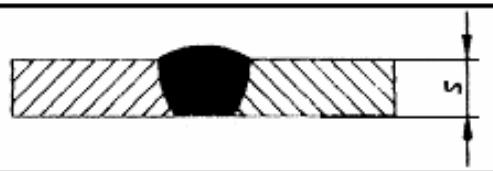
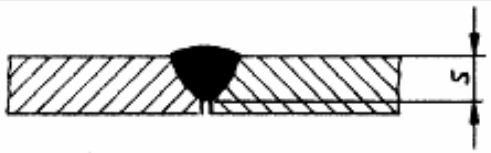
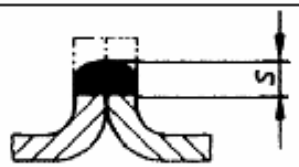
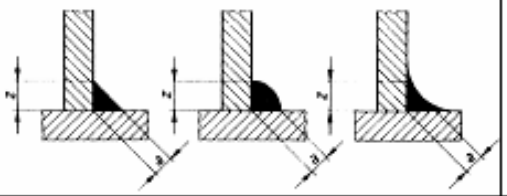
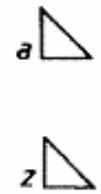



Métodos de indicação de cotas para cordões de ângulo (ou de canto)

# Soldadura

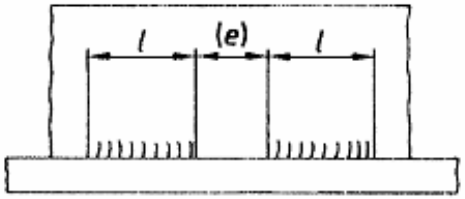
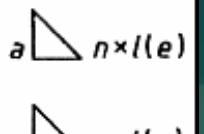
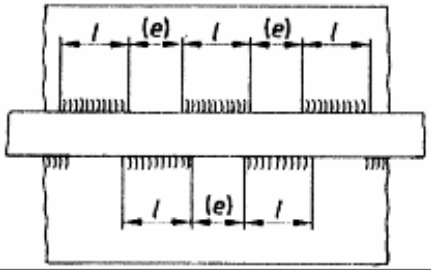
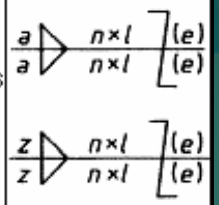
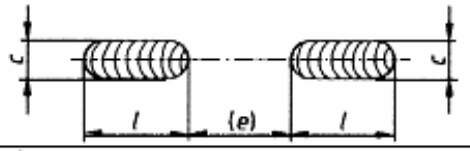
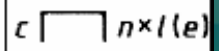
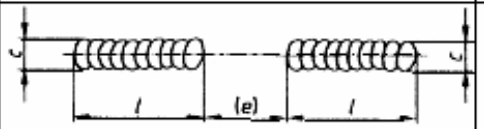
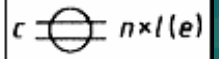
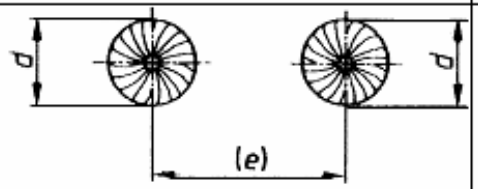
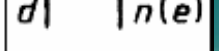
- **Cotagem de cordões de soldadura:**

Cotas principais

| No. | Designação das soldauras | Ilustração | Definição | Inscrição |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Soldadura topo-a-topo |  | **s** – distância mínima da superfície da chapa à raiz do cordão, que não pode ser superior à espessura da chapa mais fina. |  |
| | |  | |  |
| | |  | |  |
| 2 | Soldadura de topo entre chapas com os bordos elevados |  | **s** – distância mínima da superfície exterior da soldadura à raiz do cordão. |  |
| 3 | Soldadura de ângulo contínua |  | **a** – altura do maior triângulo isósceles que pode ser inscrito na secção.<br>**z** – lado do maior triângulo isósceles que pode ser inscrito na secção. |  |

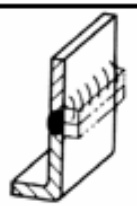
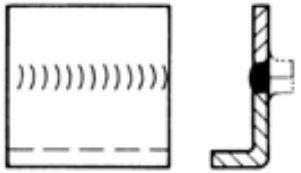
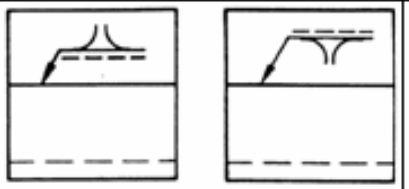
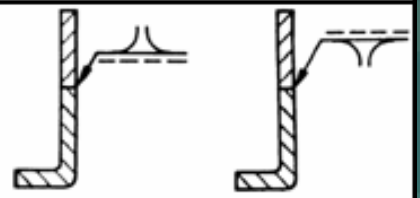
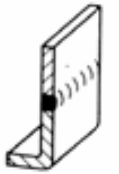
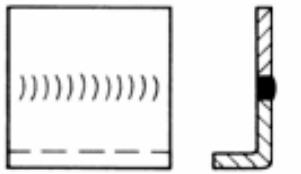
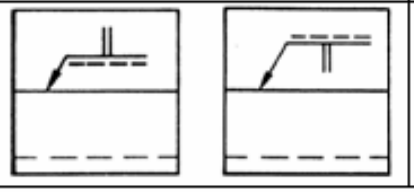
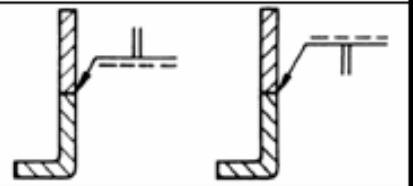
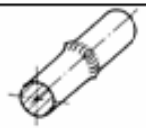
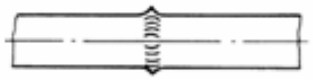
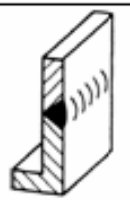
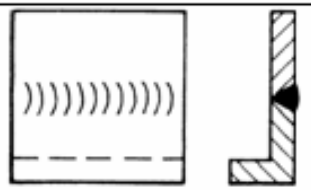
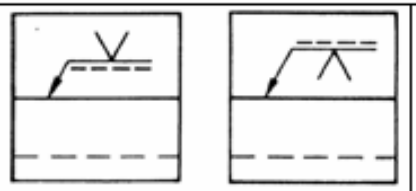
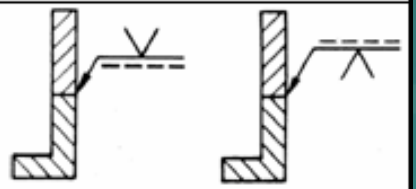
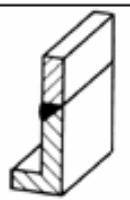
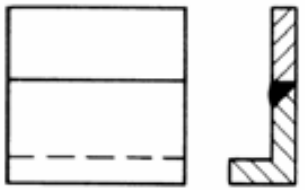
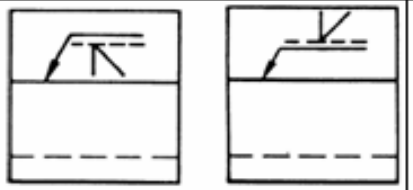
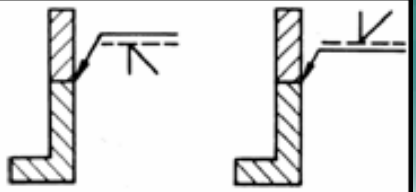
# Soldadura

- **Cotagem de cordões de soldadura (cont.):**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **4** | Soldadura de ângulo descontínua |  | ***l*** – comprimento da soldadura (sem as crateras terminais).<br>**(*e*)** – distância entre elementos sucessivos do cordão.<br>***n*** – número de elementos de soldadura.<br>***a***, ***z*** |  |
| **5** | Soldadura de ângulo descontínua assimétrica (ou com elementos alternados) |  | ***l*** – comprimento da soldadura (sem as crateras terminais).<br>**(*e*)** – distância entre elementos sucessivos do cordão.<br>***n*** – número de elementos de soldadura.<br>***a***, ***z*** |  |
| **6** | Soldadura em entalhes |  | ***l***, **(*e*)**, ***n***<br>***c*** – largura dos entalhes. |  |
| **7** | Soldadura em linha descontínua |  | ***l***, **(*e*)**, ***n***<br>***c*** – largura da soldadura. |  |
| **8** | Soldadura em furos circulares<br>(ou pernos de soldadura) |  | ***n***<br>**(*e*)** – espaçamento.<br>***d*** – diâmetro dos furos. |  |

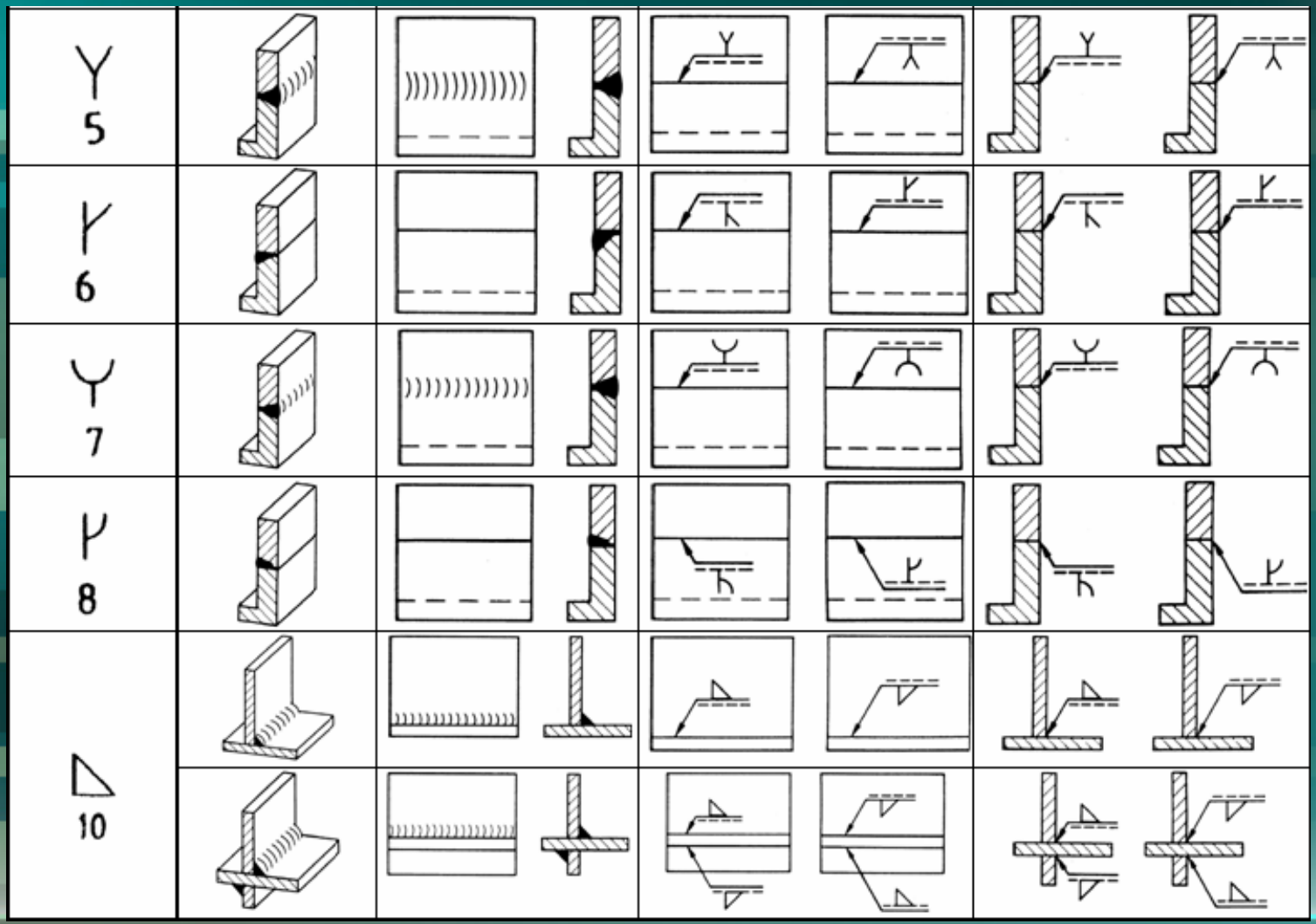
# Soldadura

- Exemplos de utilização dos símbolos:

| Símbolo No. (quadro 1) | Ilustração | Representação completa | Representação simbólica ou | ou |
|---|---|---|---|---|
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| |  |  |  | |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |

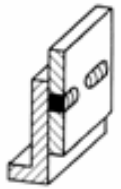
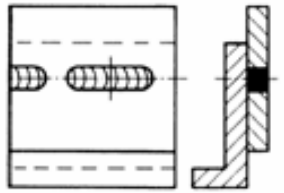
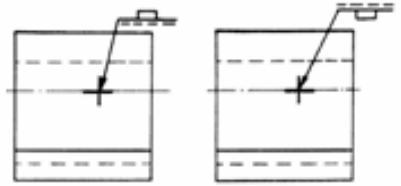
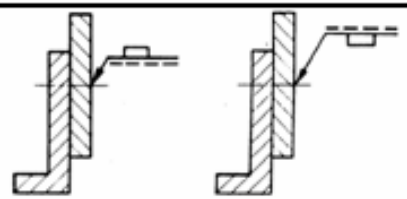
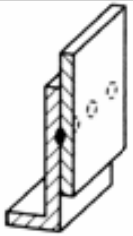
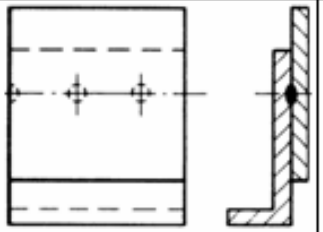
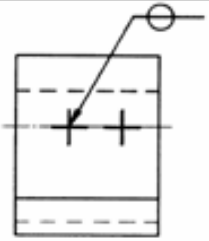
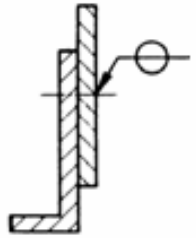
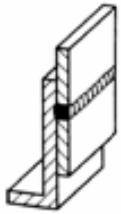
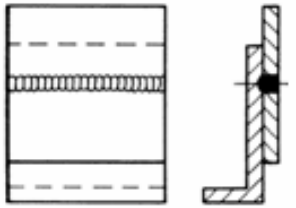
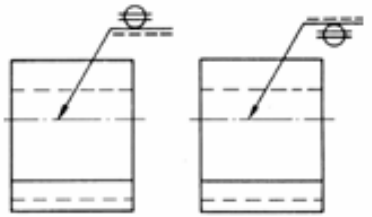
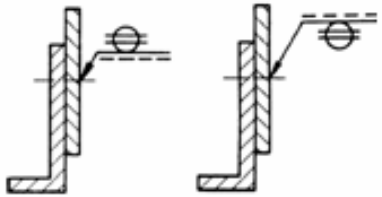
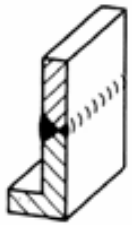
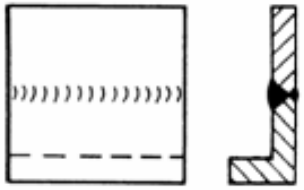
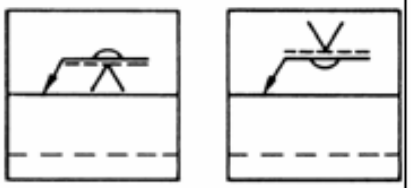
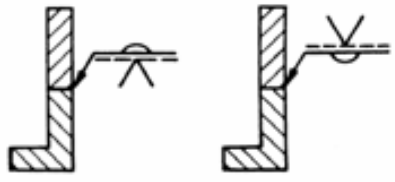
# Soldadura

- Exemplos de utilização dos símbolos (cont.):



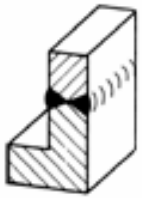
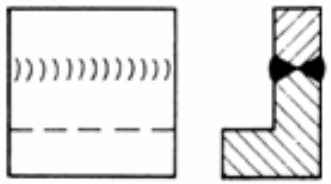
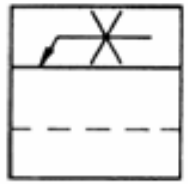
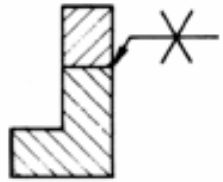
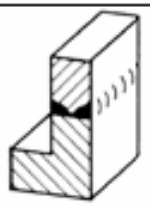
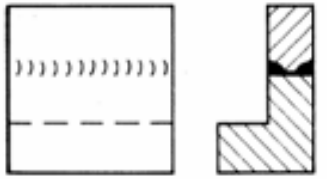
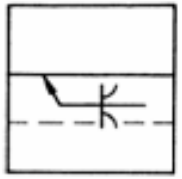
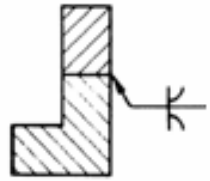
# Soldadura

- Exemplos de utilização dos símbolos (cont.):

| Símbolo No. (quadro 1) | Ilustração | Representação completa | Representação simbólica ou | ou |
|---|---|---|---|---|
| 11 |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |
| 3 e 9 3-9 |  |  |  |  |

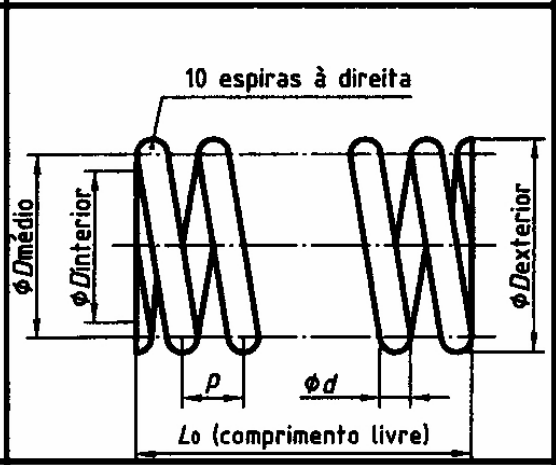
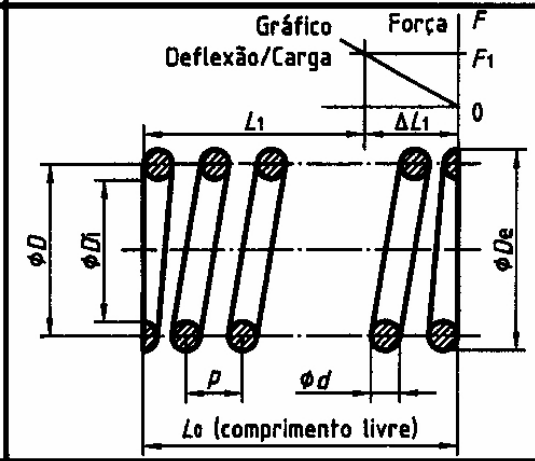
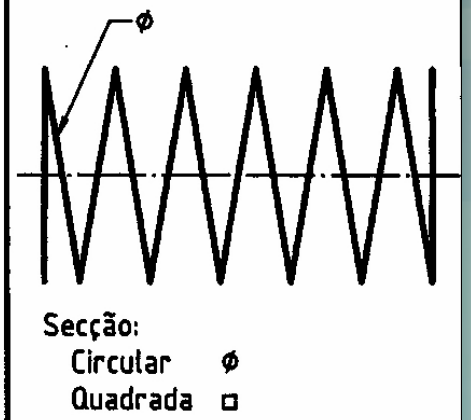
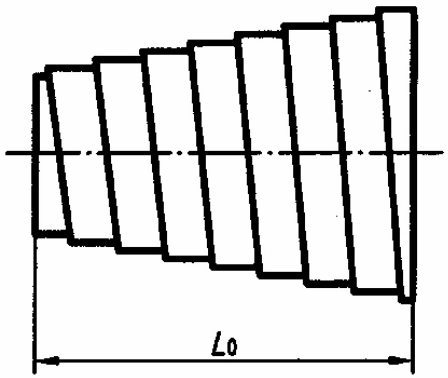
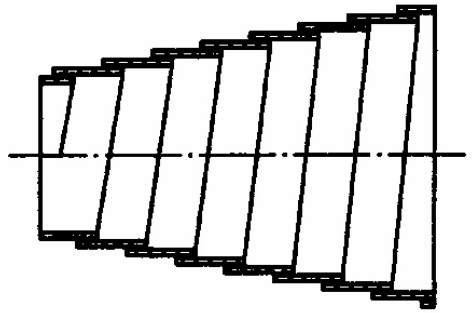
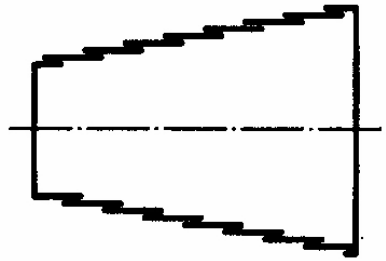
# Soldadura

- Exemplos de utilização dos símbolos (cont.):

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| V 3<br>em X<br>3-3 |  |  |  |  |
| Y 8<br>Duplo<br>J<br>8-8 |  |  |  |  |

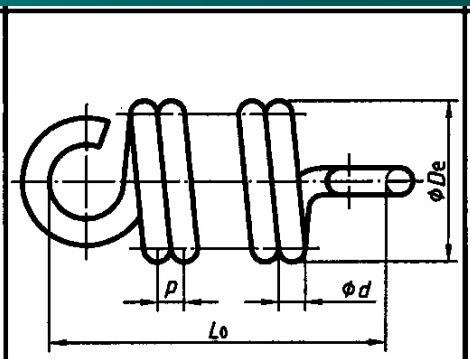
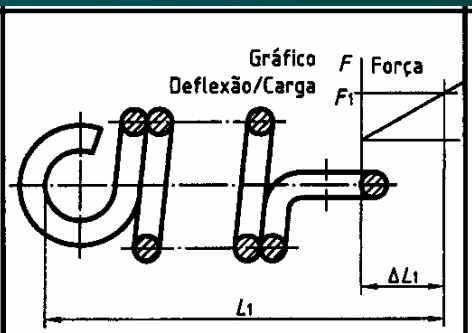
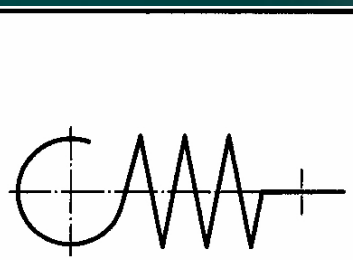
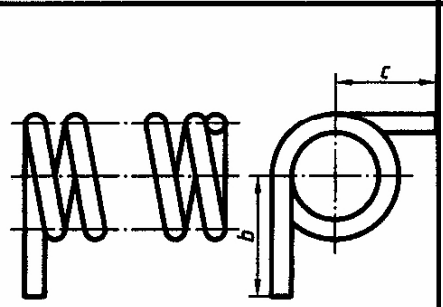
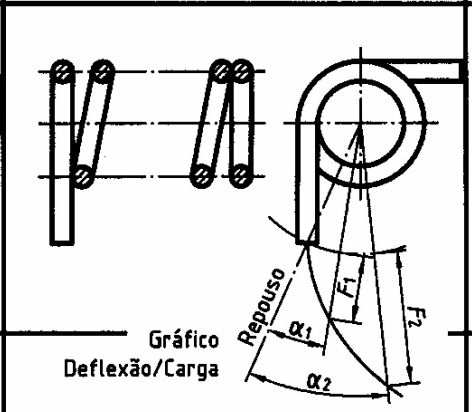
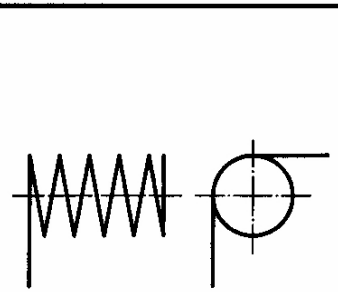
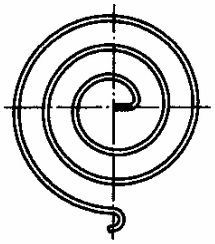
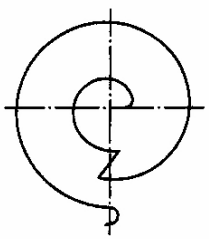
# Molas

- Tipos e Representação:

| Designação | Representação em vista exterior | Representação em corte | Represent. esquemática |
|---|---|---|---|
| **Molas de compressão**<br><br>**Helicoidal cilindrica** |  |  |  |
| **Molas de compressão**<br><br>**Helicoidal cónica** |  |  |  |

# Molas

- Tipos e Representação:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Molas de tracção**<br><br>**Helicoidal cilindrica** |  |  |  |
| **Molas de torção**<br><br>**Helicoidal cilindrica** |  |  |  |
| **Molas em espiral com fita de secção recta rectangular** |  | |  |