



Universidade
do Porto

Faculdade de
Engenharia

FEUP

Órgãos de Maquinas

João Manuel R. S. Tavares

**CFAC – Conceção e Fabrico
Assistidos por Computador**

Bibliografia

- Simões Morais, José Almacinha, “Texto de Apoio à Disciplina de Desenho de Construção Mecânica (MiEM)”, AEFEUP
- 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
- 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
 - Produção de furos passantes, caixas e escareados
- Ligações com Pinos
- Anéis Elásticos

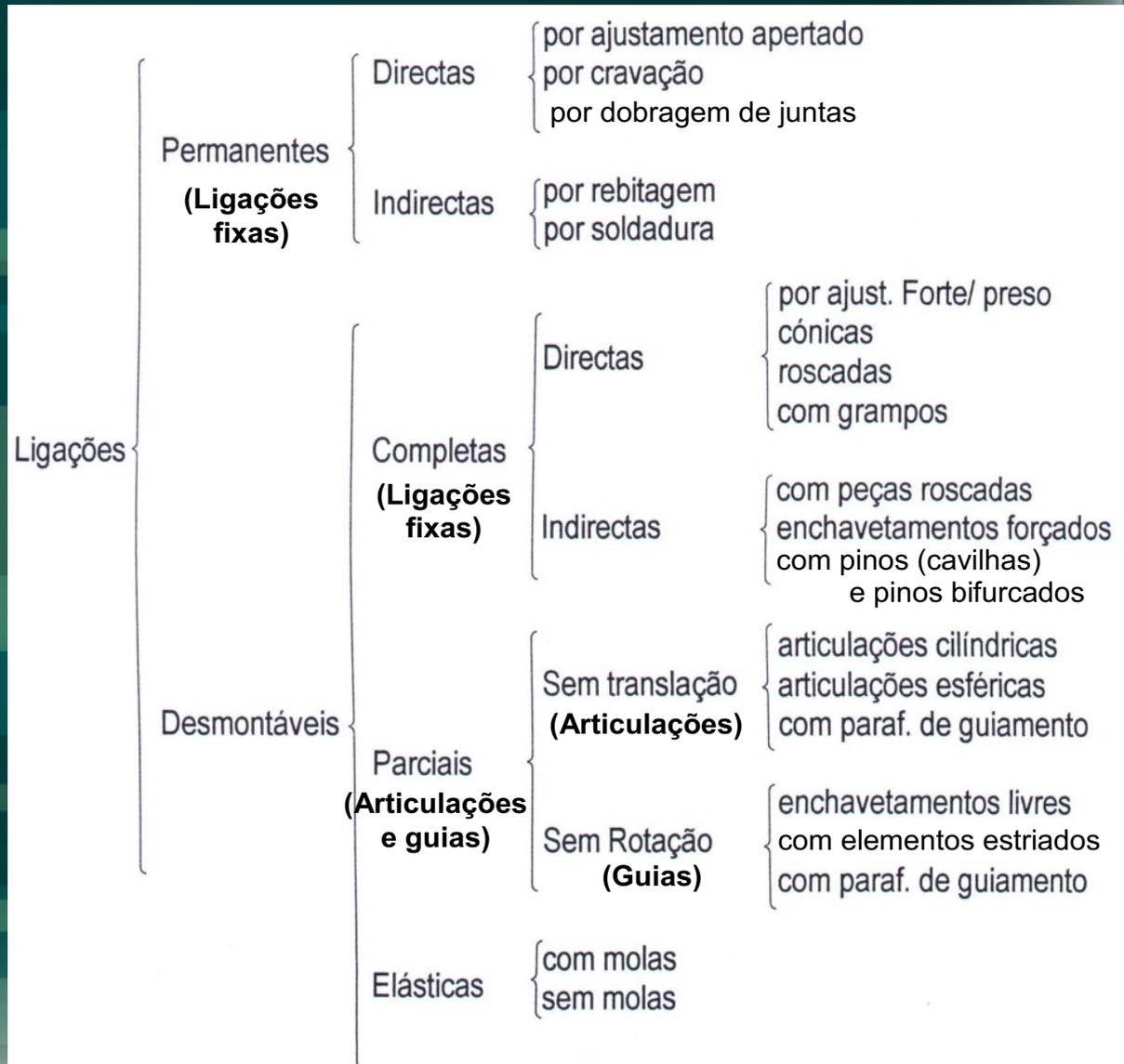
Sumário

- 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

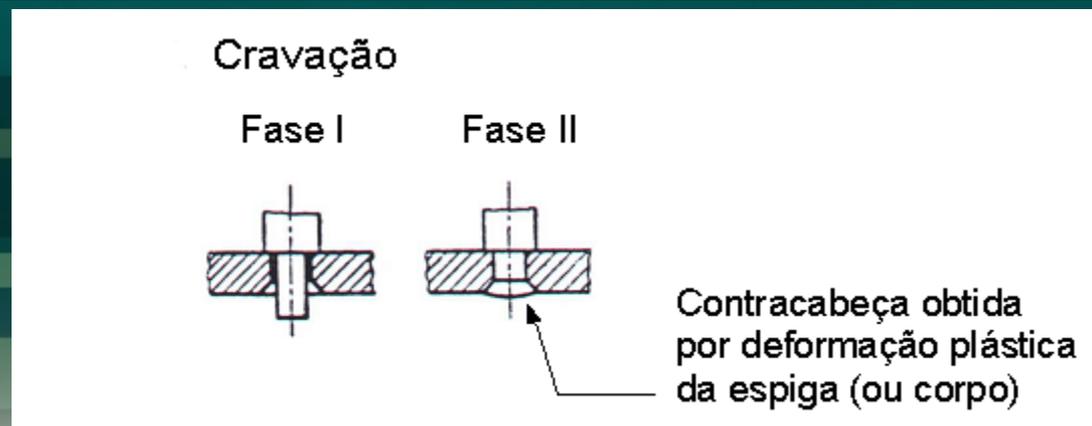
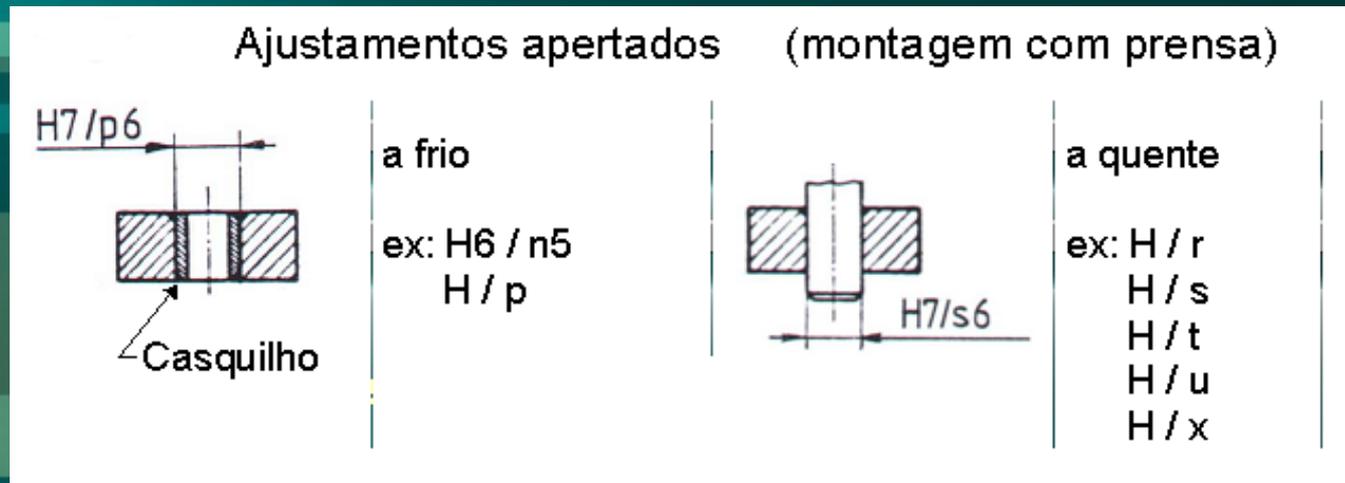
- Elementos de Ligação Mecânicos

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



Ligações Mecânicas

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

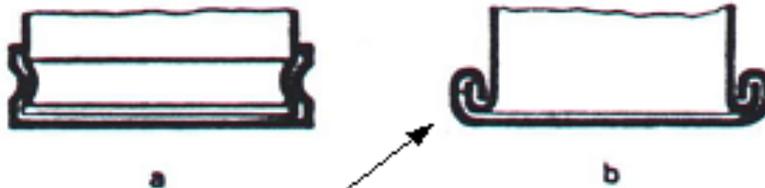


Ligações Mecânicas

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

3 Dobragem de juntas

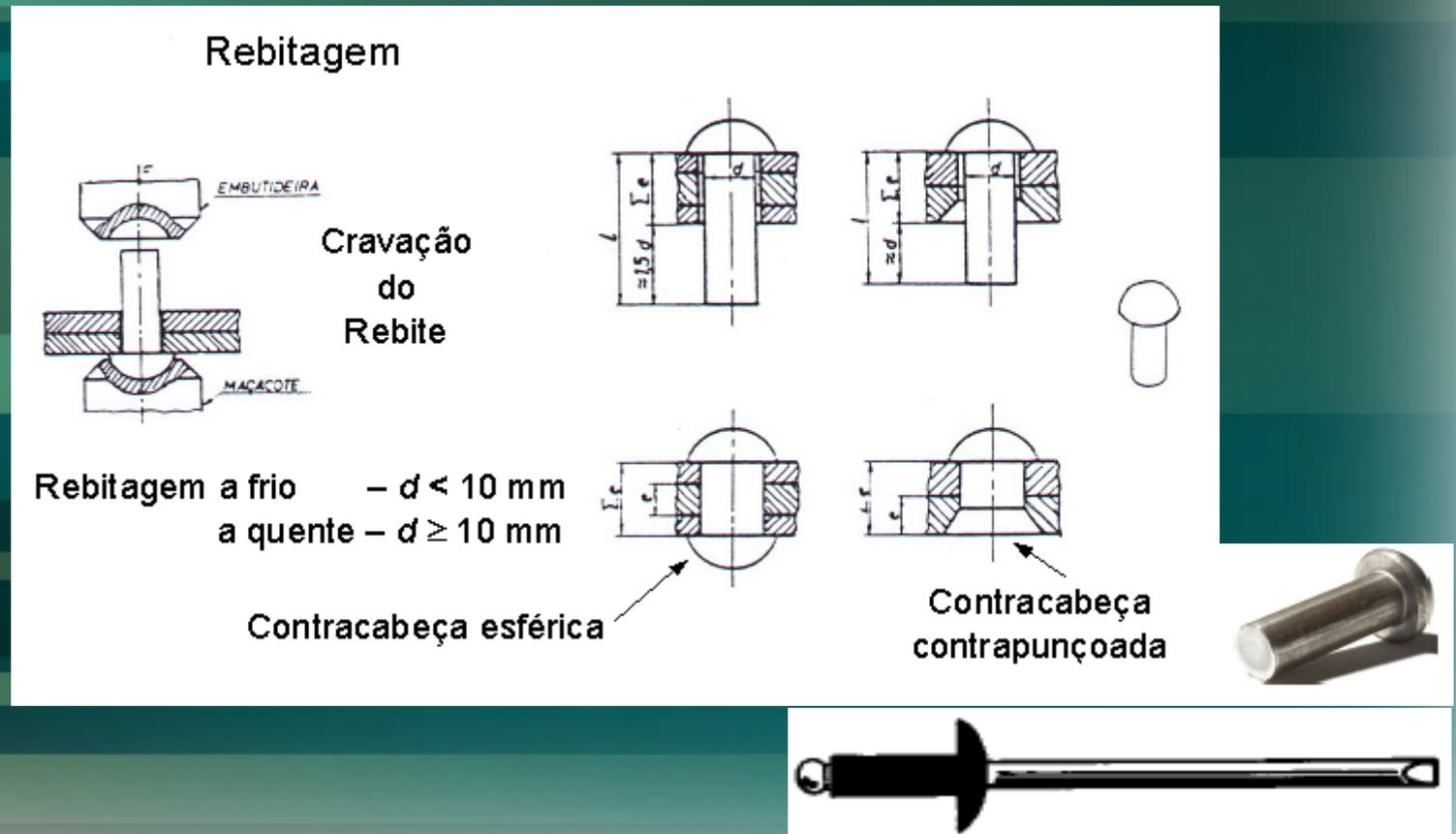
Aplicação em chapas de pequena espessura { chapas de alumínio
folha de flandres



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

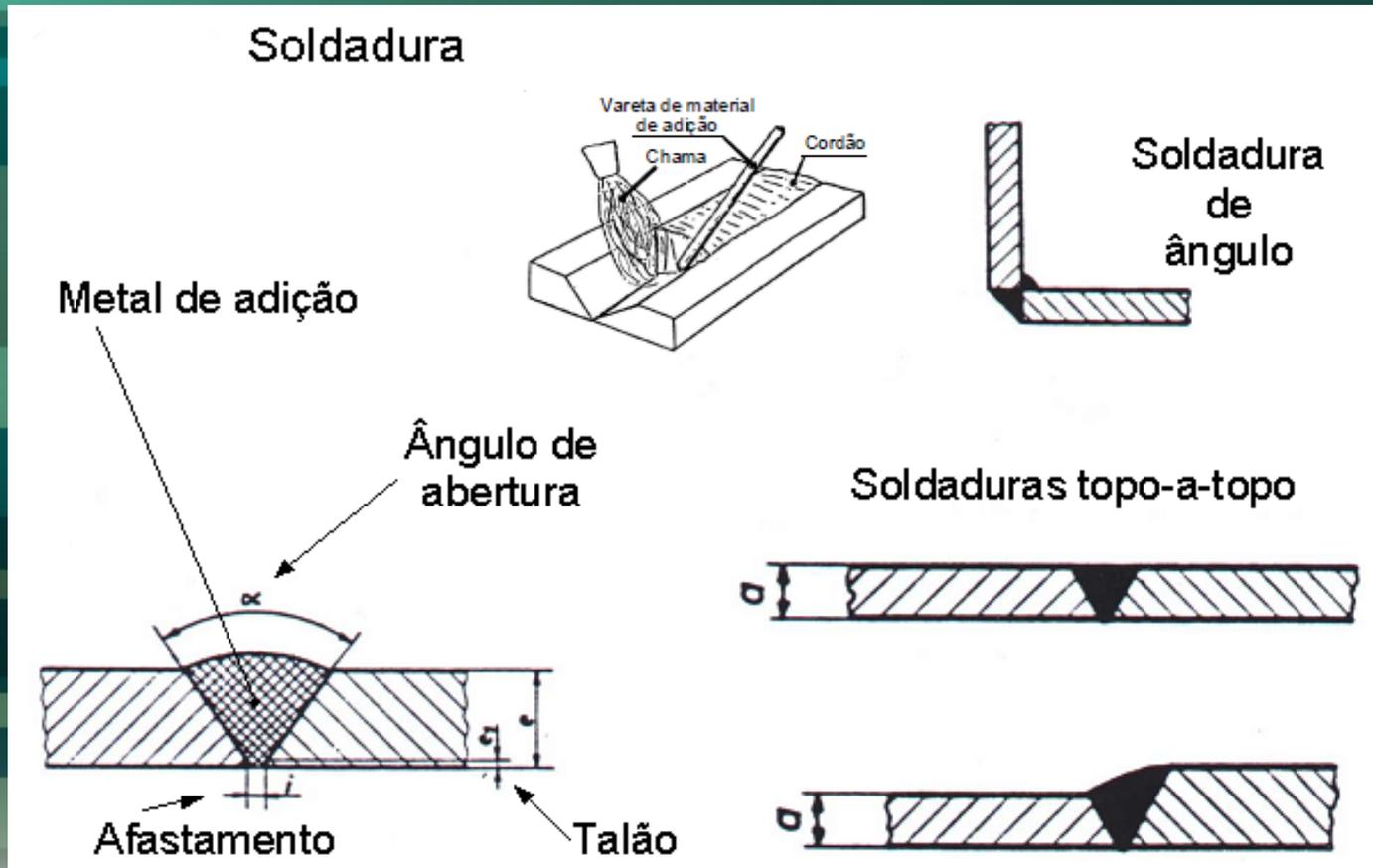
Ligações Mecânicas

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



Ligações Mecânicas

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

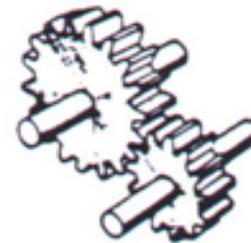


Ligações Mecânicas

- Ligações Desmontáveis
 - Ligações Completas (sem movimento relativo)
 - Ligações Diretas (apenas intervêm as peças a ligar)

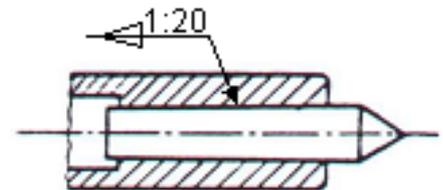
Ajustamentos fortemente presos

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



Ligações cónicas

Ligação por atrito na fixação.

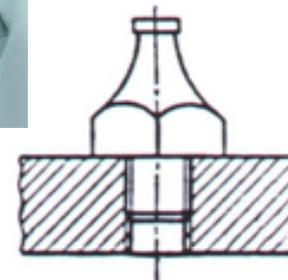


Ligações Mecânicas

- Ligações Desmontáveis
 - Ligações Completas (sem movimento relativo)
 - Ligações Diretas (apenas intervêm as peças a ligar)

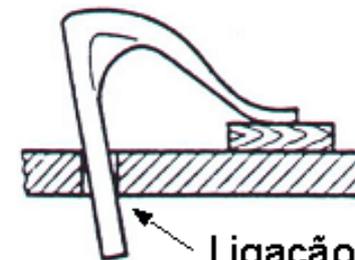
Ligações roscadas

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



Ligações com grampos

Ligação por simples aderência



Ligação directa

Ligações Mecânicas

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



Ligações com peças roscadas

Para desmontagens frequentes. Grande fiabilidade.

The diagram illustrates four types of screw and nut connections with cross-sectional views and dimension labels:

- Parafuso - Peça roscada**: A screw with a hexagonal head and a threaded shaft inserted into a pre-threaded hole in a workpiece.
- Parafuso - Porca**: A screw with a hexagonal head and a threaded shaft inserted into a hole, with a nut placed over the end of the shaft.
- Perno - Porca**: A bolt with a hexagonal head and a threaded shaft inserted into a hole, with a nut placed over the end of the shaft.
- Parafuso + Porca**: A screw with a hexagonal head and a threaded shaft inserted into a hole, with a nut placed over the end of the shaft.

Labels for individual components:

- Cabeça**: Hexagonal head of a screw.
- Rosca**: Threaded part of a screw.
- Parafuso**: A complete screw.
- Porca (ver DTB-3, p.255)**: A nut.
- Perno (ver DTB-3, p.254)**: A bolt.
- Perno + Porca**: A bolt and nut assembly.

Cabeças de parafusos (Screw heads):

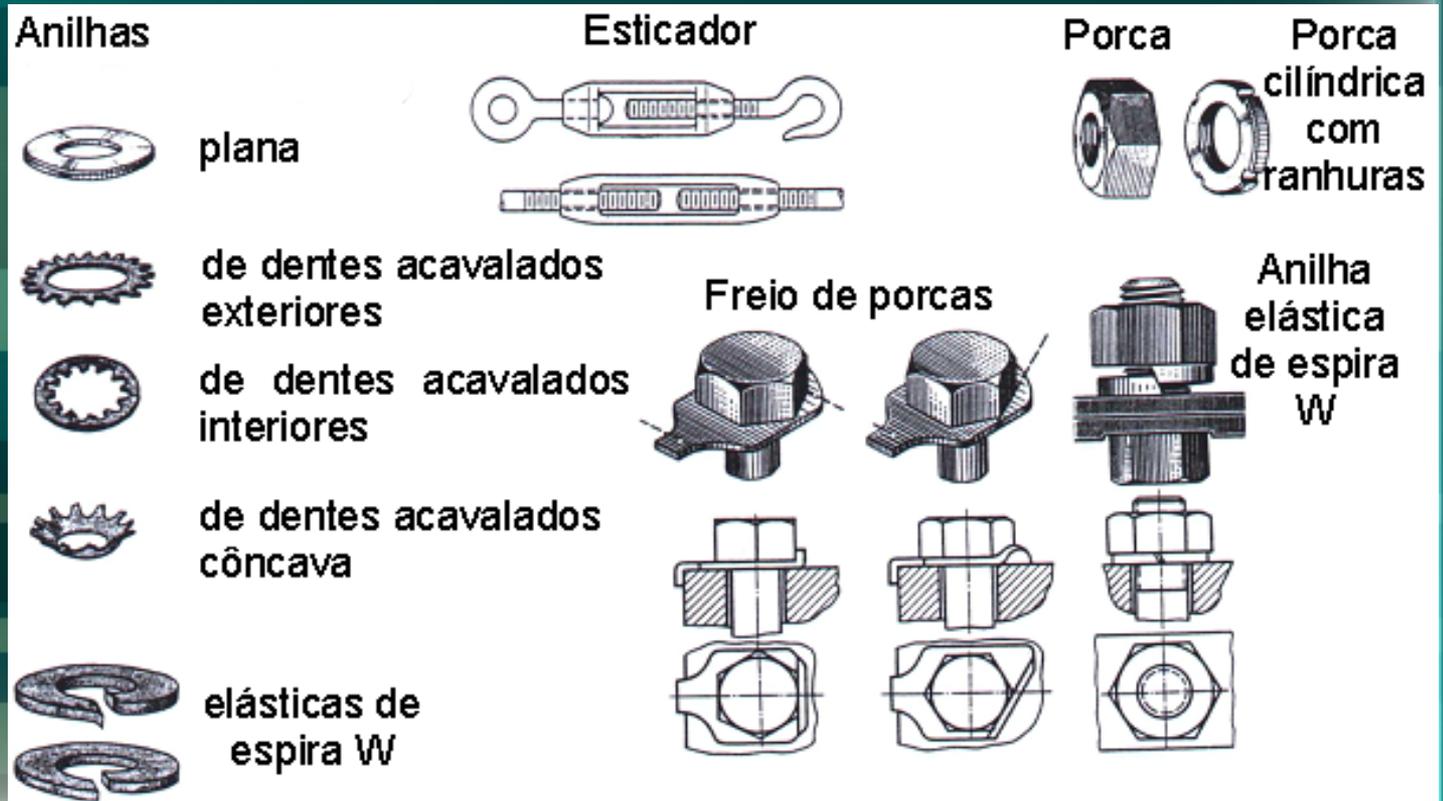
- HEXAGONAL (H)
- CILÍNDRICAS (CHC)
- DE EMBEBER (C)
- F

Chave: A screwdriver tip used for driving screws with a cross-shaped head.

Ligações Mecânicas

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

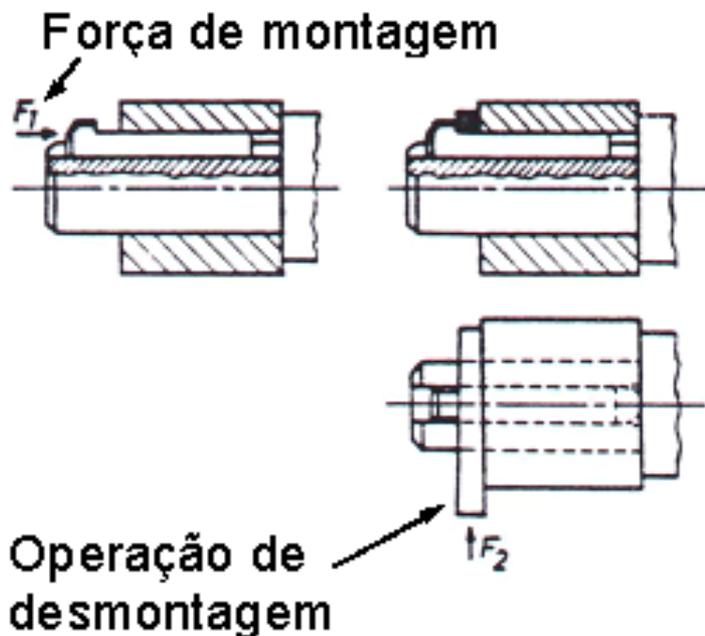
Peças roscadas
(continuação)



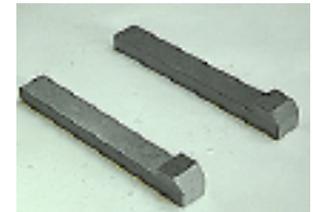
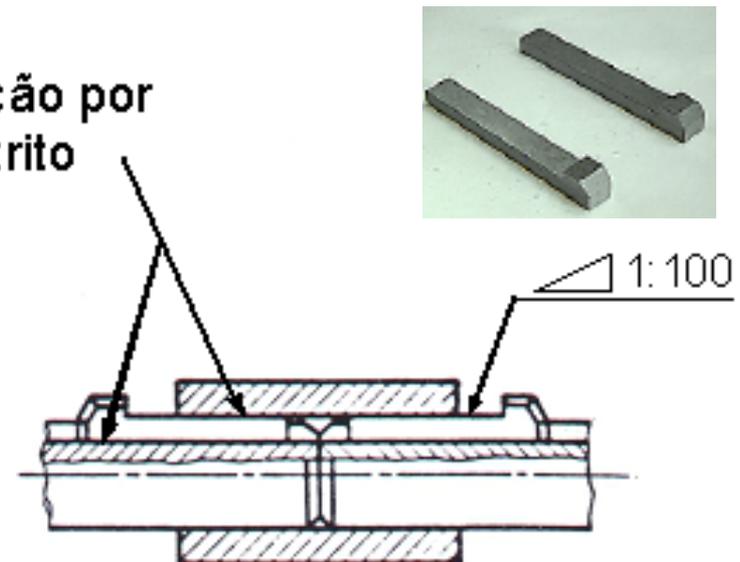
Ligações Mecânicas

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

Ligações com encaixamentos forçados



Ligação por atrito

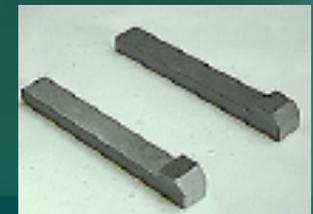
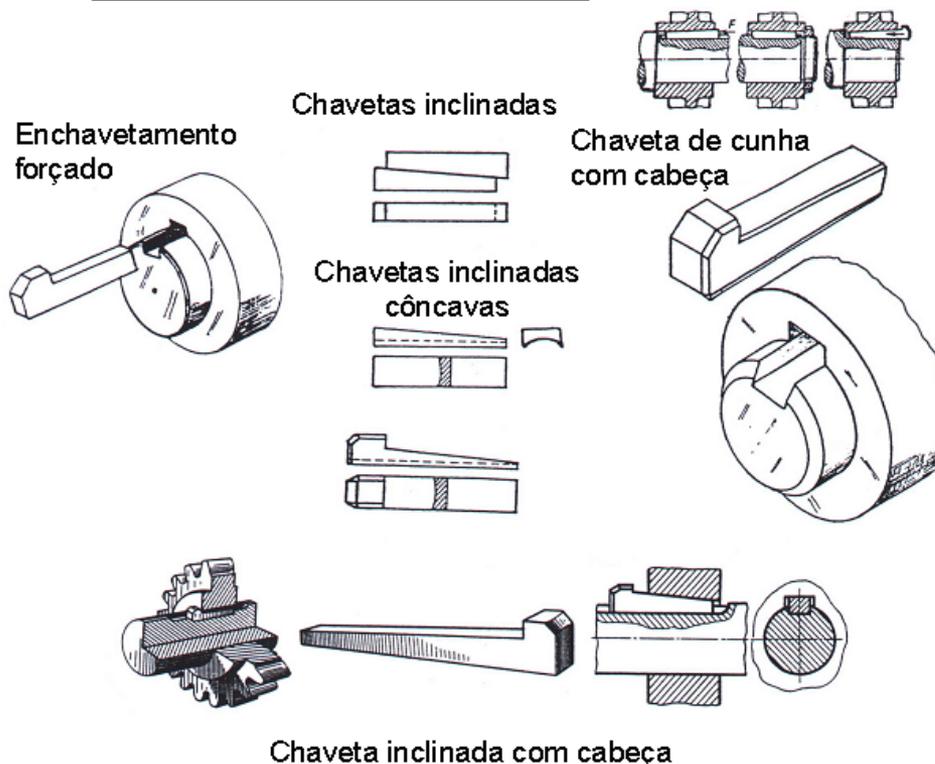


Ligações Mecânicas

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

Ligações com enchavetamentos forçados

Chavetas inclinadas ou de cunha



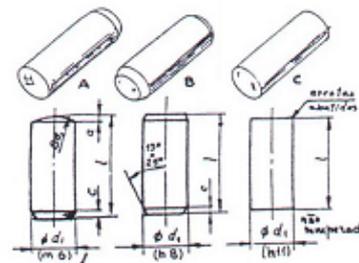
Ligações Mecânicas

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

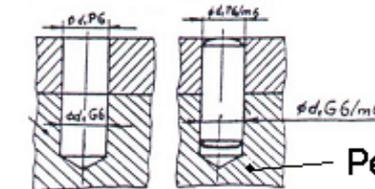
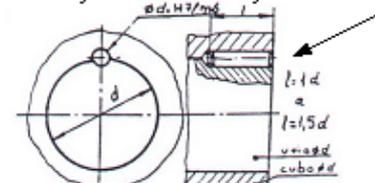
Ligações com pinos (ou cavilhas)



Pinos cilíndricos

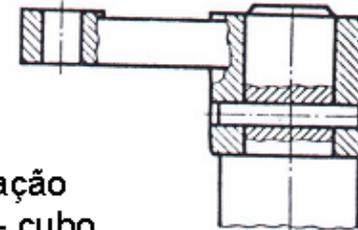


Função de fixação

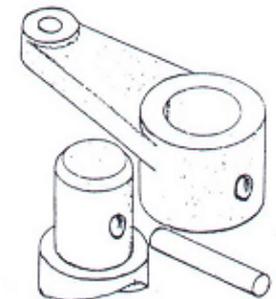
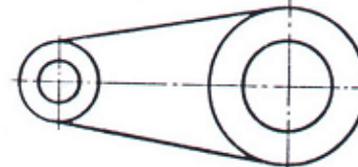


Função de posicionamento

Ligação manivela - veio



Ligação Veio - cubo



Função de fixação



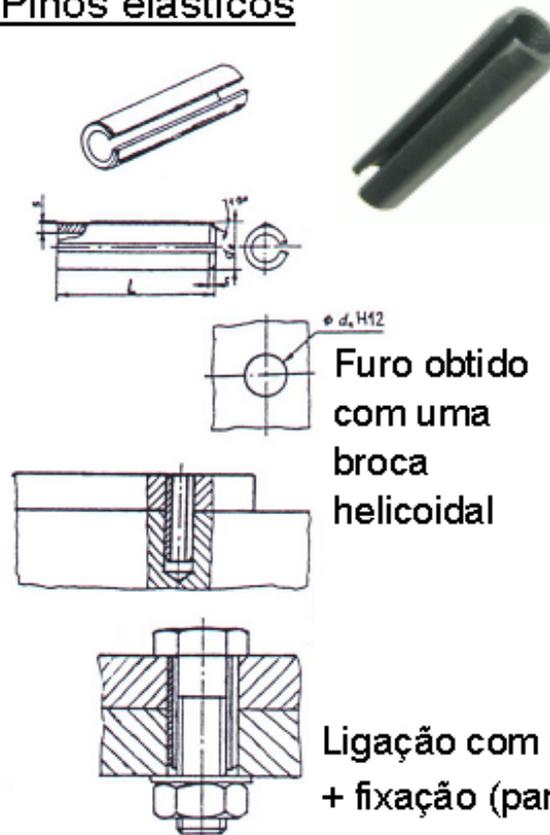
Função de fixação

Ligações Mecânicas

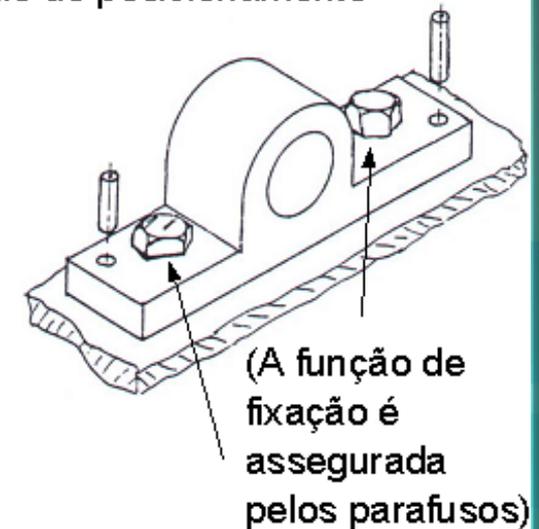
- Ligações Desmontáveis
 - Ligações Completas (sem movimento relativo)
 - Ligações Indiretas (utilização de outra peça)

Ligações com pinos (ou cavilhas)

Pinos elásticos



Função de posicionamento

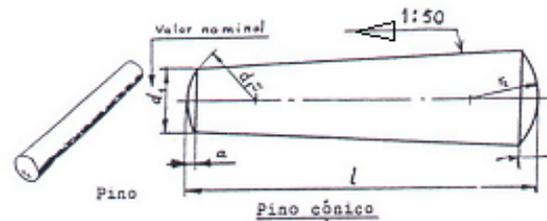


Ligações Mecânicas

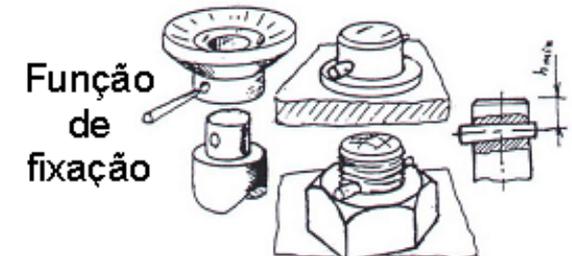
- Ligações Desmontáveis
 - Ligações Completas (sem movimento relativo)
 - Ligações Indiretas (utilização de outra peça)

Ligações com pinos (ou cavilhas)

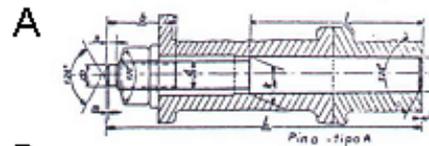
Pinos cónicos



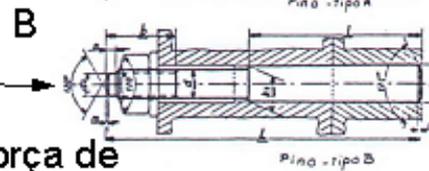
Tipos de ligações



Limitação de movimento (Segurança)



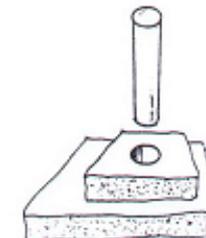
Força de desmontagem



Força de desmontagem



Forma B

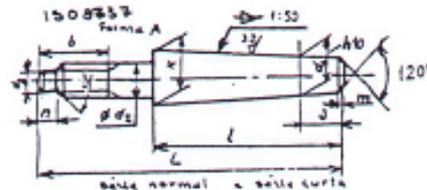


Função de centragem

Ligações Mecânicas

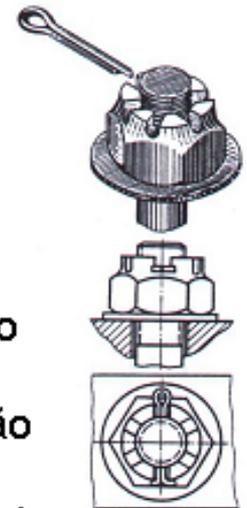
- Ligações Desmontáveis
 - Ligações Completas (sem movimento relativo)
 - Ligações Indiretas (utilização de outra peça)

Ligações com pinos (ou cavilhas)

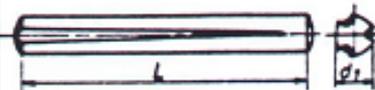


Forma A

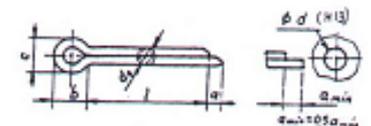
Pinos bifurcados



Pinos estriados



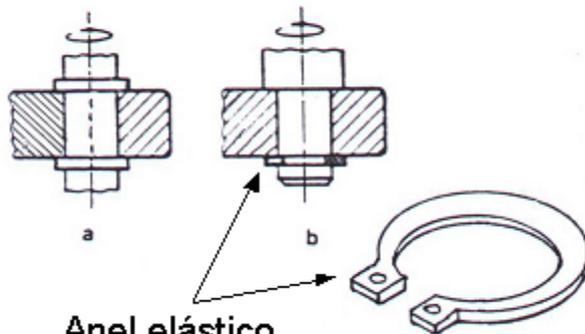
Função de limitação de movimento (segurança)



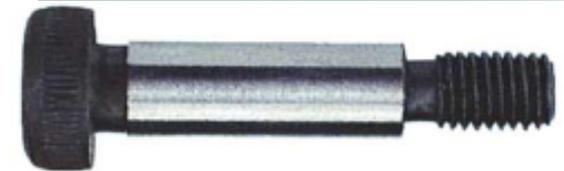
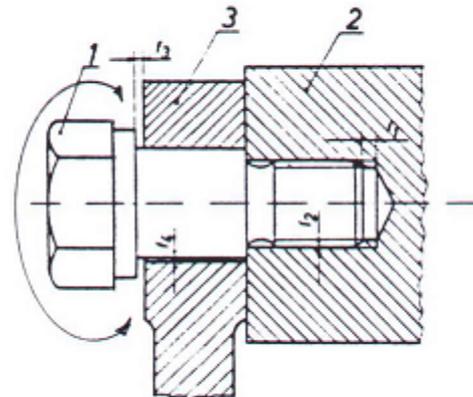
Ligações Mecânicas

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

Articulações cilíndricas

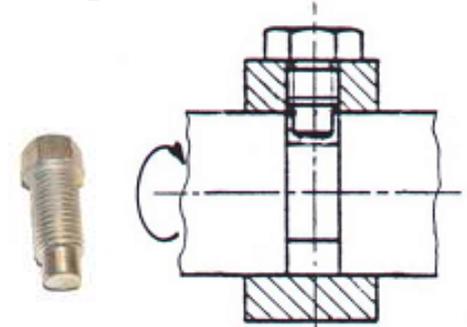


Anel elástico para veio



Ligação com parafuso de guiamento

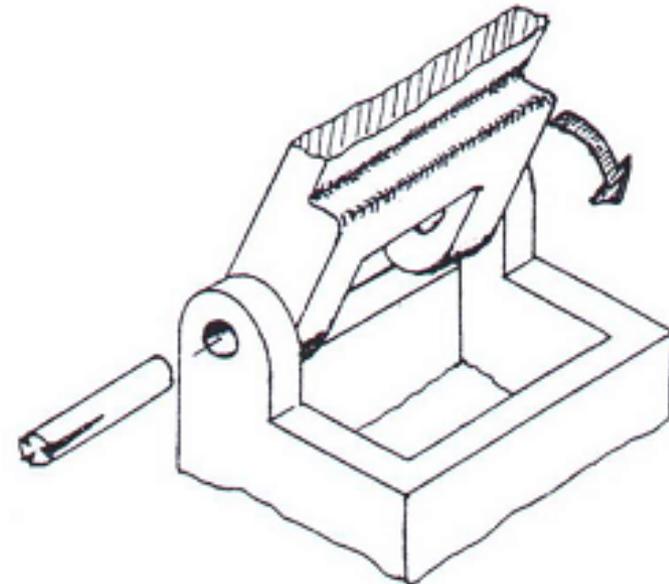
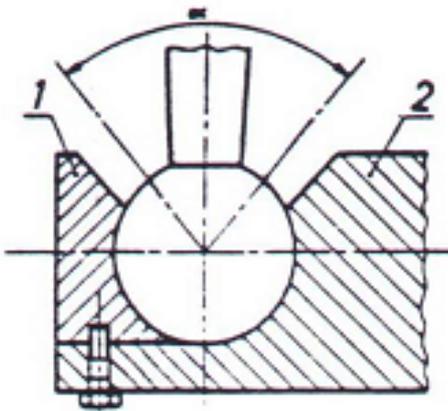
É permitida apenas uma rotação.



Ligações Mecânicas

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

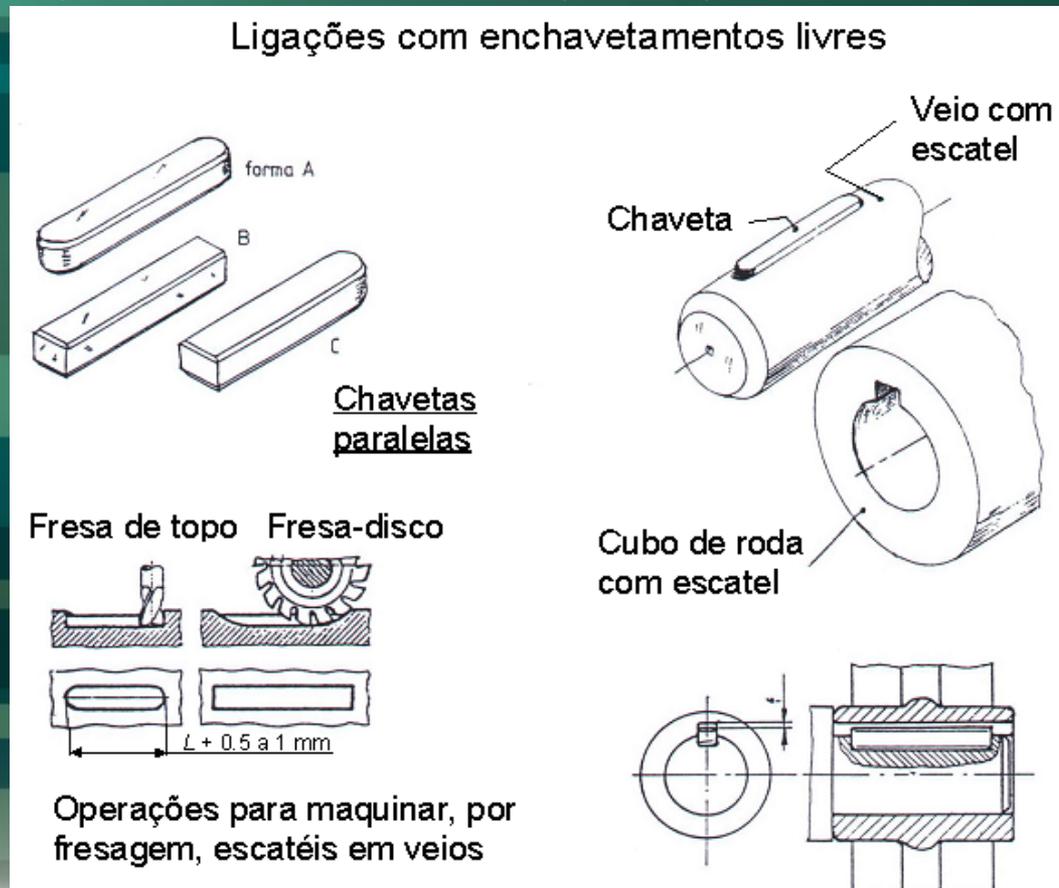
Articulações esféricas (Rótula)



Articulação cilíndrica
com pinos cilíndricos

Ligações Mecânicas

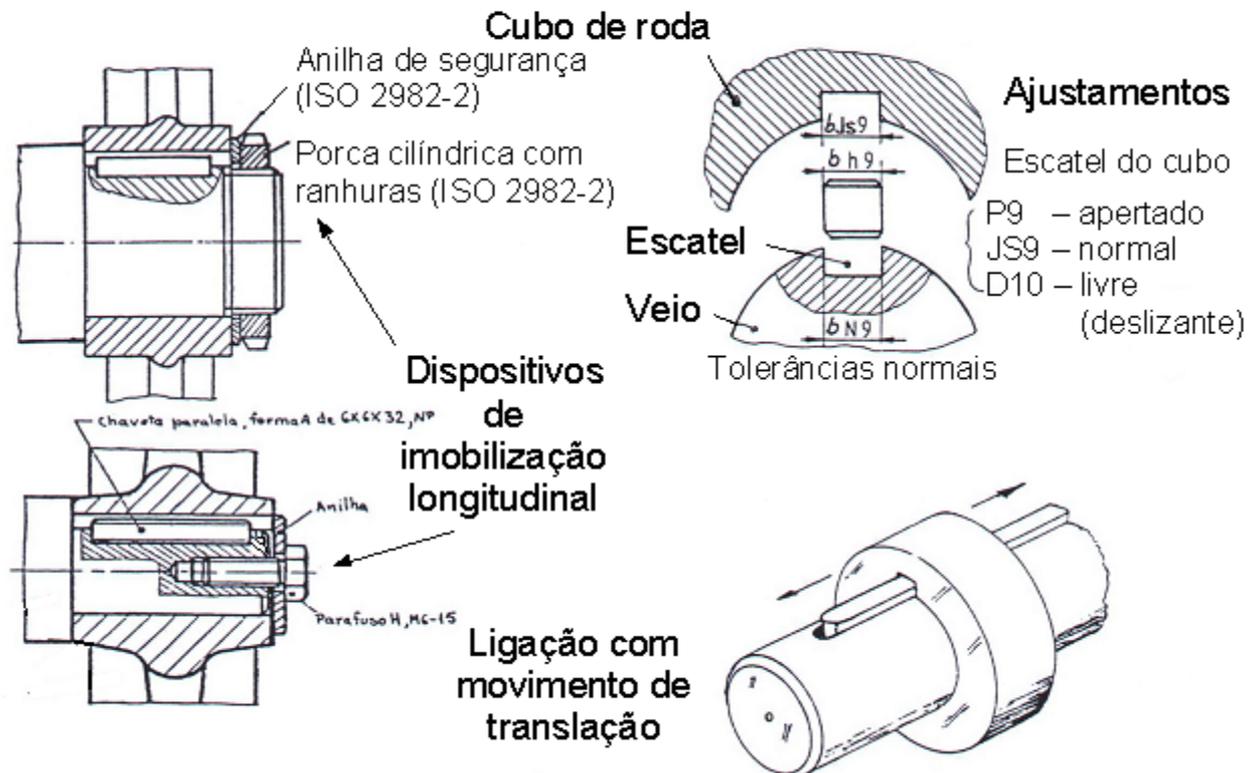
- Ligações Desmontáveis
 - Ligações Parciais (com movimento relativo)
 - Ligações Sem Rotação (Guias)



Ligações Mecânicas

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

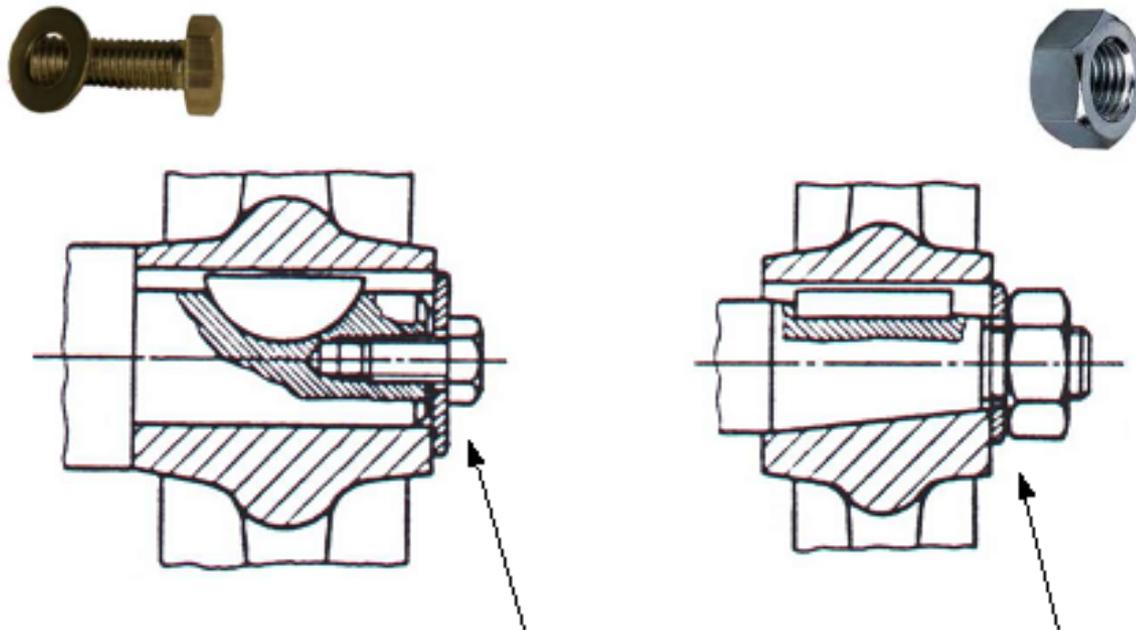
Ligações com enchavetamentos livres



Ligações Mecânicas

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

Ligações com enchavetamentos livres



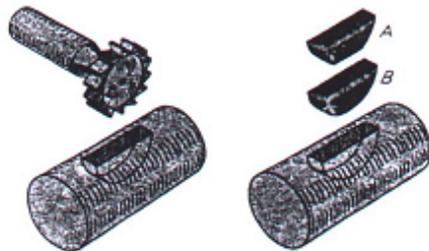
Dispositivos adicionais para a imobilização longitudinal

Ligações Mecânicas

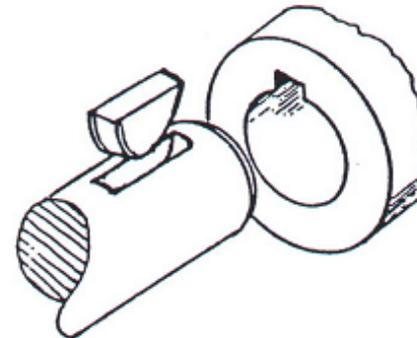
- Ligações Desmontáveis
 - Ligações Parciais (com movimento relativo)
 - Ligações Sem Rotação (Guias)

Ligações com enchavetamentos livres

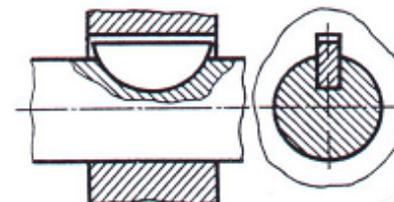
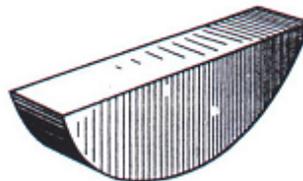
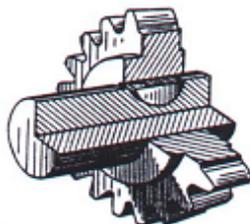
Chaveta-disco ou chaveta Woodruff



Abertura de escatel com fresa-disco



Enchavetamento livre



Ligações Mecânicas

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

Ligações com elementos estriados

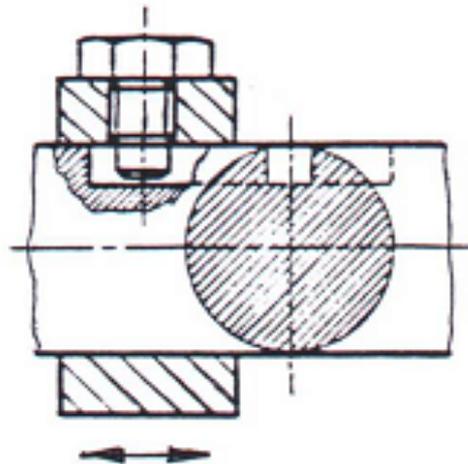
PEÇAS COM ESTRIAS CILÍNDRICAS		ISO 6413
TIPOS DE ESTRIAS	REPRESENTAÇÃO REAL (a evitar)	REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA Indicação da designação
ESTRIAS DE FLANCOS PARALELOS ISO 14 (de centragem interior)	VEIO ESTRIADO 	 ISO 14-6x23 f7-26 L0
	CUBO COM FURO ESTRIADO 	 ISO 14-6x23 H7-26
	CONJUNTO 	 ISO 14-6x23 H7/f7-26



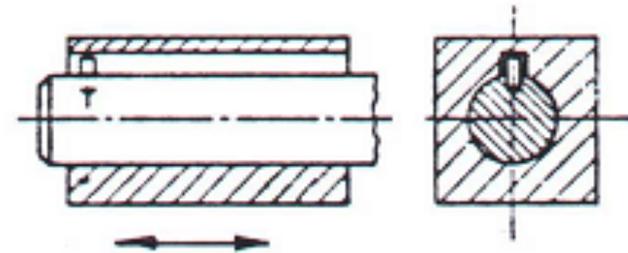
Ligações Mecânicas

- 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



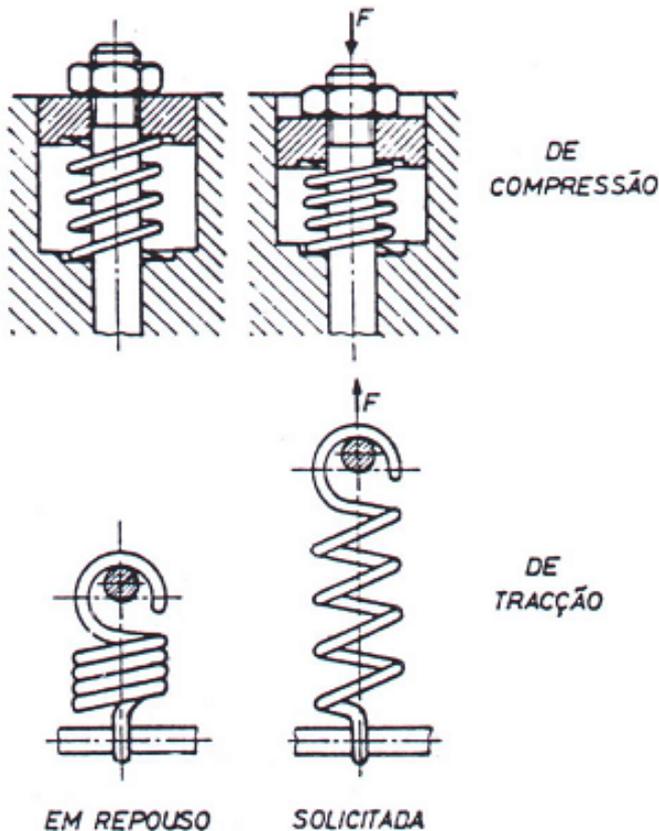
Ligação em translação
com pino de guiamento (prisioneiro)

Ligações Mecânicas

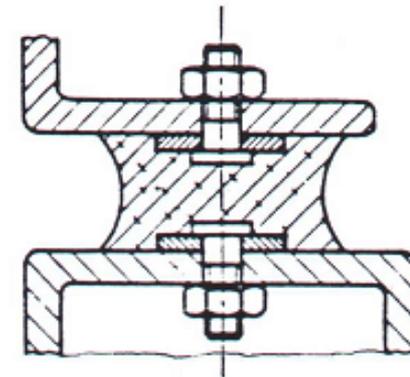
- Ligações Desmontáveis
 - Ligações Elásticas



Ligações com molas



Ligações sem molas



Ligação sem molas
(borracha)

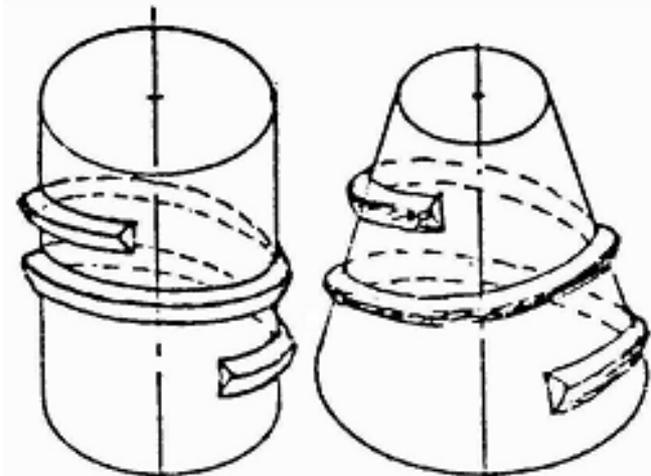
Ligações com Peças Roscadas

- 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.



Perfis dos filetes

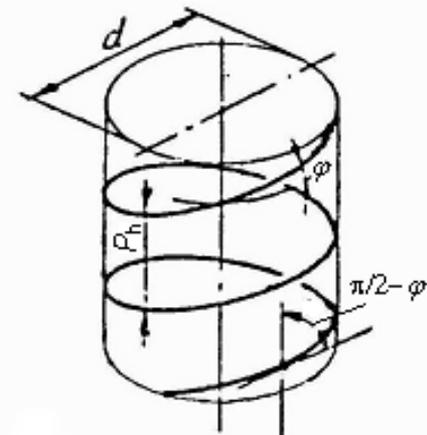


Peças roscadas

Filetes em hélice cilíndrica e em hélice cónica.

Ligações com Peças Roscadas

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

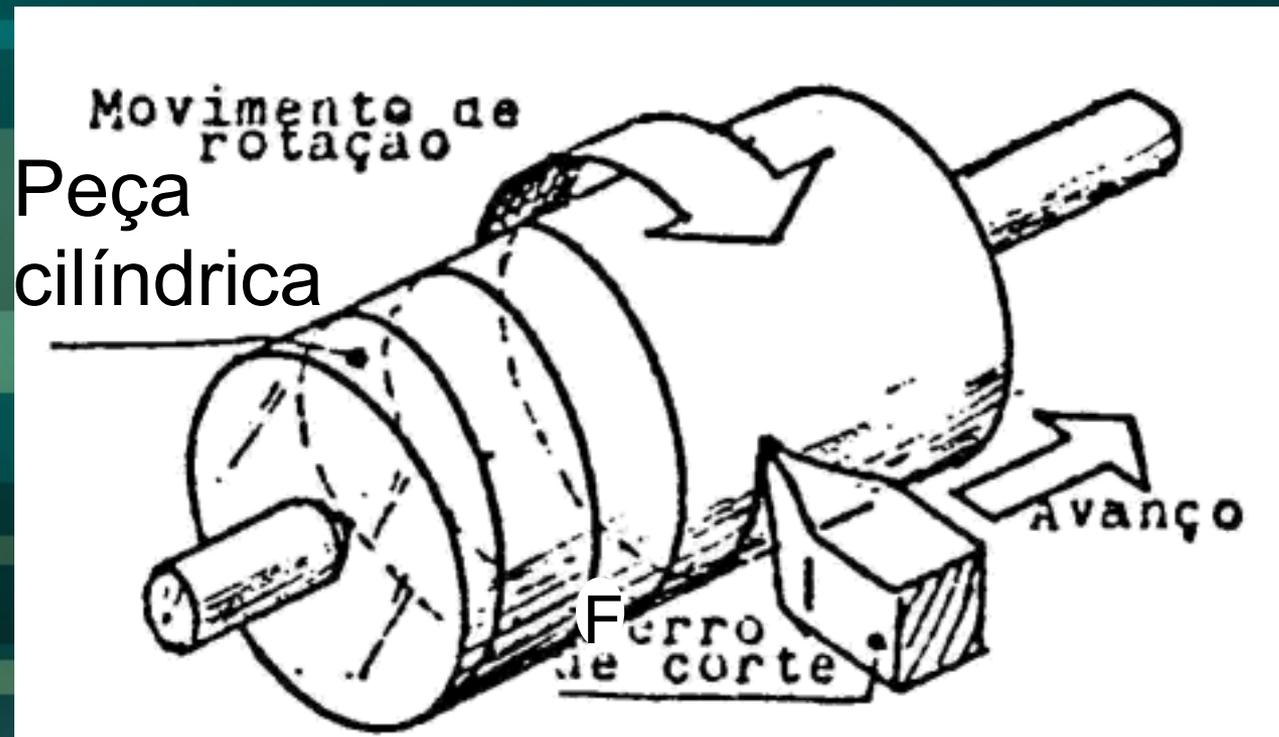


Características das hélices cilíndricas



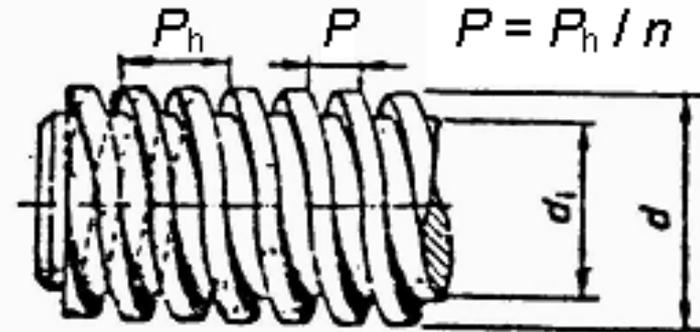
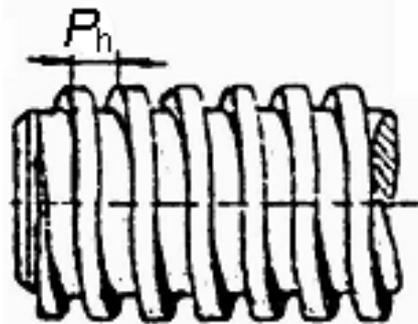
Ligações com Peças Roscadas

- 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**.



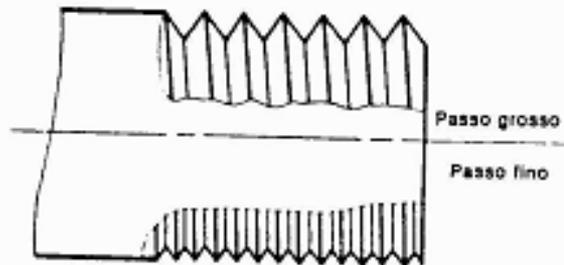
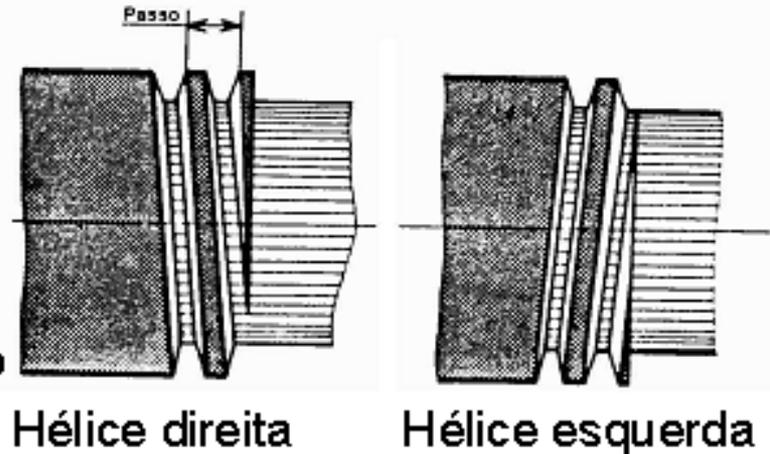
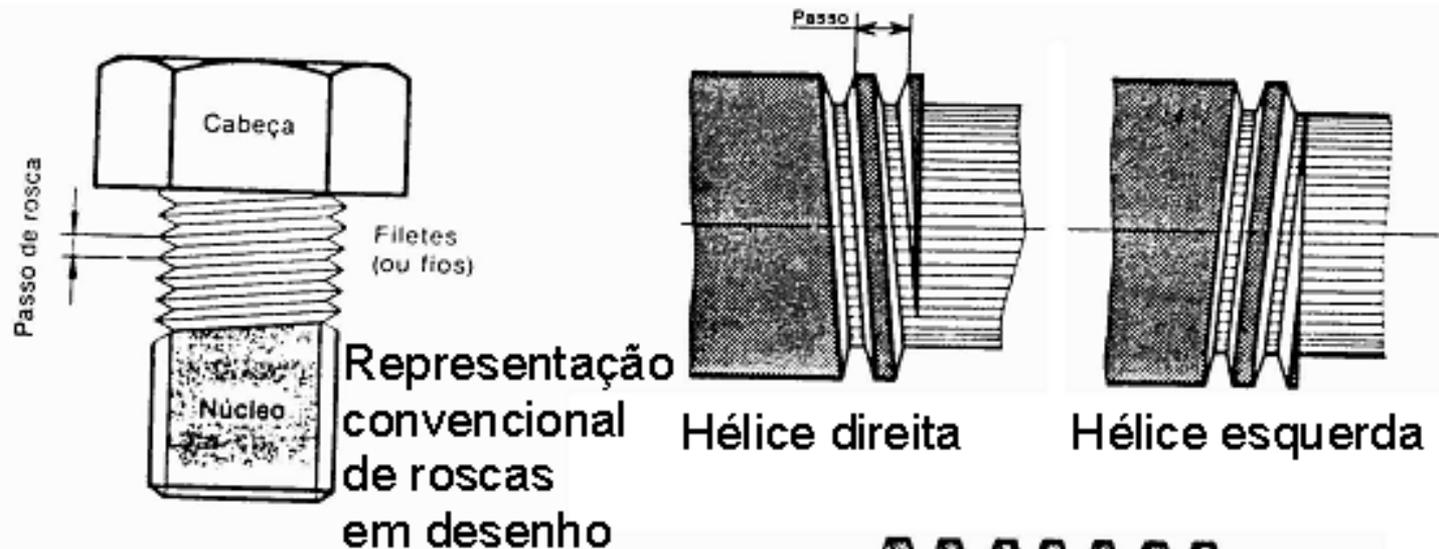
P_h – passo da rosca (ou helicoidal - L) n – nº de entradas
 P – passo do perfil d – diâmetro nominal
Nas roscas de uma entrada: $P_h = P$ d_i – diâmetro interior

a) Rosca simples (direita) b) Rosca dupla (2 entradas)

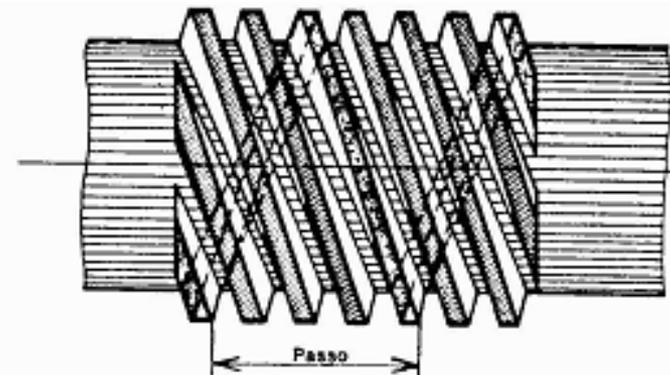
Número de filetes e passos

Ligações com Peças Roscadas

- Número de filetes e passos:



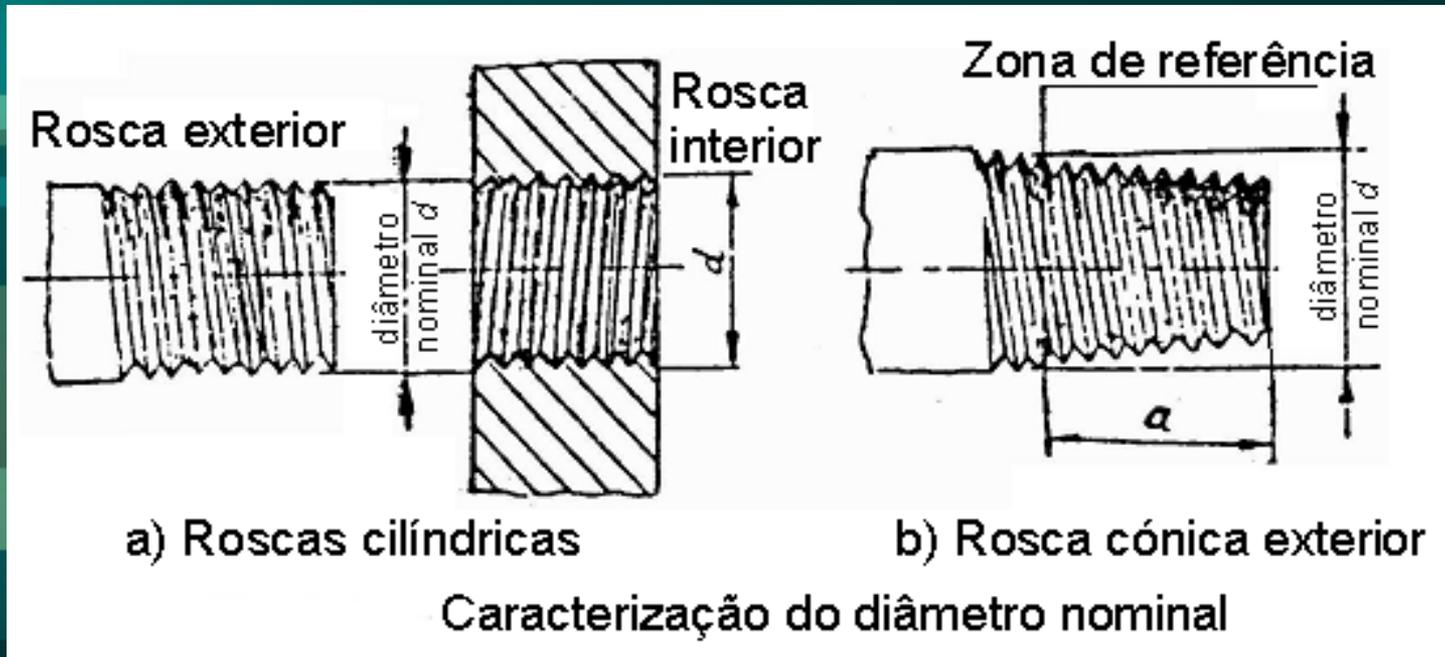
Passo grosso / passo fino



Parafuso de 4 fios trapezoidais
Rosca múltipla (4 entradas)

Ligações com Peças Roscadas

- Diâmetro nominal

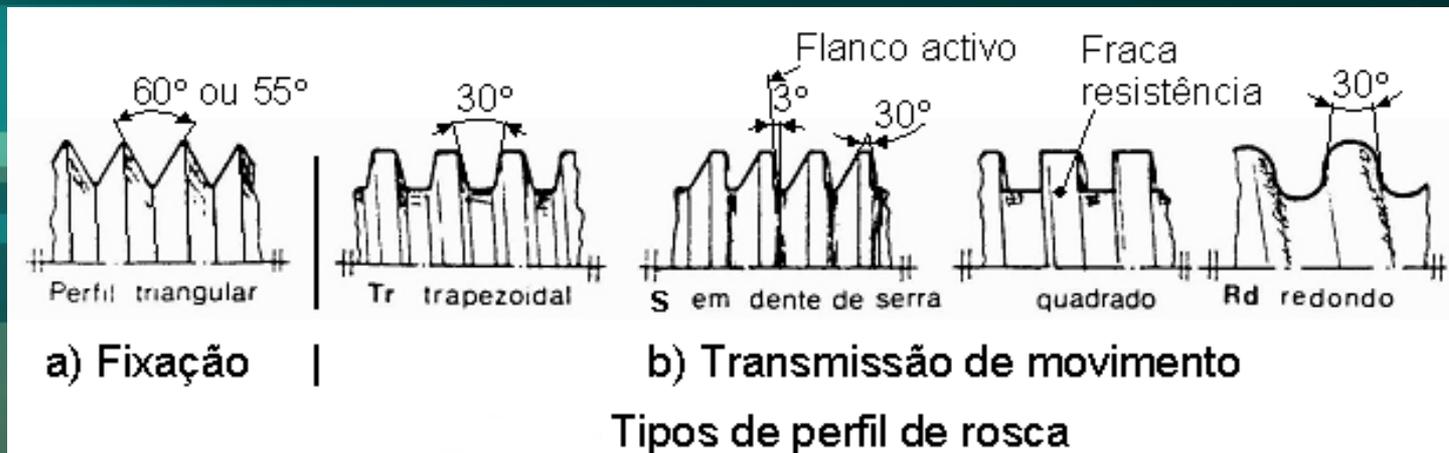


Rosca exterior { Cilíndrica
Cônica

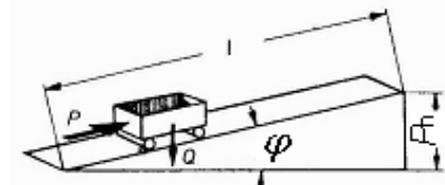
Rosca interior { Cilíndrica
Cônica (utilização excepcional)

Ligações com Peças Roscadas

- Perfis dos filetes:



A ação 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 φ (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**.

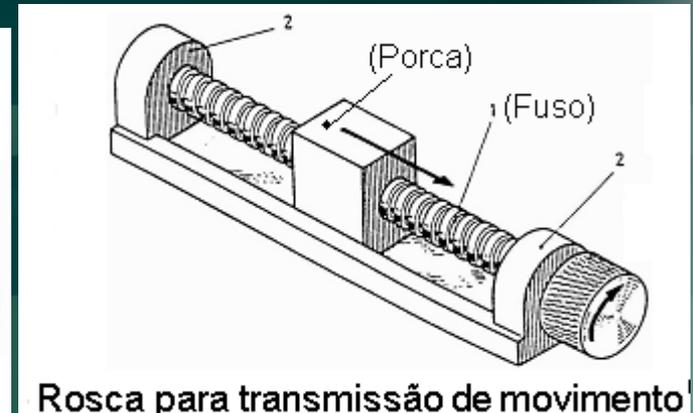
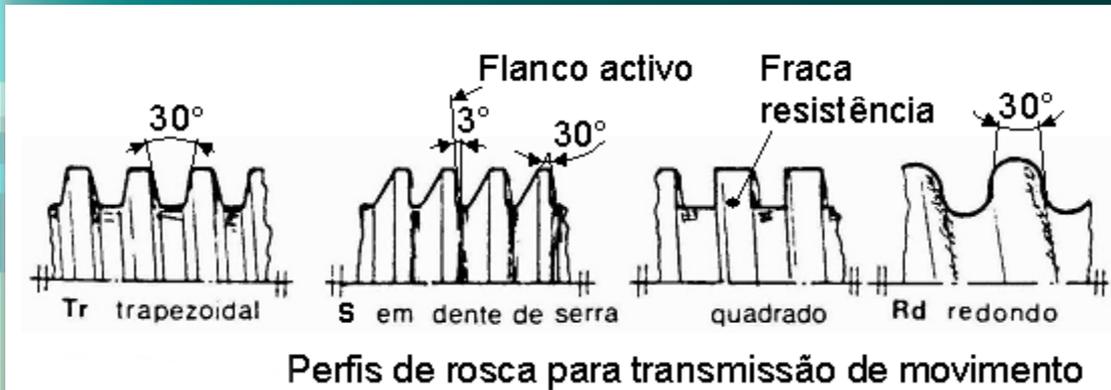
As roscas de passo fino permitem aumentar a segurança das ligações.

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:



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. Atualmente, 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.

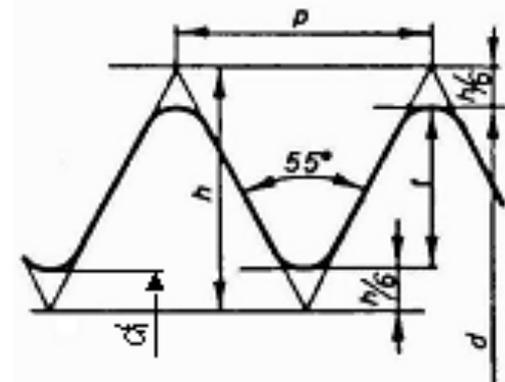
Ligações com Peças Roscadas

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

Em 1841, Sir Joseph Whitworth 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



$$d_i = d - 1,2807 P$$

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

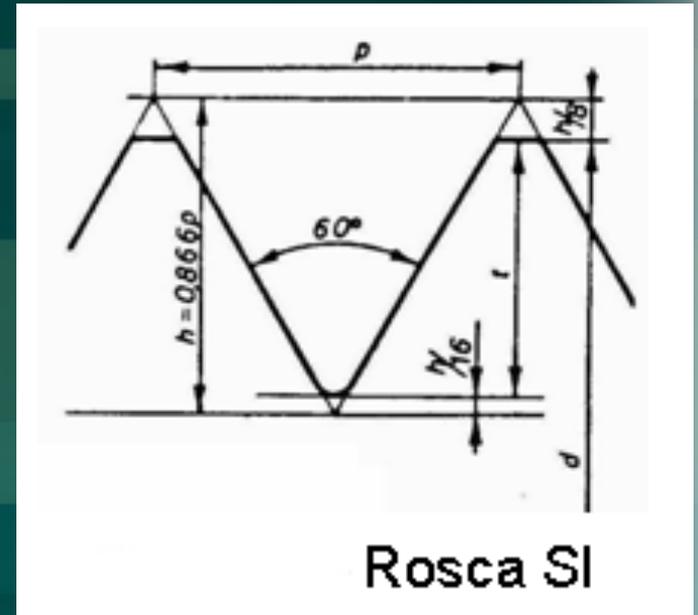
Rosca Whitworth

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

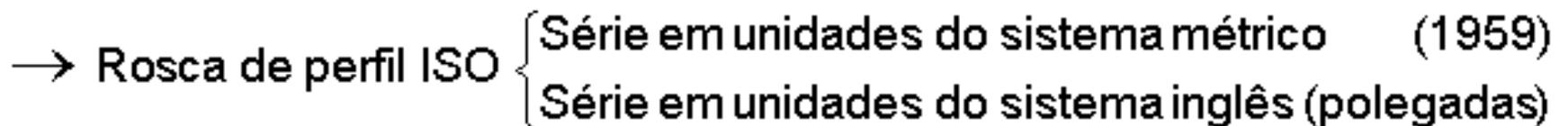
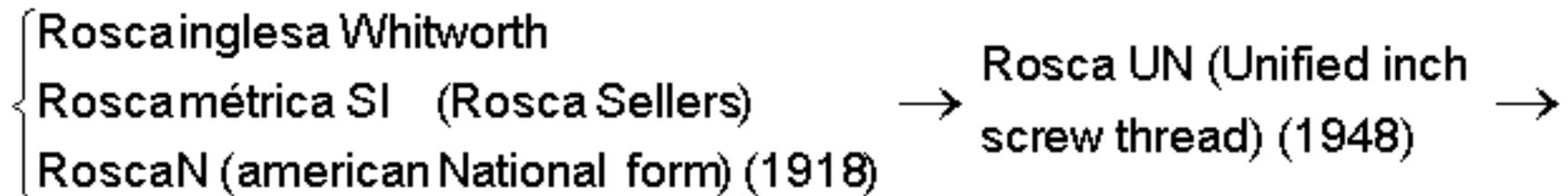
- Roscas de Perfil Triangular
 - Rosca SI

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.**



Ligações com Peças Roscadas

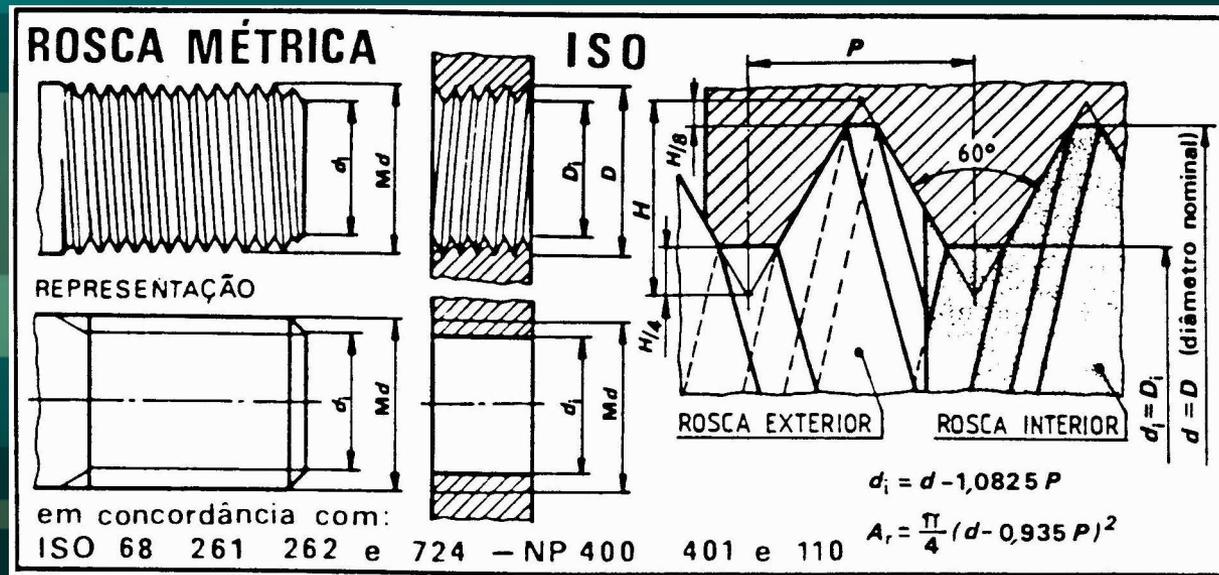
- Roscas de Perfil Triangular
 - Em 1944 iniciou-se um processo de unificação:



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 $\alpha = 60^\circ$.



Em desenho, o diâmetro interior pode ser considerado como: $d_i = d - P$ ou $d_i \approx 0,8 d$.

A execução do furo liso prévio no qual se vai abrir uma rosca deve ser feita com uma broca de diâmetro $d_i = d - P$.

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
1,2	1,1		0,25											0,2
	1,4		0,25 0,3											0,2 0,2
1,6	1,8		0,35											0,2
			0,35 0,4										0,25	0,2
2,5	2,2		0,45										0,25	
			0,45 0,5									0,35 0,35		
4	3,5		0,6											
	4,5		0,7 0,75								0,5 0,5			
5		5,5	0,8											
6			1								0,5 0,5			
8		7	1							0,75				
		9	1,25						1	0,75				
10		11	1,25						1	0,75				
12			1,5							1	0,75			
			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
16	14	15	2			1,5	1,25*	1					
			2			1,5		1					
20	18	17	2,5		2	1,5		1					
			2,5		2	1,5	1						
24	22	25	2,5		2	1,5		1					
			3		2	1,5	1						
	27	26	3			1,5							
						1,5		1					
30	33	32	3,5	(3)	2	1,5		1					
			3,5	(3)	2	1,5							
36	39	35 **	4	3	2	1,5							
		38				1,5							
				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
42	45	40	4,5			4	3	2	1,5
			4,5			4	3	2	1,5
48	52	50	5			4	3	2	1,5
			5			4	3	2	1,5
56	60	55	5,5			4	3	2	1,5
		58				4	3	2	1,5
			5,5			4	3	2	1,5
64	68	62	6			4	3	2	1,5
						4	3	2	1,5
72	76	65				4	3	2	1,5
		70			6	4	3	2	1,5
					6	4	3	2	1,5
80	85	75				4	3	2	1,5
		78			6	4	3	2	1,5
90	95	82						2	
								2	
						6	4	3	2
						6	4	3	
						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
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		
		235			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	245		8	6	4	3		
250		255		8	6	4	3		
	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 métrica ISO (características)

Md d = D	Passo (grosso)			1º Passo fino			2º Passo extra-fino			Passo fino		
	P	d1	As	P1	d11	As1	P2	d12	As2	P3	d13	As3
1	0,25	0,729	0,46							0,2	0,784	0,52
1,1	0,25	0,829	0,59							0,2	0,884	0,65
1,2	0,25	0,929	0,73							0,2	0,984	0,81
1,4	0,3	1,075	0,98							0,2	1,184	1,16
1,6	0,35	1,221	1,27							0,2	1,384	1,57
1,8	0,35	1,421	1,70							0,2	1,584	2,04
2	0,4	1,567	2,08							0,25	1,729	2,45
2,2	0,45	1,713	2,49							0,25	1,929	3,04
2,5	0,45	2,013	3,40							0,35	2,121	3,71
3	0,5	2,459	5,04							0,35	2,621	5,61
3,5	0,6	2,851	6,78							0,35	3,121	7,91
4	0,7	3,242	8,79							0,5	3,459	9,80
4,5	0,75	3,688	11,3							0,5	3,959	12,8
5	0,8	4,134	14,2							0,5	4,459	16,1
6	1	4,918	20,1							0,75	5,188	22,1
7	1	5,918	28,9							0,75	6,188	31,2
8	1,25	6,647	36,7	1	6,918	39,2				0,75	7,188	41,8
9	1,25	7,647	48,2				0,75	8,188	54,1	1	7,918	51,1
10	1,5	8,376	58,1	1,25	8,647	61,3	0,75	9,188	67,9	1	8,918	64,5
11	1,5	9,376	72,3				0,75	10,188	83,3	1	9,918	79,6
12	1,75	10,106	84,4	1,25	10,647	92,1	1	10,918	96,2	1,5	10,376	88,2
14	2	11,835	115,6	1,5	12,376	125	1	12,918	134	1,25	12,647	129
15							1	13,918	155	1,5	13,376	145
16	2	13,835	157	1,5	14,376	167	1	14,918	178			
17							1	15,918	203	1,5	15,376	191
18	2,5	15,294	193	1,5	16,376	216	1	16,918	229	2	15,835	204
20	2,5	17,294	245	1,5	18,376	272	1	18,918	285	2	17,835	258
22	2,5	19,294	304	1,5	20,376	333	1	20,918	349	2	19,835	318
24	3	20,753	353	2	21,835	385	1,5	22,376	401	1	22,918	418
25				2	22,835	420	1,5	23,376	437	1	23,918	455

Ligações com Peças Roscadas

- Roscas de Perfil Triangular
 - Rosca métrica ISO (características)

Md	Passo (grosso)			1º Passo fino			2º Passo extra-fino			Passo fino		
	d = D	P	d1	As	P1	d11	As1	P2	d12	As2	P3	d13
27	3	23,753	460	2	24,835	496	1,5	25,376	515	1	25,918	534
28				2	25,835	536	1,5	26,376	556	1	26,918	575
30	3,5	26,211	561	2	27,835	621	1,5	28,376	642	1	28,918	663
32							1,5	30,376	735	2	29,835	713
33	3,5	29,211	694	2	30,835	761	1,5	31,376	784			
35							1,5	33,376	887			
36	4	31,670	817	3	32,753	865	1,5	34,376	940	2	33,835	915
39	4	34,670	976	3	35,753	1029	1,5	37,376	1110	2	36,835	1083
40				3	36,753	1087	1,5	38,376	1170	2	37,835	1142
42	4,5	37,129	1122	3	38,753	1207	1,5	40,376	1294	2	39,835	1265
45	4,5	40,129	1307	3	41,753	1398	1,5	43,376	1493	2	42,835	1461
48	5	42,588	1474	3	44,753	1604	1,5	46,376	1705	2	45,835	1671
50				3	46,753	1749	1,5	48,376	1855	2	47,835	1819
52	5	46,588	1759	3	48,753	1901	2	49,835	1974	1,5	50,376	2011
55				3	51,753	2140	2	52,835	2217	1,5	53,376	2258
56	5,5	50,046	2031	4	51,670	2145	2	53,835	2301	3	52,753	2222
60	5,5	54,046	2364	4	55,670	2486	2	57,835	2654	3	56,753	2569
62				4	57,670	2666	2	59,835	2840	3	58,753	2752
64	6	57,505	2678	4	59,670	2852	2	61,835	3032	3	60,753	2941
65				4	60,670	2947	2	62,835	3130	3	61,753	3038
68	6	61,505	3057	4	63,670	3243	2	65,835	3435	3	64,753	3338
70				6	63,505	3256	2	67,835	3646	4	65,670	3448
72				6	65,505	3462	2	69,835	3863	4	67,670	3660
75							2	72,835	4200			
76				6	69,505	3891	2	73,835	4316	4	71,870	4101
...
300				6	293,505	68067	4	295,67	68934			

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.

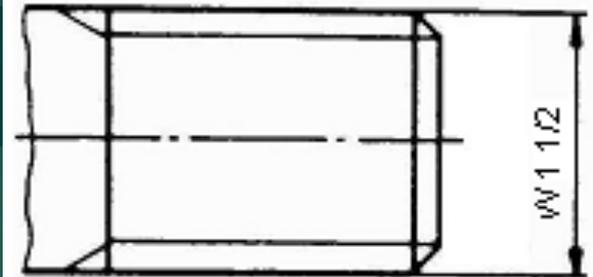
Diâmetro nominal em polegadas, e/ou em frações de polegada, antecedido da letra **W**.

Passo em “número de fios por polegada”, o que corresponde a um passo $P = 25,4 / n^\circ$ de fios [mm].

Ângulo do perfil $\alpha = 55^\circ$.

A rosca inglesa continua a ter uma grande aplicação na ligação de tubos roscáveis para canalizações, sendo designada por “Rosca Gás”.

REPRESENTAÇÃO



$$d_i = d - 1,2807 P$$

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

Rosca Whitworth

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**



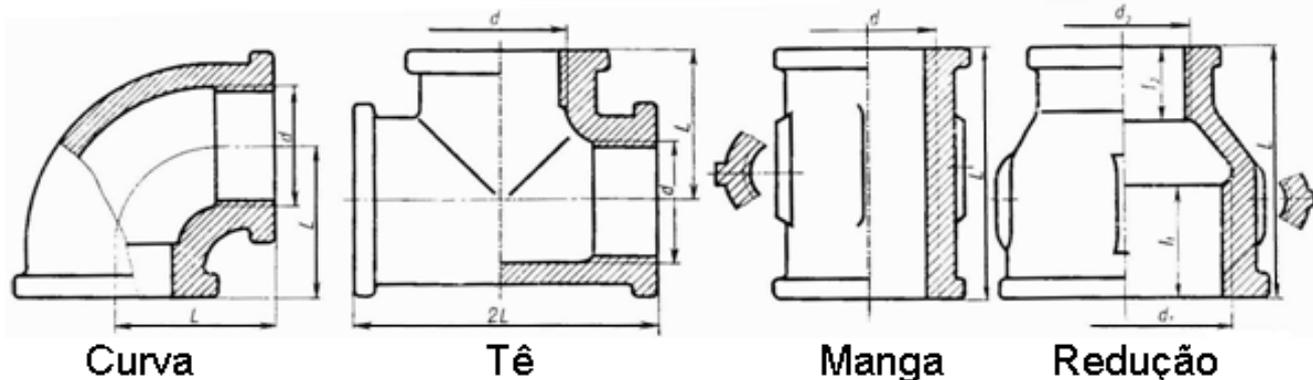
Roscas para tubos (G ou R)

Designação tradicional do tubo	Diâmetros		Passo (P)		Comprimento da rosca b mm
	nominal DN mm	da rosca exterior D mm	Nº de fios	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

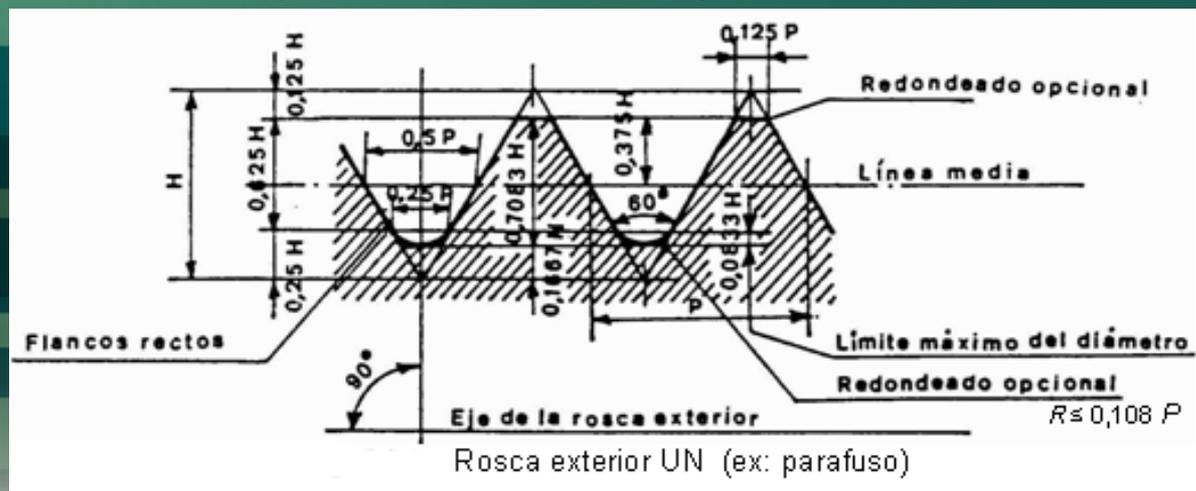
Diâmetro nominal DN (mm)	Rosca para tubos		Curvas	Tês	Mangas rectas largas		Diâmetro nominal DN (mm)	Mangas de redução			
	d		Comprimento L mm	Compr. L mm	Nº de nervuras	Rosca p/ tubos		Compr. L mm	Nº de nervuras		
	Poleg.	mm				d_1				d_2	
8	1/4"	13,158	21	21	27	2	25 x 15	1"	1/2"	45	4
10	3/8"	16,663	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.

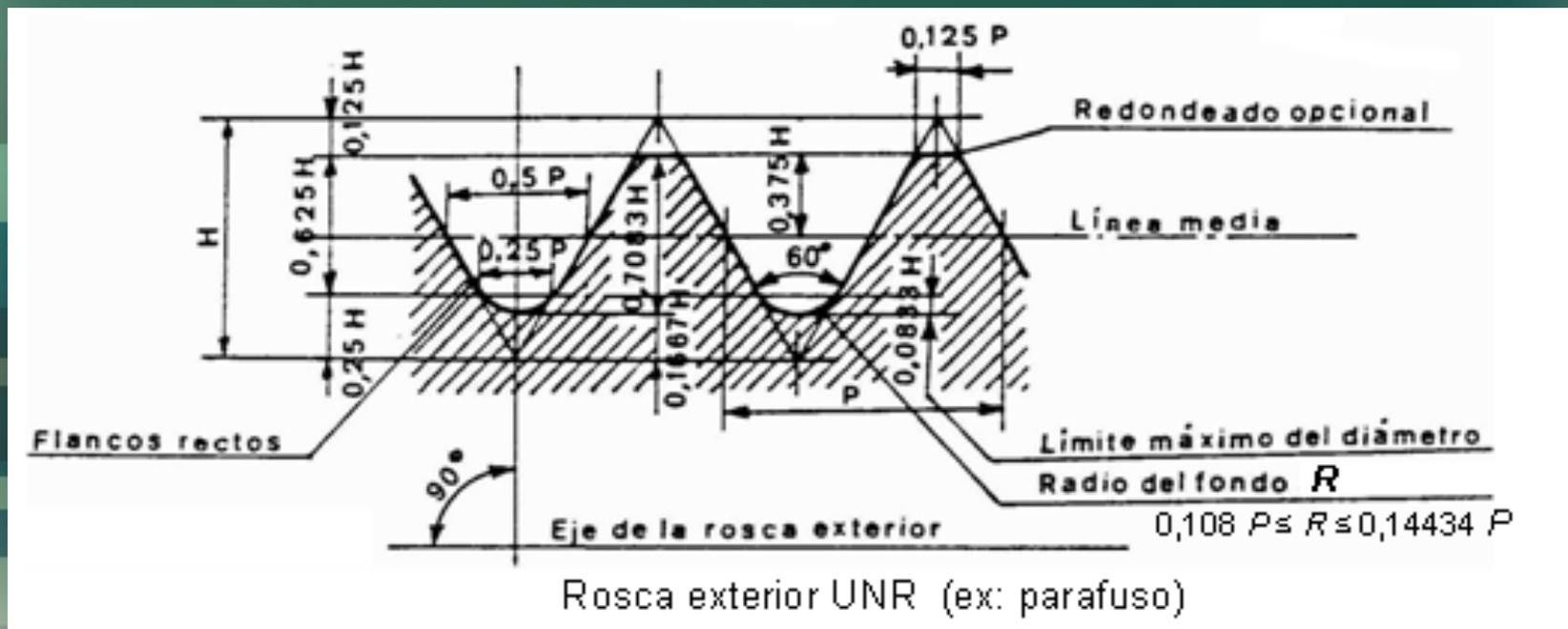
Rosca exterior UN – Rosca com um fundo plano mas, para evitar o desgaste das cristas das ferramentas de roscar, é opcional um fundo arredondado disposto abaixo do comprimento $0,25 P$ do perfil de base.



Ligações com Peças Roscadas

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

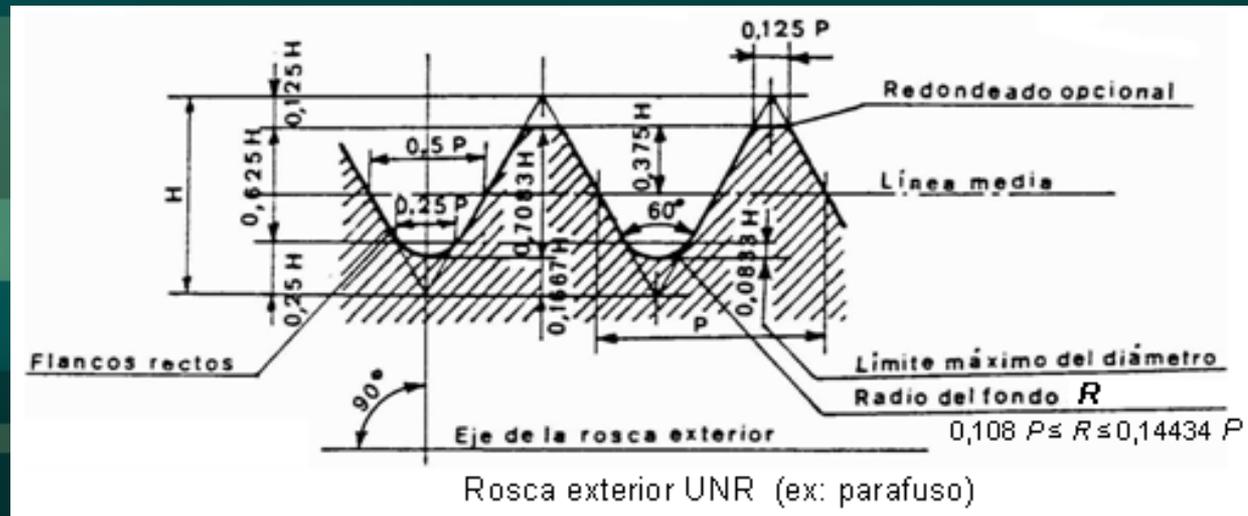
Rosca exterior UNR – Rosca com um fundo curvo contínuo, com raio de curvatura $R \geq 0,108 P$, sem inversão de tangentes nos flancos do filete de intersecção do diâmetro interior do perfil de base.



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 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									
			UNC	UNF	UNEF	4 UN	6 UN	8 UN	12 UN	16 UN	20 UN	28 UN	32 UN		
0	1	0,0600	–	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
		0,0730	64	72	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
2	3	0,0860	56	64	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
		0,0990	48	56	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3
4		0,1120	40	48	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4
5		0,1250	40	44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
6		0,1380	32	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6
8		0,1640	32	36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8
10		0,1900	24	32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10
	12	0,2160	24	28	32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12
											UNF	UNEF			
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	3/8	
7/16		0,4375	14	20	28	–	–	–	–	–	16	UNF	UNEF	7/16	
1/2		0,5000	13	20	28	–	–	–	–	–	16	UNF	UNEF	1/2	
9/16		0,5625	12	18	24	–	–	–	–	–	UNC	16	20	9/16	
5/8		0,6250	11	18	24	–	–	–	–	–	12	16	20	5/8	
	11/16	0,6875	–	–	24	–	–	–	–	–	12	16	20	11/16	
3/4		0,7500	10	16	20	–	–	–	–	–	12	UNF	UNEF	3/4	
	13/16	0,8125	–	–	20	–	–	–	–	–	12	16	UNEF	13/16	
7/8		0,8750	9	14	20	–	–	–	–	–	12	16	UNEF	7/8	
	15/16	0,9375	–	–	20	–	–	–	–	–	12	16	UNEF	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	–	–	8	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 1/2" de diâmetro
W 1 1/4 – 9	rosca fina (BSF) de 1 1/4" de diâmetro e passo de 9 fios por polegada
G 1/2 A	rosca exterior cilíndrica para tubos, não estanque, de 1/2" de diâmetro e grau de tolerância A
R 1/2	rosca exterior cônica para tubos, estanque, de 1/2" de diâmetro
Rp 1/2	rosca interior cilíndrica para tubos, estanque, de 1/2" de diâmetro
Rc 1/2	rosca interior cônica para tubos, estanque, de 1/2" de diâmetro (excepcional)

Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
 - Designações normalizadas:

Exemplos:

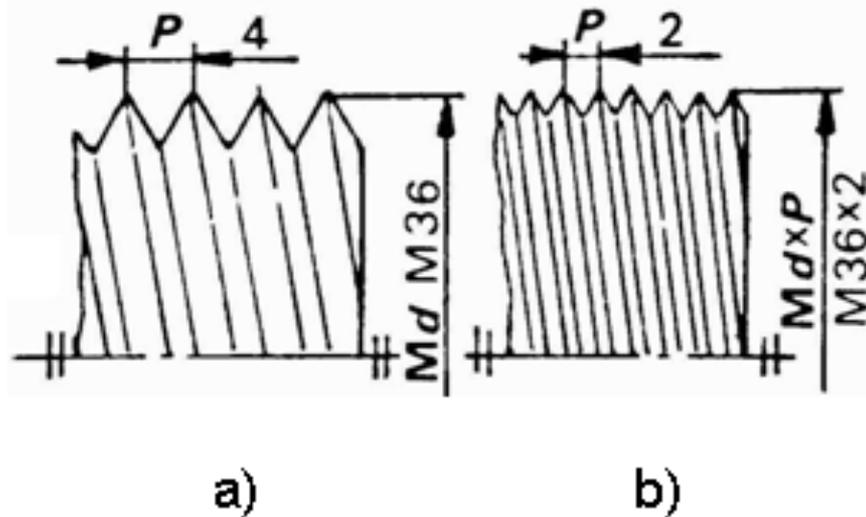
Roscas americanas de perfil unificado

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:

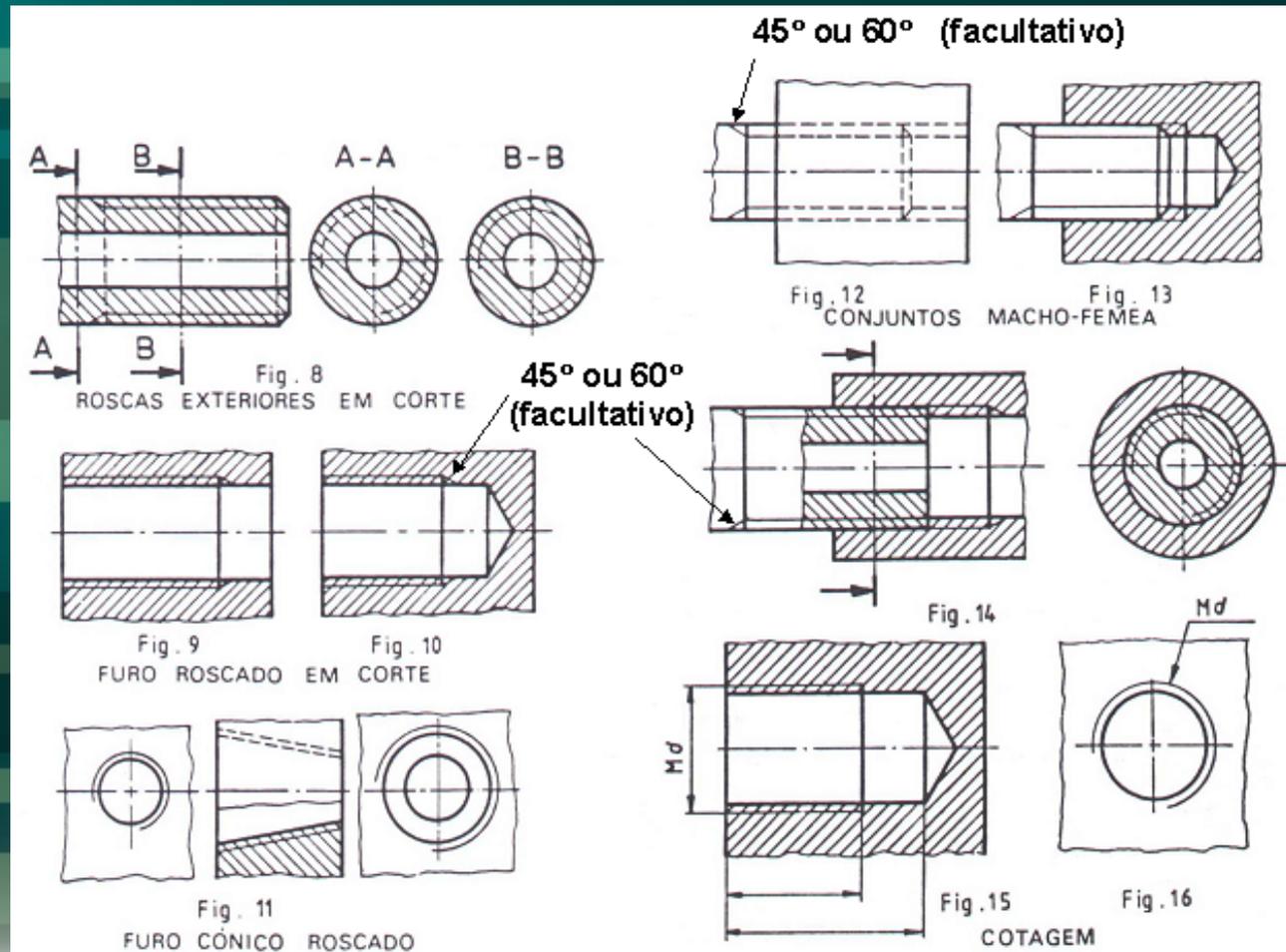


Designação de roscas: a) De passo grosso; b) De passo fino

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.

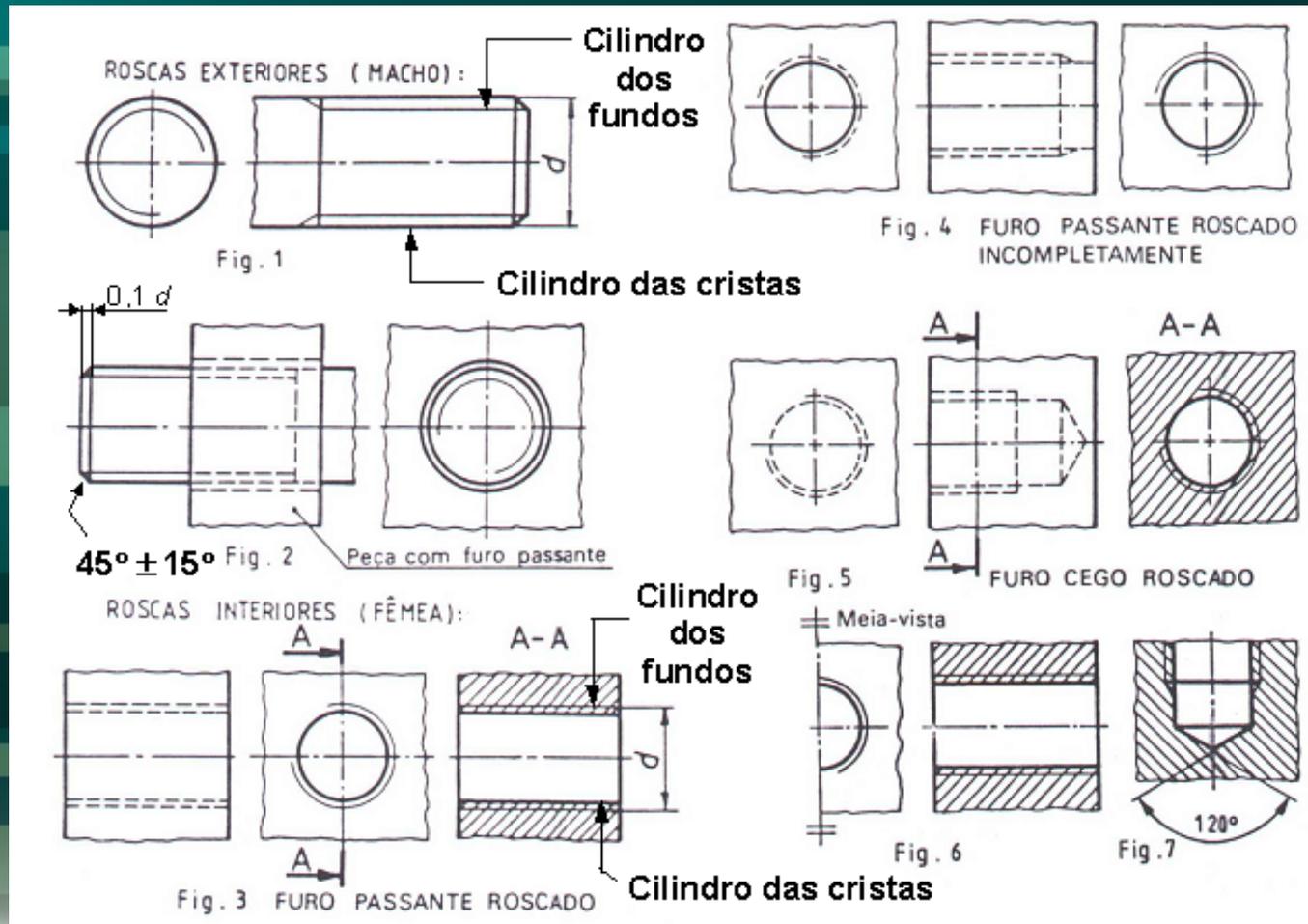
Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
 - Em desenho:



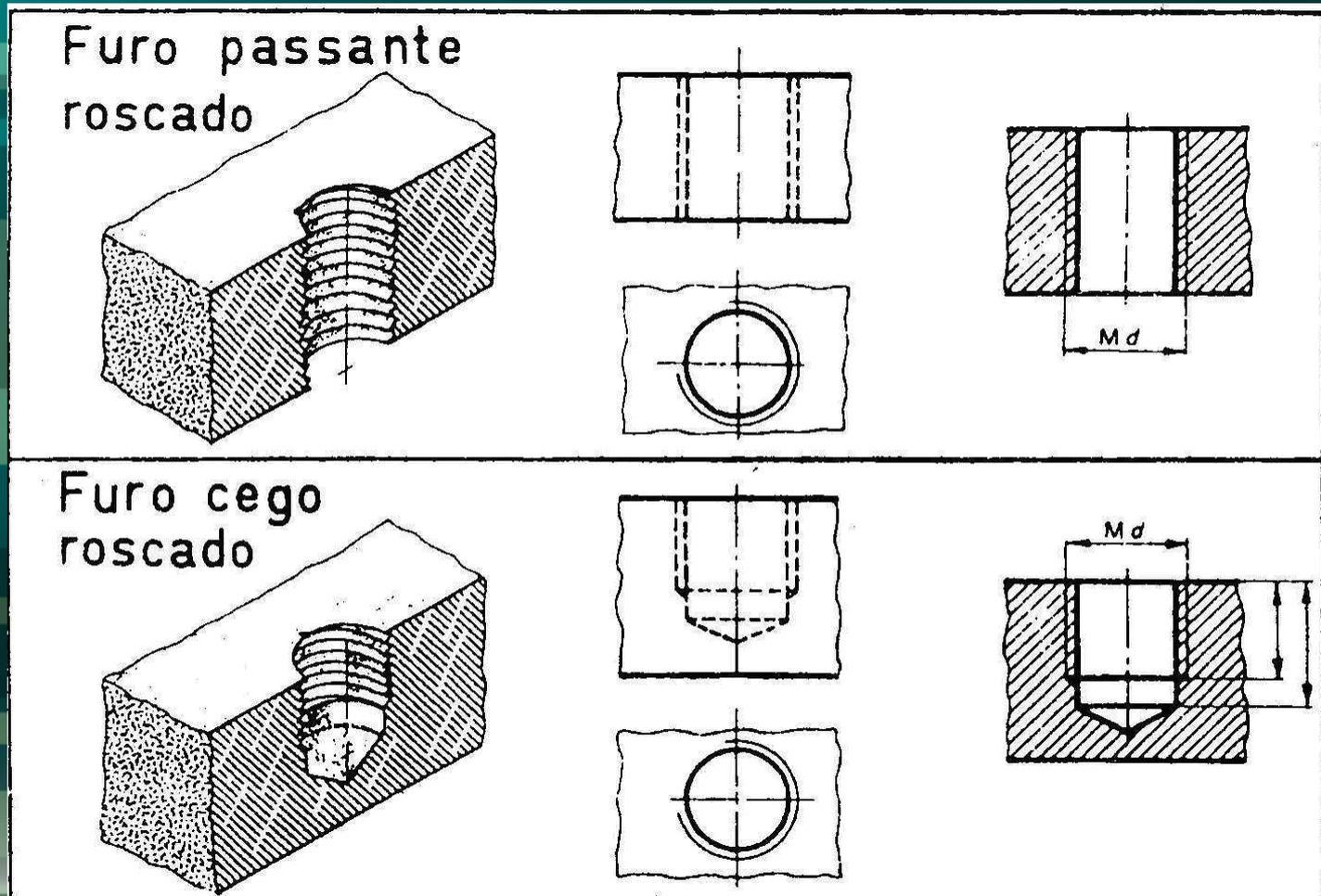
Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
 - Em desenho:



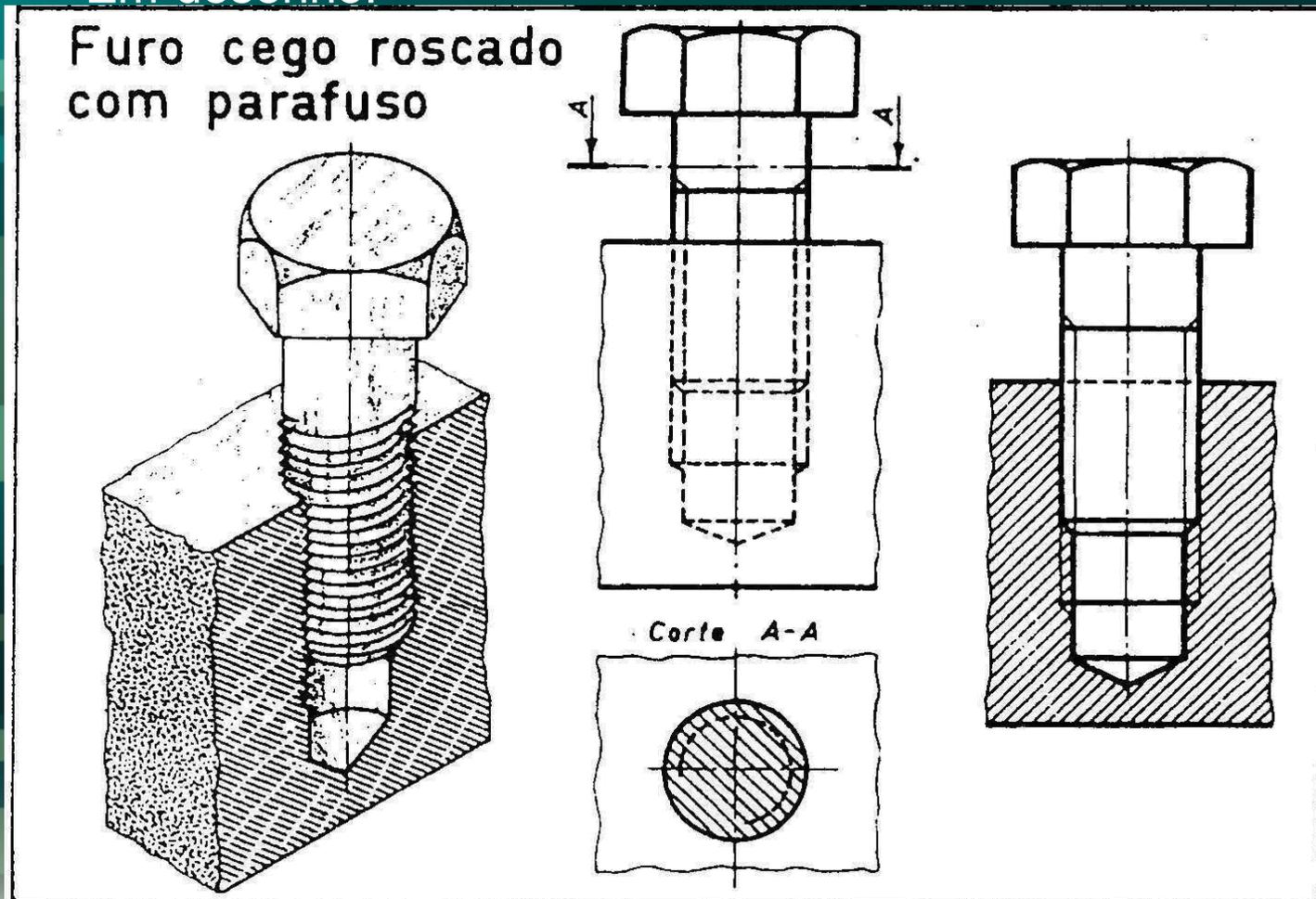
Ligações com Peças Roscadas

- Representação de roscas
 - Em desenho:



Ligações com Peças Roscadas

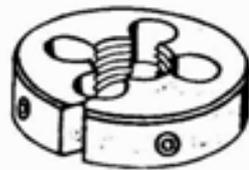
- Representação de roscas
 - Em desenho:



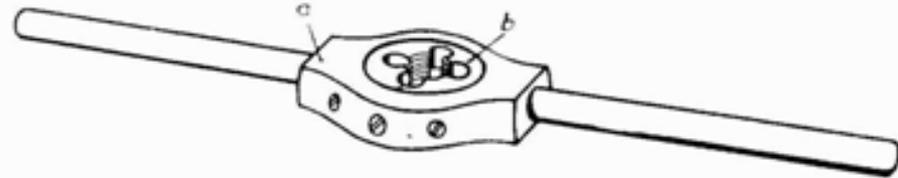
Ligações com Peças Roscadas

- Produção de rosca exterior:

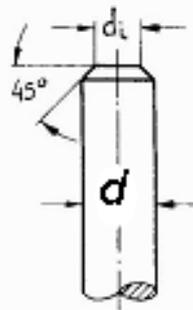
Execução manual:



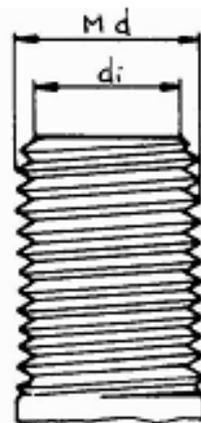
Caçonete



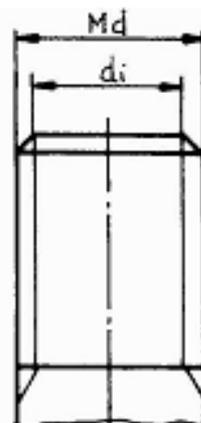
Tarraxa



Corpo liso

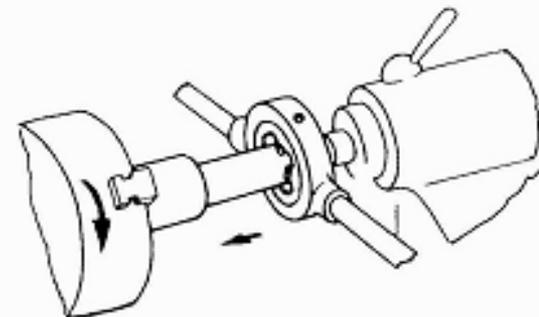


Real



Em desenho

Corte

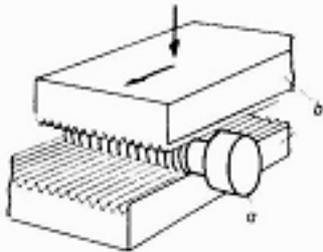


Execução à máquina
(torno + tarraxa)

Ligações com Peças Roscadas

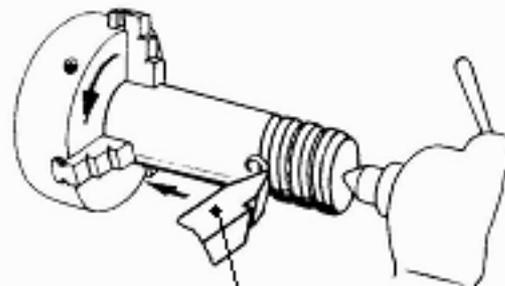
- Produção de rosca exterior:

Laminagem



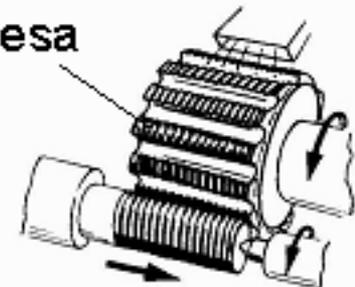
Execução

Corte



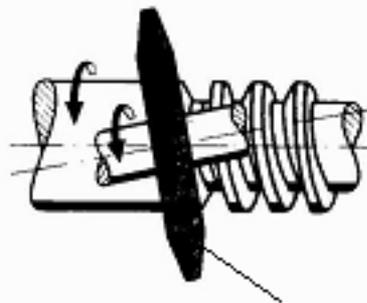
Buril

Fresa

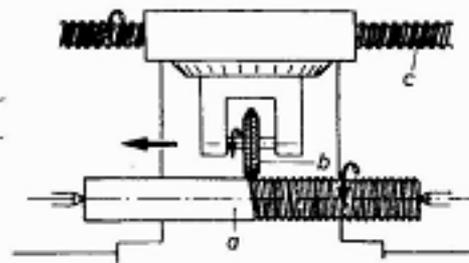


Fresagem de roscas curtas

Fresagem de roscas longas

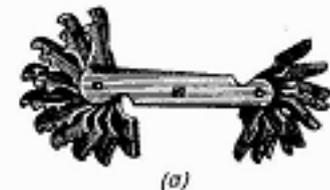


Fresa



Verificação do passo do perfil

Conta-fios



(a)



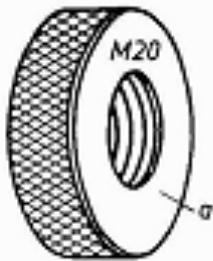
(b)

(c)

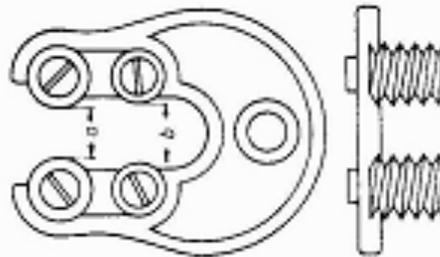
Ligações com Peças Roscadas

- Produção de rosca exterior:

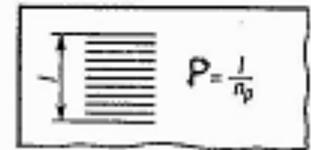
Verificação de tolerâncias das roscas



Calibre de anel normal para roscas



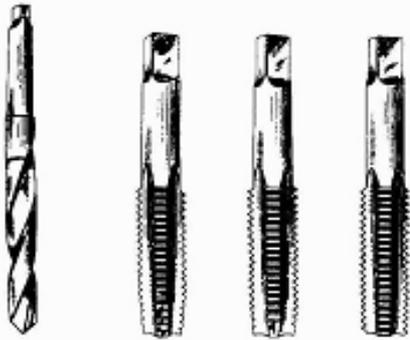
Calibre-maxila para roscas



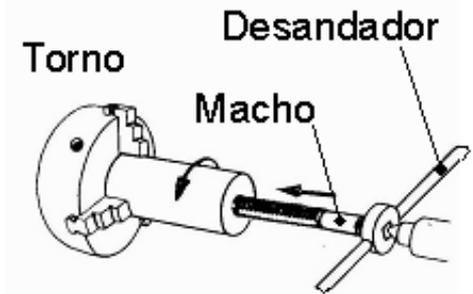
Ligações com Peças Roscadas

- Produção de rosca interior:

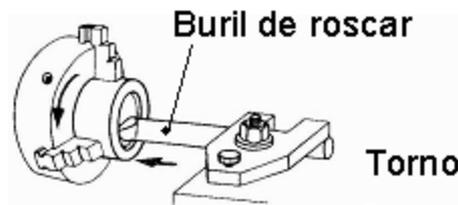
Broca Machos de rosca



Execução manual

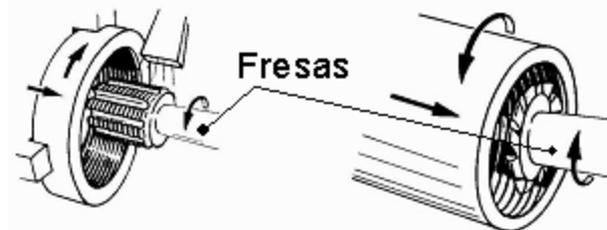


Execução à máquina



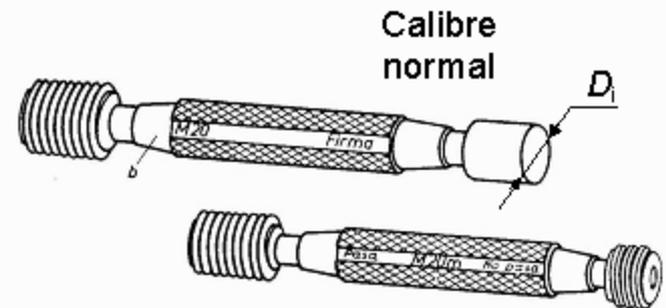
Roscas de passo curto

Roscas de passo longo



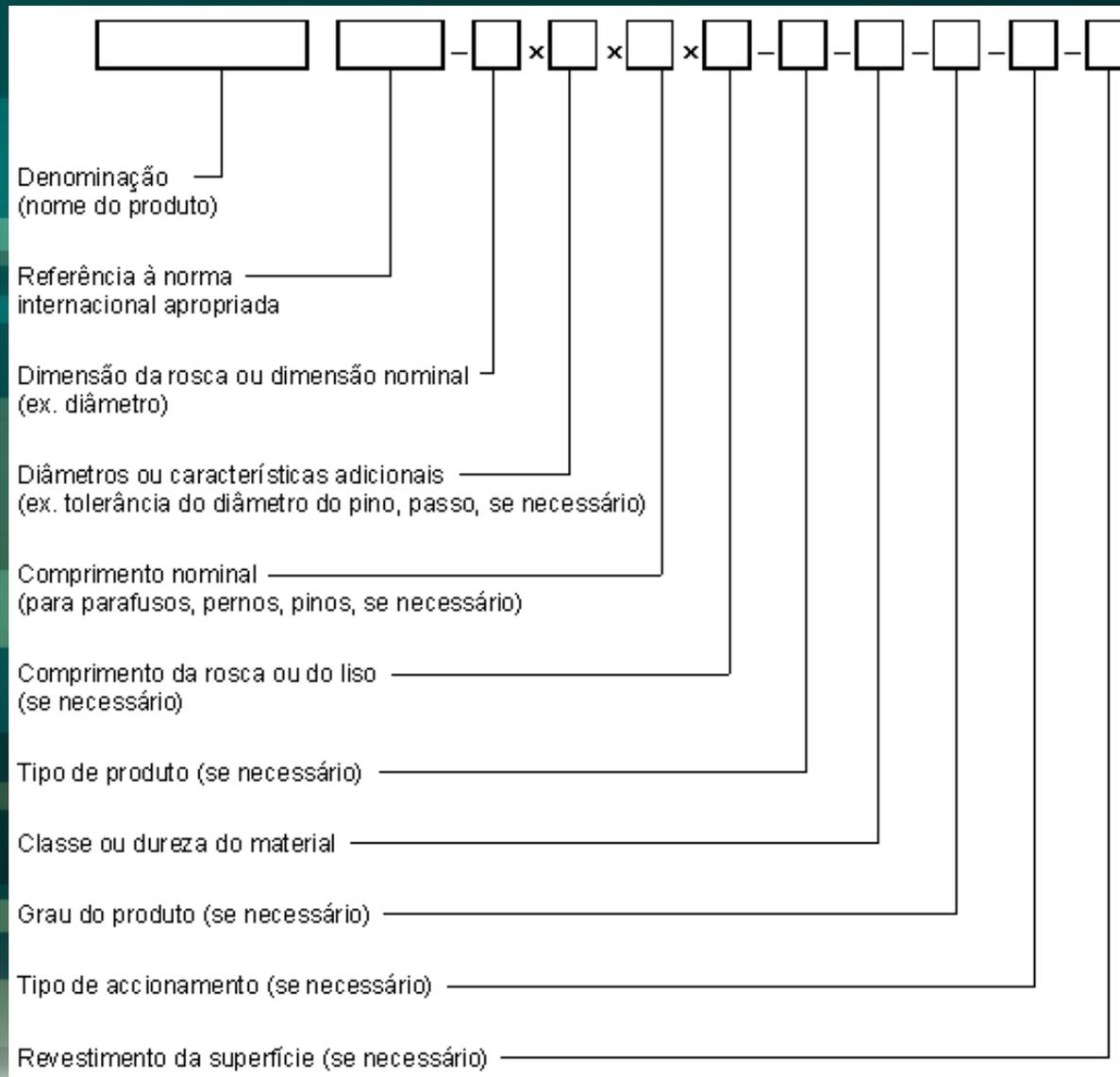
Fresagem de roscas

Verificação de tolerâncias das roscas



Calibre tampão

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/ $R_m = 800$ MPa e $Re = 640$ MPa)

Parafuso H ISO 8676 - M12 x 1,5 x 100 - 10.9

Parafuso de cabeça hexagonal (H)

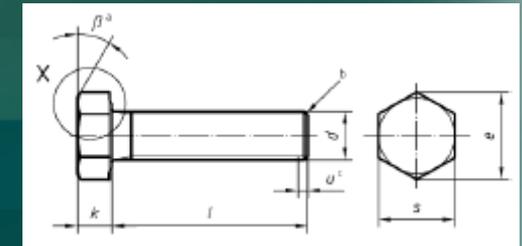
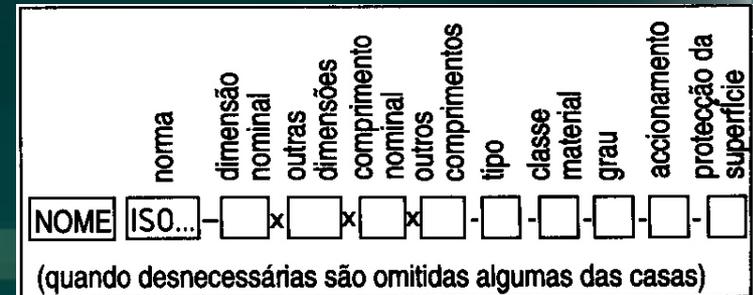
Norma ISO 8676 (c/ corpo totalmente roscado)

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/ $R_m = 1000$ 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/ $R_m = 800$ MPa e $R_e = 640$ MPa)

Revestimento eletrolítico, segundo ISO 4042, símbolo A2P [zincado, espessura mínima de revestimento de $5 \mu\text{m}$, acabamento opcional e passivação por tratamento com cromato, de cor típica B, C ou D (proteção por oxidação)]

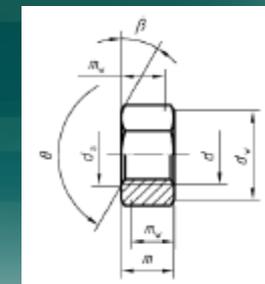
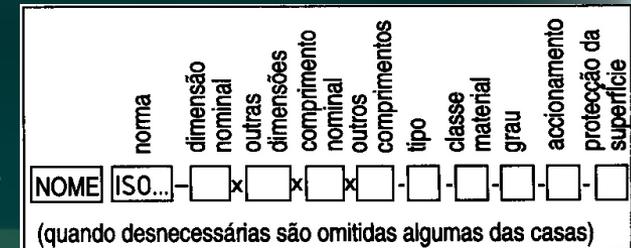
Porca H ISO 4032 - M12 - 8

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/ $R_m = 800$ 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 $d = 6 \text{ mm}$

Classe de tolerância m6

Comprimento nominal $l = 30 \text{ mm}$

Material: St (aço c/ dureza de 125 HV30 a 245 HV30)

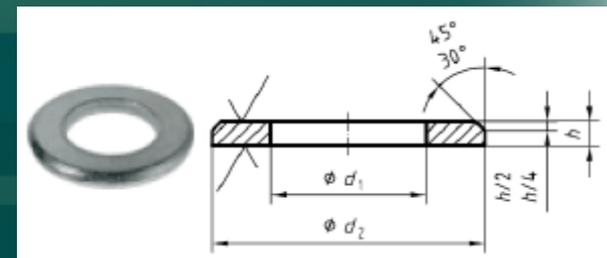
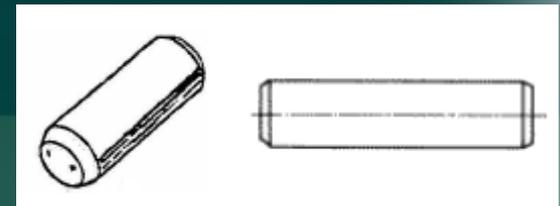
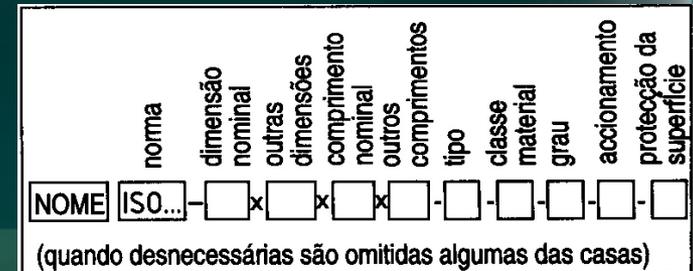
Anilha ISO 7090 - 8 - 140 HV

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 exato e o grau C é o menos exato (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:

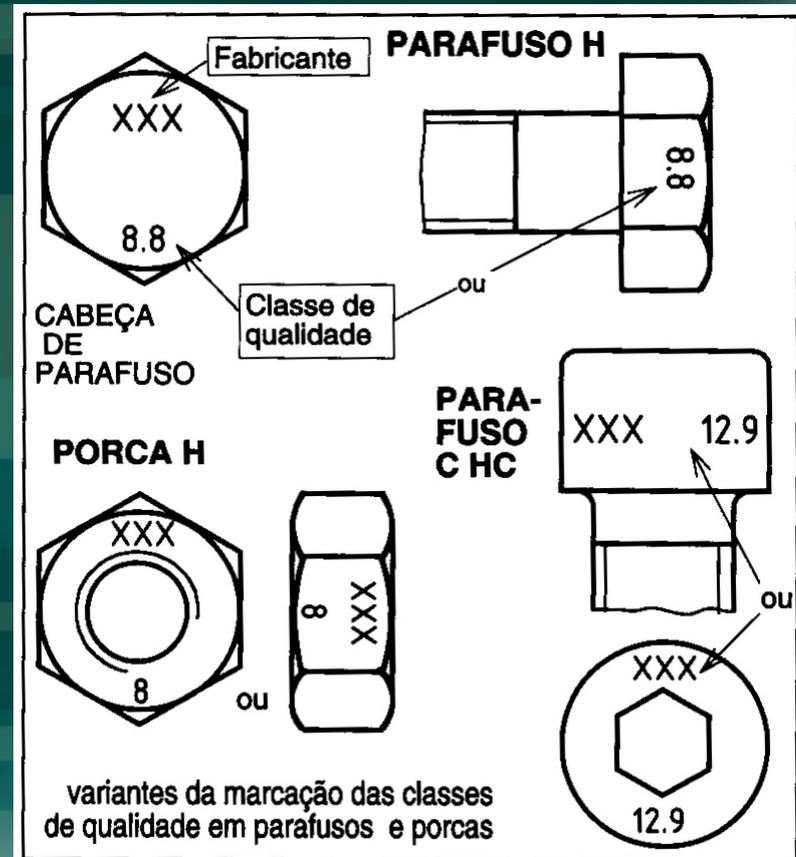


Pos. Item No. Ref. № поз.		Stück Quantity Pieces Кол. в шт.	Gezeichnet and Abmessung Description and size Description et dimensions Дескрипция и размер	DIN/Zeichnung DIN/Drawing DIN/Чертеж	Werkstoff Material Материал	entsprechend according to selon DIN Согл. DIN	Kenn. Mark Index Усл. обознач.	Schmelze Charge No. Плавка №		
1		100	M 30 x 100 Mu.	28030 4.6-2 R St 36						
Prüfungbedingungen: DIN ISO 898 Teil 1										
Ergebnis der Prüfungen: Results of tests: Résultats d'essais: Результат испытаний					Anforderungen: Requirements: Exigences: Требования					
Pos. Item No. Ref. № поз.	Probe No. Test No. de l'échantillon № пробы	Probestück Test piece Pièce d'essai Стержень образцы	Streckgrenze Yield strength Limite d'élongement Предел текучести по образцу	Zugfestigkeit Tensile strength Résistance à la traction Предел прочности по растяжению	Dehnung Elongation Lo = 50 Allongement Удлинение	Querschnitt Reduct of area Red. de section	Kerbschlagigkeit Impact test Résilience	HB F 30		
1	1	30x100	293	455	24,5		64 62 67	131 137		
Stahlwerkstoffanalysen in % Analyses of steelwork: Analyses de l'acier: Анализ сталей заводского производства					Erzeugungsmethode: Method of manufacture: Mode de fusion: Тип плавки					
Pos. Item No. Ref. № поз.	Schmelze Charge No. Плавка №	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.										

Peças Roscadas: Classe de Material

classes	dureza HV	aços ao carbono	aplicações
3.6	95	baixo C ≤ 0,2%	para elementos de baixa resistência
4.6	120	médio C < 0,55%	
4.8	130		
5.6	155	para elementos de média resistência	
5.8	160		
6.8	190		
8.8	230	C 0,25 a 0,55% c/ têmp+revenid.	
classes	dureza HV	aços ligados com tratam. 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 $R_{m,nom}$:
 $R_m = (1^\circ \text{ valor}) \times 100$ (MPa = N/mm²)

limite nominal de elasticidade

$R_{p0,2} = (2^\circ \text{ valor}/10) \times R_m$ (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:

$$R_m = 6 \times 100 = 600 \text{ MPa}$$

$$R_{p0,2} = 0,8 \times 600 = 480 \text{ MPa}$$

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 $R_m = 600 \text{ MPa}$.

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 $\geq 220 \text{ HV}$.

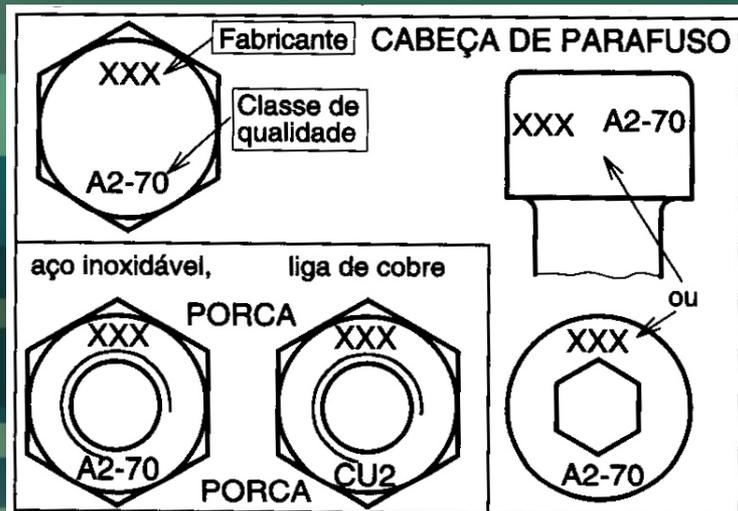
classes	dureza HV min.	materials
14 H	140	St - aço ao carbono
22 H	220	aço ao carb. c/ têmpera + revenido
33 H	330	aço ao carb. c/ têmpera + revenido
45 H	450	aço ligado c/ têmpera + revenido

Classes - durezas

Peças Roscadas: Classe de Material

CLASSE	R_m MPa	$R_{p0,2}$ 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	$R_{p0,2}$ MPa	Md	composição
CU1	≥ 240	≥ 160	≤ 39	Cu-ETP
CU2	370 440	250 340	≤ 6 >6; ≤ 39	Cu Zn 37
CU3	370 440	250 340	≤ 6 >6; ≤ 39	Cu Zn39 Pb3
CU4	400 470	200 340	≤ 12 >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	270 250	230 180	≤ 10 >10; ≤ 20	Al Mg3
AL2	310 280	205 200	≤ 14 >14; ≤ 36	Al Mg5
AL3	320 310	250 260	≤ 6 >6; ≤ 39	Al Si Mg Mn
AL4	420 380	290 260	≤ 10 >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

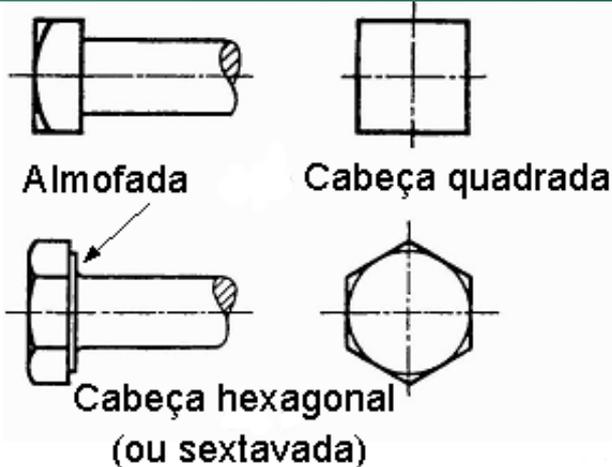
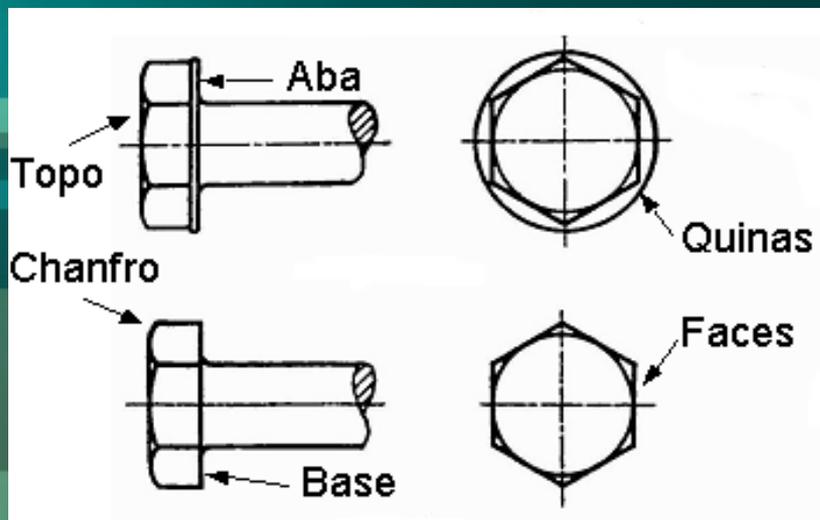
Designação do revestimento electrolítico (EN ISO 4042)	pode ser Cr Ni ...	são usuais 3 5 8 10 12 16 20 μ m
metal de suporte		
metal do revestimento		
espessura mínima do depósito (em μ m)		

Revestimento electrolítico

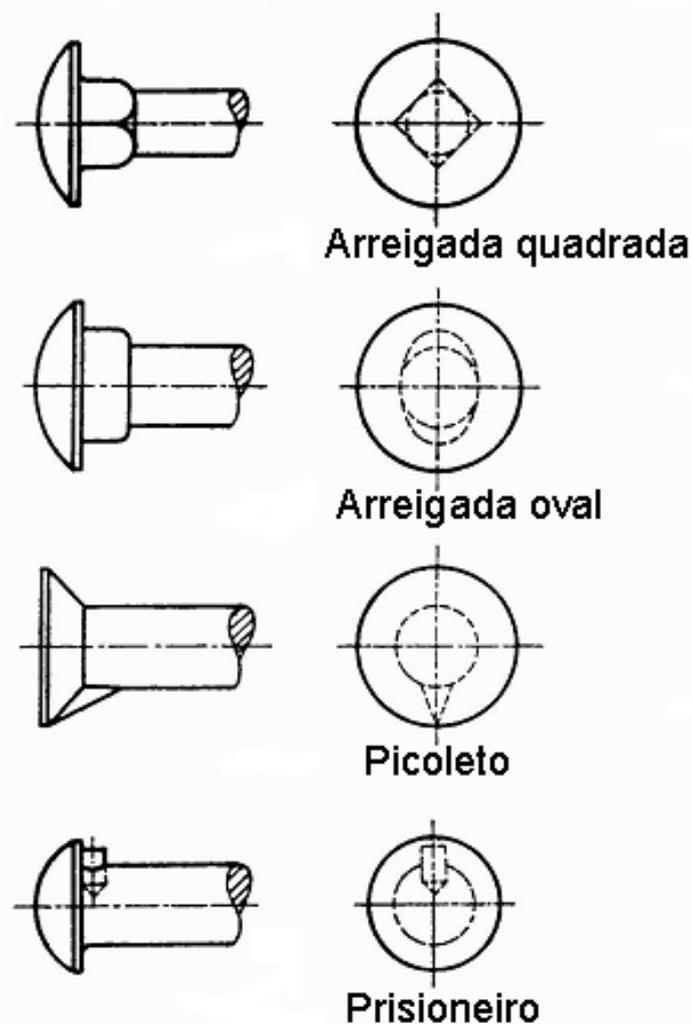
Parafusos



- Nomenclatura:

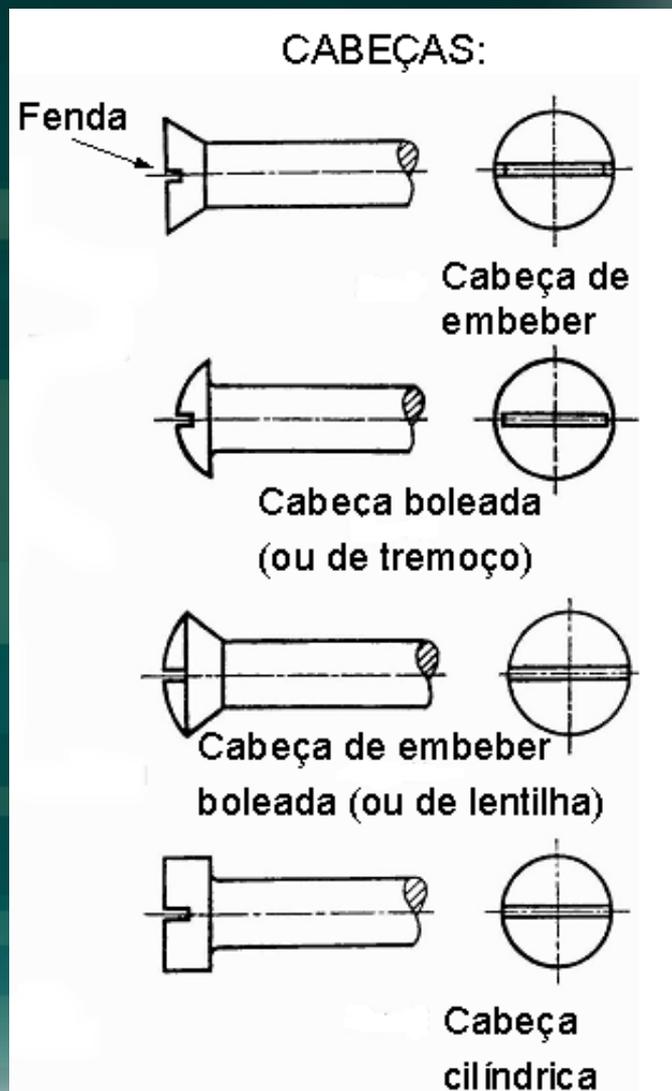
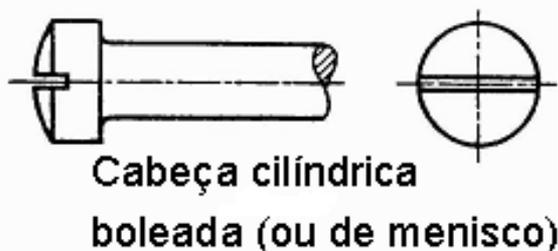


DISPOSITIVOS P/ IMPEDIR A ROTAÇÃO DO PARAFUSO



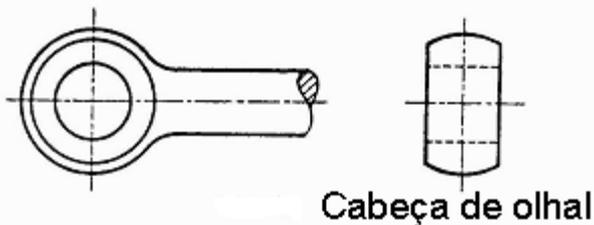
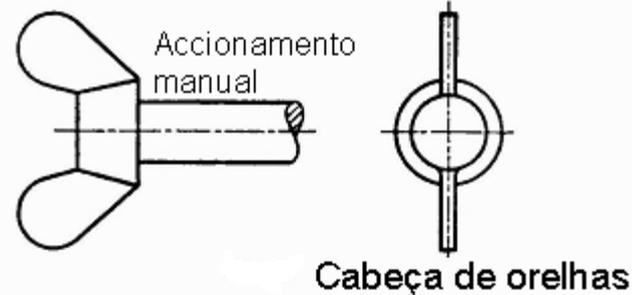
Parafusos

- Nomenclatura:

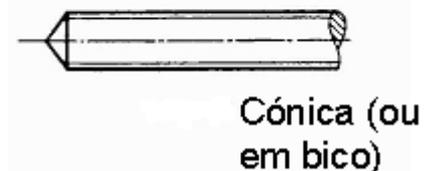
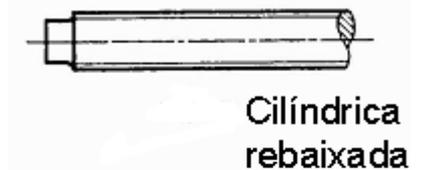
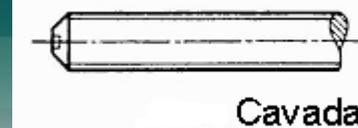
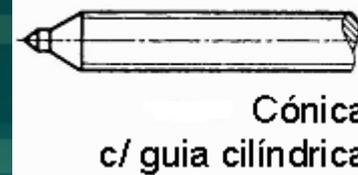
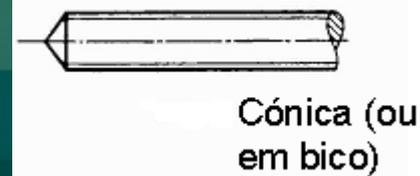
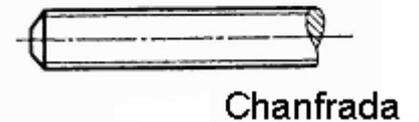
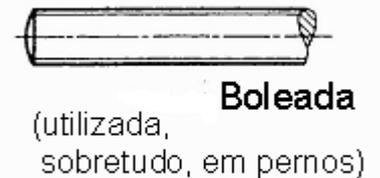


Parafusos

- Nomenclatura:



PONTAS:

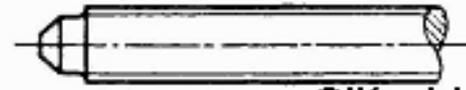


Parafusos

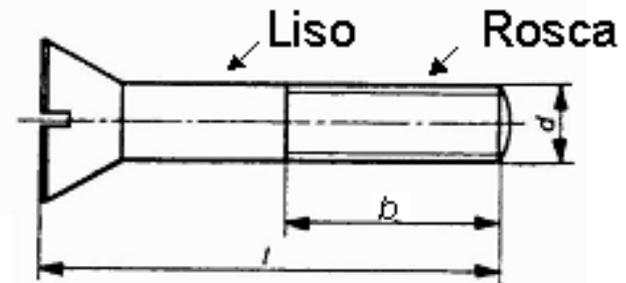
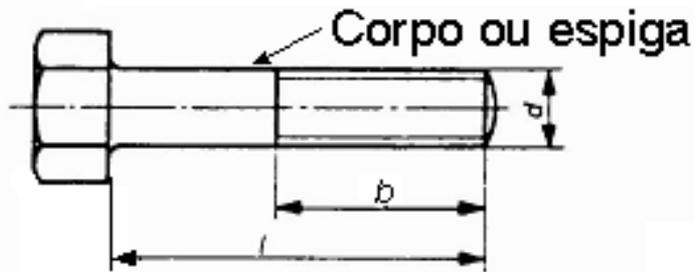
- Nomenclatura:



Ponta plana (ou direita)

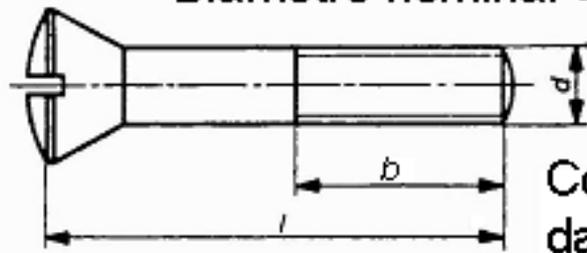


Cilíndrica
tronco-cônica

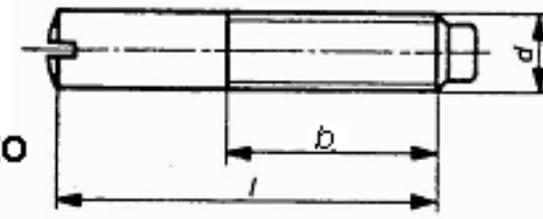


Diâmetro nominal d

comprimento do parafuso l



Comprimento
da rosca b

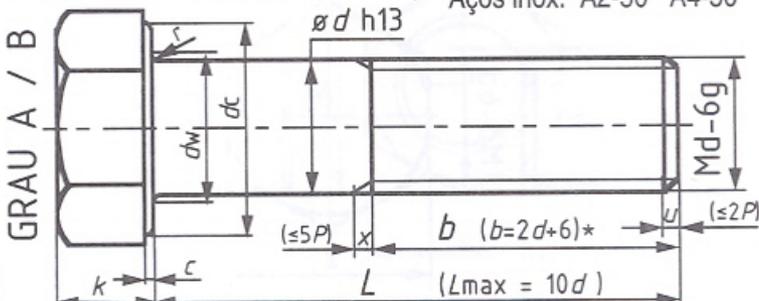


Parafusos

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

ISO 4014 - Grau A
Parafuso com liso

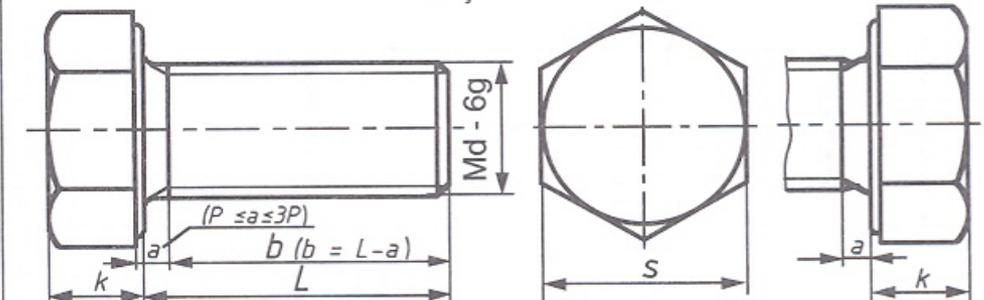
Classe de material:
Aços: 5.6 8.8 9.8 10.9
Aços inox. A2-50 A4-50



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

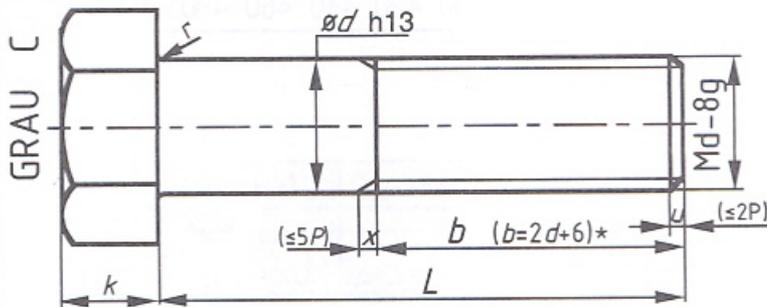


Ex.: Parafuso de cabeça hexagonal ISO 4017 - M10x25 - 8.8

Outra forma possível

ISO 4016 - Grau C
Parafuso com liso

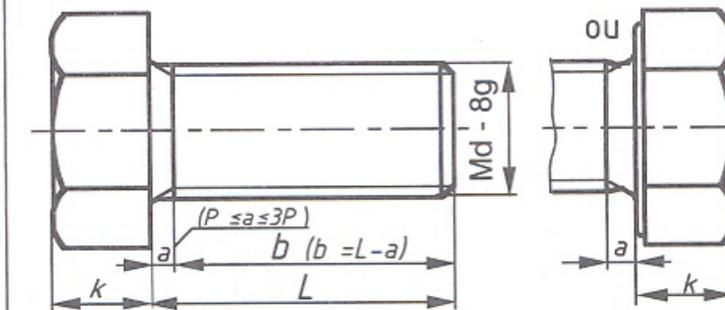
Classe material:
Aços: 3.6 4.6 4.8



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 $d \leq 24$
Grau B quando $d > 24$
ou $L > 10d$

OBSERVAÇÕES:
* - Comprimento b da rosca:
 $b = 2d + 6$ para $l \leq 125$
 $b = 2d + 12$ para $125 > l \leq 200$
 $b = 2d + 25$ 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 NOM.	PASS	CABEÇA HEXAGONAL						GRAU A / GRAU B				GRAU C				GRAU B	
		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		L		L		L		L	
								min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	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	$b = 2d + 6$	
33	3,5	50	21	0,8	46,55	1	36,4	130	320	65	200	130	320	65	360	$(L \leq 125)$	
36	4	55	22,5	0,8	51,11	1	39,4	140	360	70	200	140	360	70	360		
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

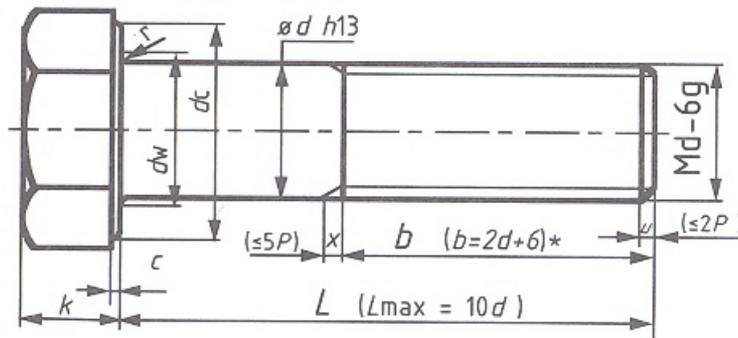
PARAFUSOS DE CABEÇA HEXAGONAL PARA METAIS - PARAFUSOS H - PASSOS FINOS

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

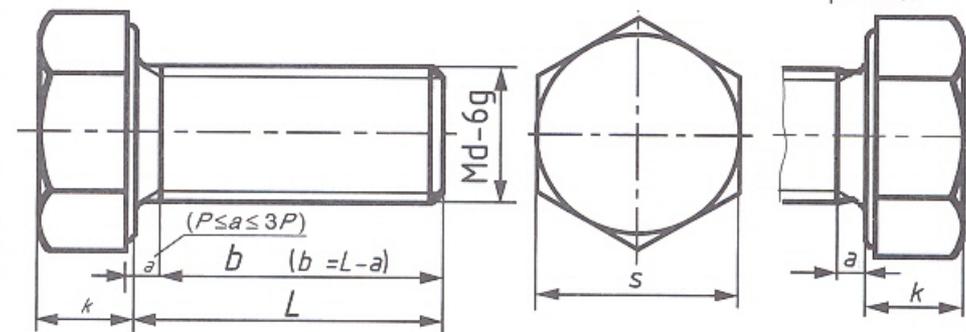


Ex.: Parafuso de cabeça hexagonal ISO 8765 - M10x1x70 - 8.8

ISO 8676 -Grau A

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

Parafuso todo roscado



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

Parafusos



Dnom x P fino	CABEÇA HEXAGONAL						Grau A / B	ISO 8765		ISO 8766	
	s	k	c	dw	r	dc		L	L	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

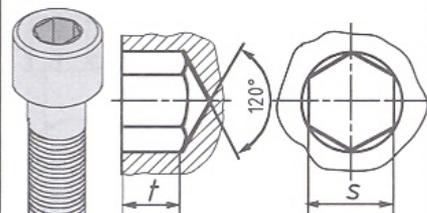


Parafusos

PARAFUSOS COM OCO HEXAGONAL PARA LIGAÇÕES



ISO 23429- OCO HEXAGONAL HC



CHC



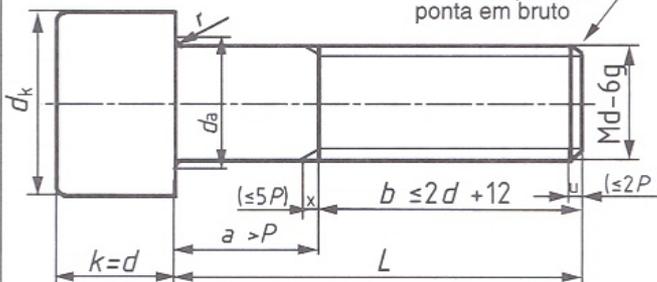
FHC

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 CILÍNDRICA DE OCO HEXAGONAL -

ISO 4762 GRAU A
ISO 21269 (passos finos)

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



PARAFUSOS CHC

Classe de material:
Aços: 8.8 10.9 12.9
A2-70, A4-70 para $\leq M24$ -arredondado



outras formas possíveis

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

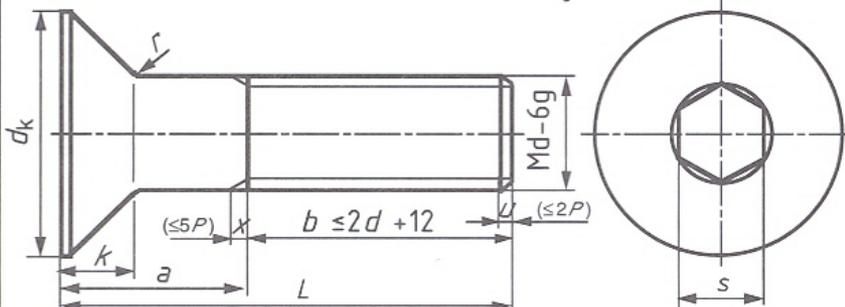
Comprimentos normais L js 15:

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

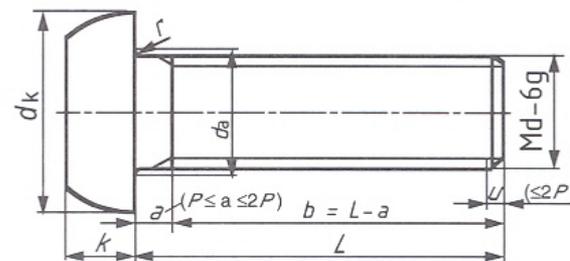


Ex.: Parafuso de cabeça cilíndrica de oco hexagonal ISO 10642-M10x70-12.9

PARAFUSOS DE CABEÇA BOLEADA DE OCO HEXAGONAL - BHC

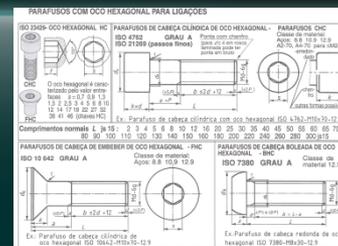
ISO 7380 GRAU A

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 Pp	PARAFUSO CHC - ISO 4762 ISO21269						
		cabeça (k= d)			oco		comprim.	
		dk nom.	da min.	r min.	s nom.	t min.	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			oco		comprim.	
dk max.	k max.	r min.	s nom.	t min.	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						
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						

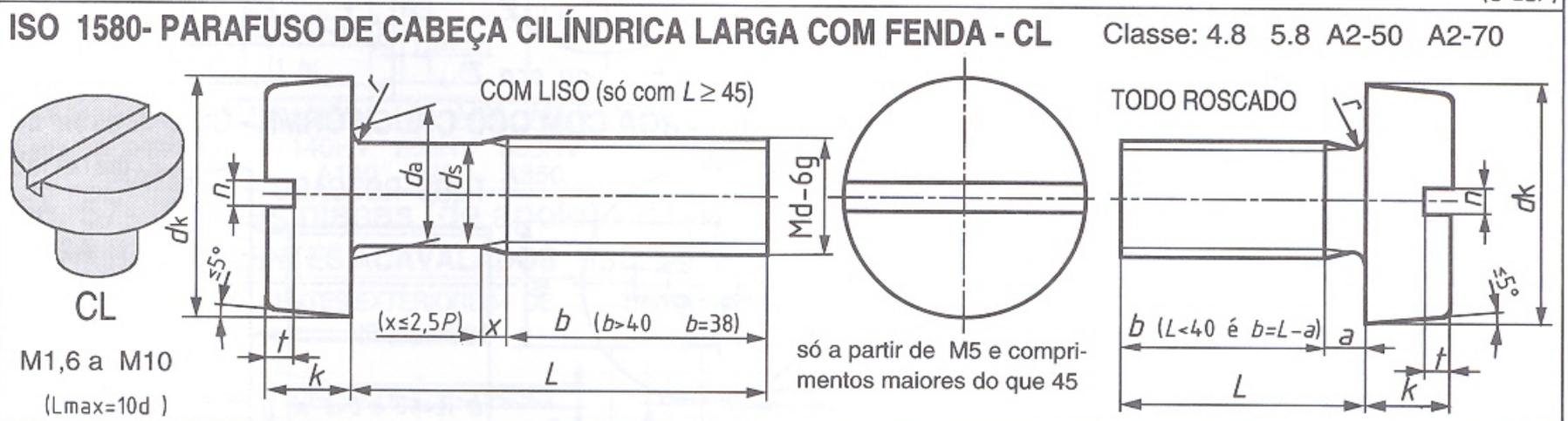
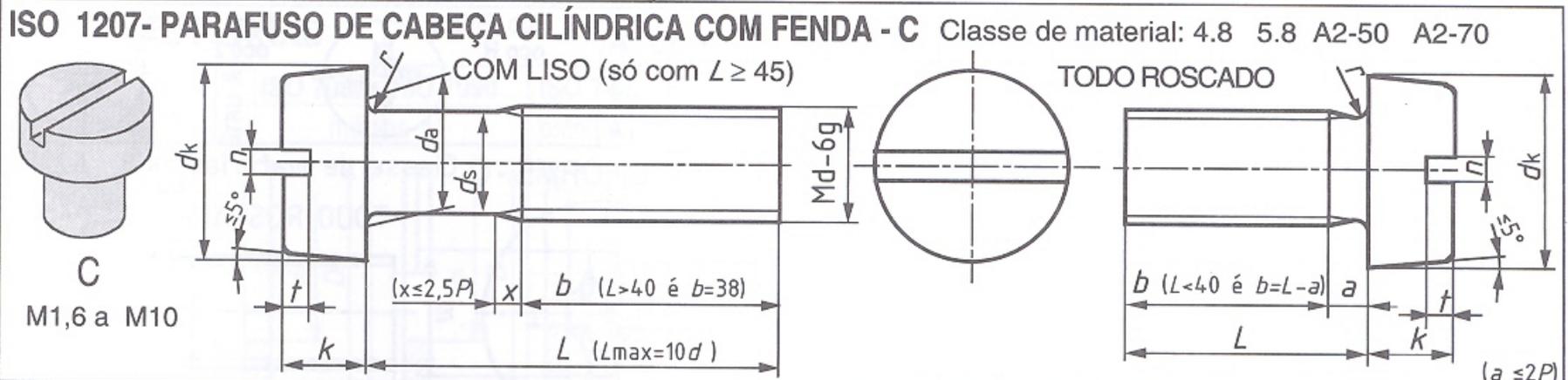
PARAFUSO BHC - ISO 7380						
cabeça			oco		comprim.	
dk max.	k max.	r min.	s nom.	t min.	L min.	max
O parafuso ISO 7380 BHC é todo ros-cado						
5,7	1,65	0,1	2	1,04	6	12
7,6	2,20	0,2	2,5	1,3	8	16
9,5	2,75	0,2	3	1,56	10	30
10,5	3,30	0,25	4	2,08	10	30
14	4,40	0,4	5	2,6	10	40
17,5	5,50	0,4	6	3,12	12	40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

Parafusos com oco hexagonal: CHC, FHC, BHC

Parafusos



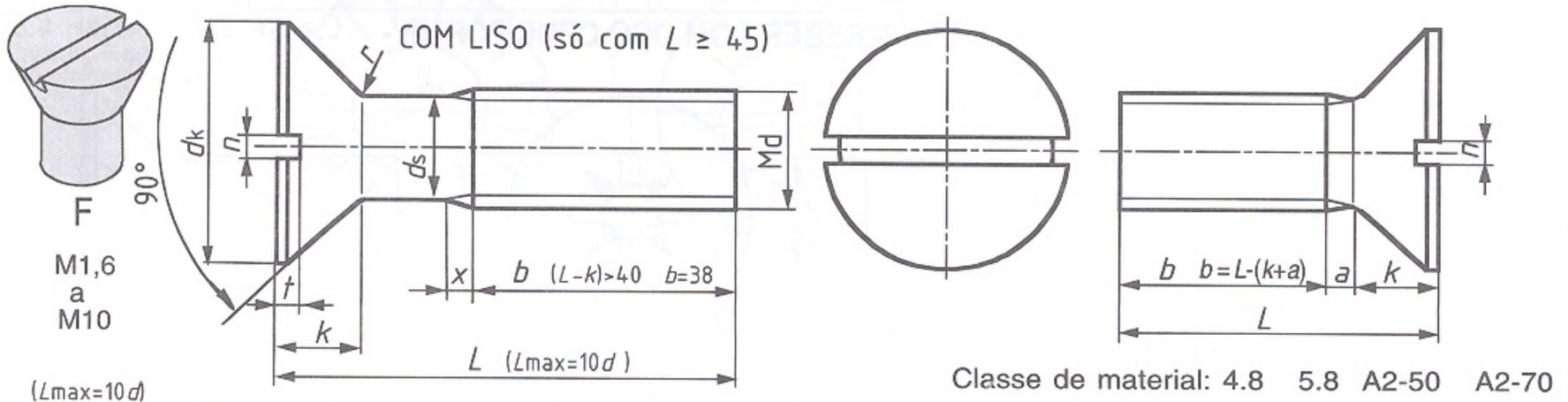
PARAFUSOS COM FENDA- PARA LIGAÇÕES METÁLICAS



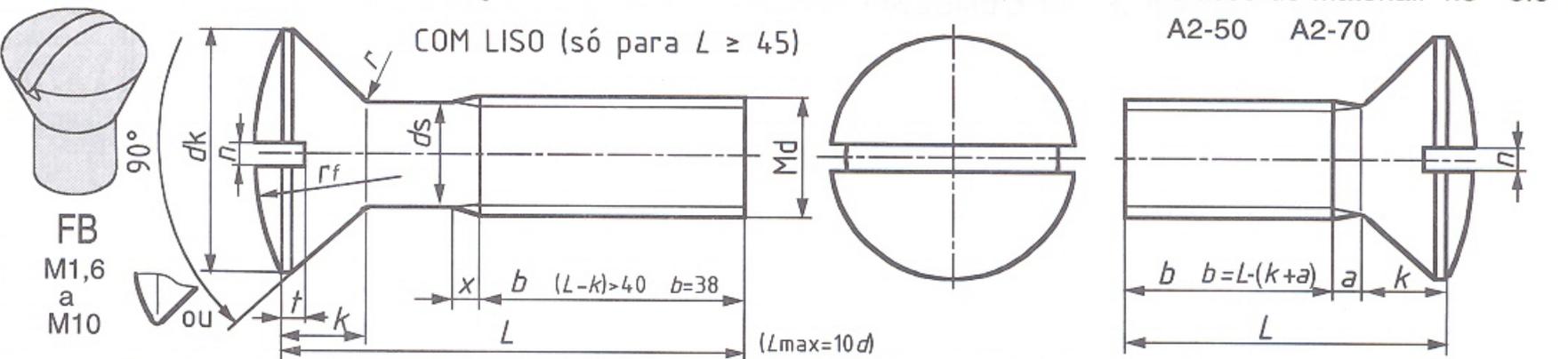
Parafusos



ISO 2009- PARAFUSO DE CABEÇA DE EMBEBER COM FENDA F

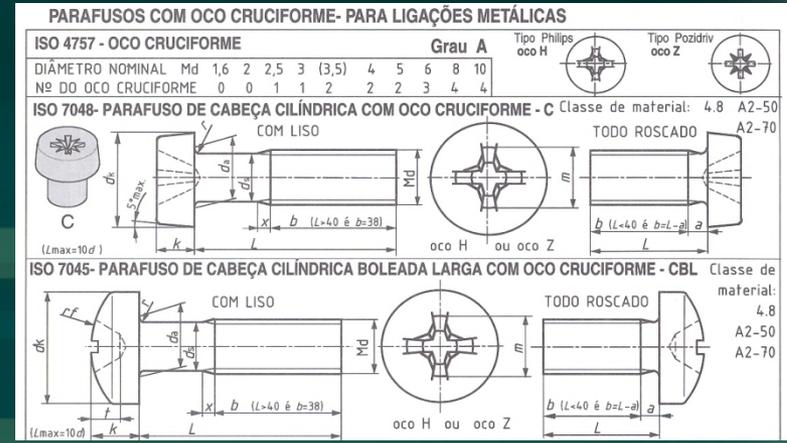
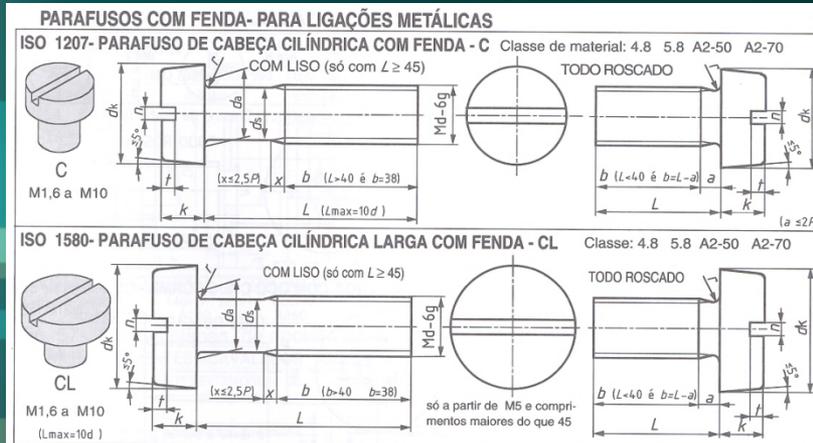


ISO 2010- PARAFUSO DE CABEÇA DE EMBEBER BOLEADA COM FENDA FB



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		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



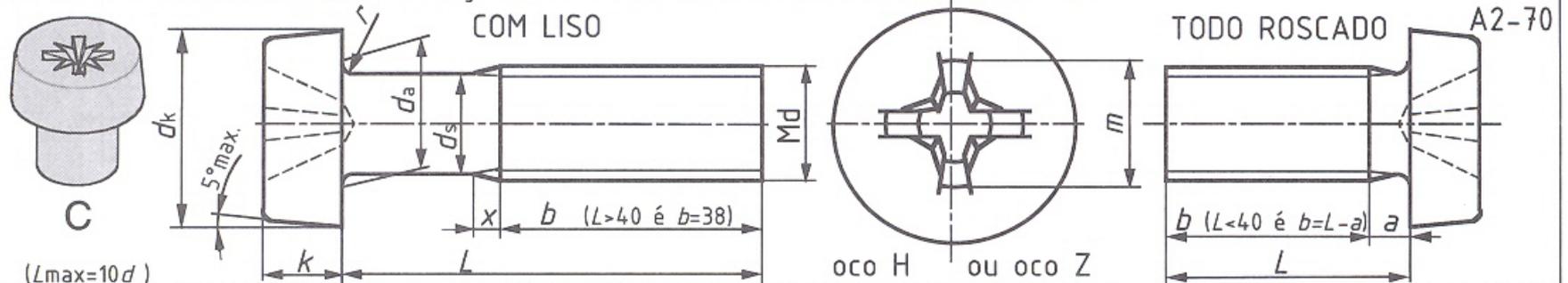
Tipo Pozidriv
oco Z



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

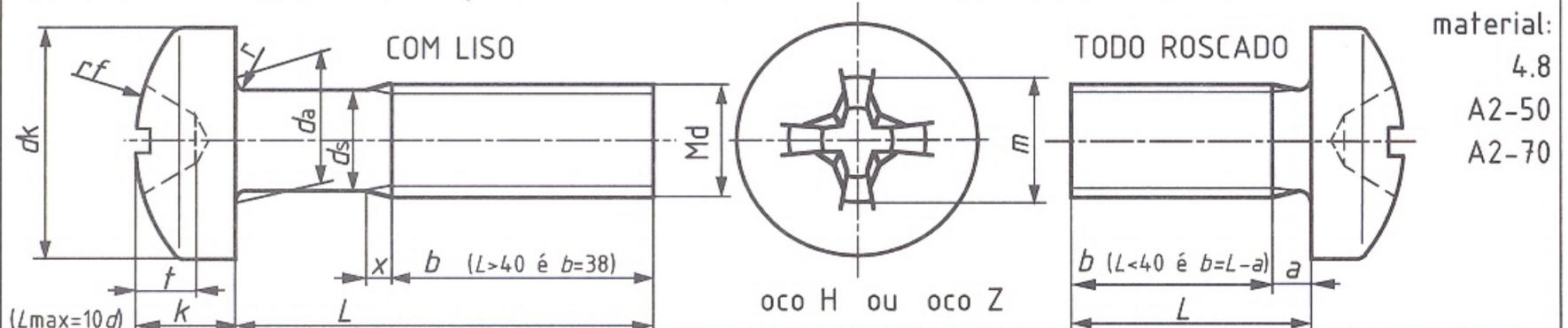
ISO 7048- PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA COM OCO CRUCIFORME - C

Classe de material: 4.8 A2-50



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

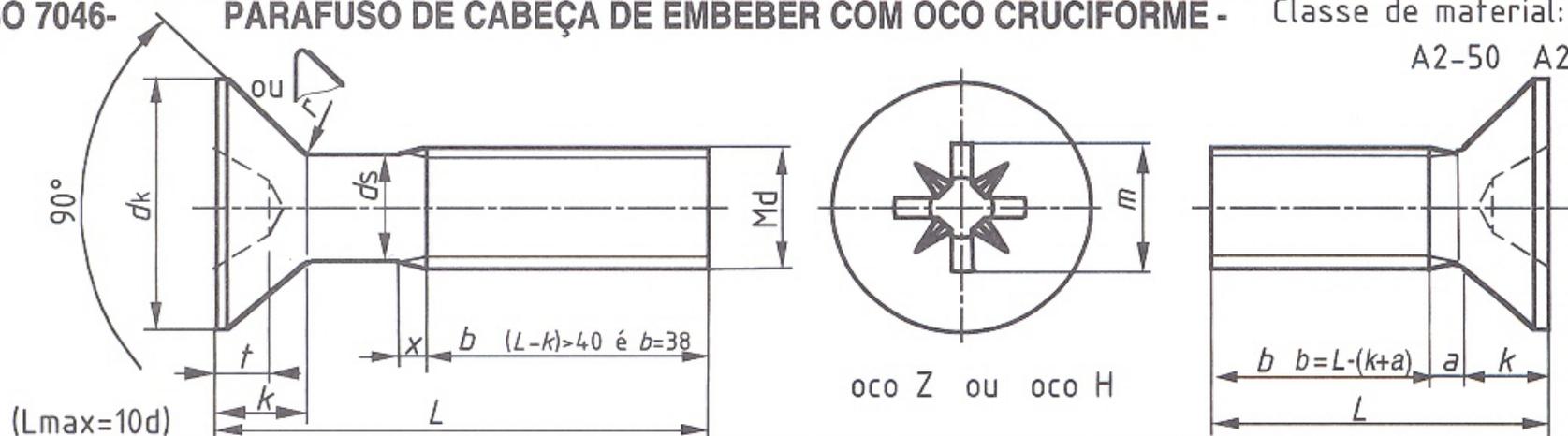
Classe de material:



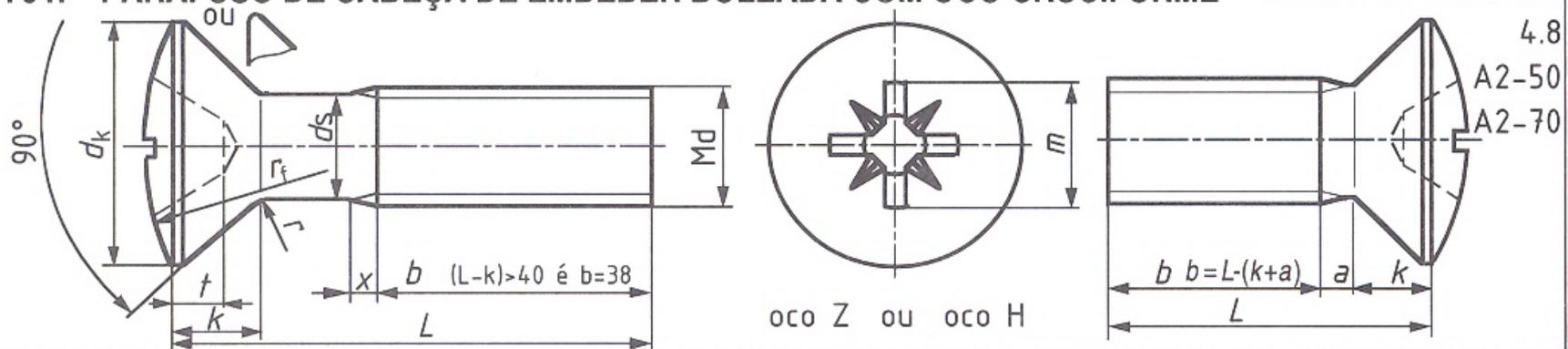
Parafusos



ISO 7046-F PARAFUSO DE CABEÇA DE EMBEBER COM OCO CRUCIFORME - Classe de material: 4.8
A2-50 A2-70

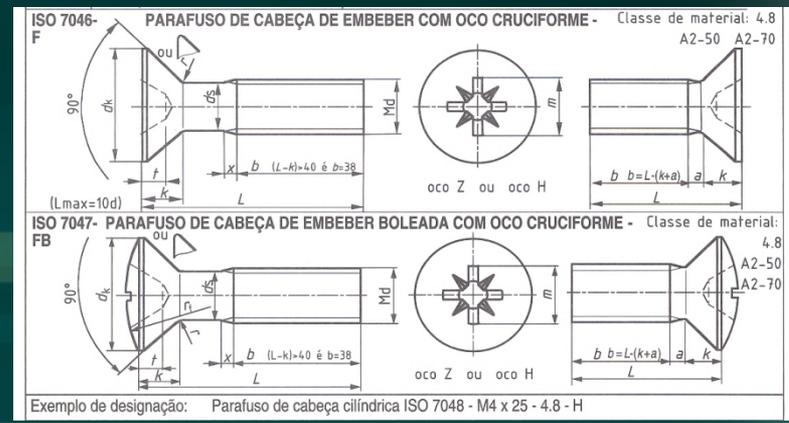
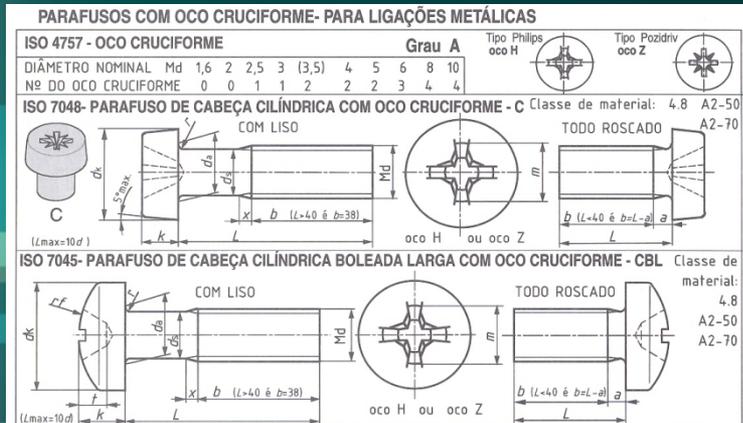


ISO 7047-FB PARAFUSO DE CABEÇA DE EMBEBER BOLEADA COM OCO CRUCIFORME - Classe de material: 4.8
A2-50 A2-70



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≤38	CABEÇA F			CABEÇA FB			comp. L	b≤38			
Md	P	oco nº	mH	mZ	d'k	k	da	d'k	k	da	Lmin	Lmax	amax	d'k	k	r	d'k	k	r	Lmin	Lmax	amax
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

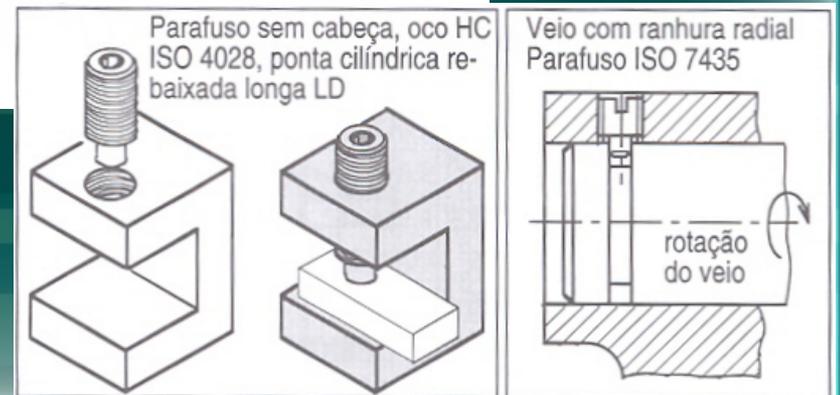
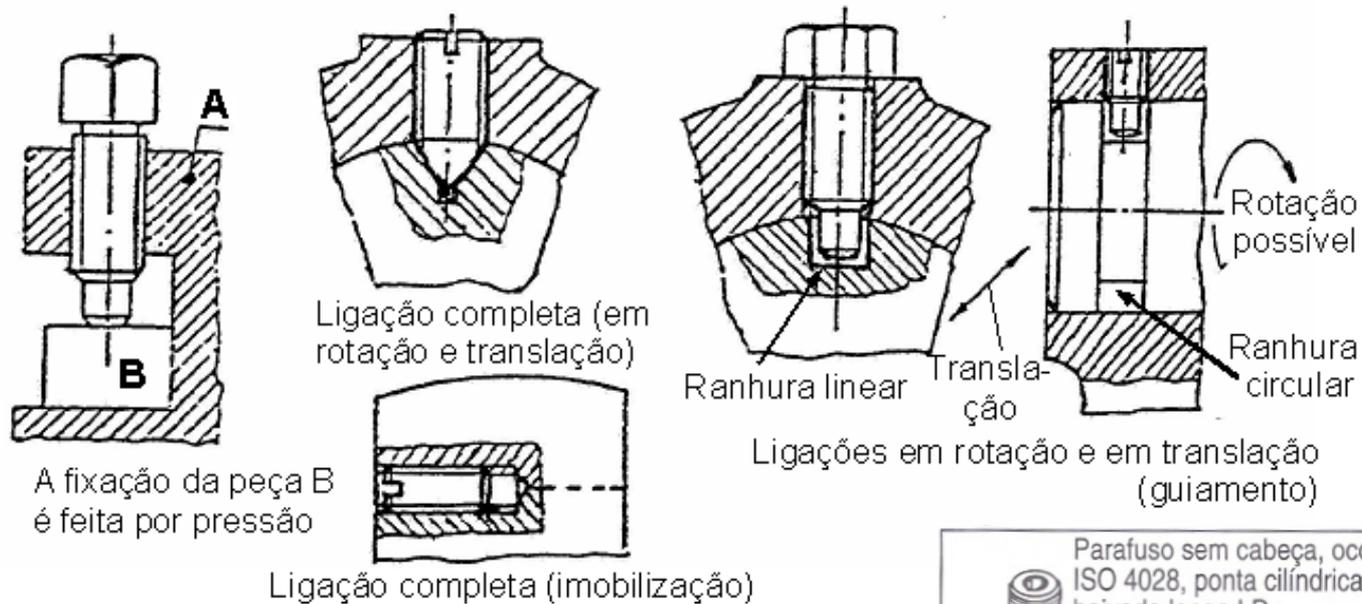
Parafusos

- **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

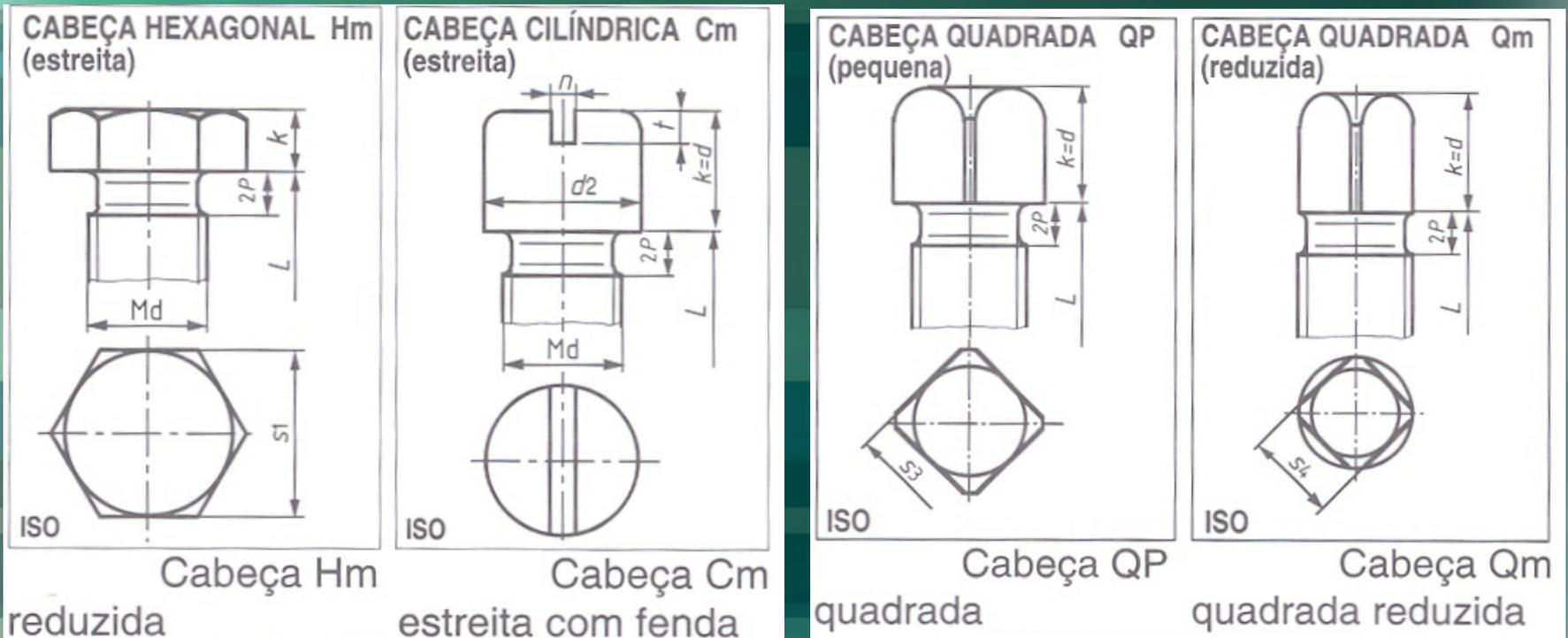
- Parafusos de pressão e de guiamento (“set screws”):

Exemplos de aplicação:



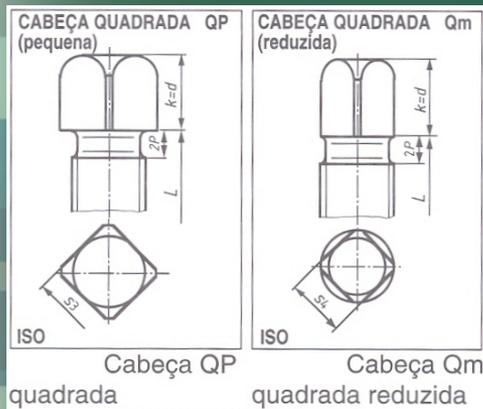
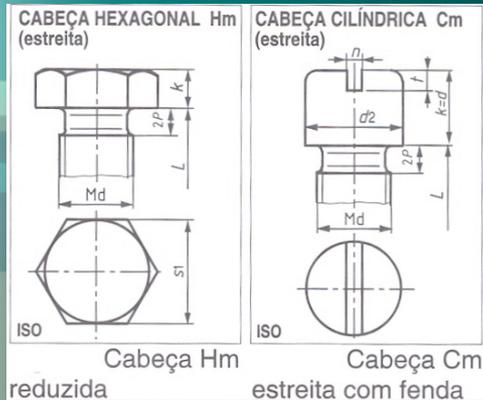
Parafusos

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



Parafusos

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



Cabeças:		Hm		Cm			QP	Qm	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.
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	

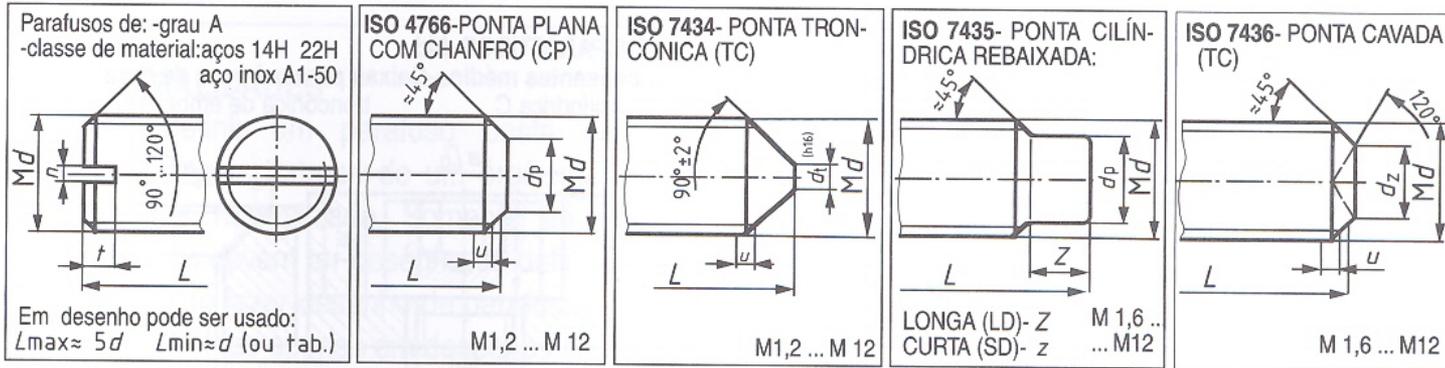
Comprimentos: L = 2 2,5 3 4 5 6 8 10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 55 60 70 80 90 100... js 15

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

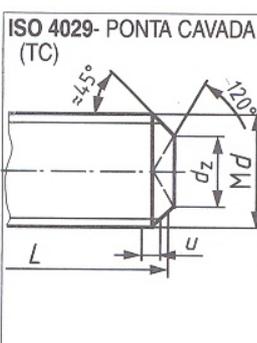
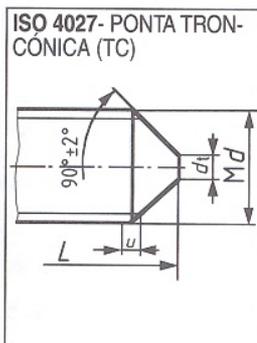
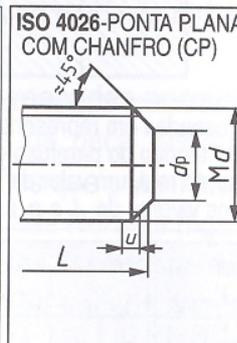
Parafusos sem cabeça com fenda; pontas dos parafusos

Parafusos



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

PONTAS DE PARAFUSOS SEM CABEÇA- COM OCO HEXAGONAL



Rosca	oco H		ISO 4026			ISO 4027			ISO 4028				ISO 4029				
	Md	P	t	s	dp	Lmin	Lmax	d't	Lmin	Lmax	dp	z	Z	Lmin	Lmax	dz	Lmin
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

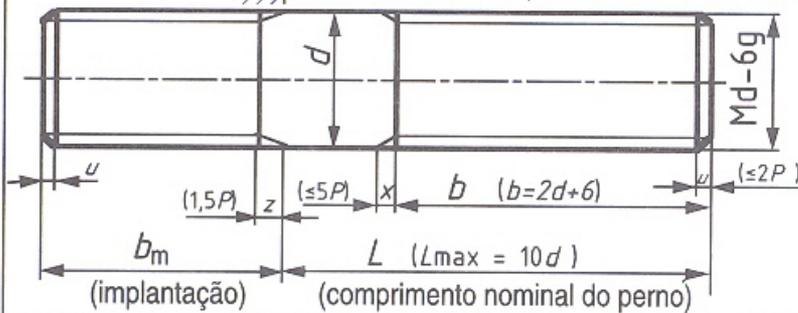
Pernos



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

Classe material: Aços: 5.6 8.8 10.9

Perno O perno com rosca produzida por corte, tem: $d_s = d$
 RAIZ CORPO (como parafuso ISO 4014)

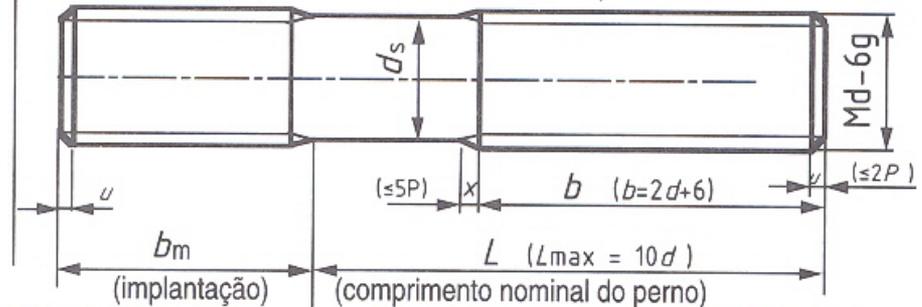


Para implantar em materiais:		
Raiz curta	$b_m = 1d$	DIN 938 duros
Raiz média	$b_m = 1,25d$	DIN 939 semiduro
Raiz longa	$b_m = 2d$	DIN 835 macios

PERNOS DIN -Grau A

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

Perno O perno com rosca produzida por laminagem, tem: $d_s = d - 0,65P$
 RAIZ CORPO (como parafuso ISO 4014)



A implantação da raiz do perno inclui os filétes incompletos

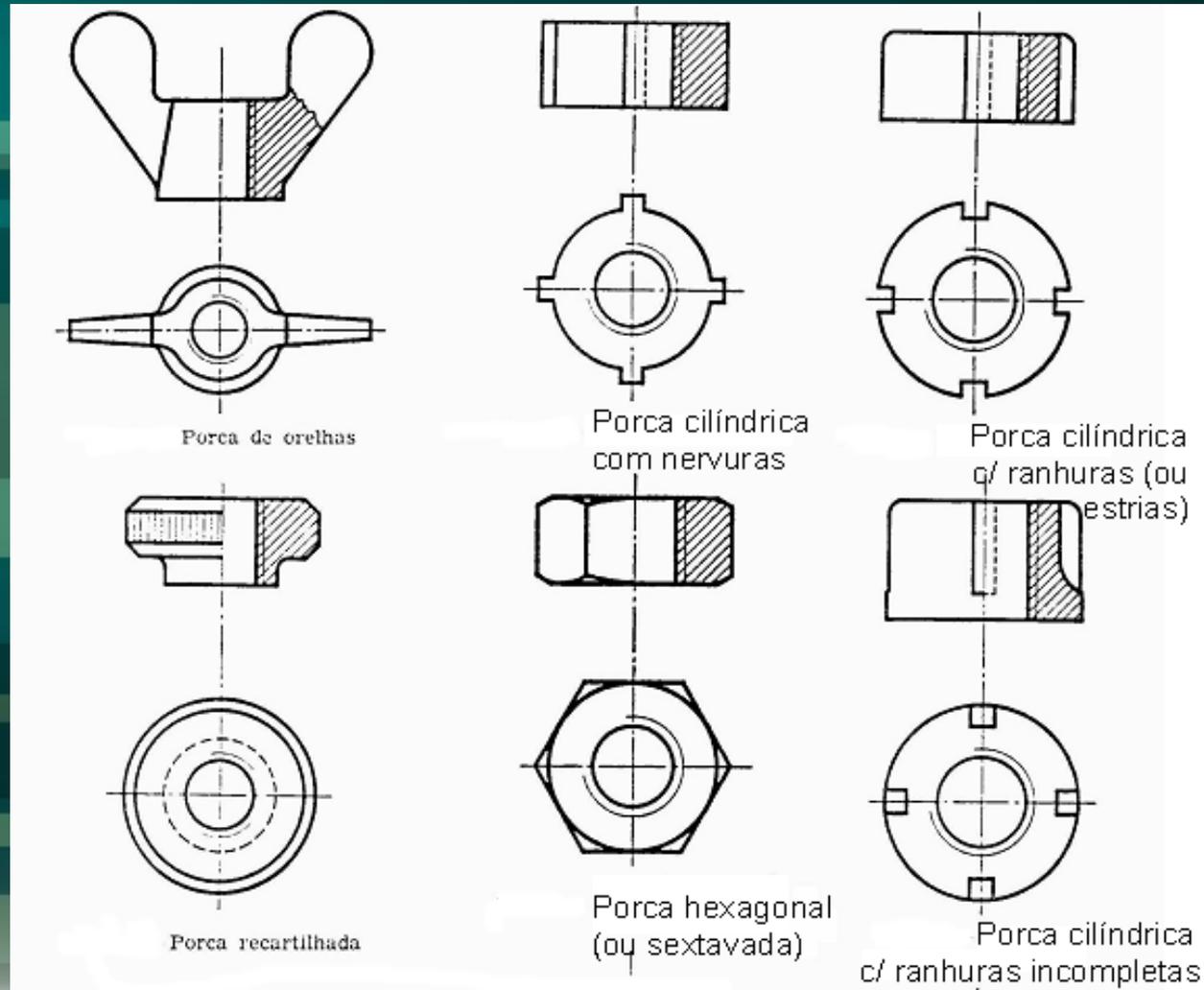
O corpo do perno corresponde ao corpo de um parafuso com igual diâmetro nominal (tabelas anteriores)

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 $b = 32$

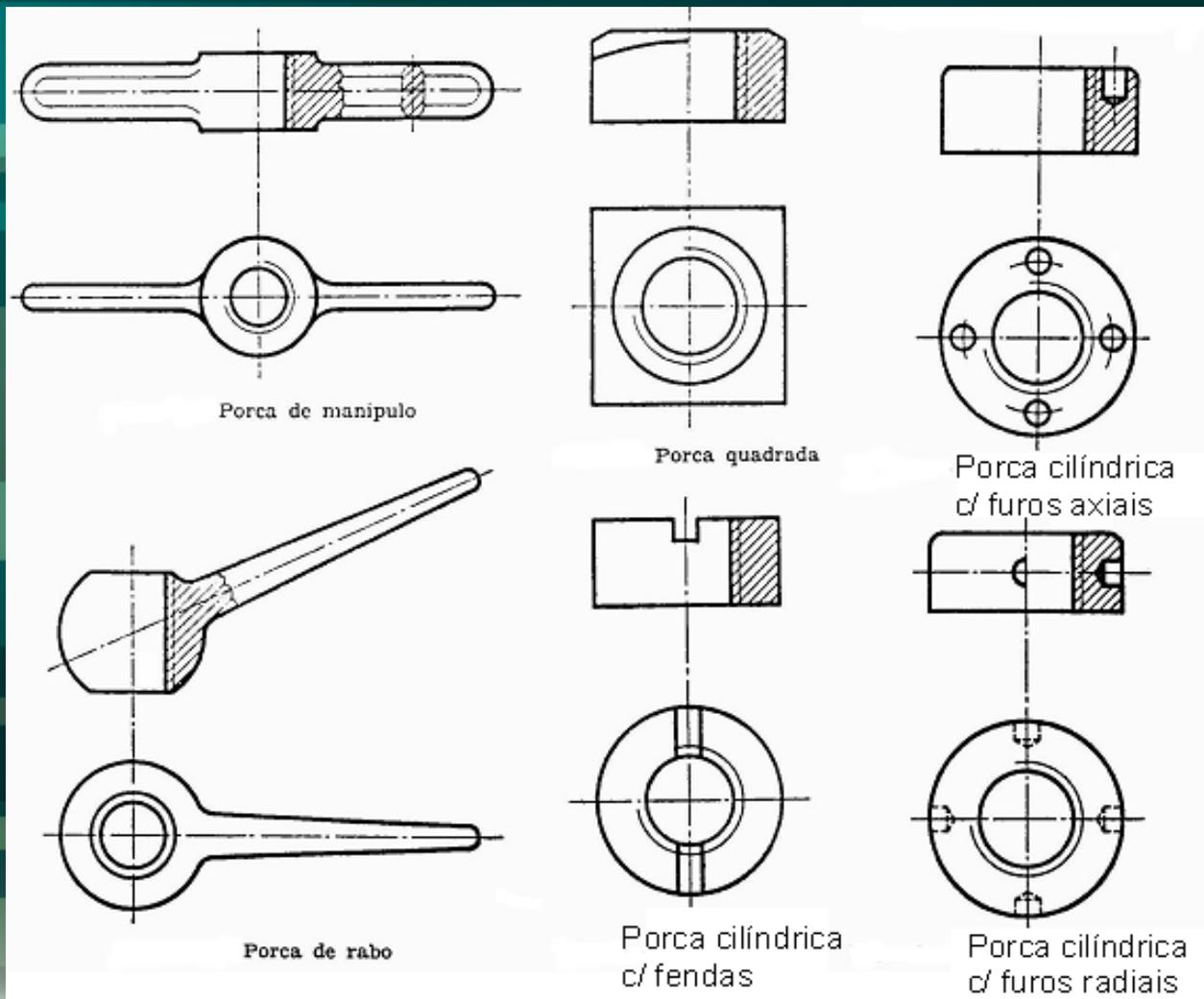
Porcas

- Nomenclatura:



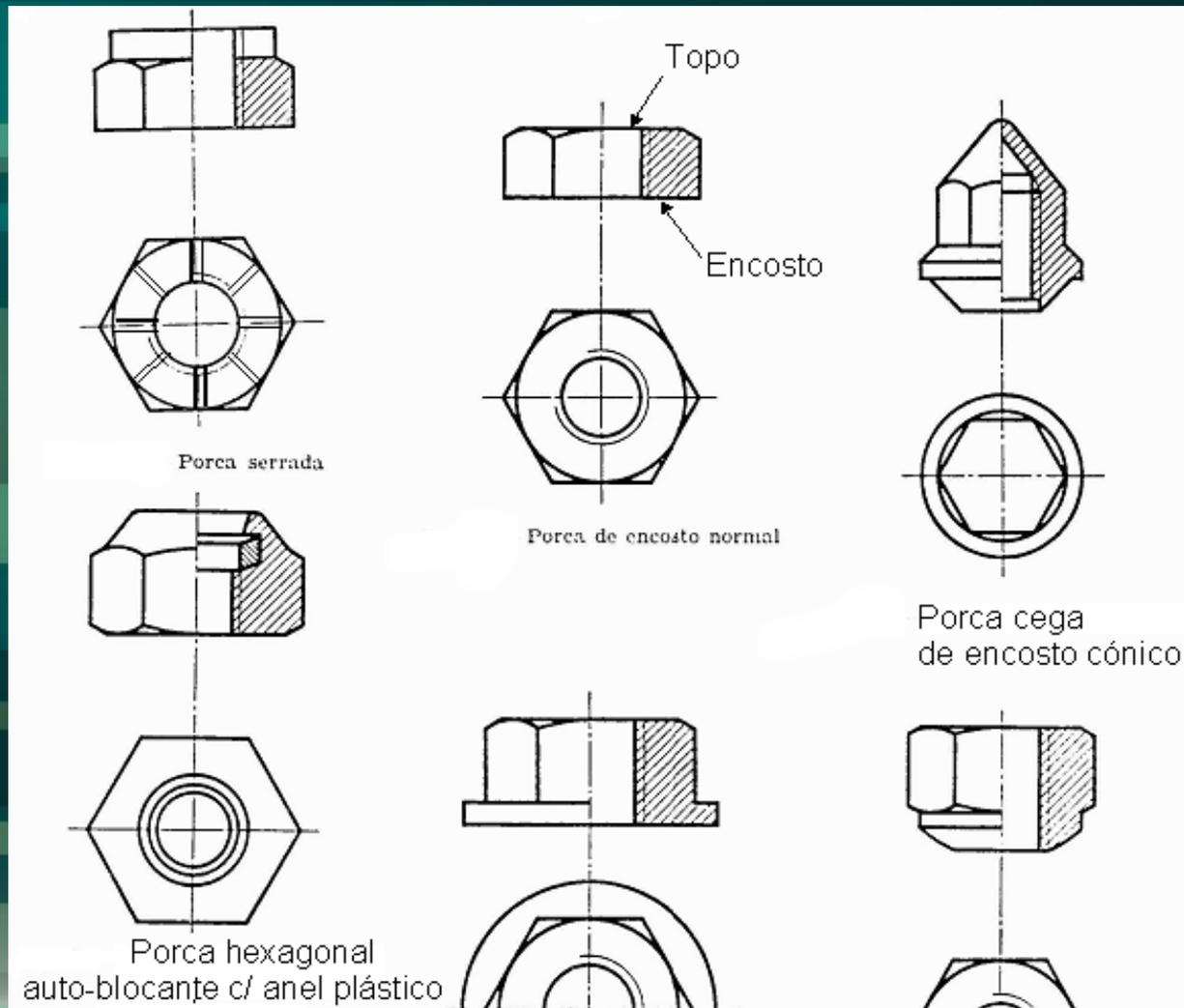
Porcas

- Nomenclatura:



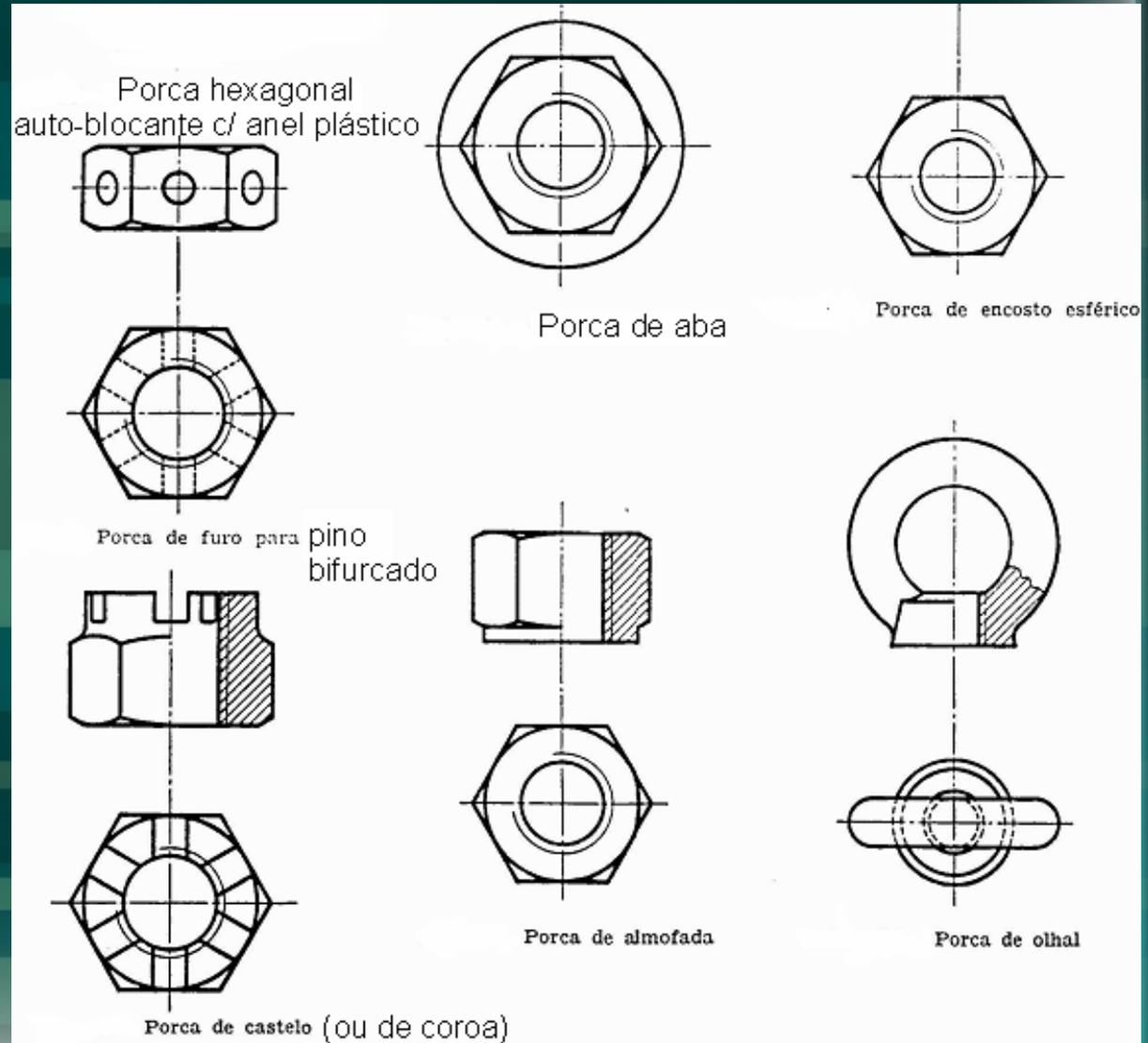
Porcas

- Nomenclatura:



Porcas

- Nomenclatura:



Porcas

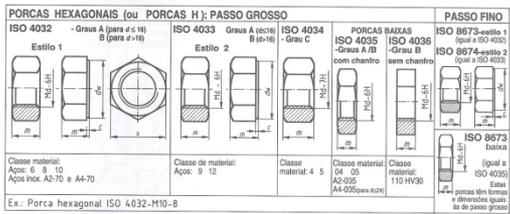


PORCAS HEXAGONAIS DE PASSO GROSSO E DE PASSO FINO

PORCAS HEXAGONAIS (ou PORCAS H): PASSO GROSSO				PASSO FINO	
ISO 4032 - Graus A (para $d \leq 16$) B (para $d > 16$) Estilo 1 	ISO 4033 Graus A ($d \leq 16$) B ($d > 16$) Estilo 2 	ISO 4034 - Grau C 	PORCAS BAIXAS ISO 4035 -Graus A /B com chanfro 	ISO 4036 -Grau B sem chanfro 	ISO 8673-estilo 1 (igual a ISO 4032) ISO 8674-estilo 2 (igual a ISO 4033)
Classe material: Aços: 6 8 10 Aços inox. A2-70 e A4-70	Classe de material: Aços: 9 12	Classe material: 4 5	Classe material: 04 05 A2-035 A4-035(para $d \leq 24$)	Classe material: 110 HV30	ISO 8673 baixa (igual a ISO 4035) Estas porcas têm formas e dimensões iguais às de passo grosso
Ex.: Porca hexagonal ISO 4032-M10-8					

Porcas

PORCAS HEXAGONAIS DE PASSO GROSSO E DE PASSO FINO



DIÂM. NOM.	PASSO GROSSO	PORCA HEXAGN			ISO 4032	ISO 4033	ISO 4034	ISO 4035	ISO 4036	DIÂMETRO NOMINAL	ISO 8673	ISO 8674	ISO 8675
		Graus A / B		Grau A/B	Grau A/B	Grau C	Grau A/B	Grau B	Grau A/B		Grau A/B	Grau A/B	
Md	P	s	dw	c	estilo 1	estilo 2	PORCAS BAIXAS			Md x P	estilo 1	estilo 2	P.BAIXA
		nom.	min.	max.	m	m	m	m	m		m	m	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	8 x 1	6,8	7,5	4
10	1,5	16	14,6	0,6	8,4	9,3	9,5	5	5	10 x 1; 10 x1,25	8,4	9,3	5
12	1,75	18	16,6	0,6	10,8	12	12,2	6	-	12 x 1,5; 12 x 1,25	10,8	12	6
14	2	21	19,6	0,6	12,8	14,1	13,9	7	-	14 x 1,5	12,8	14,1	7
16	2	24	22,5	0,8	14,8	16	15,9	8	-	16 x 1,5	14,8	16,4	8
18	2,5	27	24,9	0,8	15,8	-	16,9	9	-	18 x 1,5	15,8	17,6	9
20	2,5	30	27,7	0,8	18	20	19	10	-	20 x 1,5; 20 x 2	18	20,3	10
22	2,5	34	31,4	0,8	19,4	-	20,2	11	-	22 x 1,5	19,4	21,8	11
24	3	36	33,3	0,8	21,5	24	22,3	12	-	24 x 2	21,5	23,9	12
27	3	41	38,0	0,8	23,8	-	24,7	13,5	-	27 x 2	23,8	26,7	13,5
30	3,5	46	42,8	0,8	25,6	30	26,4	15	-	30 x 2	25,6	28,6	15
33	3,5	50	46,6	0,8	27,8	-	29,5	16,5	-	33 x 2	28,7	32,5	16,5
36	4	55	51,1	0,8	31	36	31,5	18	-	36 x 3	31	34,7	18
39	4	60	55,9	1	33,4	-	34,3	19,5	-	39 x 3	33,4	-	19,5
42	4,5	65	60,0	1	34	-	34,9	21	-	42 x 3	34	-	21
45	4,5	70	64,7	1	36	-	36,9	22,5	-	45 x 3	36	-	22,5
48	5	75	69,5	1	38	-	38,9	24	-	48 x 3	38	-	24
52	5	80	74,2	1	42	-	42,9	26	-	52 x 4	42	-	26
56	5,5	85	78,7	1	45	-	45,9	28	-	56 x 4	45	-	28
60	5,5	90	83,4	1	48	-	48,9	30	-	60 x 4	48	-	30
64	6	95	88,2	1	51	-	52,4	32	-	64 x 4	51	-	32

Porcas H de passo grosso

Porcas H de passo fino

Porcas

PARAFUSOS E PORCAS HEXAGONAIS COM FLANGE

PARAFUSOS E PORCAS H COM FLANGE		PORCAS H COM FRENAGEM INTERNA	
PARAFUSO H COM FLANGE	PORCAS H COM FLANGE	PORCAS H COM FLANGE	PORCAS H (Graus A/B)
<p>EN ISO XXXX -PARAFUSOS Grau A ($d \leq 16$); B ($d > 16$)</p> <p>Parafuso H EN ISO XXX - M10 - 9 - NF Porca H com flange EN ISO 7 - M10-9</p>	<p>EN ISO 4761- PORCAS HE- XAGONAIS COM FLANGE Grau A ($d \leq 16$); B ($d > 16$)</p> <p>Classe de material: 8.8 9.8 10.9 22-70 EX.: DE DESIGNAÇÕES:</p>	<p>EN ISO 7043- PORCAS H COM FLANGE E FRENAGEM</p> <p>ELEMENTOS DE FRENAGEM ISO 7043 - Anel não metálico (ex: poliamida) ISO 7044 - Tudo metálico</p>	<p>EN ISO 7040/2- PORCAS H COM FRENAGEM INTERNA</p> <p>ELEMENTOS DE FRENAGEM ISO 7040 - Anel não metálico (porca estilo 1) ISO 7041 - Anel não metálico (porca estilo 2) ISO 7042 - Tudo metálico (porca estilo 2)</p> <p>TIPOS: NF de fricção normal LF de baixa fricção</p>

Parafusos e porcas hexagonais com flange e com frenagem

Porcas

PARAFUSOS E PORCAS HEXAGONAIS COM FLANGE

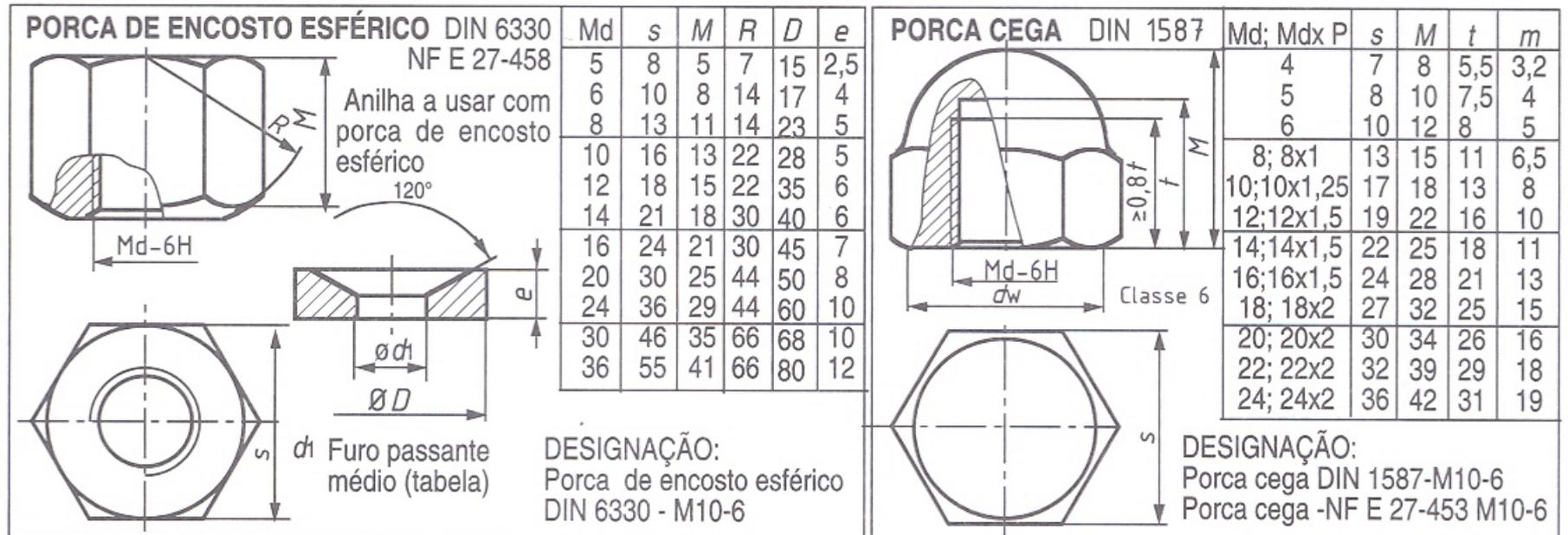
PARAFUSOS E PORCAS H COM FLANGE		PORCAS H COM FRENAGEM INTERNA	
PARAFUSO H COM FLANGE	PORCAS H COM FLANGE	PORCAS H COM FLANGE	PORCAS H (Graus A/B)
EN ISO XXXX -PARAFUSOS Grau A ($d \leq 16$); B ($d > 16$)	EN ISO 4761- PORCAS HE- XAGONAIS COM FLANGE Grau A ($d \leq 16$); B ($d > 16$)	EN ISO 7043- PORCAS H COM FLANGE E FRENAGEM	EN ISO 7040/2- PORCAS H COM FRENAGEM INTERNA
	Classe de material: 8.8 9.8 10.9 22-70 EX.: DE DESIGNAÇÕES: Parafuso H EN ISO XXX - M10 - 9 - NF Porca H com flange EN ISO 7 - M10-9	ELEMENTOS DE FRENAGEM ISO 7043 - Anel não metálico (ex: poliamida) ISO 7044 - Tudo metálico	ELEMENTOS DE FRENAGEM ISO 7040 - Anel não metálico (porca estilo 1) ISO 7041 - Anel não metálico (porca estilo 2) ISO 7042 - Tudo metálico (porca estilo 2) TIPOS: NF de fricção normal LF de baixa fricção

Parafusos e porcas hexagonais com flange e com frenagem

DIÂM. NOM.	PAS GROS	PARAFUSO COM FLANGE ISO							PORCA H C/ FLG			ISO 7043		ISO 7041/2		ISO 7040		PORCAS PASSOS FINOS MdxP
		s	s	dw	dc	k	L		s	dw	dc	m	h	estilo 2		estilo 1		
Md	P	largo	peq.	min.	max.	max.	min.	max.	nom.	min.	max.			m	h	m	h	
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 x 1,25
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; 12 x 1,25
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

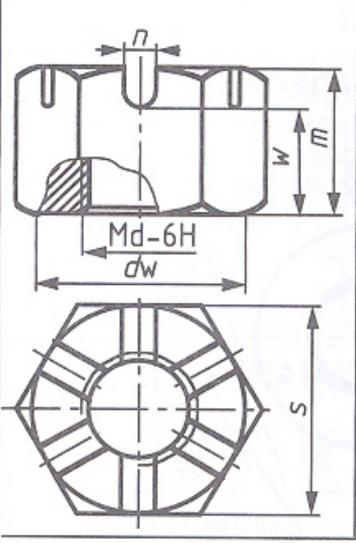
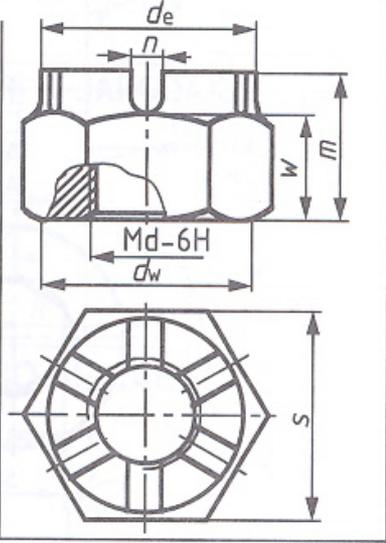
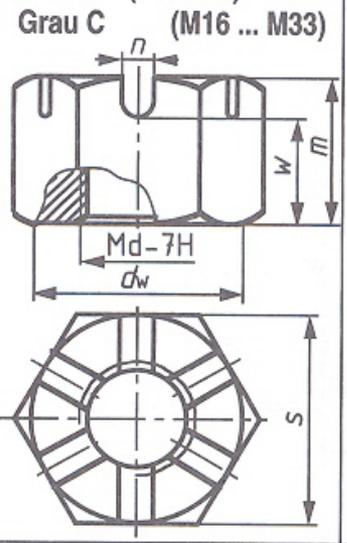
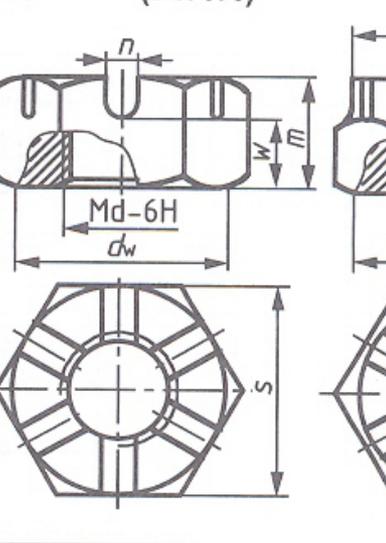
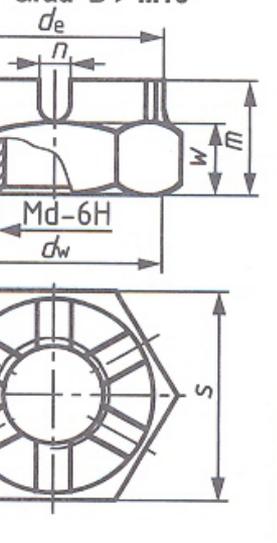
Porcas



Porca hexagonal de base esférica e porca hexagonal cega

Porcas

PORCAS H DE CASTELO (OU DE COROA)

PORCAS DE CASTELO (de coroa) ISO 288 (DIN 935)	Grau A (para $\leq M16$) Grau B $> M16$	PORCAS DE CASTELO ISO 288 (DIN 935)	Grau C (M16 ... M33)	PORCAS DE CASTELO BAIXAS ISO (DIN 979)	Grau A (para $\leq M16$) Grau B $> M16$
					
Classe de material: Aços: 6 8 10 aços inoxidáveis: A2-70 (para $\leq M20$) A2-50 (para $\leq M20$) ligas de cobre: CU2 CU3	Classe de material: Aços: 5 (para $\leq M16$) 4 (para $> M16$)	Classe de material: Aços: 04 05 ($< M10$) aços inoxidáveis: A2-70 (para $\leq M20$) A2-50 (para $\leq M20$) ligas de cobre: CU2 CU3			
Exemplo de designação: Porca de castelo ISO 288 - M10-8	Exemplo de designação: Porca DIN 935-M20-04	Exemplo de designação: Porca castelo, DIN 979-M6-04			

Porcas hexagonais de castelo com passos grosso e fino

Porcas

PORCAS H DE CASTELO (OU DE COROA)

PORCAS DE CASTELO (de coroa) ISO 288 (DIN 935)	Grau A (para ≤ M16) Grau B > M16	PORCAS DE CASTELO ISO 288 (DIN 935) Grau C (M16 ... M33)	PORCAS DE CASTELO BAIXAS ISO (DIN 979)	Grau A (para ≤ M16) 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		Classe de material: Aços: 5 (para ≤ M16) 4 (para > 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 de castelo ISO 288 - M10-8		Exemplo de designação: Porca DIN 935-M20-04	Exemplo de designação: Porca castelo, DIN 979-M6-04	

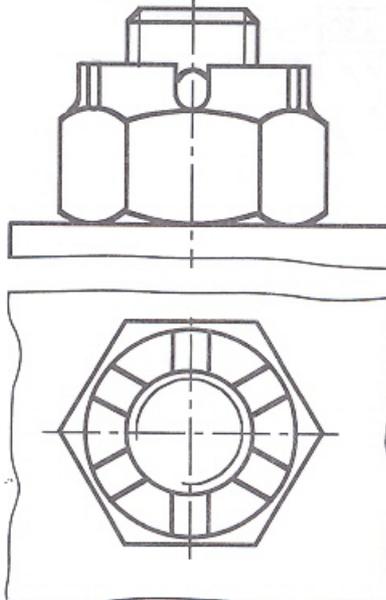
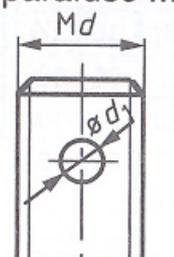
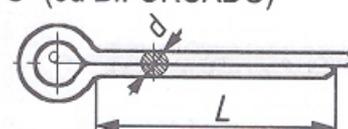
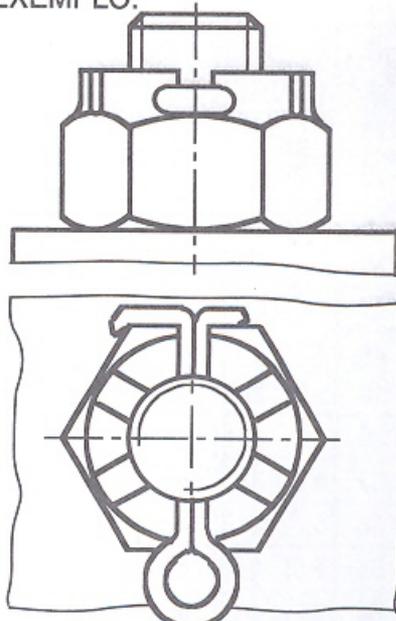
Porcas hexagonais de castelo com passos grosso e fino

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

SIMÕES MORAIS 2005-10-07

<p>Parafuso Md</p> 	<p>Furo de passagem: no parafuso Md</p>  <p>Furo $\varnothing d_1$ H11 para $\varnothing d_1 > 1,2$</p> <p>Diâmetro nominal d_1 do furo de passagem:</p> <table border="0"> <tr> <td>0,6</td><td>0,8</td><td>1</td><td>1,2</td><td>1,6</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>2,5</td><td>3,2</td><td>4</td><td>5</td><td>6,3</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>10</td><td>13</td><td>16</td><td>20</td><td></td><td></td> </tr> </table>	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20			<p>PINO FENDIDO (ou BIFURCADO) -ISO1234</p>  <p>Pino fendido EN ISO 1234-4x40-St <u>Classe de material:</u> St aço macio Cu Zn liga cobre-zinco Al ligas de alumínio A aço inoxidável austenítico</p> <p><u>Diâmetro d do pino:</u></p> <table border="0"> <tr> <td>0,45</td><td>0,65</td><td>0,85</td><td>0,95</td><td>1,35</td><td>1,75</td><td>2,2</td><td>2,8</td> </tr> <tr> <td>3,6</td><td>4,5</td><td>5,8</td><td>7,4</td><td>9,4</td><td>12,25</td><td>15,25</td><td>19,15</td> </tr> </table> <p><u>Comprimentos:</u></p> <table border="0"> <tr> <td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td><td>14</td><td>16</td><td>18</td><td>20</td><td>22</td><td>25</td> </tr> <tr> <td>32</td><td>40</td><td>50</td><td>63</td><td>71</td><td>80</td><td>100</td><td>125</td><td>160</td><td>...</td><td></td><td></td> </tr> </table>	0,45	0,65	0,85	0,95	1,35	1,75	2,2	2,8	3,6	4,5	5,8	7,4	9,4	12,25	15,25	19,15	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	32	40	50	63	71	80	100	125	160	...			<p>EXEMPLO:</p> 
0,6	0,8	1	1,2	1,6	2																																																								
2,5	3,2	4	5	6,3	8																																																								
10	13	16	20																																																										
0,45	0,65	0,85	0,95	1,35	1,75	2,2	2,8																																																						
3,6	4,5	5,8	7,4	9,4	12,25	15,25	19,15																																																						
4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25																																																		
32	40	50	63	71	80	100	125	160	...																																																				

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



Anilhas

ANILHAS PLANAS

Grau A	ISO 7089	ISO 7090	ISO 7092	ISO 7093	Grau C	ISO 7091	ISO 7093	ISO 7094	Md	D _M	t _M	D _Z	D _L	t _L	D _{LL}	h _{LL}
	médias M	estreita Z	larga L	média M		larga L	mui larga 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	
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									

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.

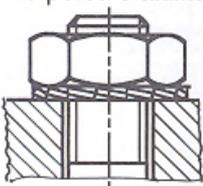
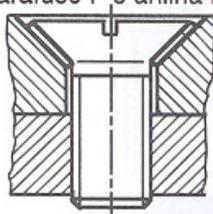
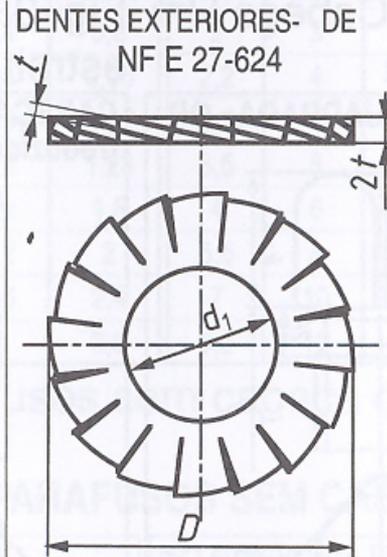
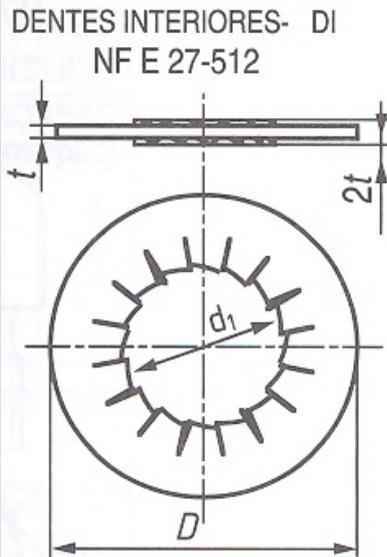
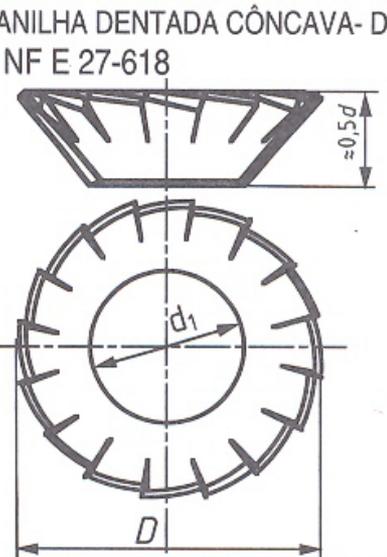
ISO 7092 - Preferíveis para parafusos de cabeça cilíndrica.

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

	DENTES EXTERIORES- DE NF E 27-624	DENTES INTERIORES- DI NF E 27-512	ANILHA DENTADA CÔNCAVA- DF NF E 27-618	nom																																																																												
Perno porca e anilha DE  Parafuso F e anilha DD 				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Md</th> <th>d</th> <th>D</th> <th>t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2,2</td><td>4,5</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>2,5</td><td>2,7</td><td>5,2</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>3</td><td>3,2</td><td>6</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>3,5</td><td>3,7</td><td>7</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,3</td><td>8</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>5</td><td>5,3</td><td>10</td><td>0,6</td></tr> <tr><td>6</td><td>6,4</td><td>11</td><td>0,7</td></tr> <tr><td>8</td><td>8,4</td><td>15</td><td>0,8</td></tr> <tr><td>10</td><td>10,5</td><td>18</td><td>0,9</td></tr> <tr><td>12</td><td>12,5</td><td>20,5</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>14</td><td>14,5</td><td>24</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>16</td><td>16,5</td><td>26</td><td>1,2</td></tr> <tr><td>18</td><td>19</td><td>30</td><td>1,4</td></tr> <tr><td>20</td><td>21</td><td>33</td><td>1,4</td></tr> <tr><td>22</td><td>23</td><td>34</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>24</td><td>25</td><td>38</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>27</td><td>28</td><td>44</td><td>1,6</td></tr> <tr><td>30</td><td>31</td><td>49</td><td>1,6</td></tr> </tbody> </table>	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
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																																																																													
Para parafusos	M2 ... M30	M2 ... M30	M2 ... M16																																																																													
Classe de material	400HV	400HV	400HV																																																																													

Anilhas

Materiais: aço, bronze, aços inoxidáveis

DIN 6798

ANILHAS COM DENTES:

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.

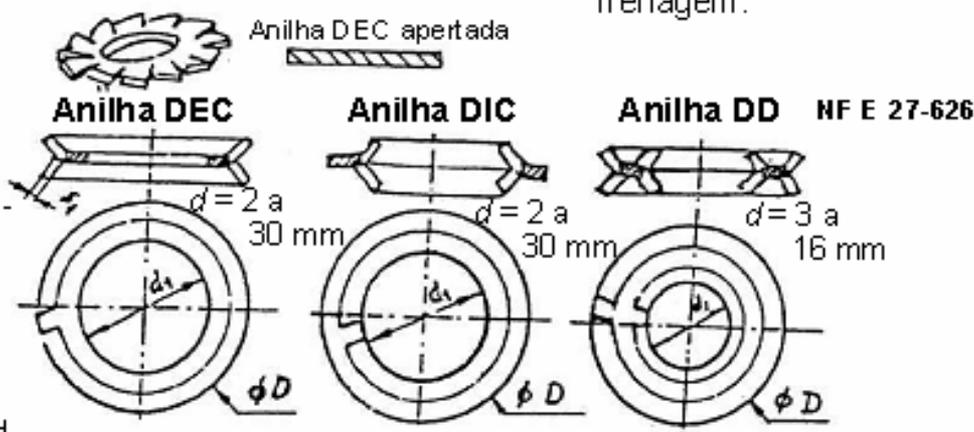
Anilhas DEF

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

É necessário aumentar a profundidade do escariado.

Em desenho:

Anilha DEC apertada

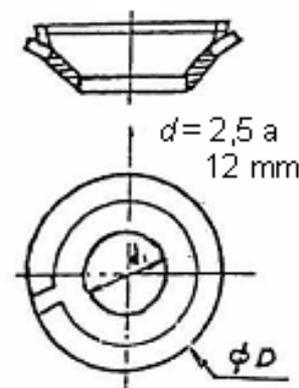


Diâmetro nominal	d_1 (fino)	D_1 (max)	d_1 H13	s_1	$K_0/1000$
M 2	2,2	4,5	2,2	0,3	0,006
M 2,3	2,5	5,0	2,5	0,4	0,040
M 2,6	2,8	5,5	2,8	0,4	0,059
M 3	3,2	6,0	3,2	0,4	0,065
M 3,5	3,7	7,0	3,7	0,5	0,110
M 4	4,3	8,0	4,3	0,5	0,140
M 5	5,3	10,0	5,3	0,6	0,280
M 6	6,4	11,0	6,4	0,7	0,360
M 7	7,4	12,5	7,4	0,8	0,500
M 8	8,4	15,0	8,4	0,8	0,800
M 10	10,5	18,0	10,5	0,9	1,250
M 12	12,5	20,5	12,5	1,0	1,700
M 14	14,5	24,0	14,5	1,0	2,400
M 16	16,5	26,0	16,5	1,2	3,300
M 18	19,0	30,0	19,0	1,4	5,00
M 20	21,0	33,0	21,0	1,4	6,00
M 22	23,0	36,0	23,0	1,5	7,50
M 24	25,0	38,0	25,0	1,5	8,00
M 27	28,0	44,0	28,0	1,6	12,00
M 30	31,0	49,0	31,0	1,6	14,00

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

As anilhas com dentes asseguram uma boa frenagem.

Anilha DEF

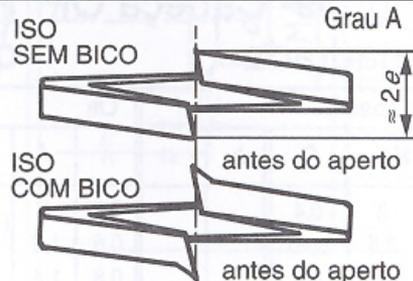
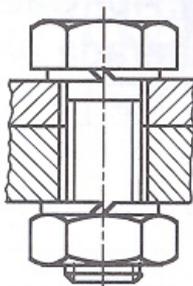


Anilha DEF

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

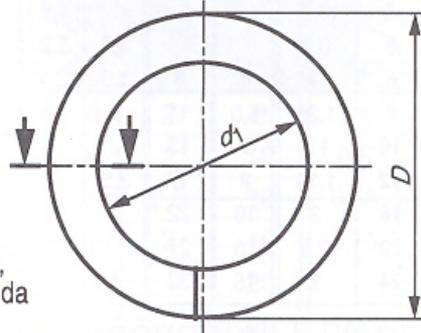


ANILHAS ELÁSTICAS
Série média W (mais usada)
Série reduzida Wz
Série forte WL

MATERIAL:
Aço de mola XC 60

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

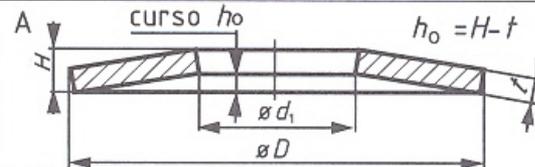
Md	D=Dz	c=Cz	e	ez	DL	CL	eL
3	5,2	1	0,6	6,2	1,5	1	
4	7,3	1,5	1	8,3	2	1,2	
5	8,3	1,5	1	10,3	2,5	1,5	
6	10,4	2	1,2	12,4	3	1,8	
7	11,4	2	1,2	13,1	3	1,8	
8	13,4	2,5	1,5	5,4	3,5	2	
10	16,5	3	1,8	18,5	4	2,5	
12	20	3,5	2	23	5	3	
14	23	4	2,5	25	5	3	
16	25	4	2,5	29	6	3,5	
20	31	5	3	33	7	4,5	
...	



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_0

C- EM PARALELO:

Força total: $F_t = p \times F$
Deformação total: $h_t = h_0$



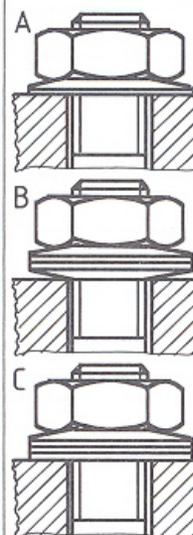
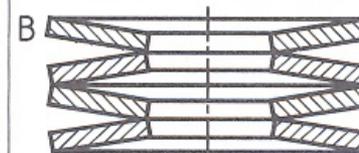
B- EM SÉRIE:

Força total: $F_t = F$

Deformação total: $h_t = s \times h_0$

Ex.: s = 4 elementos

$F_t = F$ $h_t = 4h_0$



CURSO E FORÇA:

O curso total (a anilha ficaria plana), é $h_0 = H - t$
O curso máximo admissível $0,75 h_0$ é produzido pela força $\approx F_t$ (dada na tabela em newtons N).

(Ex.: a anilha para M8 com $F = 1010N$ tem a deformação $0,75 \times (1,25 - 0,9) = 0,26 \text{ mm}$)

MATERIAL:

Aços de uso corrente
 $Re \geq \text{MPa}$
Aços especiais
Aço de alta temperatura
Bronzes
dureza máx. 48 HRC

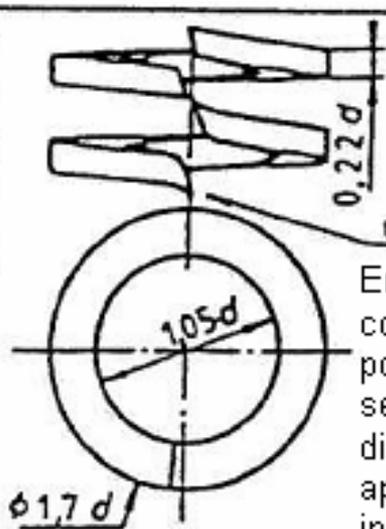
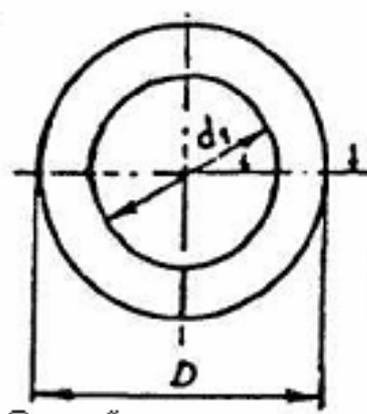
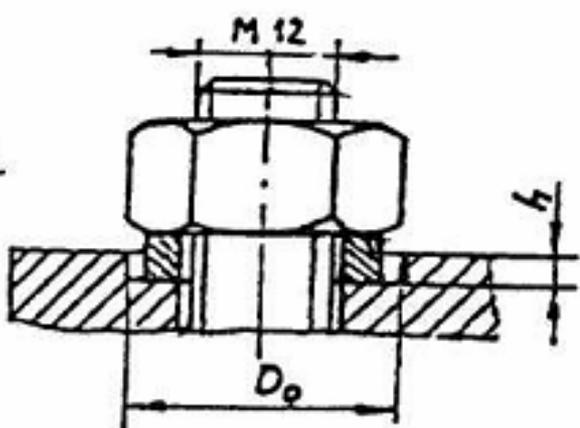
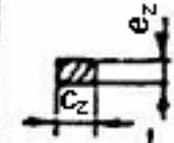
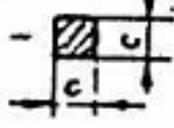
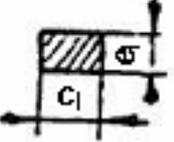
DESIGNAÇÃO:

Anilha elástica cónica DIN 2093

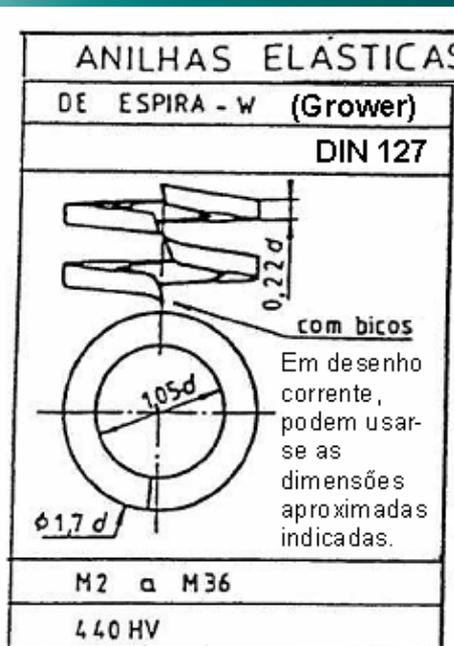
Md	d1	D	t	H	Ft
3	3,2	8	0,3	0,55	104
4	4,2	8	0,4	0,6	210
5	5,2	10	0,5	0,75	326
6	6,2	12,5	0,7	1,0	657
7	7,2	14	0,8	1,1	795
8	8,2	16	0,9	1,25	1010
10	10,2	20	1,1	1,55	1520
12	12,2	25	1,5	2,05	2020
14	14,2	28	1,5	2,15	2840
16	16,3	31,5	1,75	2,45	3900
20	20,4	40	2,25	3,15	6490

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

Anilhas

ANILHAS ELÁSTICAS	
DE ESPIRA - W (Grower)	
DIN 127	
 <p style="text-align: center;">com bicos</p> <p>Em desenho corrente, podem usar-se as dimensões aproximadas indicadas.</p>	
<p>M2 a M36</p> <p>440 HV</p>	
<p>Secções:</p>	
	<p>Séries: Reduzida WZ</p>
	<p>Corrente W $e = c$</p>
	<p>Forte WL</p>
<p>Exemplo de designação: Anilha W DIN 127 - 12</p>	

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 NOMINAL	d1	Série corrente W			Série reduzida WZ			Série forte WL			REBAIXO	
	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

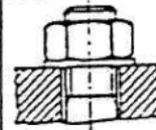
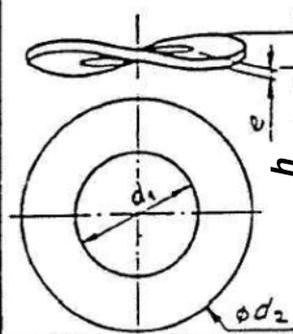
ANILHAS ELÁSTICAS ONDULADAS

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 520HV

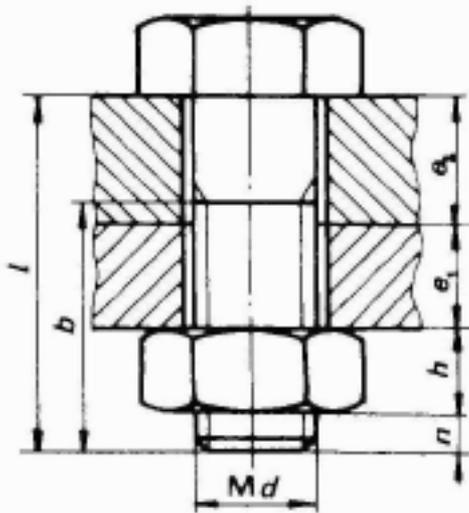
Diam. Parafuso M d nominal	d ₁ H14	d ₂ js15	e		h		altura d'utilização média hj (1)	Força aproxim. para hj F (2) emN
			nom.	tol.	max.	min.		
2	2.2	4.5	0.3	± 0.02	0.9	0.6	0.4	40
2.5	2.7	5	0.3	-	1.0	0.7	0.45	50
3	3.2	6	0.4	± 0.03	1.2	0.8	0.6	70
(3.5)	3.7	6.5	0.5	-	1.4	0.9	0.7	120
4	4.3	9	0.5	-	1.5	1.0	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 COM PEÇAS ROSCADAS



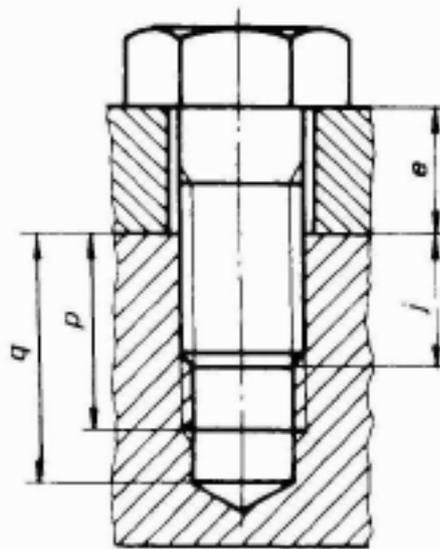
1-PARAFUSO E PORCA

$$l \approx e_1 + e_2 + h + n$$

usar saliente $n \approx 0,3d$

tomar para l o valor

normal



2-PARAFUSO E PEÇA ROSCADA

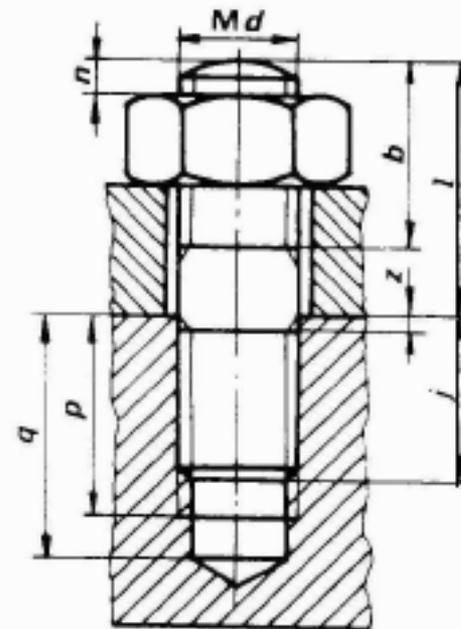
$$l \geq e + d \quad \text{metais duros}$$

$$l \geq e + 1,5d \quad \text{macios}$$

tomar l normal e fazer

$j = l - e$ o que vai dar p e q

(ver tabela).



3-PERNO

corpo como em 1

para raiz usar:

$$j = d \quad \text{metais duros}$$

$$j = 1,5d \quad \text{macios}$$

$$j = 2d \quad \text{muito macios}$$

Parafusos

$$j = d$$

Aços

$$j = 1,5d$$

Ferros fundidos

Bronze

Latão

$$j = 2d$$

Alumínio e suas ligas

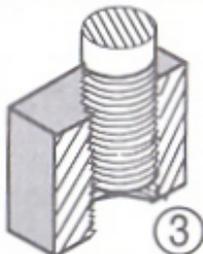
Ligações com Peças Roscadas

LIGAÇÕES POR PARAFUSOS

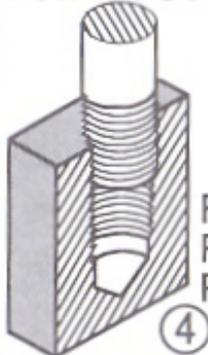
FUROS PASSANTES: LISO



ROSCADO



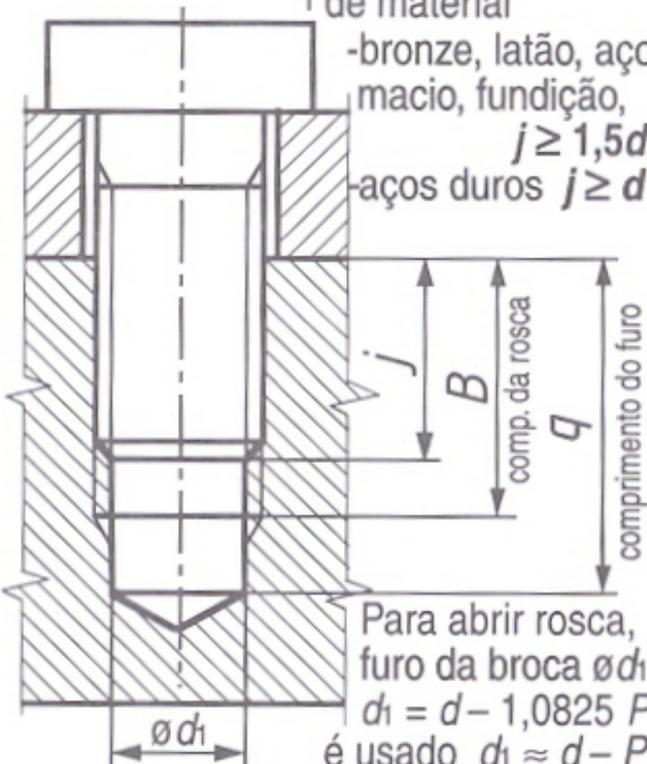
FURO CEGO COM ROSCA



FURO CEGO ROSCADO E PARAFUSO

Implantação j da rosca nas peças de material

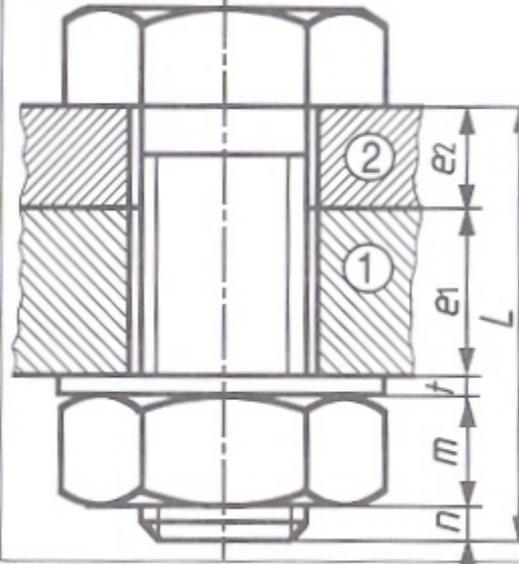
- bronze, latão, aço macio, fundição, $j \geq 1,5d$
- aços duros $j \geq d$



Para abrir rosca, furo da broca ϕd_1
 $d_1 = d - 1,0825 P$
é usado $d_1 \approx d - P$

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

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

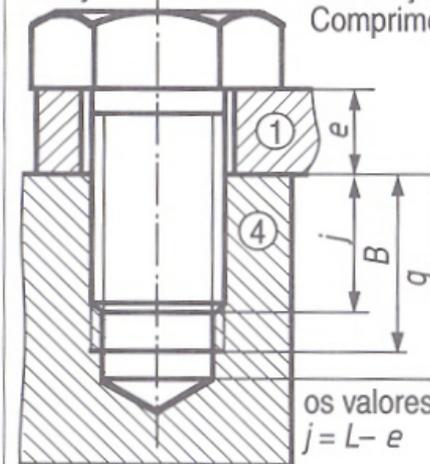
$$L \geq e + j$$

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

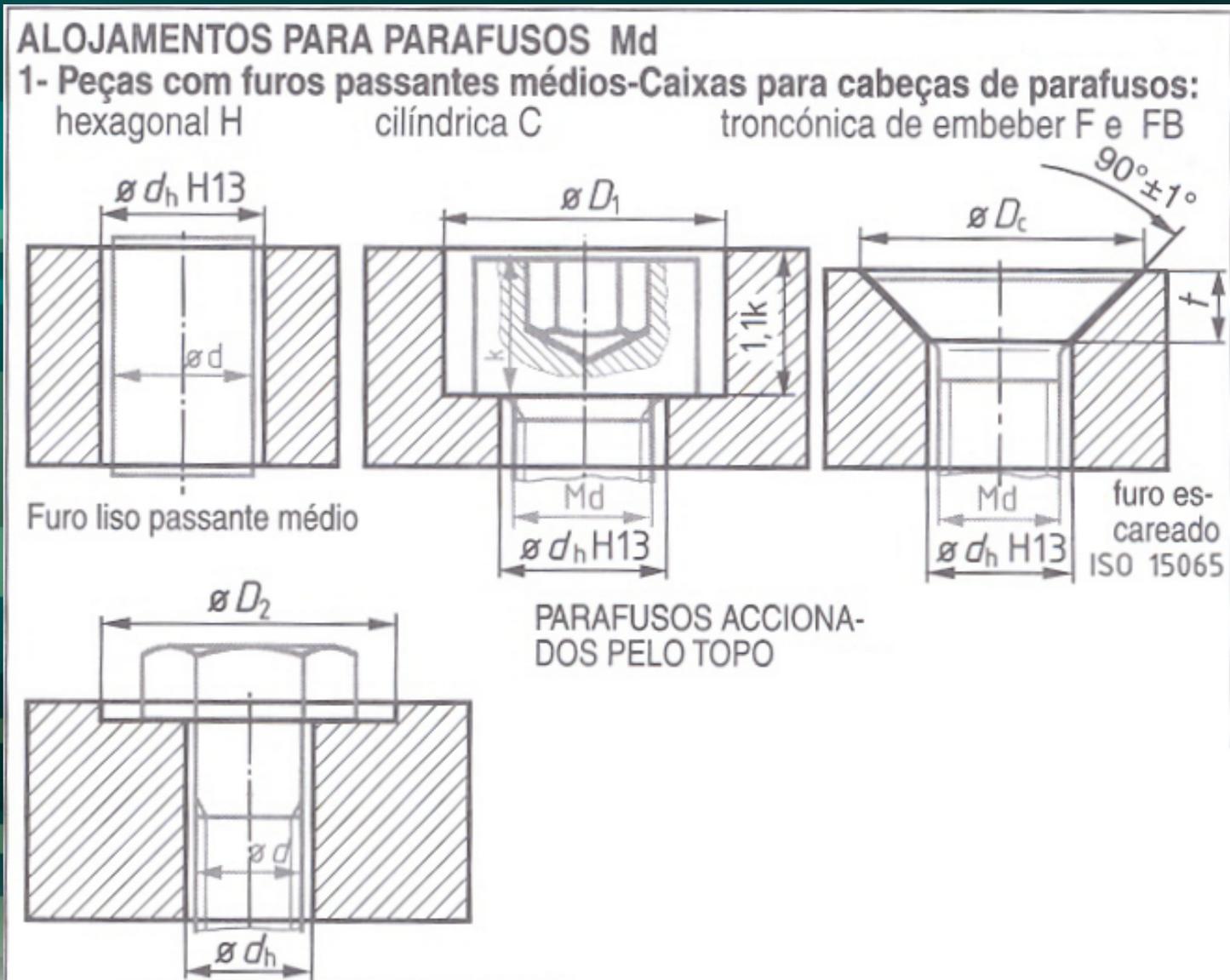
Tomar para L , o comprimento normal mais próximo.

Estabelecido L são determinados

os valores de j, B, q efectivos: $j = L - e$ e também $p B q$.



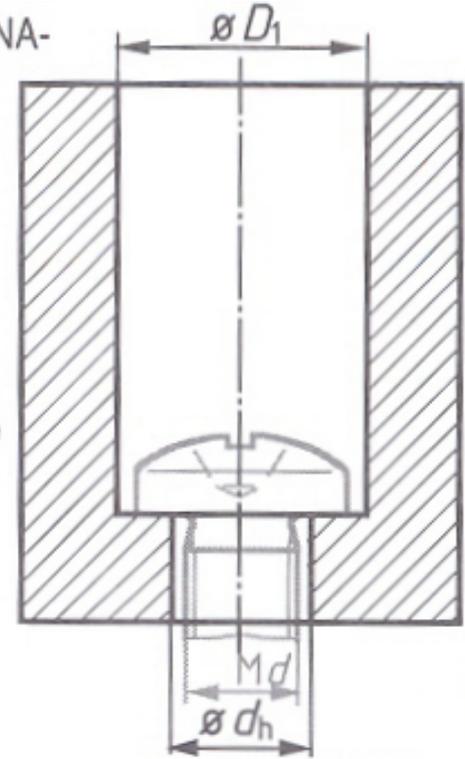
Ligações com Peças Roscadas



Ligações com Peças Roscadas

PARAFUSOS ACCIONADOS PELO TOPO

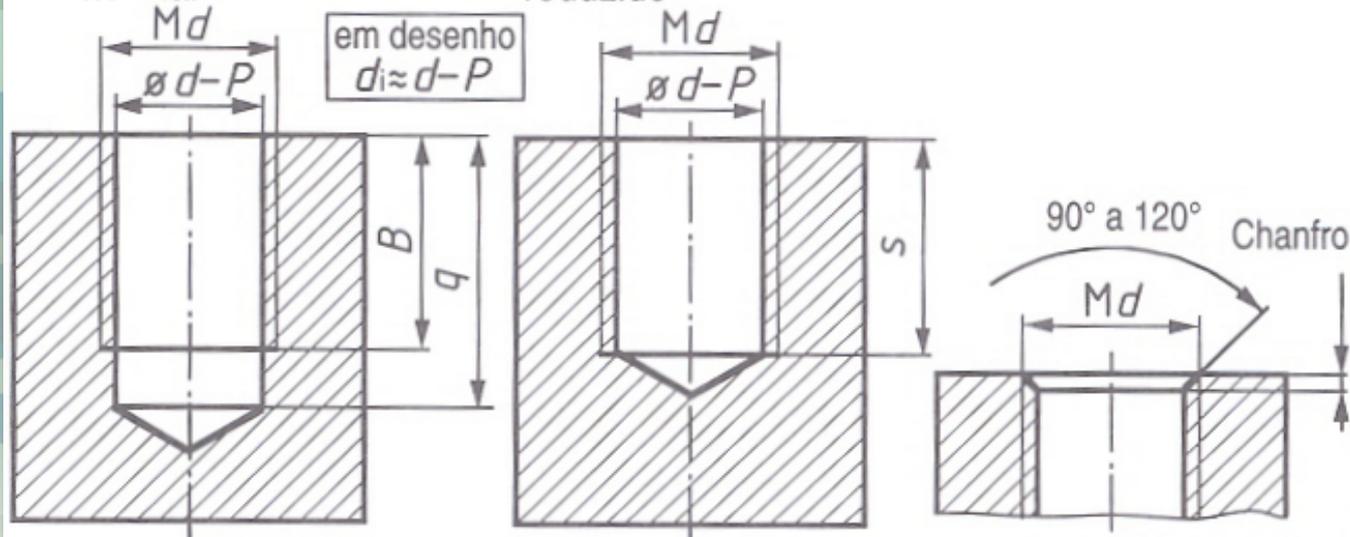
Exemplo de ligação com parafuso de oco cruciforme



2- Peças com furos cegos roscados

normal

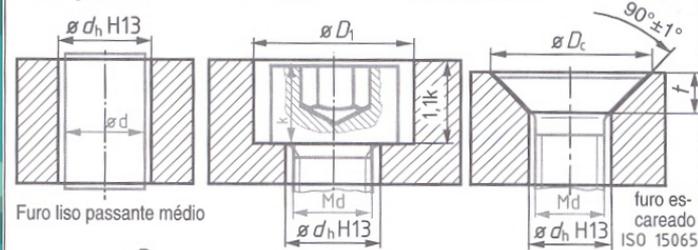
reduzido



Ligações com Peças Roscadas

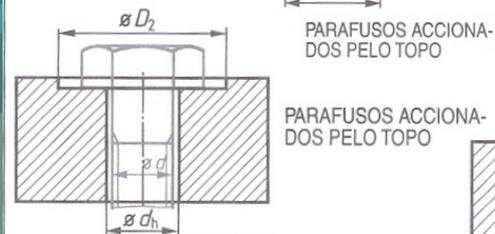
ALOJAMENTOS PARA PARAFUSOS Md

1- Peças com furos passantes médios-Caixas para cabeças de parafusos:
hexagonal H cilíndrica C troncônica de embeber F e FB



Furo liso passante médio

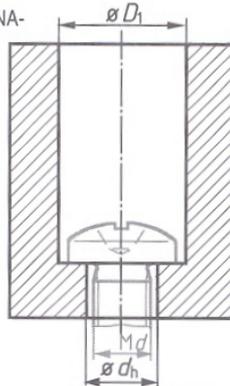
furo escareado ISO 15065



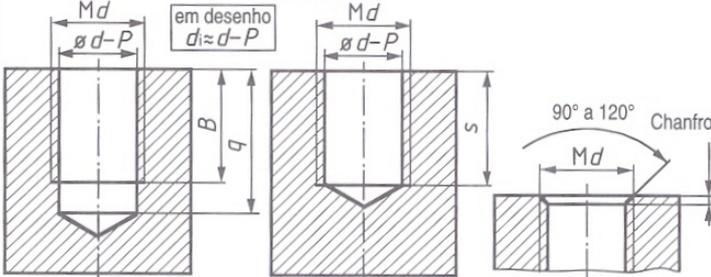
PARAFUSOS ACCIONADOS PELO TOPO

PARAFUSOS ACCIONADOS PELO TOPO

Exemplo de ligação com parafuso de oco cruciforme



2- Peças com furos cegos roscados normal reduzido

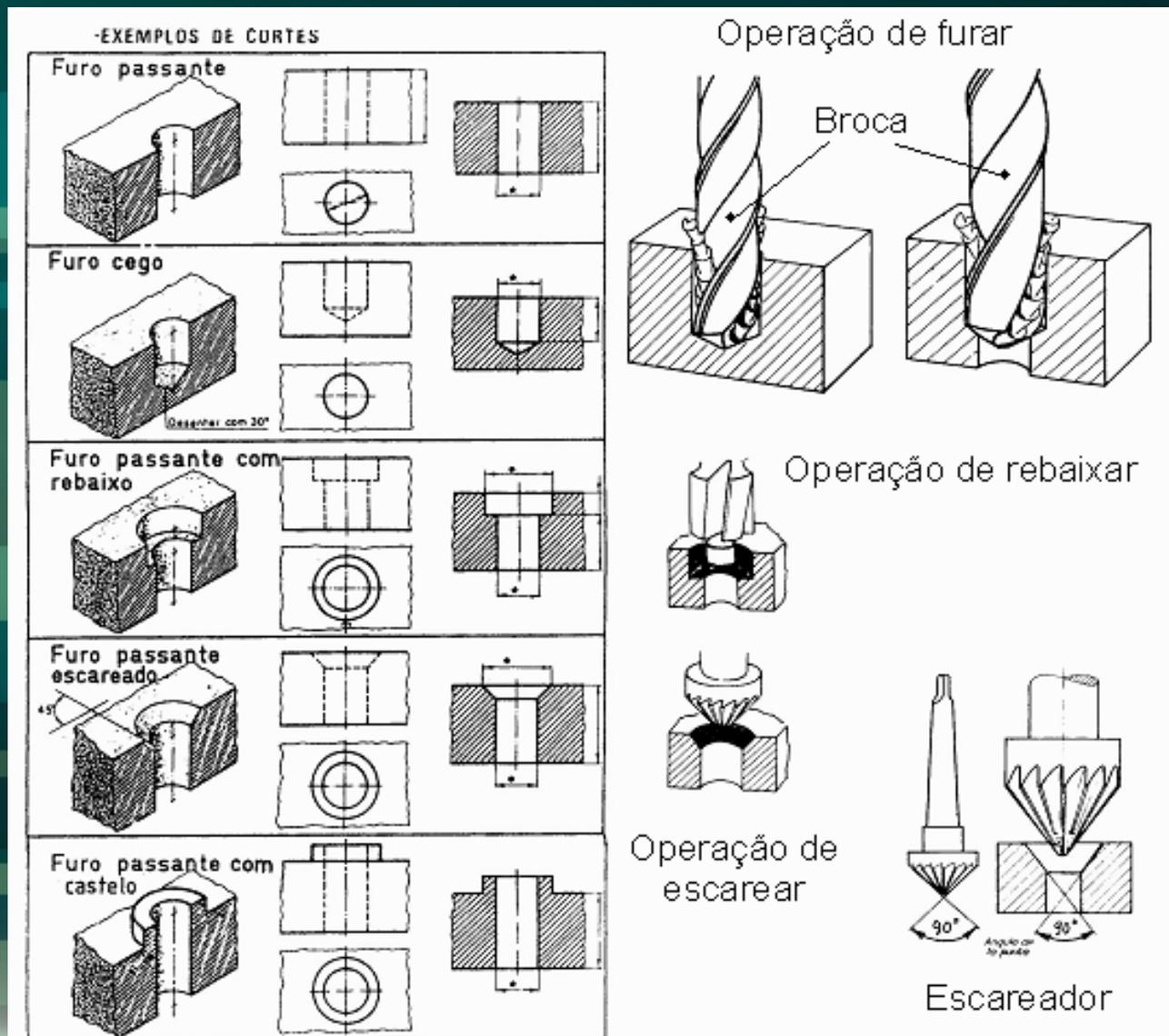


Nas ligações com peças roscadas em representação ortográfica, faz-se:
1º-Cálculo do comprimento teórico do parafuso ou do corpo do perno;
2º-Toma-se para comprimento real, um valor da tabela de comprimentos normais; e são corrigidos os valores de j e n usados inicialmente.

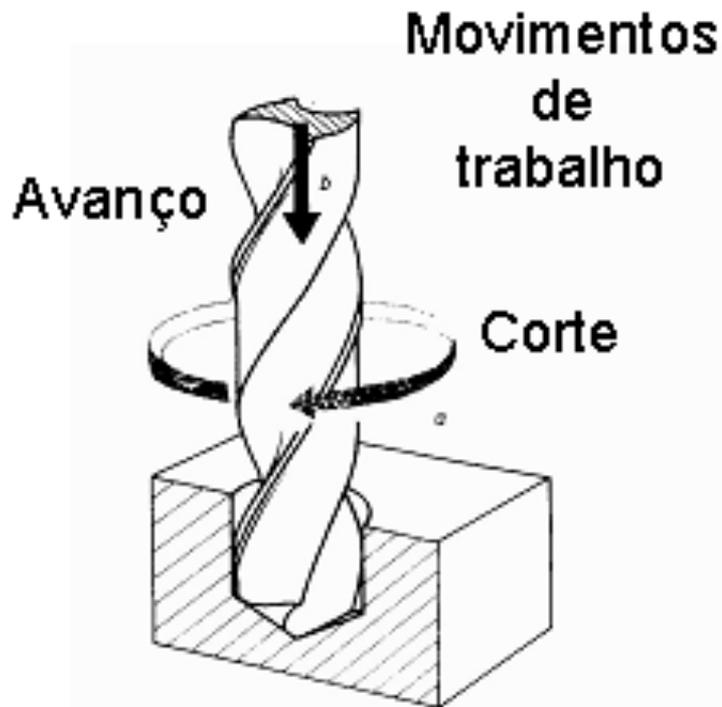
ROSCA	passo	FURO ISO 273			CAIXAS				FUROS CEGOS		
		fino	médio	largo	ISO 15065		normal	reduzido			
Md	P	H12	H13	H14	D1	D2	Dc	t≈	B	q	s
1,6	0,35		1,8				3,6	0,95			
2	0,4		2,4				4,4	1,05			
2,5	0,45	2,7	2,9	3,1	7	12	5,5	1,35	$j+1,5$	$j+4,5$	$j+1,5$
3	0,5	3,2	3,4	3,6	8	12	6,3	1,,55	$j+2$	$j+5$	$j+2$
4	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

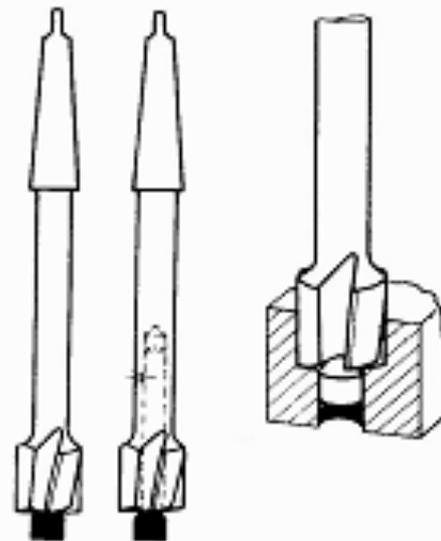
Produção de furos passantes, caixas e escareados



Produção de furos passantes, caixas e escareados

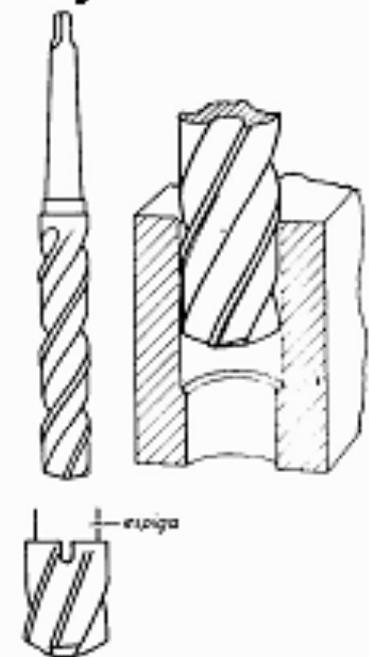


Operação de rebaixar



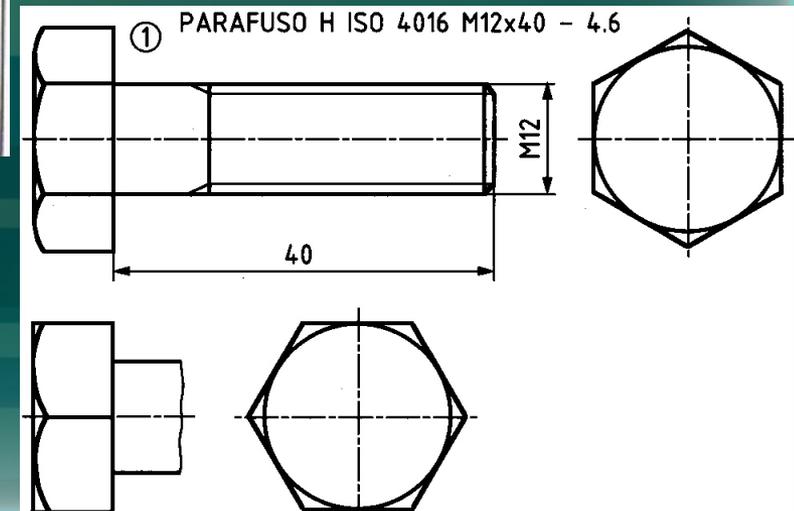
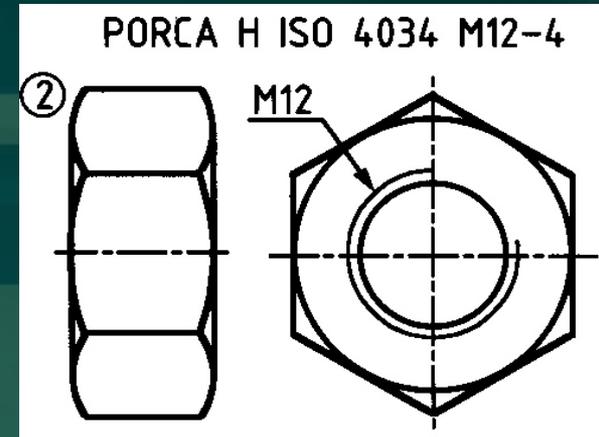
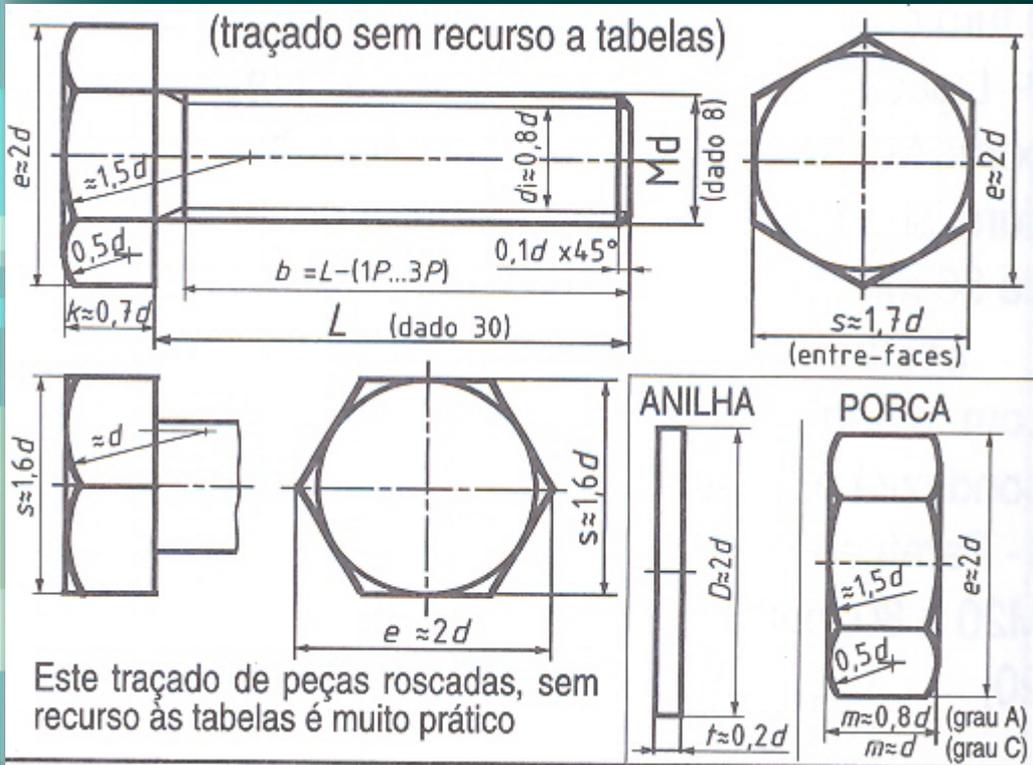
Mandris de rebaixar

Operação de alargamento de furos com mandril (para ajustamentos)

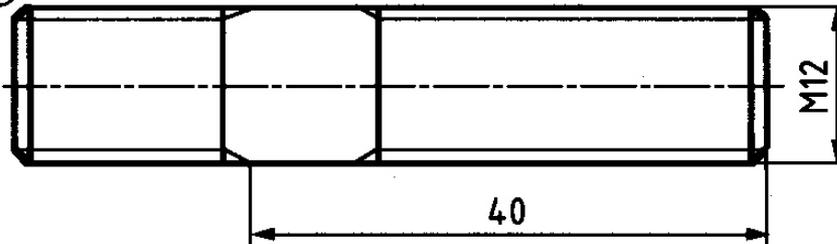


Mandril helicoidal

Peças Roscadas: Exemplos de Representação

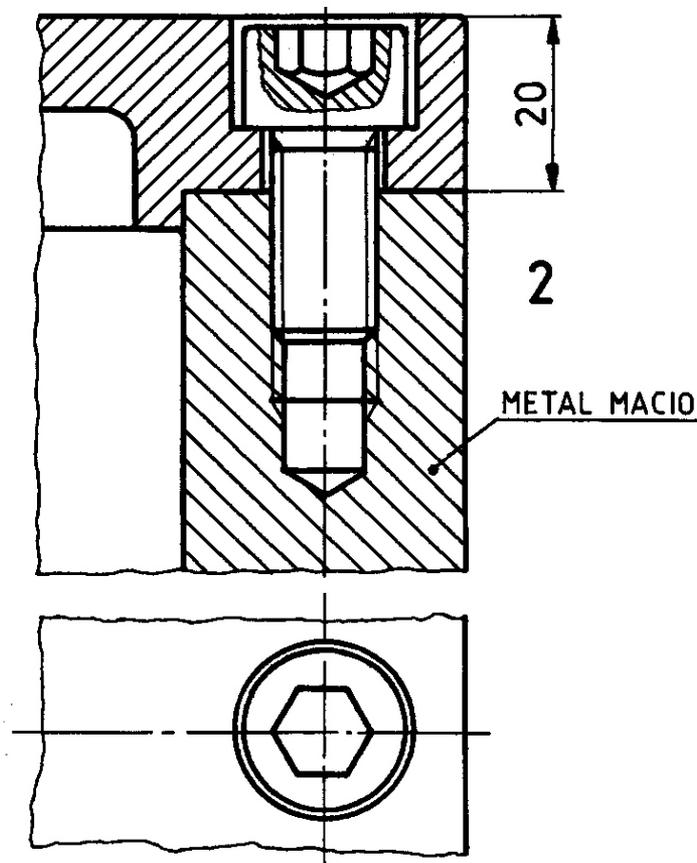
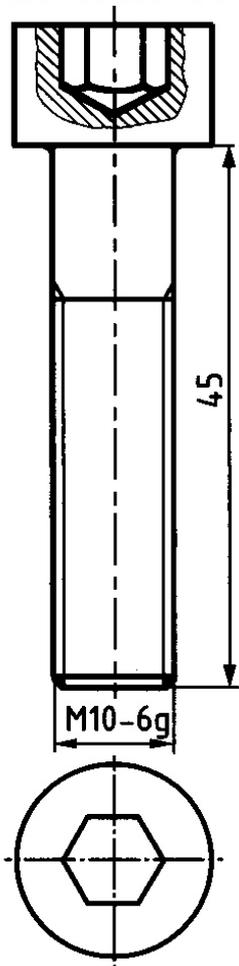


③ PERNO ISO M12x40-8.8 raiz média

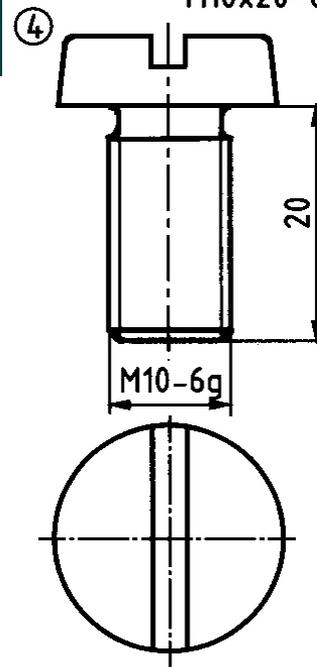


Peças Roscadas: Exemplos de Representação

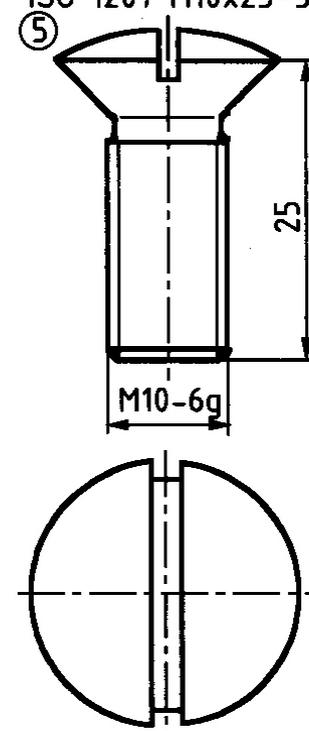
PARAFUSO CHC
ISO 4762 M10x45-8.8



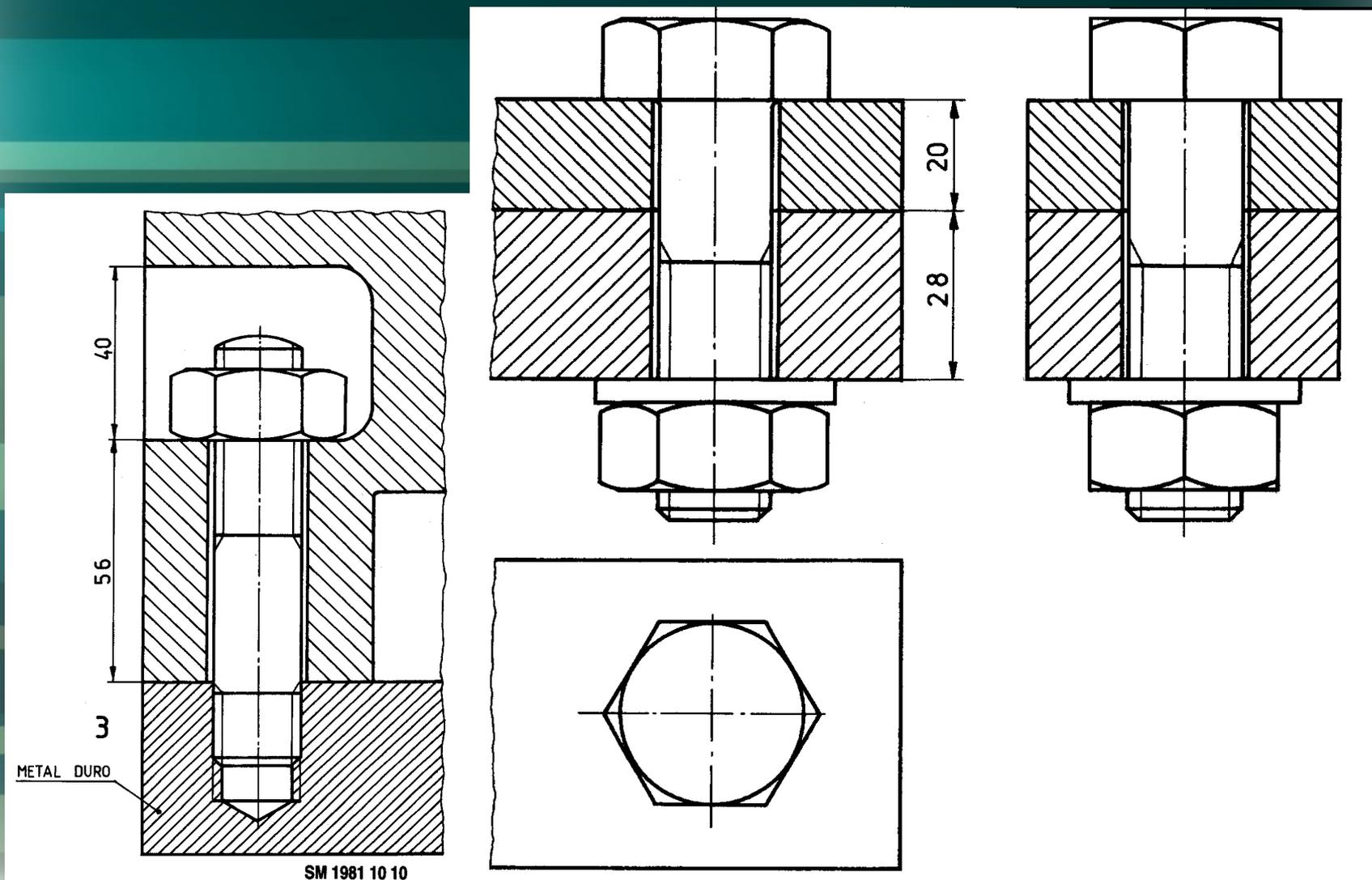
PARAFUSO C ISO 1207
M10x20-8.8



PARAFUSO FB
ISO 1207 M10x25-5.8



Peças Roscadas: Exemplos de Representação

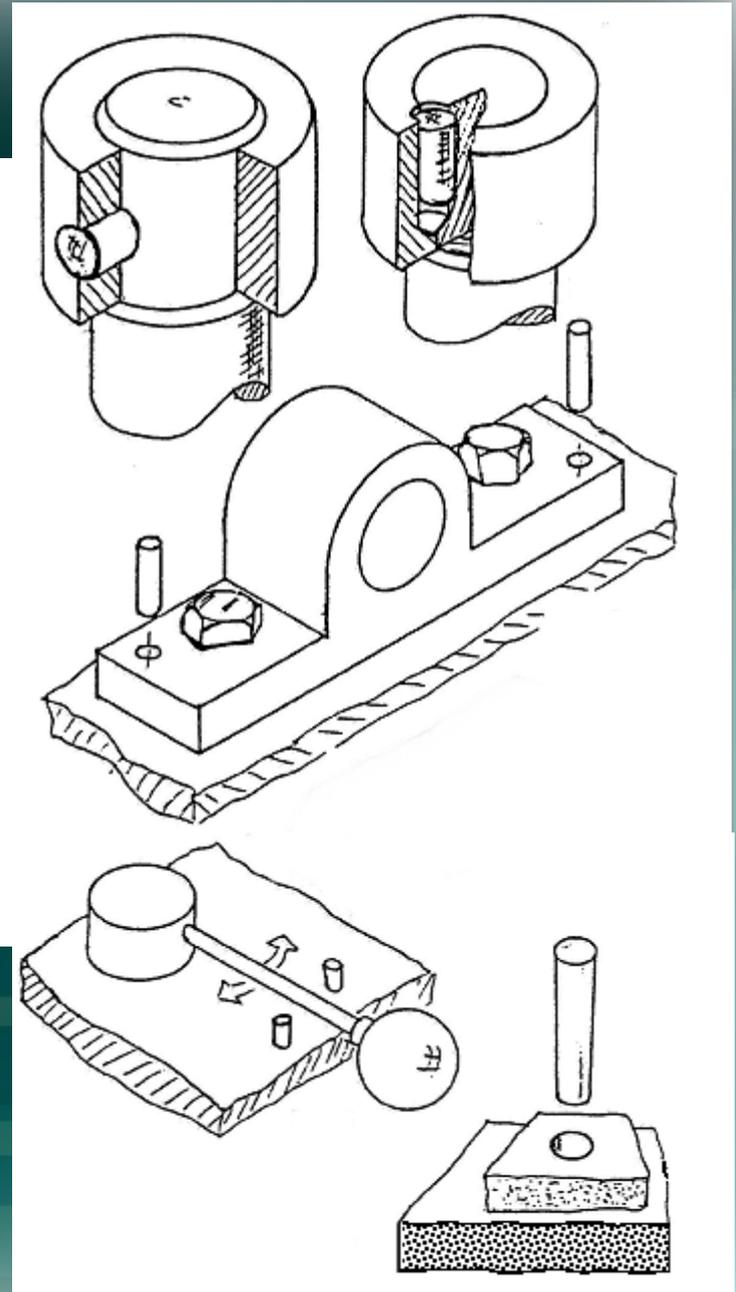
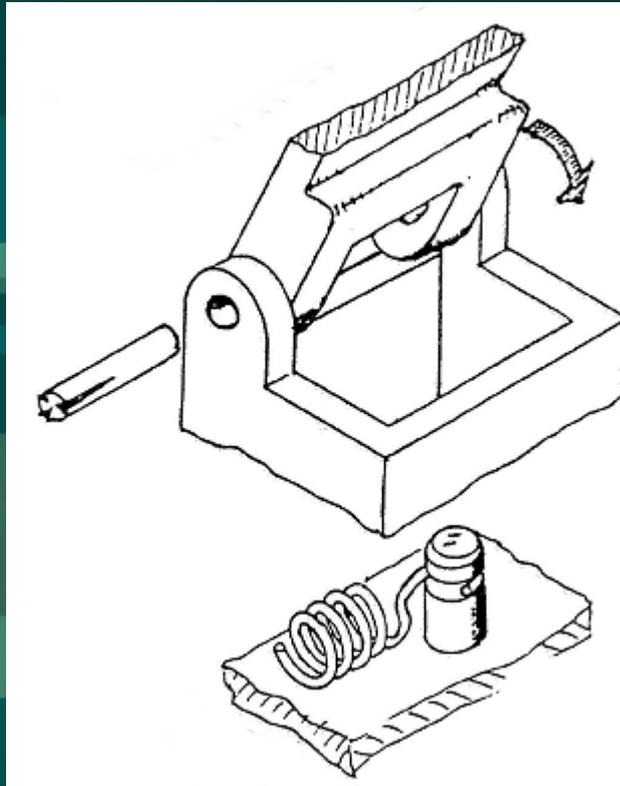


Ligações com Pinos



- **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 fraturáveis;
 - **Segurança**, para evitar o desaparafusamento espontâneo de parafusos e porcas;
 - **Centragem** pela utilização de pinos cónicos;
 - **Limitação de cursos;** ...

Ligações com Pinos

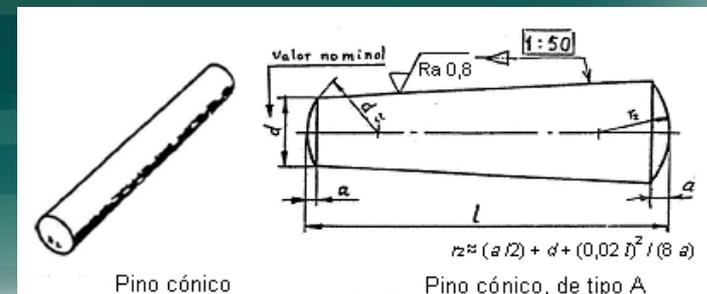


Os materiais dos pinos são mais resistentes do que os das peças a ligar. Em geral, as superfícies laterais dos pinos são cilíndricas ou cónicas. Quando sujeitos a vibrações, os pinos deverão ser immobilizados.

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** (retificados): rugosidade $Ra = 0,8 \mu\text{m}$;
 - **Tipo B** (torneados): rugosidade $Ra = 3,2 \mu\text{m}$.



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, $p/d \leq 1,2$ e H14, $p/d > 1,2$). O furo deve ser acabado com um mandril cónico com as duas peças montadas.

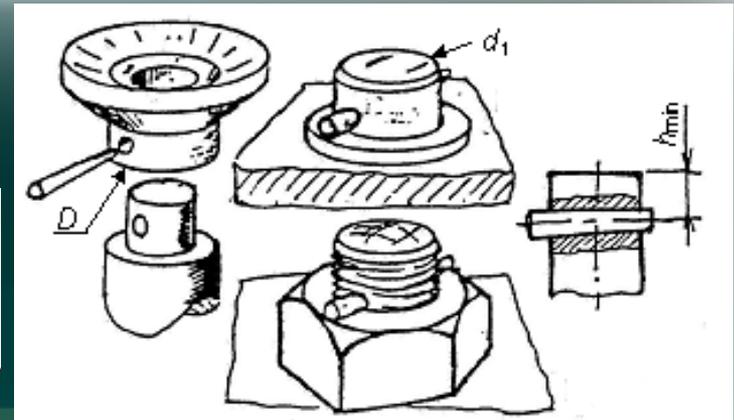
Sendo d_1 o diâmetro do veio, devem usar-se pinos com diâmetros: $d = d_1 / 3,3$ a $d_1 / 5$.

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.

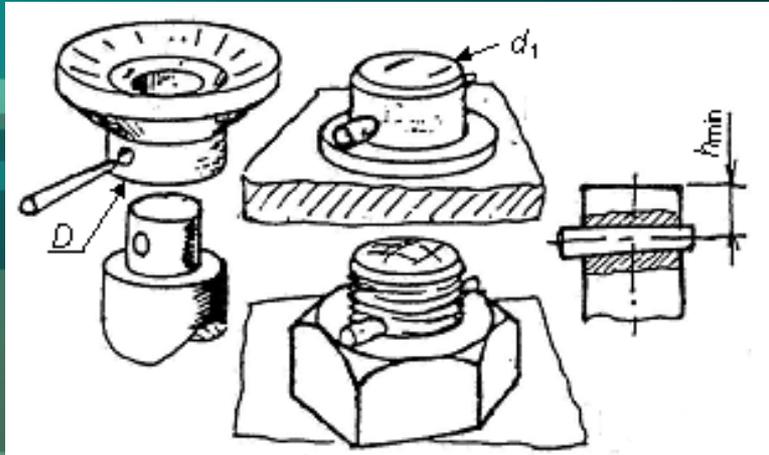
- Limitação de movimento



Ligações com Pinos



- Pinos Cónicos:



Pinos cónicos, não temperados

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

– Designação:

– Pino cónico ISO 2339 – tipo – $d \times l$ – mat.

– Pino cónico ISO 2339 – A – 6×30 - St

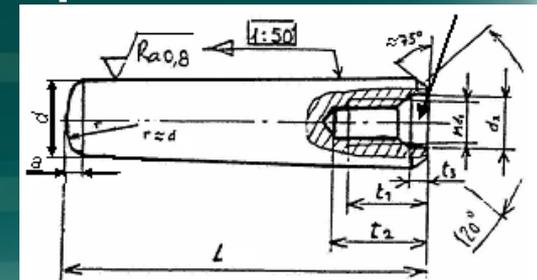
Adoptar os **comprimentos normais** $l = 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200$.

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 extração do pino.
Aço de corte fácil, com durezas entre 125 e 245 HV, indicado por **St**.

Tipos de acabamento de superfície:

- Tipo A (retificados): rugosidade $Ra = 0,8 \mu\text{m}$;
- Tipo B (torneados): rugosidade $Ra = 3,2 \mu\text{m}$.



Pino cónico com furo roscado,
de tipo A

Ligações com Pinos

- Pinos Cónicos com Furo Roscado:

- Dimensões:

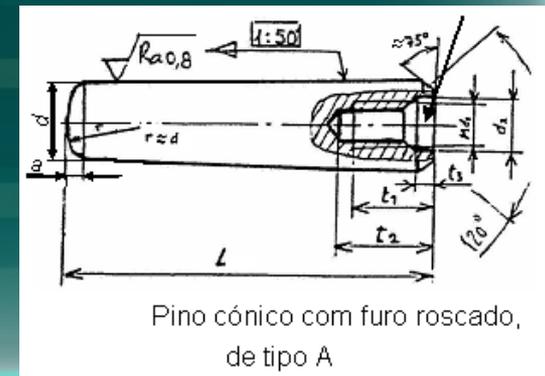
O valor nominal do pino é o seu diâmetro menor d .

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.

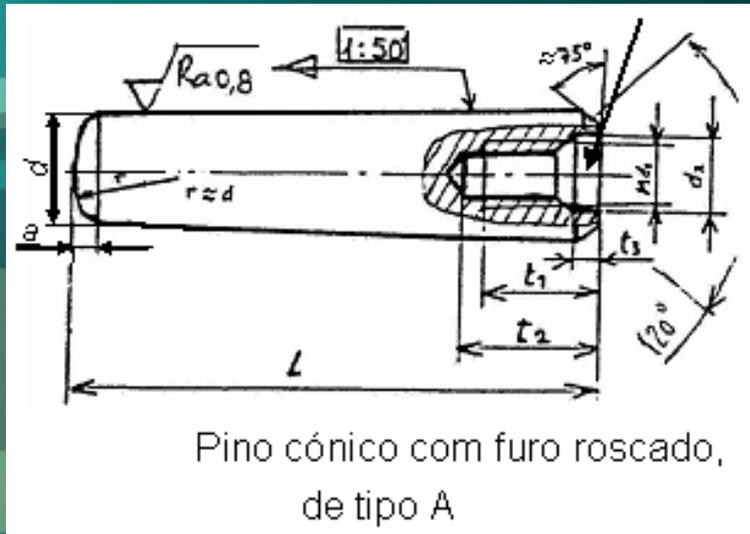
O comprimento de contacto do pino cónico, em cada uma das duas peças, deve ser maior ou igual a d .



Ligações com Pinos



- Pinos Cónicos com Furo Roscado:



Pinos cónicos, com furo roscado

Nominal d (h10)	a	Md_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**
 $l = 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35,$
 $40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90,$
 $95, 100, 120, 140, 160, 180, 200$ ($\approx js15$).

– 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:

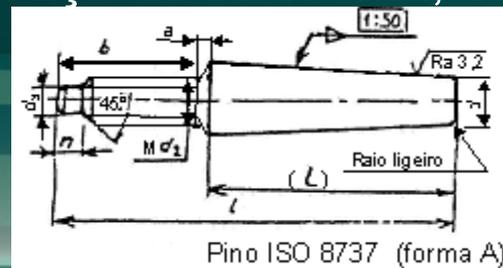
Pinos de posição cónicos constituídos por um corpo tronco-cónico, com uma conicidade de 1:50, e uma ponta roscada com uma saliência na extremidade.

Podem ter duas formas distintas:

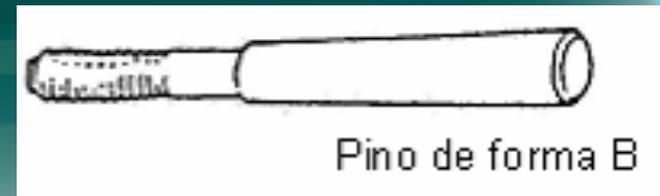
- **Forma A**, que tem a ponta roscada junto do maior diâmetro do corpo cónico (ISO 8737);

- **Forma B**, que tem a ponta roscada junto do menor diâmetro do corpo cónico (atualmente não normalizada).

Fabricados em aço de corte fácil, com durezas entre 125 e 245 HV, indicado por **St**.



Pino ISO 8737 (forma A)

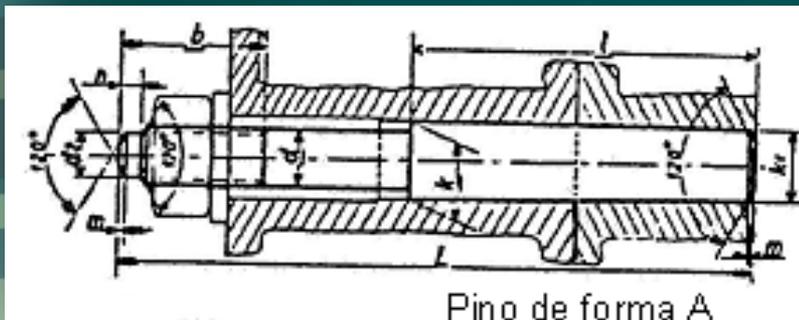


Pino de forma B

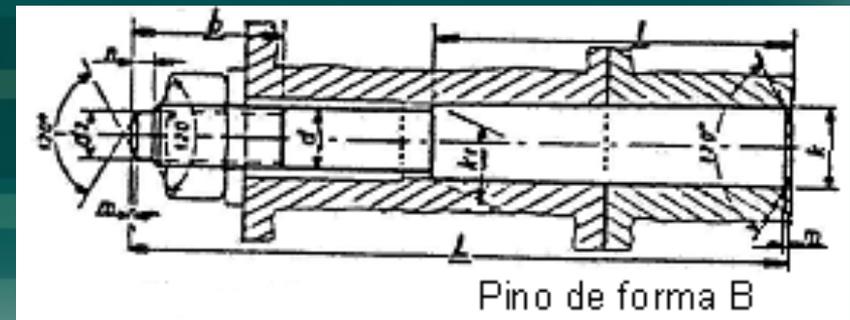
Ligações com Pinos



- 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

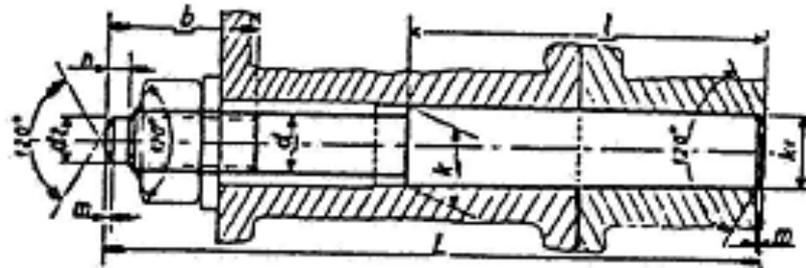


Pino de forma B

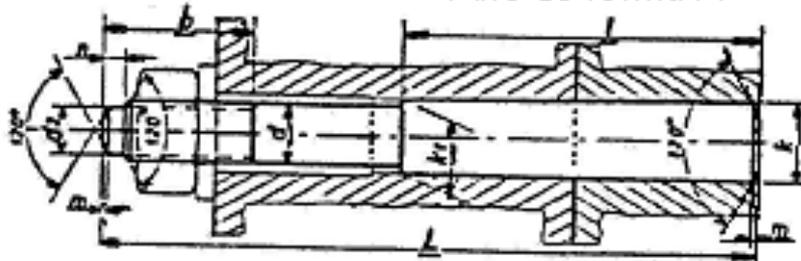
Ligações com Pinos



- 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**:

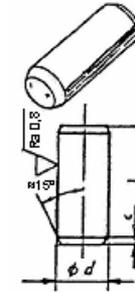
$l = 40, 45, 50, 55, 60, 65, 75, 85, 100, 120, 140, 160, 190, 220, 250, 280, 320, 360, 400 (\approx js15).$

– Designação:

- Pino cónico ISO 8737 – $d \times l$ – material

- Pino cónico ISO 8737 – 6×50 – St

Ligações com Pinos



Tolerâncias de d :
m6, h8 (ISO 2338)
m6 (ISO 8734)

Tolerâncias de L :
 $\approx js15$

Rugosidades:
 $Ra \leq 0,8$ (c/ m6)
 $Ra \leq 1,6$ (c/ h8)

Pino cilíndrico

- 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.
 - **Pinos 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.

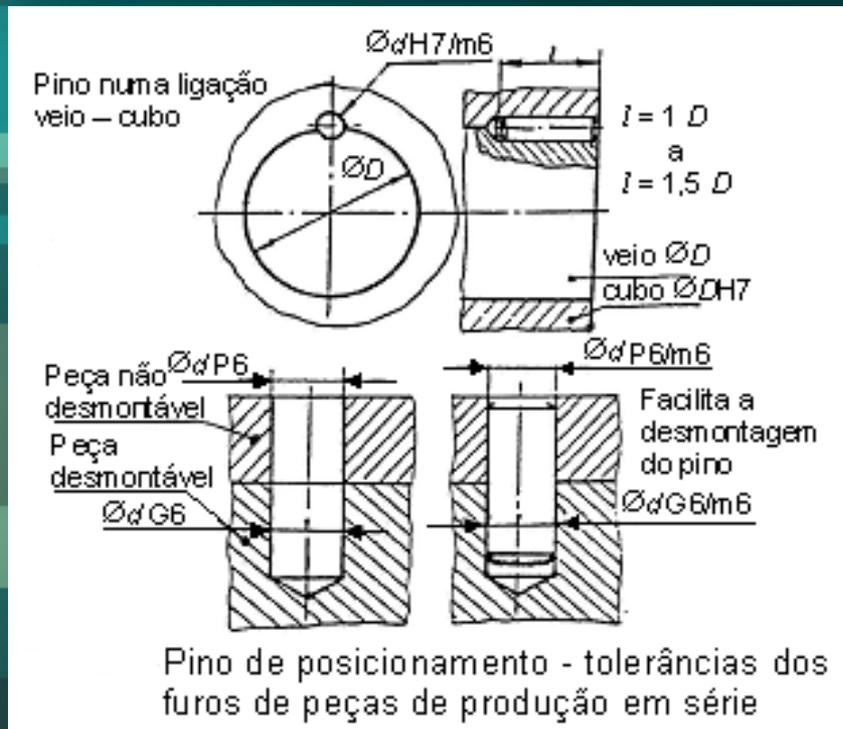
Ligações com Pinos



- 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:



Pinos cilíndricos

Nominal <i>d</i>	<i>c</i>	<i>l</i> (ISO 2338) de ... a	<i>l</i> (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:

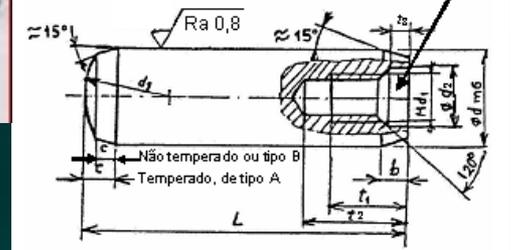
- Pino cilíndrico ISO 2338 – $d \times l$ – material
- Pino cónico ISO 2338 – 6 m6 \times 30 – St
- Pino cilíndrico ISO 8734 – $d \times l$ – tipo – material
- Pino cónico ISO 8734 – 6 \times 30 – A – St



Ligações com Pinos



Para evitar a deterioração do furo roscado



Pino cilíndrico com furo roscado

- 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 15° e alturas **c**.

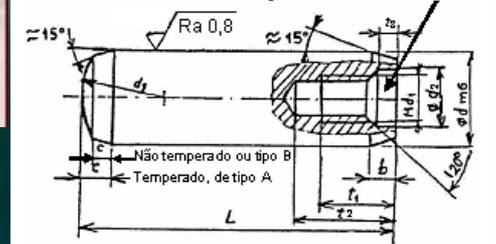
A outra extremidade tem um chanfro e um furo alargado, no início, e depois roscado.

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



Para evitar a deterioração do furo roscado



Pino cilíndrico com furo roscado

- 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.

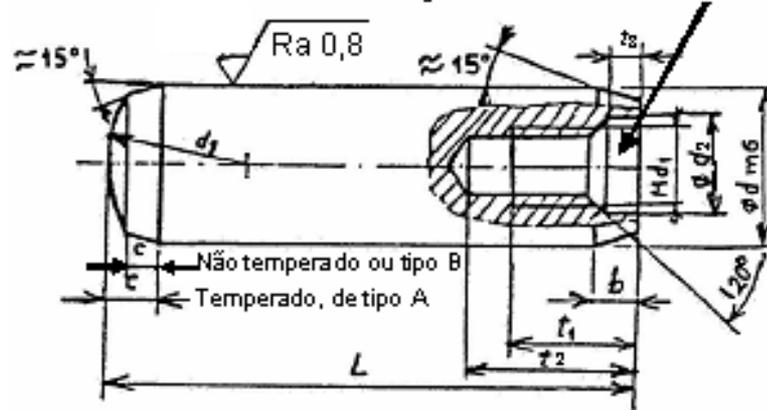
- Aplicações: Idênticas às dos pinos cilíndricos simples ($d\ m6$), mas **mais fáceis de extrair**.



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	Md	t	t ₂	d ₂	t ₂	l
	mm	ISO 8733	ISO 8735			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

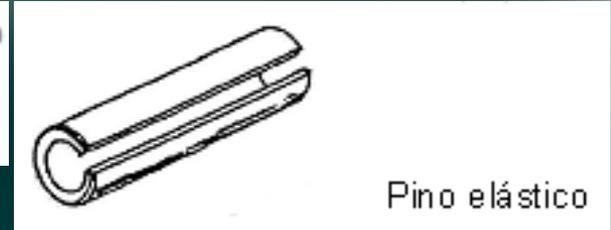
Adoptar os **comprimentos normais**:

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

– Designação:

- Pino cilíndrico ISO 8733 – $d \times l$ – mat.
- Pino cilíndrico ISO 8733 – 6 × 30 – St
- Pino cilíndrico ISO 8733 – 6 × 30 – A1
- Pino cilíndrico ISO 8735 – $d \times l$ – 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:

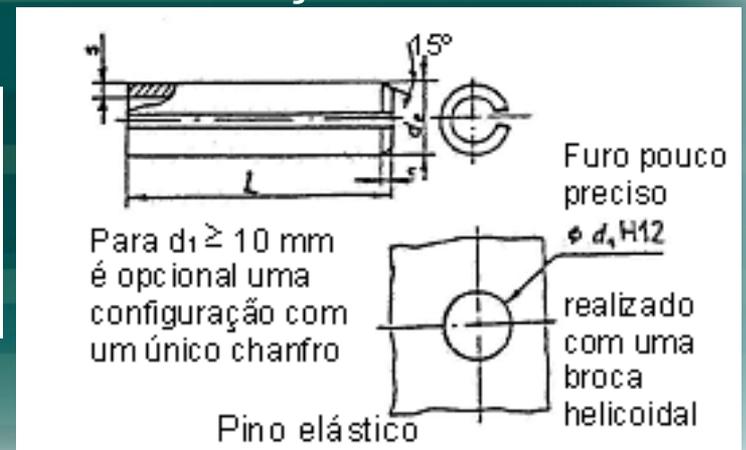
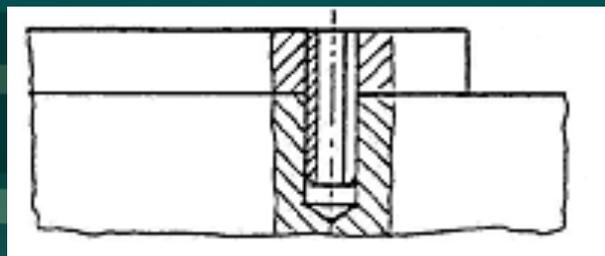
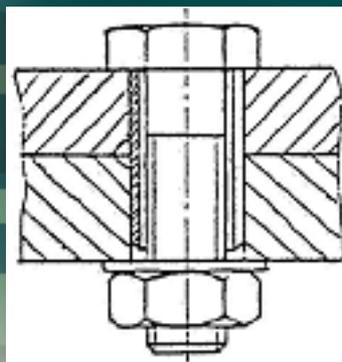
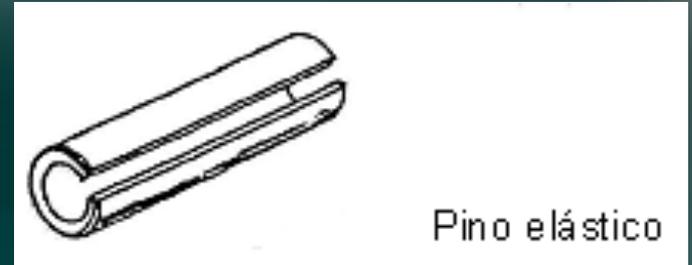
- Aplicações:

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%).



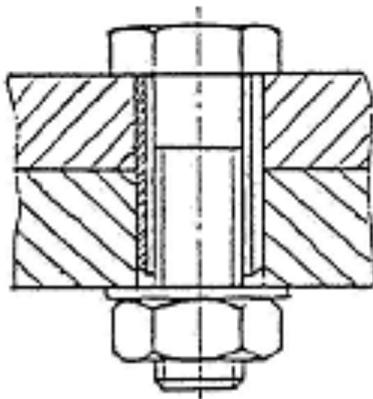
Principais aplicações:

- 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 tração.)



Ligações com Pinos

- Pinos Elásticos:



Exemplos:

Parafuso	Pinos elásticos	
	Pesados $d \times s$	Leves $d \times s$
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 turo de H12	Comprimento		Pino pesado		Pino leve			
	l_{min}	l_{max}	Chanfro cmIn.	Espes. s	Paraf. M d	Chanfro cmIn.	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	

– Designação:

- Pino elástico ISO 8752 – $d \times l$ – mat.
- Pino elástico ISO 8752 – 6 × 30 – St
- Pino elástico ISO 13337 – $d \times l$ – mat.
- Pino elástico ISO 13337 – 6 × 30 – St

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

Ligações com Pinos

- Pinos com Estrias:

- Normas:

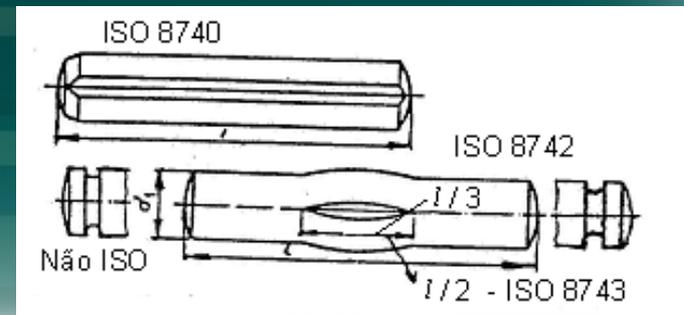
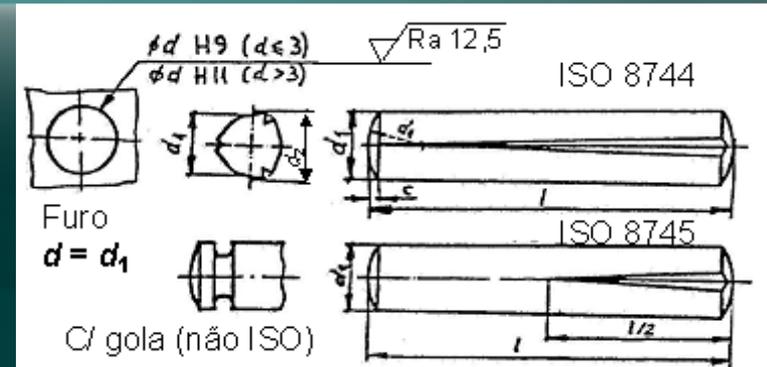
- ISO 8739: 1997 – Grooved pins – Full-length parallel grooved, with pilot
 - ISO 8740 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7: 1997 – Grooved pins – ...

- 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

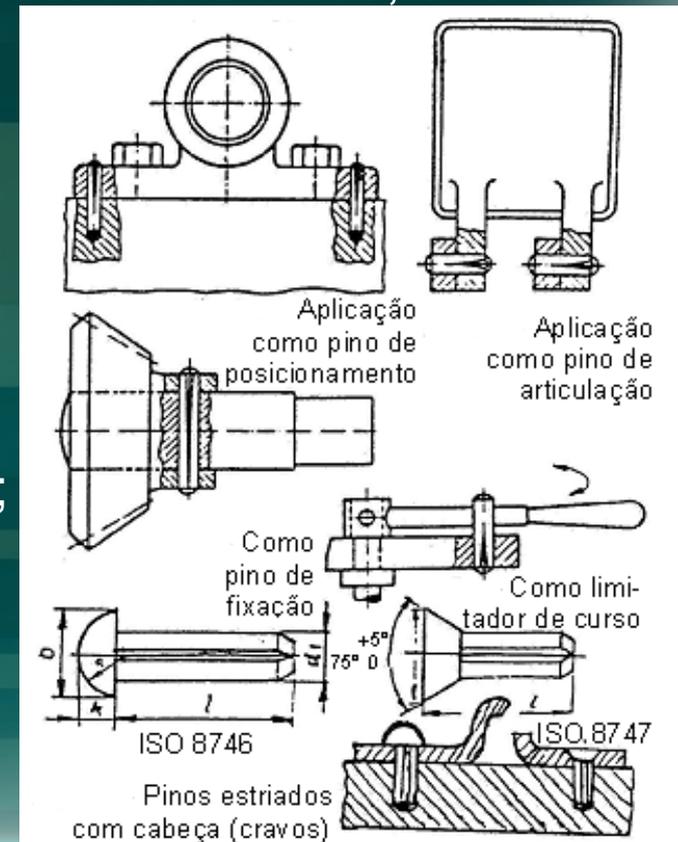
- Pinos com Estrias:

- 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**:

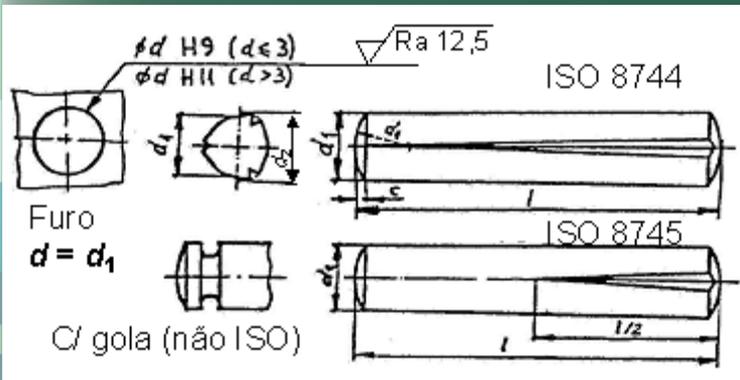
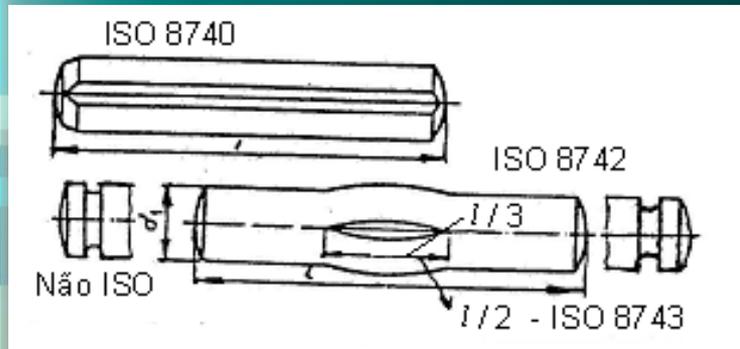
- **Posicionamento**;
 - **Articulação**;
 - **Fixação**;
 - **Limitador de curso**;
 - Pinos com cabeça para **fixação**;
 - Aplicação de **cravos** na fixação de peças diversas (chapas, dobradiças, etc.) em peças metálicas.



Ligações com Pinos



- Pinos com Estrias:



– Designação:

- Pino com estrias norma – $d1 \times l$ – mat.
- Pino com estrias ISO 8752 – 6×30 – St

Pinos com estrias

Diâmetro Nominal d .	Chanfro ISO 8746 ISO 8747	Boleado c	Comprimentos								Cabeças			
			ISO 8746		ISO 8739		ISO 8744		ISO 8742		ISO 8741			
			l de	a	l de	a	l de	a	l de	a	l de	a	D min.	k min.
1,4	0,42		3	6										
1,5					8	20	8	20	8	20	8	20		
1,6	0,48	0,2	3	8									2,2	0,7
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	28	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), $8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200$ ($\approx js15$).

Ligações com Pinos



- Pinos Bifurcados:

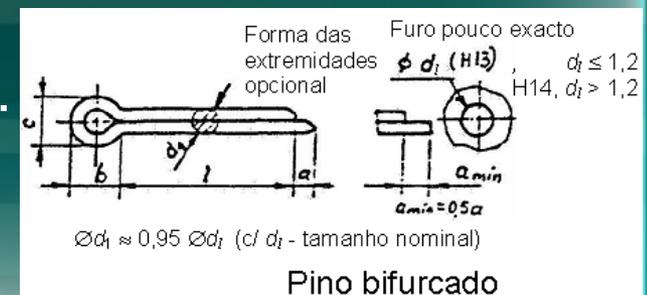
- Norma: ISO 1234: 1997 – Split pins
- Forma e material:

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.



Ligações com Pinos



- Pinos Bifurcados:

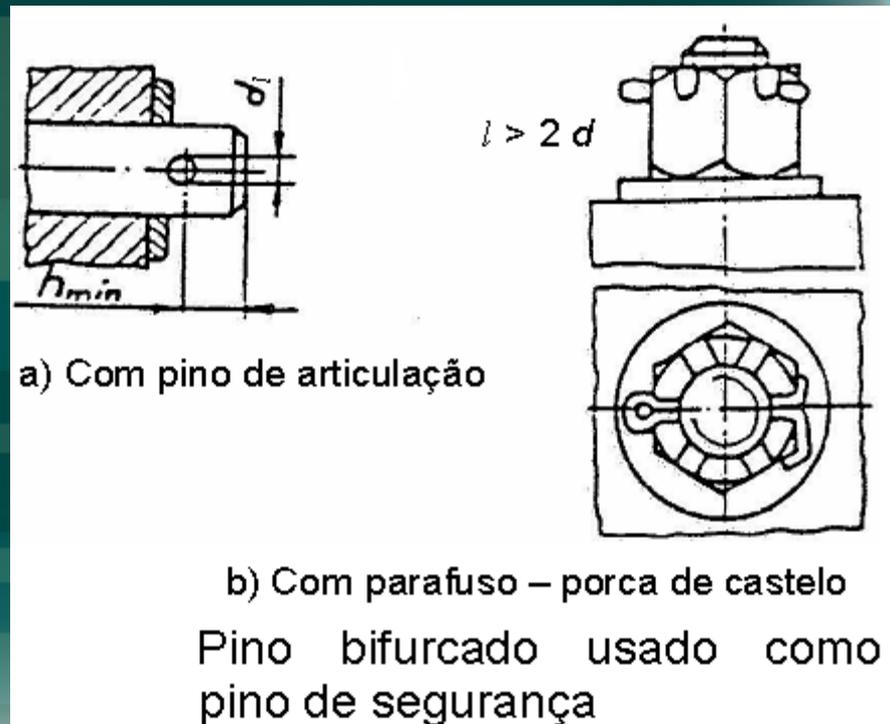
- Aplicações:

- 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).

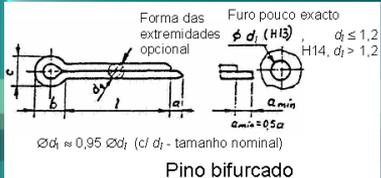
- Também podem ser utilizados para a **imobilização de pinos de articulação**.



Ligações com Pinos

- Pinos Bifurcados:

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



Pinos bifurcados

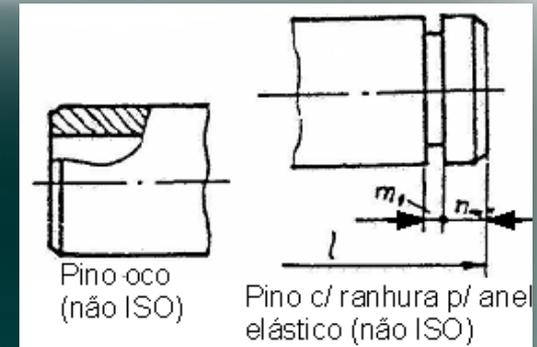
Tamanho nominal d_1 (furo)	d_1		a max	c		Comprimento l		Usar em paraf. Md de até	h_{\min}	Usar em pino $\varnothing d$ > até	h_{\min}
	min.	max.		min.	max.	min.	max.				
0,6	0,4	0,5	1,6	0,9	1,0	4	12	M2,5	1	— — 2	
0,8	0,6	0,7	1,6	1,2	1,4	5	16	M3	1,2	2 — 3	1,6
1	0,8	0,9	1,6	1,6	1,8	6	20	M4	2,3	3 — 4	2,2
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 – $d/l \times l$ – material
- Pino bifurcado ISO 1234 – 5 × 50 – St



Ligações com Pinos



- Pinos (Cavilhas) de Articulação:

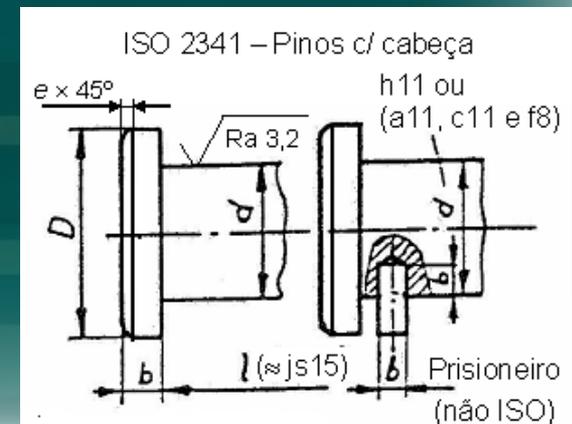
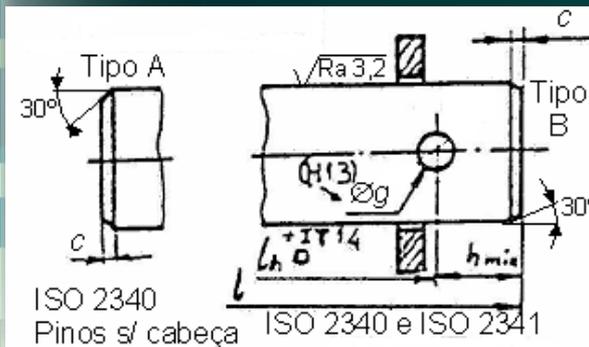
- Normas:

- 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.

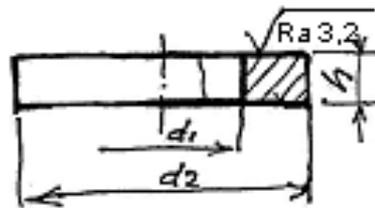


Ligações com Pinos

- Pinos (Cavilhas) de Articulação:

Anilhas planas p/ pinos de articulação

$d = 3, \dots, 100$
 $d_1 = 3, \dots, 100$ (H14)
 $(d_1 = d_{1\min} = d)$
 $d_2 = 6, \dots, 120$ (h15)
 $(d_2 = d_{2\max})$
 $h = 0,8, \dots, 12$



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



Pinos de articulação

Tamanho nominal d (h11)	Cabeça			Chanfro c	Furo p/ pino		Ponta roscada		Comprimento l de a
	D	b	e		g	h_{\min}	Md_1	l_1	
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

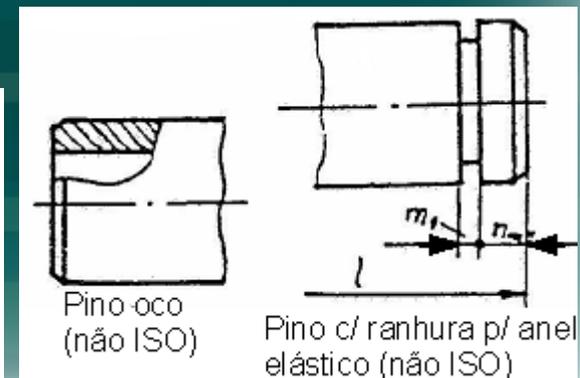
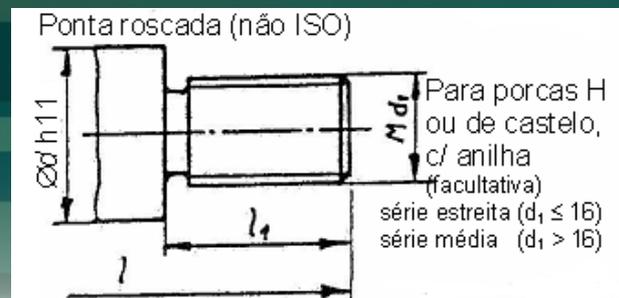
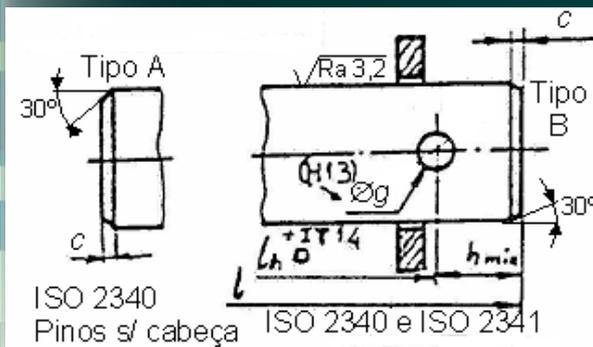
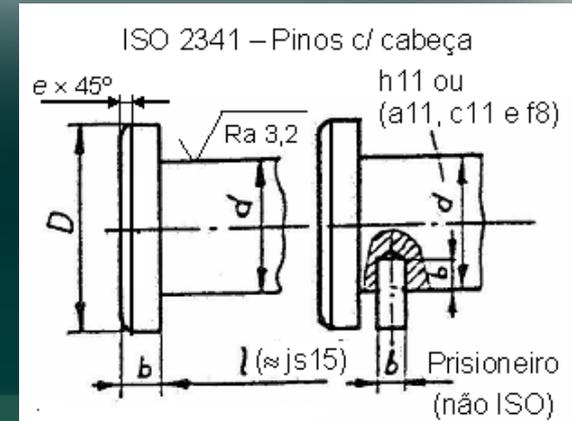
Adoptar os comprimentos normais $l = 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200$.

Ligações com Pinos

- Pinos (Cavilhas) de Articulação:

Designação:

- Pino de articulação ISO 2340 – tipo – $d \times l$ – material (Pino s/ cabeça)
- Pino de articulação ISO 2340 – B – 20×100 – St, c/ outro furo p/ pino, $d \times l \times g \times l_h$ – mat.
- Pino de articulação ISO 2341 – tipo – $d \times l$ – material (Pino c/ cabeça)
- Pino de articulação ISO 2341 – B – 20×100 – St, c/ outro furo p/ pino, $d \times l \times g \times l_h$ – 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:

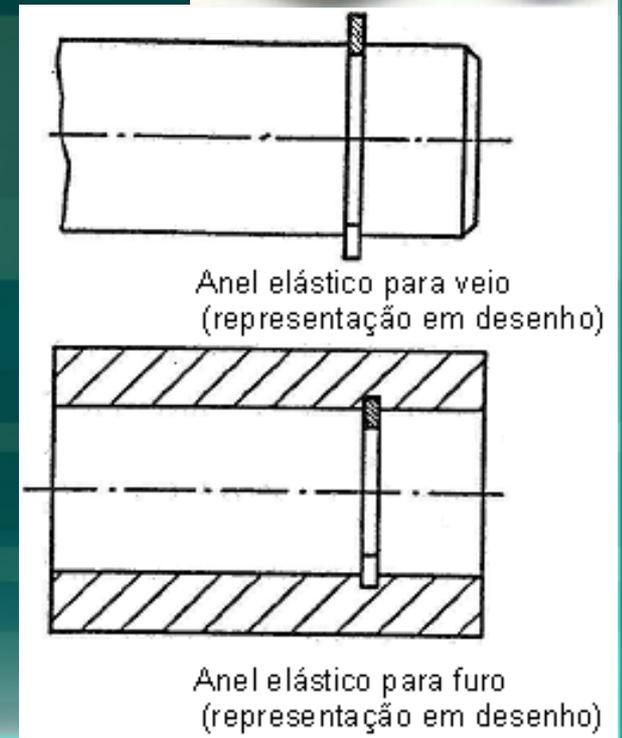
- ranhuras cavadas em veios;
- ranhuras cavadas em furos.

- Tipos, material e acabamento:**

- **anéis elásticos de arame** (“retaining rings”), de secção uniforme cilíndrica (o caso mais habitual), quadrada, retangular, etc.;

- **anéis elásticos estampados** (“circlips”), de secção retangular 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).



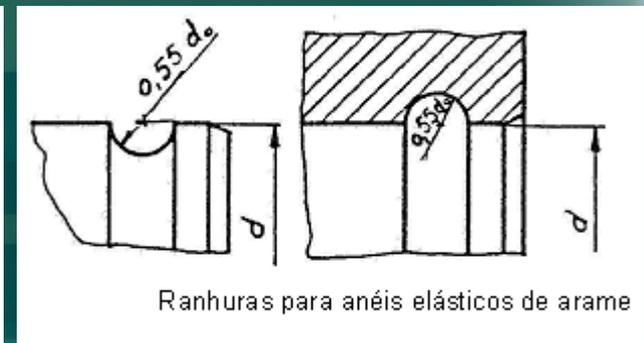
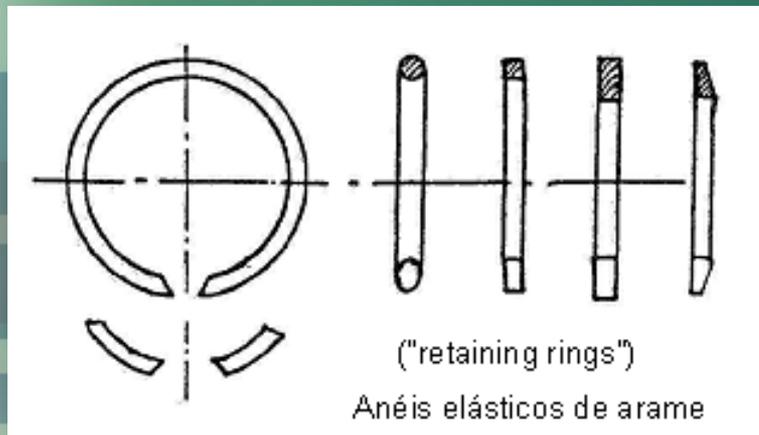
Anéis Elásticos



- 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 $d_1 \times s$

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 **fator 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 $Re \geq 200$ MPa**;
- ranhuras com arestas vivas e uma **profundidade t** igual às indicadas nos quadros.

Se a profundidade $t' \neq t$ (quadros) e limite mínimo de elasticidade $R'e \neq Re$ (200 MPa):

$$F'_N = F_N (t' / t) (R'e / 200) \text{ kN}$$

Anéis Elásticos

- **Capacidade de carga axial:**

Os anéis elásticos trabalham ao corte. As cargas F_R atuantes no anel são válidas para aços com um módulo de elasticidade $E = 210\,000\text{ N/mm}^2$.

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 $E = 210\,000\text{ N/mm}^2$.



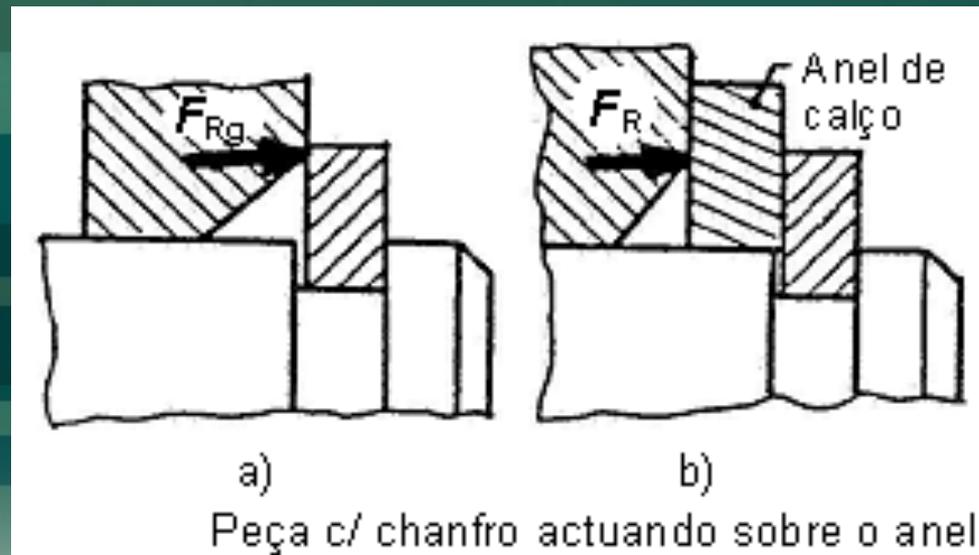
Anéis Elásticos

- **Capacidade de carga axial:**

Se o módulo de elasticidade $E' \neq E$ e a altura de chanfro $g' \neq g$ (quadro):

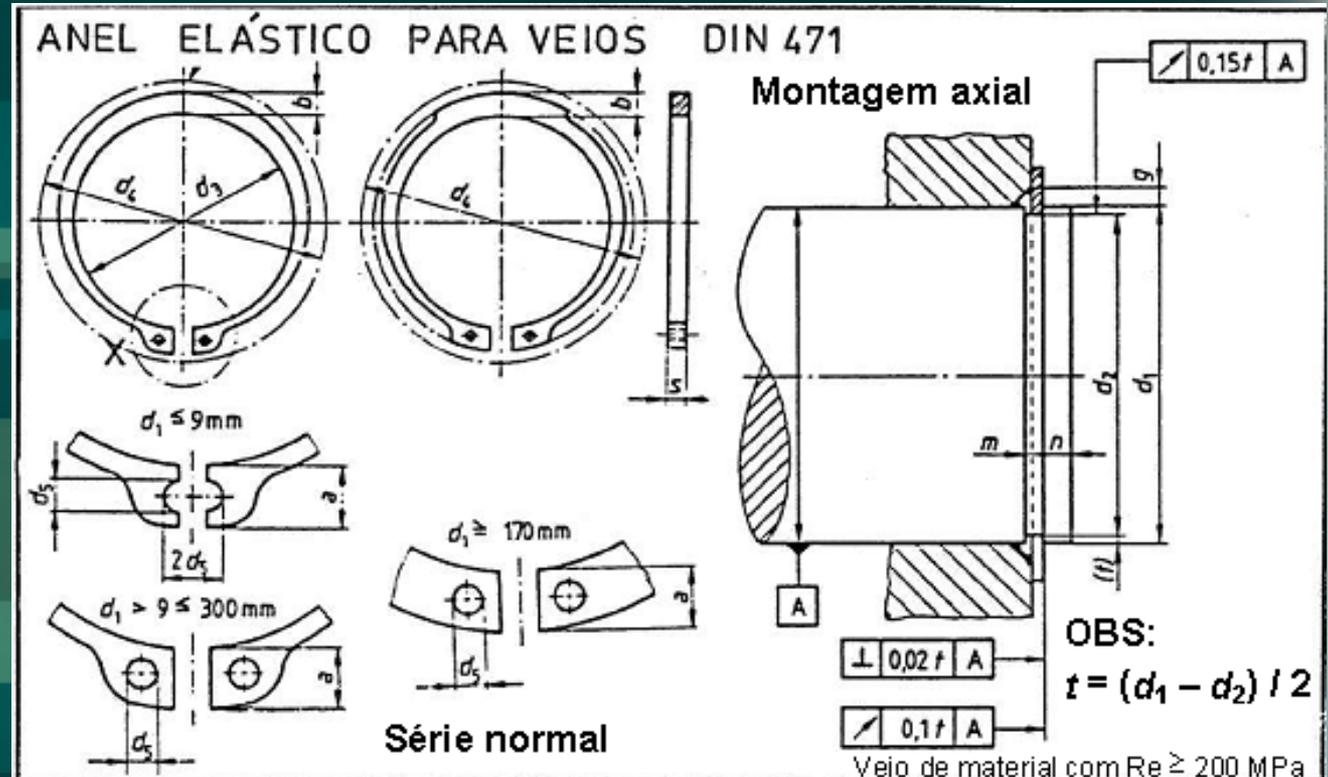
$$F'_{Rg} = F_{Rg} (g / g') (E' / 210\,000) \text{ kN}$$

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



Anéis Elásticos

- DIN 471



Veio de material com $Re \geq 200 \text{ MPa}$

ANEL								RANHURA				Com factor de segurança ≥ 2							
d_1	s	d_3	a máx	b \approx	d_5 mín	Massa / 1000 mg	d_2	m H13	t	n mín	d_4	F_N kN	F_R kN	g	F_{R2} kN	n mín ⁻¹			
3	0,4	2,7	1,9	0,8	1	0,017	2,8	$\begin{matrix} 0 \\ -0,04 \\ (h10) \end{matrix}$	0,5	0,1	0,3	7	0,15	0,47	0,5	0,27	360000	3	
4	0,4	3,7	$\begin{matrix} +0,04 \\ -0,15 \end{matrix}$	2,2	0,9	1	0,022	3,8	$\begin{matrix} 0 \\ -0,04 \\ (h10) \end{matrix}$	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		0,7	0,1	0,3	10,3	0,26	1,00	0,5	0,80		154000
6	0,7	5,6	$\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$	2,7	1,3	1,2	0,084	5,7	$\begin{matrix} 0 \\ -0,04 \\ (h10) \end{matrix}$	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		$\begin{matrix} +0,04 \\ -0,18 \end{matrix}$	3,2	1,5	1,2	0,158		7,6	$\begin{matrix} 0 \\ -0,06 \\ (h10) \end{matrix}$	0,9	0,2	0,6	14,7	0,81	3,00		0,5
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	3.5	2.1	1.7	0.640	13.4	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	
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	4.1	2.7	2	1.42	20	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	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	1.3	0.55	1.7	35.5	7.34	16.1	1.5	3.70	24000	
28	1.5	25.9	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	29.8	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	1.5	32.2	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	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	
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	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_{R3} kN	n mín. ⁻¹
56	2	51,8	7,3	5,5	2,5	11,8	53	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	2,65	1,5	4,5	92,7	57,60	130,0	2,5	22,8	5740
78	2,5	73,5	8,6	7,3	3	26,2	75	2,65	1,5	4,5	96,1	60,00	131,3	3	19,75	5450
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	84,5	8,8	8,2	3,5	44,5	86,5	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
105	4	98	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	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	474,6	3,5	64,5	3685

Anéis Elásticos

- DIN 471 (cont.)



125	4	0 -0,1	118	+0,03 1,5	11,4	10,4	4	90,0	121	0 -0,03 (M13)	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	389,5	4	55,4	2750
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	2000
150	4		142		13	11,8	4	120	145		4,15	2,5	7,5	177,3	193,0	357,5	4	53,4	2480
155	4		146		13	12	4	135	150		4,15	2,5	7,5	182,3	199,6	352,9	4	52,6	2710
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			
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	5,15	3	9	240	325,1	598,2	6	59,9	1835			
220	5	208	14,2	14	4	265	214	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	238	14,2	14	4	335	244	5,15	3	9	280	388,3	504,3	6	50,5	1180			
260	5	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	5,15	4	12	304	556,6	525,3	6	52,5	1215			
280	5	265	16,2	16	5	398	272	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

- DIN 471 (cont.)



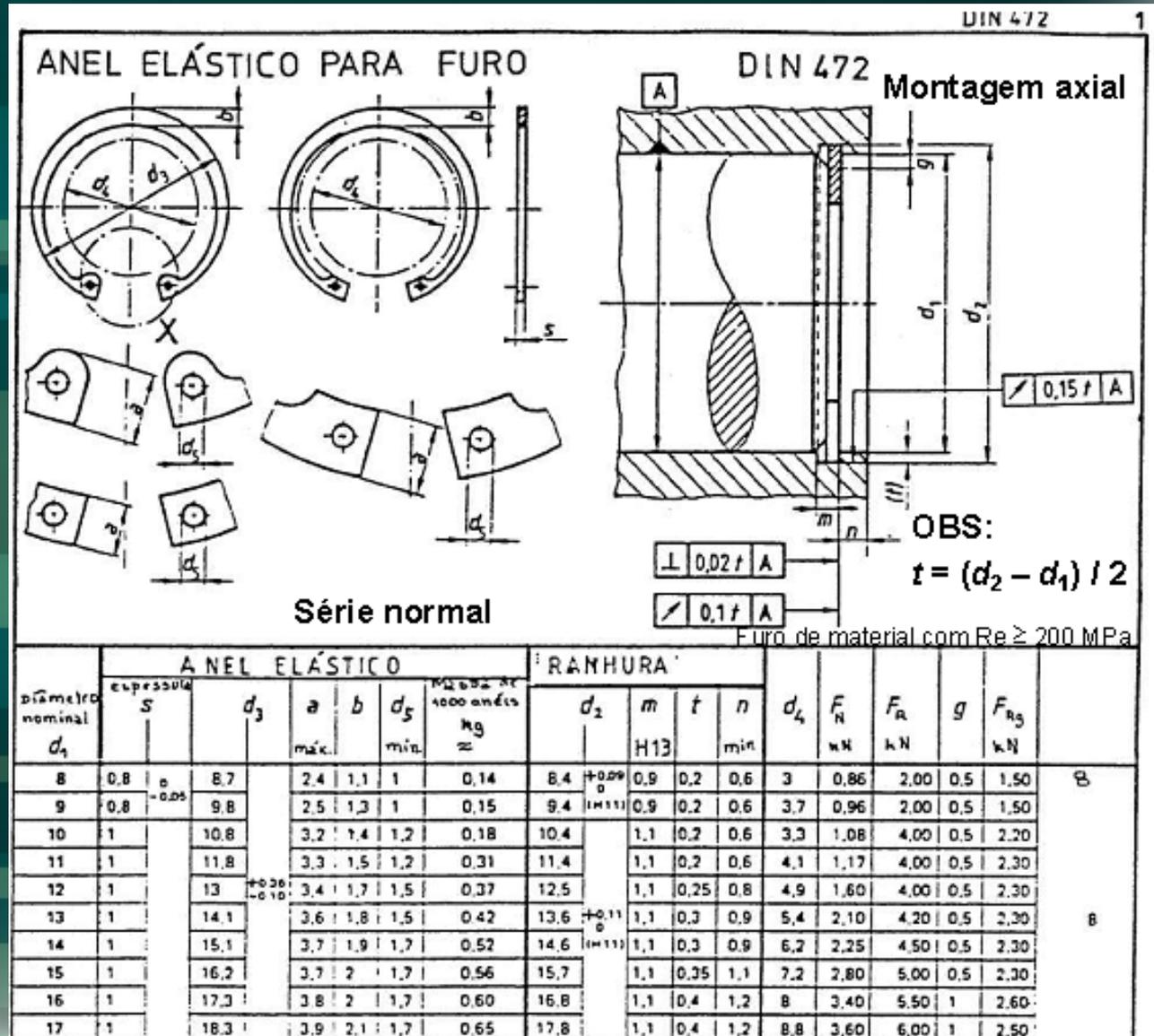
Exemplo de designação:

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

ANEL ELÁSTICO-SÉRIE FORTE										RANHURA								
d_1	s	d_3	a max.	b ≈	d_5 min.	Massa/ 1000 ≈ kg	d_2	m H43	t	n min.	d_4	F_N kN	F_R kN	g	F_{Rg} kN	η min ⁻¹		
15	1,5	13,8	4,8	2,4	2	1,10	14,3	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	5,5	3	2	2,19	19	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	1,85	0,55	1,7	37,3	6,75	34,2	1,5	7,60	29200		
25	2	23,2	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	2,15	0,85	2,6	45,7	13,8	55,5	2	10,0	18400		
34	2,5	31,5	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	7	4,4	2,5	8,60	37,5	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	50,8	8,5	5,4	2,5	17,1	52	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	85	
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	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	4,15	1,75	5,3	106	76,2	383	3	59,4	5710		
90	4	84,5	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



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	+0,47 -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	0 -0,06	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	+0,8 -0,36	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	+0,28 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		1,6	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 -0,36	5,9	4,1	2,5	5,40	44,5		1,05	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	37,8	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 -0,48	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	0 -0,07	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.)



65	2,5		69,2	-	7,6	5,8	3	14,3	68		2,65	1,5	4,5	49	51,8	121	2,5	20,8	40
68	2,5		72,5		7,8	6,1	3	16,0	71		2,65	1,5	4,5	51,6	54,5	121,5	2,5	21,2	
70	2,5		74,5		7,8	6,2	3	16,5	73		2,65	1,5	4,5	53,6	56,2	119	2,5	21,0	
72	2,5		76,5		7,8	6,4	3	18,1	75		2,65	1,5	4,5	55,6	58,0	119,2	2,5	21,0	
75	2,5		79,5		7,8	6,6	3	18,8	78		2,65	1,5	4,5	58,6	60,0	118	2,5	21,0	
78	2,5		82,5		8,5	6,8	3	20,4	81		2,65	1,5	4,5	60,1	62,3	122,5	2,5	21,8	40
80	2,5	$0_{-0,07}$	85,5		8,5	7	3	22,0	83,5		2,65	1,75	5,3	62,1	74,6	120,9	2,5	21,8	
82	2,5		87,5		8,5	7	3	24,0	85,5		2,65	1,75	5,3	64,1	76,6	119	2,5	21,4	
85	3		90,5		8,6	7,2	3,5	25,3	88,5		3,15	1,75	5,3	66,9	79,5	201,4	3	31,2	
88	3		93,5		8,6	7,4	3,5	28,0	91,5	$0_{+0,35}$	3,15	1,75	5,3	69,9	82,1	209,4	3	32,7	
90	3		95,5		8,6	7,6	3,5	31,0	93,5	(M12)	3,15	1,75	5,3	71,9	84,0	199	3	31,4	85
92	3	$0_{-0,08}$	97,5		8,7	7,8	3,5	32,0	95,5		3,15	1,75	5,3	73,7	85,8	201	3	32,0	
95	3		100,5	$+1,2_{-0,54}$	8,8	8,1	3,5	35,0	98,5		3,15	1,75	5,3	76,5	88,6	195	3	31,4	
98	3		103,5		9	8,3	3,5	37,0	101,5		3,15	1,75	5,3	79	91,3	191	3	31,0	
100	3		105,5		9,2	8,4	3,5	38,0	103,5		3,15	1,75	5,3	80,6	93,1	188	3	30,8	
102	4		108		9,5	8,5	3,5	55,0	106		4,15	2	6	82	108,8	439	3	72,6	85
105	4		112		9,5	8,7	3,5	56,0	109		4,15	2	6	85	112	436	3	73,0	
108	4		115		9,5	8,9	3,5	60,0	112	$0_{+0,54}$	4,15	2	6	88	115	419	3	71,0	
110	4		117		10,4	9	3,5	64,5	114	(M13)	4,15	2	6	88,2	117	415	3	71,0	
112	4		119		10,5	9,1	3,5	72,0	116		4,15	2	6	90	119	418	3	72,0	
115	4		122		10,5	9,3	3,5	74,5	119		4,15	2	6	93	122	409	3	71,2	85
120	4		127		11	9,7	3,5	77,0	124		4,15	2	6	96,9	127	396	3	70,0	

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	152	11,4	10,9	4	93,0	149	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	161	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	50,0
175	4	184,5	13,5	12,7	4	150	180	4,15	2,5	7,5	146,6	232	351	3,5	50,0
180	4	189,5	14,2	13,2	4	165	185	4,15	2,5	7,5	150,2	238	347	3,5	50,5
185	4	194,5	14,2	13,7	4	170	190	4,15	2,5	7,5	155,2	245	349	3,5	50,0
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	14,2	13,8	4	183	200	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	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	16,2	16	5	388	278	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

125

Exemplo de designação:

Anel elástico DIN 472 – 30 x 1,2

(série normal)

Anéis Elásticos

- DIN 472 (cont.)



DIN 472

3

ANEL ELÁSTICO-SÉRIE FORTE							RANHURA										
d_1	s	d_3	a			M	d_2	m	t	n	d_4	F_N	F_R	g	F_{e0}		
			max	\approx	min											H13	min
20	1,5	21,5	4,5	2,4	2	1,41	21	^{-0,13} ₀	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	^{-0,13} ₀	1,6	0,5	1,5	12,1	5,90	18,0	1	6,10	
24	1,5	25,9	^{-0,042} _{-0,21}	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	^{-0,21} ₀	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	⁰ _(H12)	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		
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	^{-0,030} _{-0,25}	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	^{-0,25} ₀	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	⁰ _(H12)	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	^{-0,090} _{-0,39}	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	⁰ _{-0,01}	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	^{-0,30} ₀	3,15	1,5	4,5	43,9	49,8	137	2	29,2	
65	3	69,2	^{-0,110} _{-0,44}	8,7	5,8	3	17,2	68	⁰ _(H12)	3,15	1,5	4,5	46,7	51,8	174	2,5	30,0
68	3	72,5	⁰ _{-0,08}	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		

19

40

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	29,2	40
62	3		66,2		8,6	5,5	2,5	16,8	65	+0,30 0	3,15	1,5	4,5	43,9	49,8	137	2	29,2	
65	3		69,2	+0,10 -0,08	8,7	5,8	3	17,2	68	(M12)	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
85	4		90,5		9,7	7,2	3,5	38,8	88,5	+0,35 0	4,15	1,75	5,3	64,6	79,5	358	3	55,0	
90	4	-0,1	95,5	+0,30 -0,24	10	7,6	3,5	41,5	93,5	(M12)	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



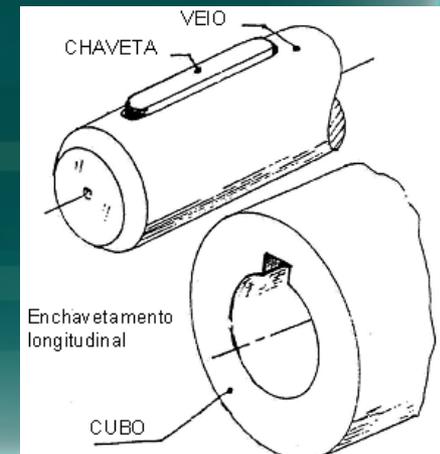
- Tipos de enchavetamentos:

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:

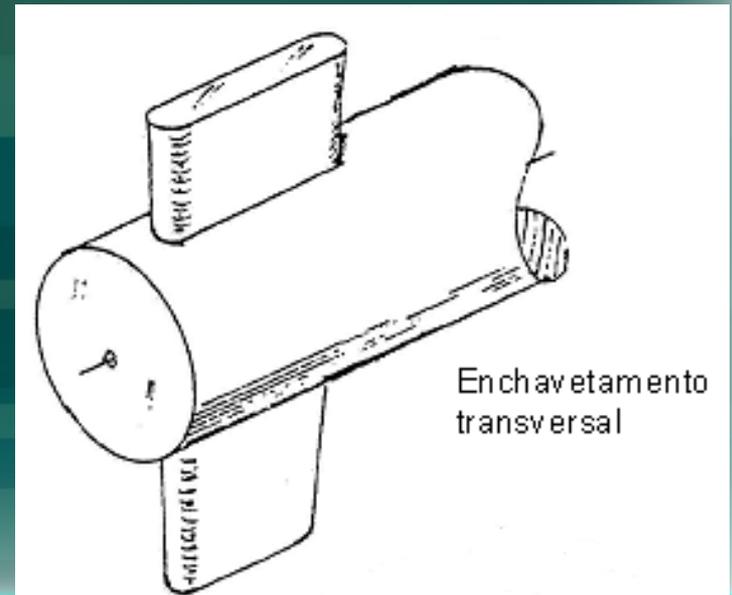
- **Enchavetamentos longitudinais;**
- **Enchavetamentos transversais**
(evitar a utilização em mecanismos rotativos sujeitos a choques e vibrações).



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

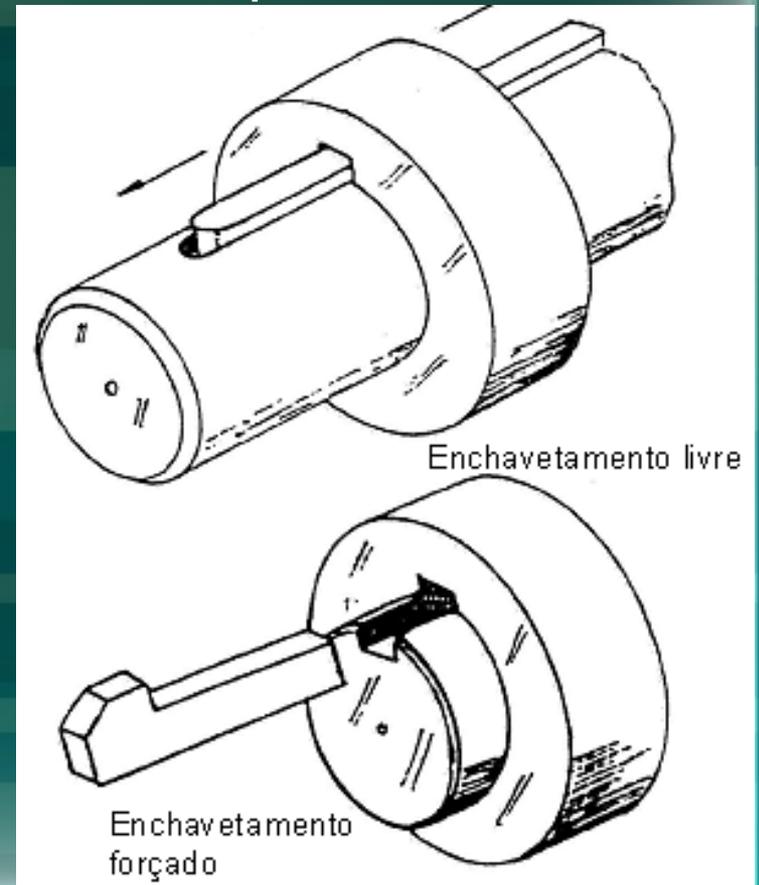
- **Inconvenientes:**

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 atualmente 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 veio:**

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, Ø40 com furo roscado

Pontas de Veio e Enchavetamentos



- Pontas de Veios:

Pontas de veio

Diâmetro da ponta		Ponta cilíndrica		Ponta cônica longa			Ponta cônica curta			Elementos roscados		Binário transmissível em N.m		
d	toler.	Longa	curta	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	M20 x 1,5	M10	250	109	50,0
35		80	58	58	22	22	36	22	M20 x 1,5	M10	325	150	69,0
38		80	58	58	22	28	36	22	M24 x 2	M12	425	200	92,5
40		110	82	82	28	28	54	28	M24 x 2	M12	487	236	112
42		110	82	82	28	28	54	28	M24 x 2	M12	560	280	132
45		110	82	82	28	36	54	28	M30 x 2	M16	710	355	170
48		110	82	82	28	36	54	28	M30 x 2	M16	850	450	212
50		110	82	82	28	36	54	28	M36 x 3	M16	950	515	243
55	m6	110	82	82	28	42	54	28	M36 x 3	M20	1280	730	345
60		140	105	105	35	42	70	35	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:

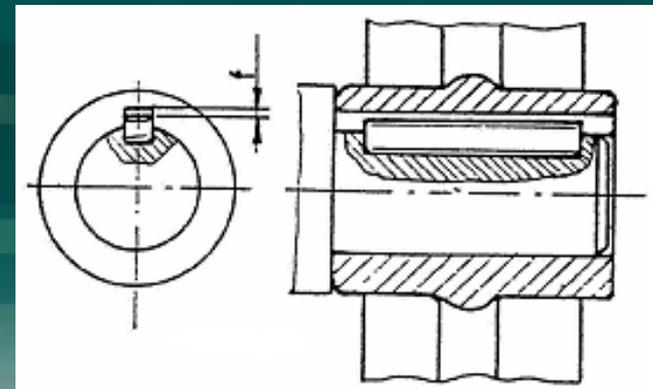
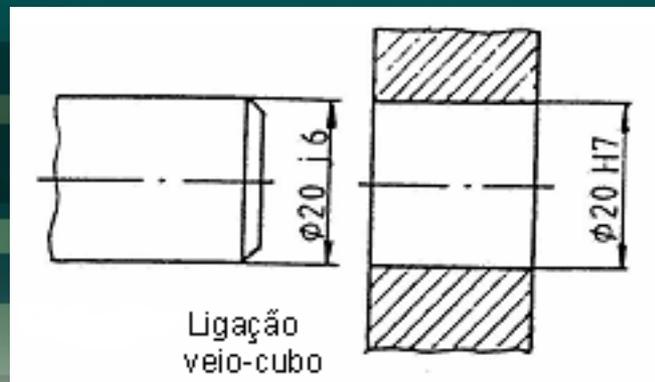
ISO/R 773: 1969 – Rectangular or square parallel keys and their corresponding keyways (norma anulada, mas atualmente ainda não substituída)

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;

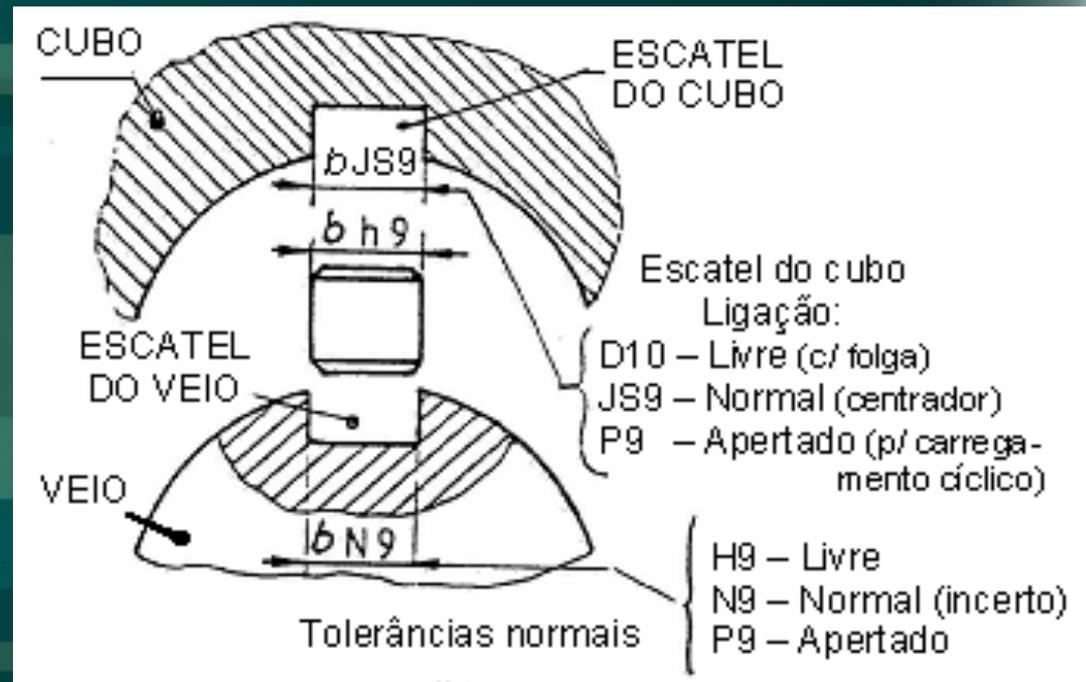
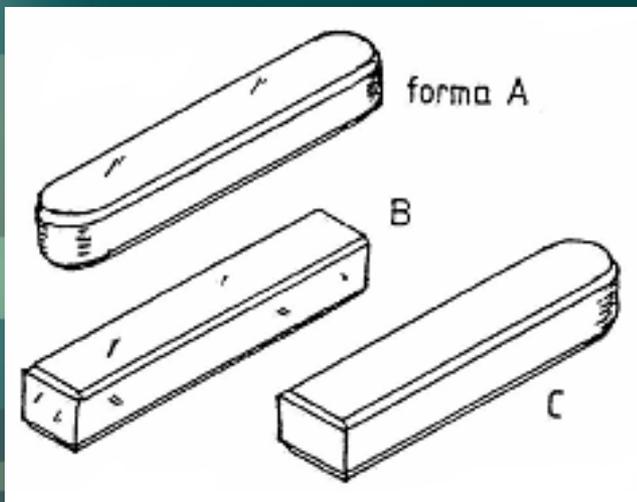
- **P9** : ajustamento apertado ($P9/h9$) usado em uniões submetidas a cargas cíclicas.



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)

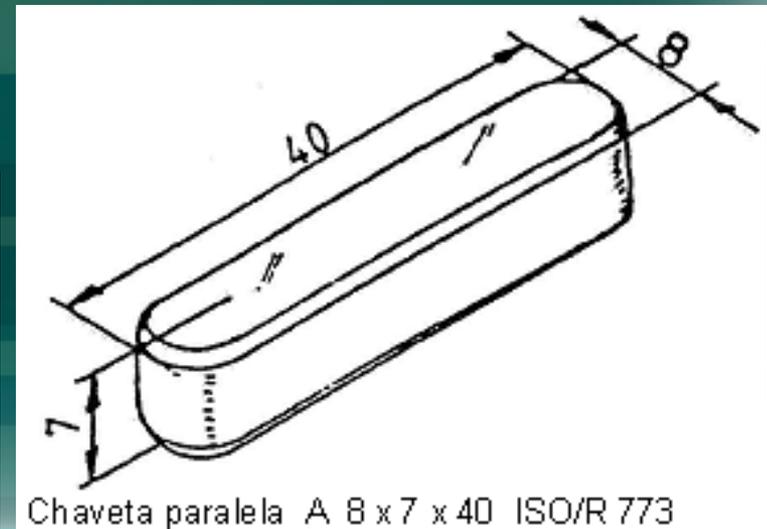
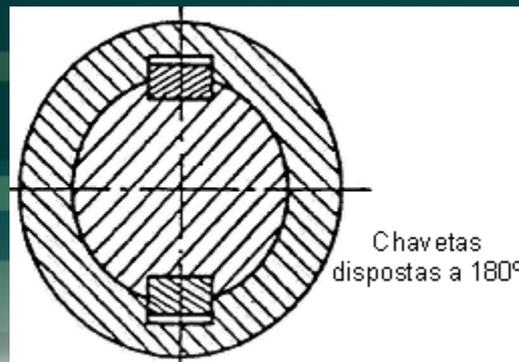
- Largura b x altura h x comprimento L

- 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 180°**. Esta disposição facilita também a obtenção de um **equilíbrio dinâmico**.



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).

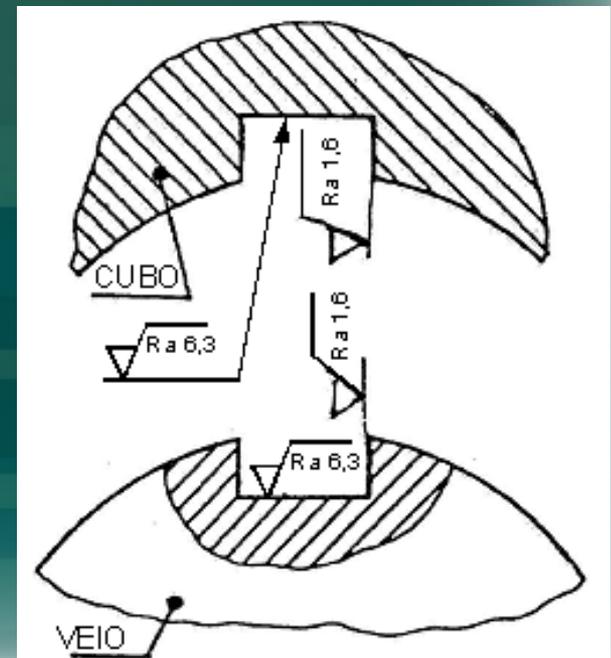
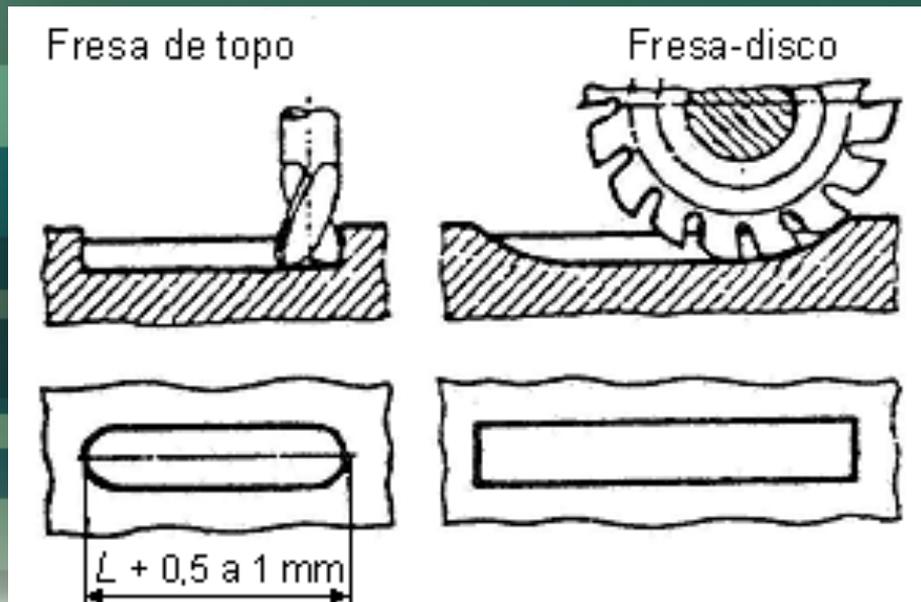
Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:

- Chavetas Paralelas:

- Comprimentos das chavetas:

Os comprimentos das chavetas paralelas (veio de diâmetro d) deverão ser, aproximadamente: $L \approx 1,5 d$. Adotando 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:

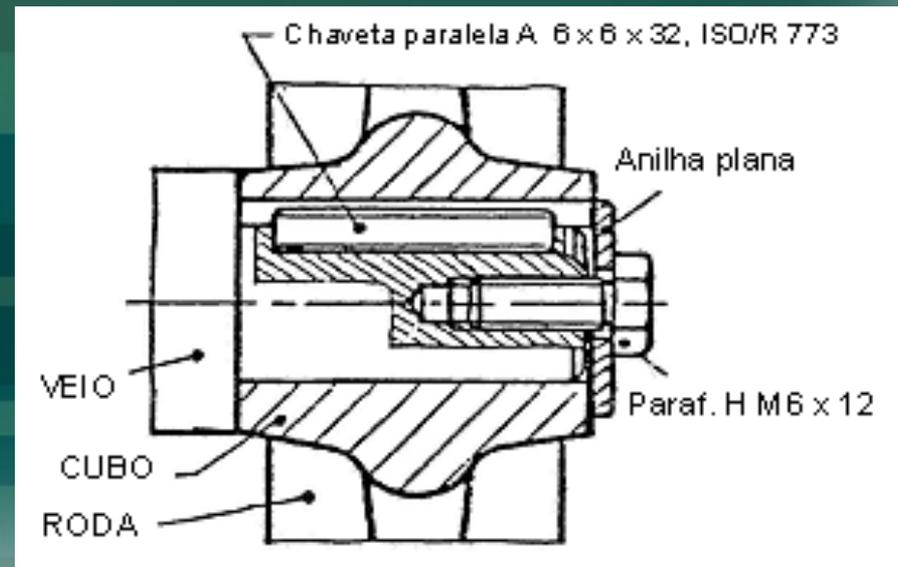
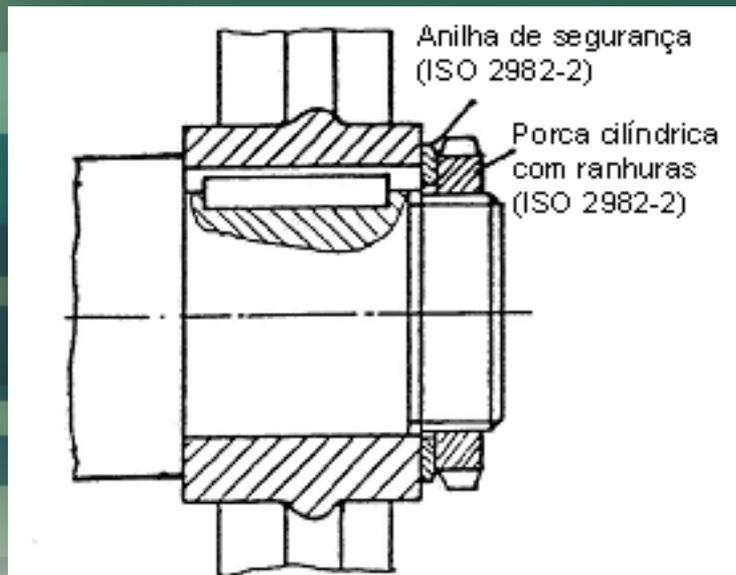
- Chavetas Paralelas:

- Fixação axial:

- A ligação em translação de um enchavetamento livre pode ser concretizada por:

- Porca hexagonal (H) ou porca cilíndrica com ranhuras (ou estrias);

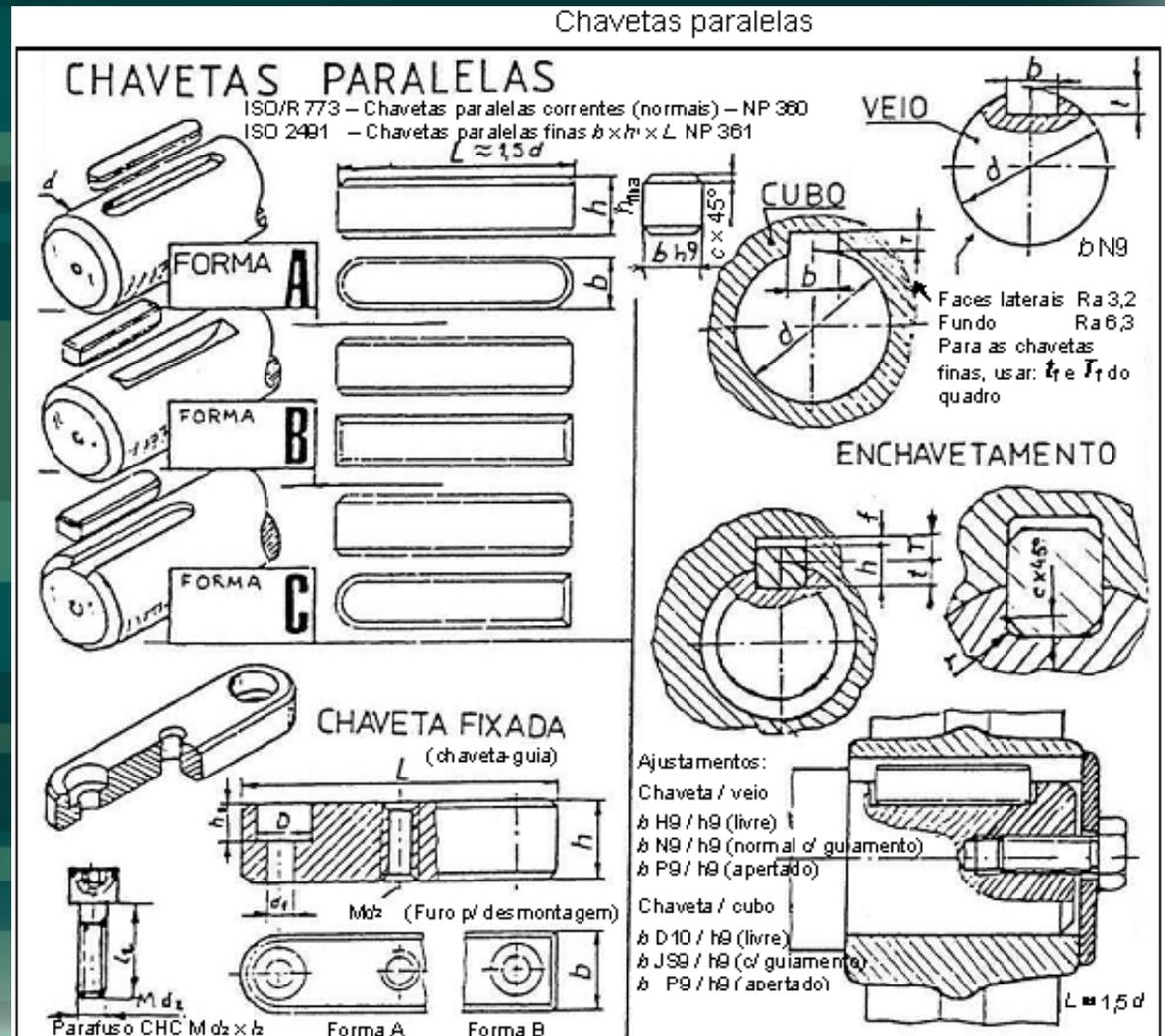
- Parafuso de cabeça hexagonal (H) e anilha plana.



Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:

- Chavetas Paralelas:



Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
 - Chavetas Paralelas:

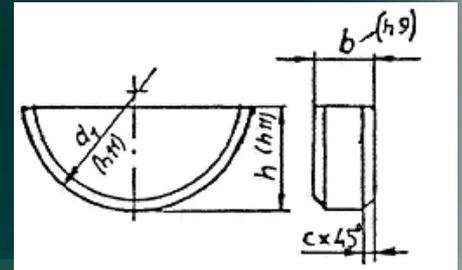
DIAMETROS dos veios de (>) até incl.		CHAVETAS				Comprimento L		Paraf. CHC ou C	ESCATEIS				Chanfro e arredondado		
		correntes		finas		min.	max.	Md ₂ x l ₂	Veio		Cubo		C _{max}	C _{nan}	r _{nan}
		b	h9	b	h _f				t	t _{fino}	T	T _{fino}			
6	8	2	2 h9			6	20		1,2 ^{+0,1} ₀		1 ^{+0,1} ₀		0,25	0,16	0,08
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 ≈ 1,5 d)

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

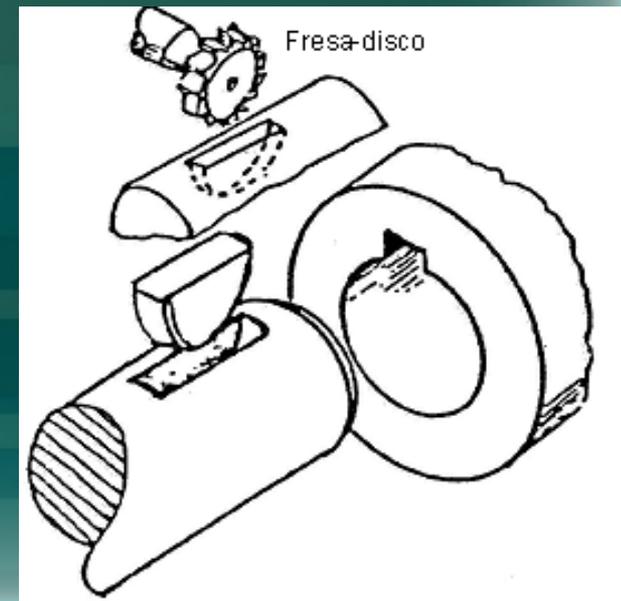
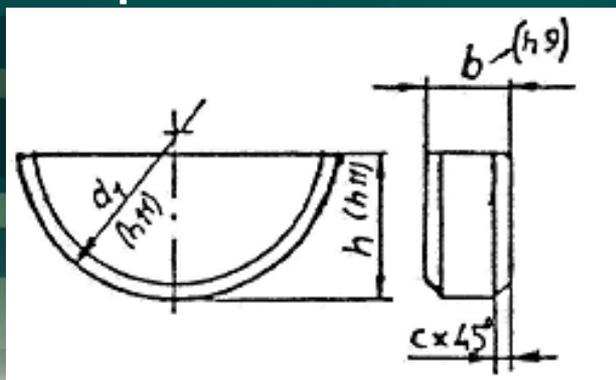
Em veios ocos, utilizam-se de chavetas-disco truncadas.

Material das chavetas: aço DIN St 60 com $R_m \geq 600$ 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 extração 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.

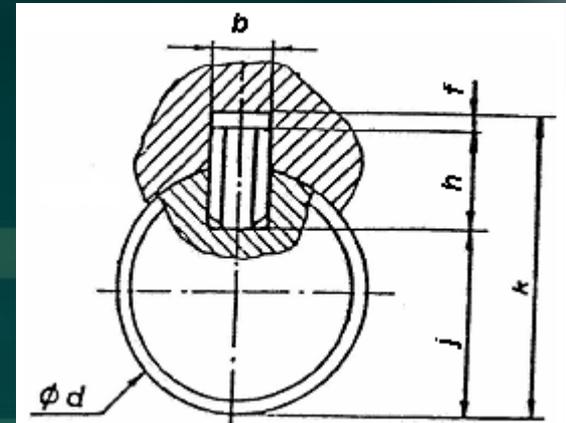
Por exemplo:

- Chaveta-disco 5 x 7,5 ISO 3912 (ou NP 364)

- Fixação axial (ou em translação):

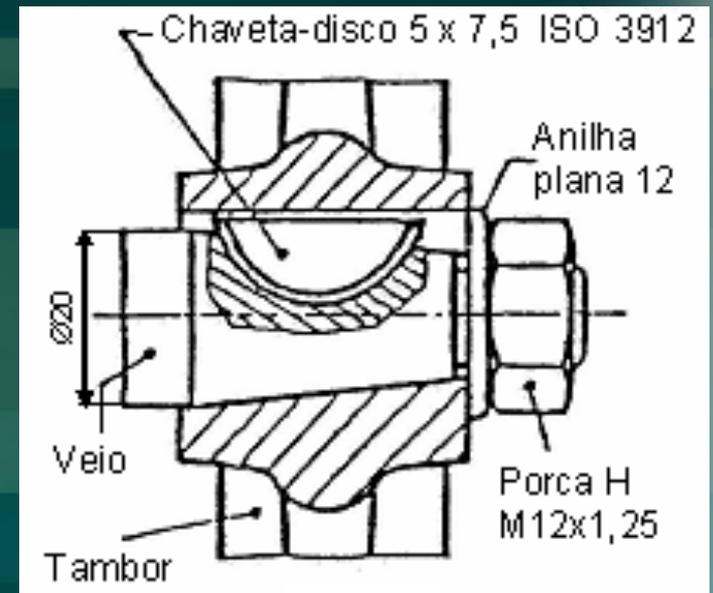
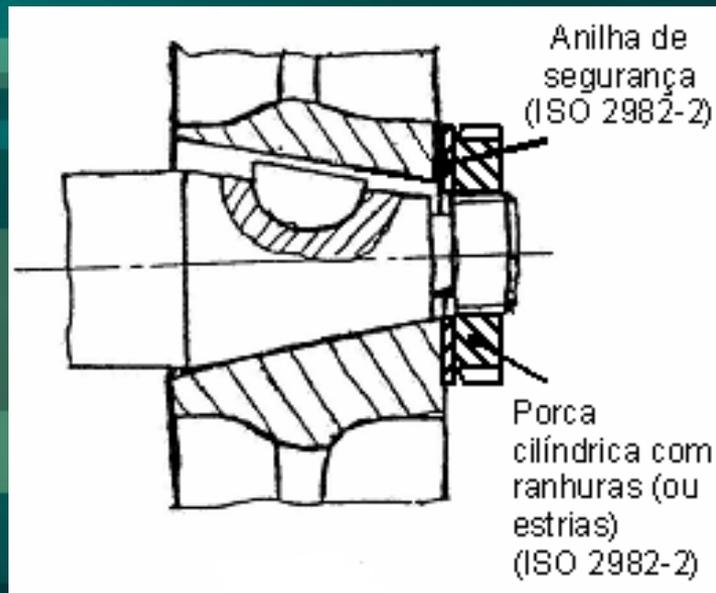
A ligação em translação de um enchavetamento livre pode ser concretizada por:

- 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:



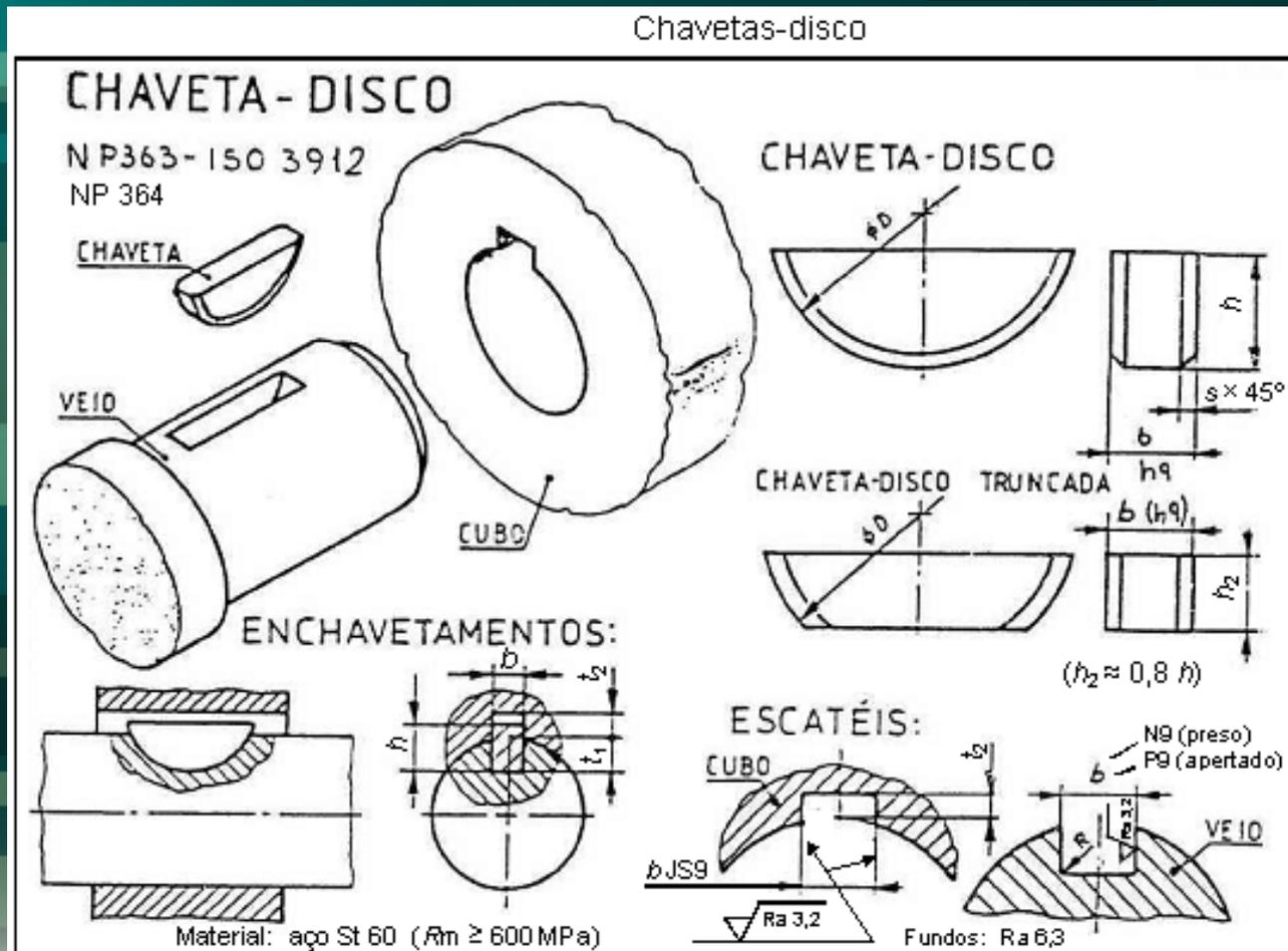
Nos casos de aplicações para a transmissão de **pequenas potências** ou em ligações onde os cubos têm paredes finas ou os veios são ocos é conveniente usar **chavetas de dimensões menores** do que as indicadas no quadro, desde que se continue a garantir a capacidade de transmissão da potência pretendida.

Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
 - Chavetas-Disco ou Woodruff:



Chavetas-disco



Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Livres:
 - Chavetas-Disco ou Woodruff:



Ponta de veio				Chavetas-disco						Escatel		Biselado ou arredondado	
Série 1		Série 2		Largura	Altura	Diâmetro	Chanfro		Truncada	Veio	Cubo		
Transmissão de momento torsor	Diâmetros de até	Apenas fixação ou posicionamento	Diâmetros de até				s_{min}	s_{max}					
R_{max}	R_{min}	b (h9)	h (h11)	D (h11)							R_{max}	R_{min}	
>	Ind.									$+0,1$	$+0,1$		
3	4	3	4	1,0	1,4	4	0,16	0,25	1,1	1,0 \circ	0,6 \circ	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		
8	10	12	15	3,0	5,0	13			4,0	$+0,2$ 3,8 \circ	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		
20	22	28	32	5,0	9,0	22			7,2	$+0,3$ 7,0 \circ	2,3		
22	25	32	36	6,0	9,0	22			7,2	6,5	2,8		
25	28	36	40	6,0	10,0	25			8,0	7,5	$+0,2$ 2,8 \circ		
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 – $b \times h$** (normal) Chaveta-disco ISO 3912 – 5 x 6,5
Chaveta-disco ISO 3912 – $b \times h$ (truncada) Chaveta-disco ISO 3912 – 5 x 5,2

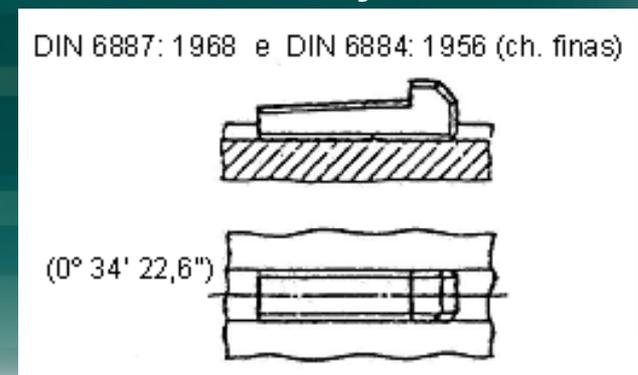
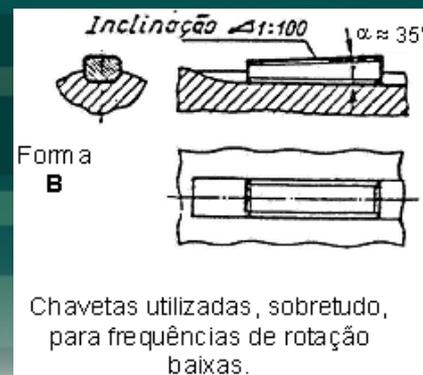
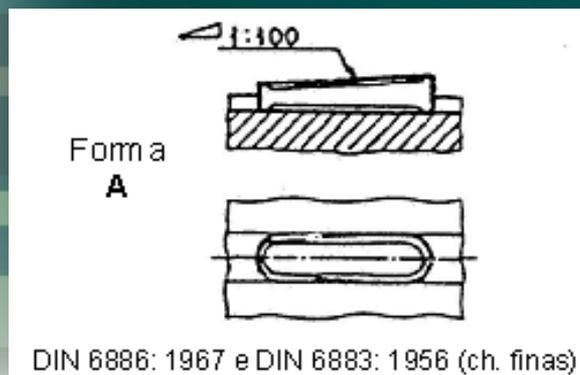
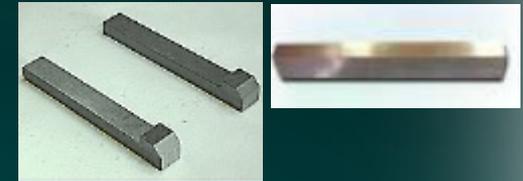
Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Forçados:

- Chavetas Inclínadas:

- Normas:

- ISO/R 774: 1969 – Taper keys with or without gib head and their corresponding keyways (norma anulada, mas atualmente 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.



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;

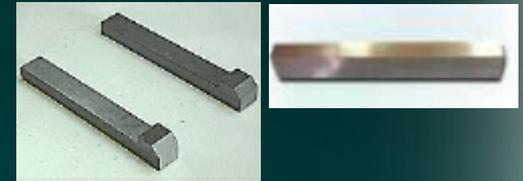
- Chavetas inclinadas da forma B, com as extremidades planas;

- 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:

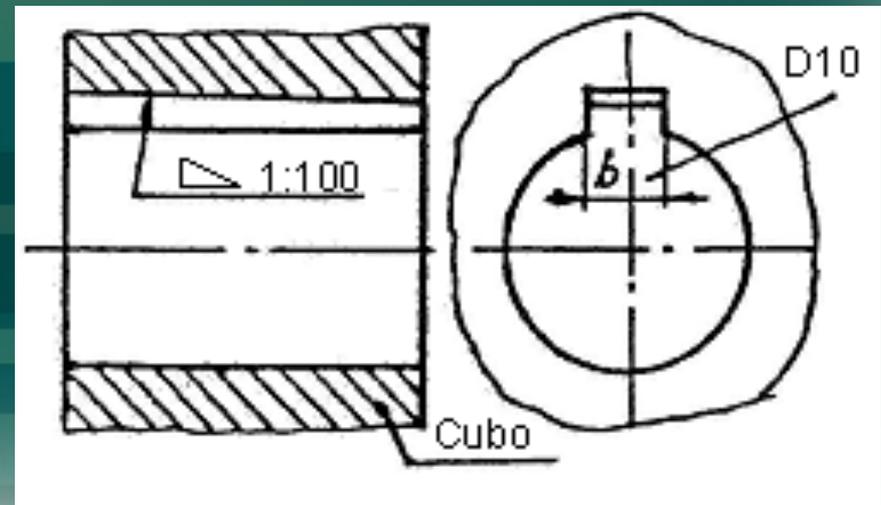
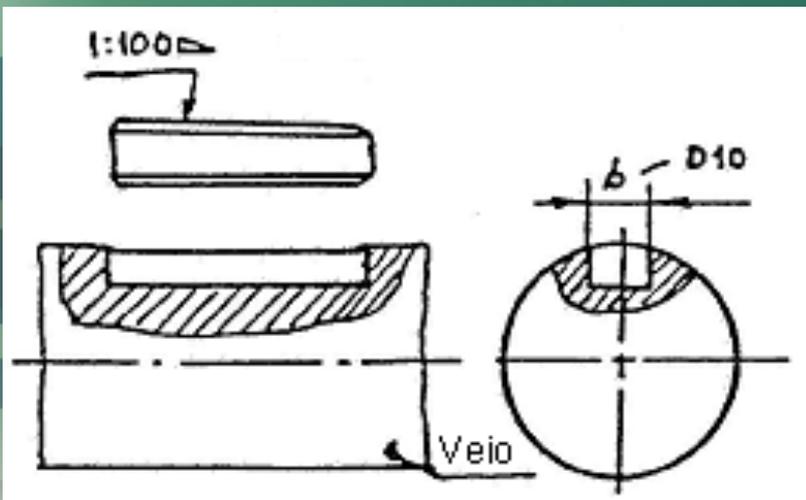
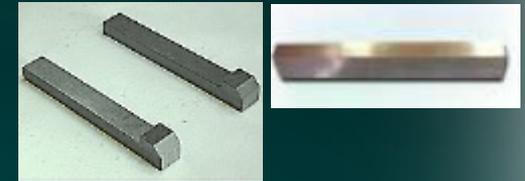
- Chavetas Inclinadas:

- 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 indireta.

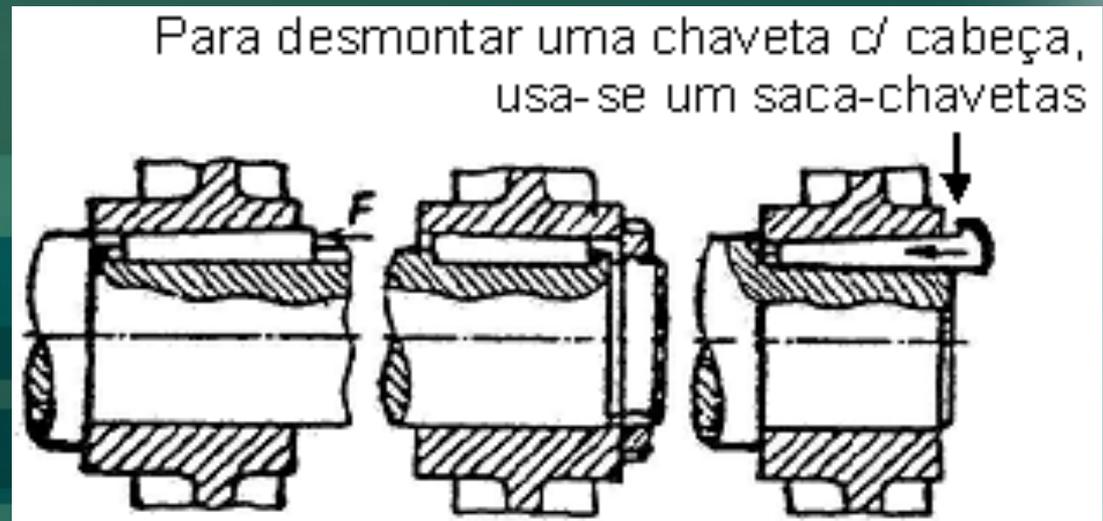
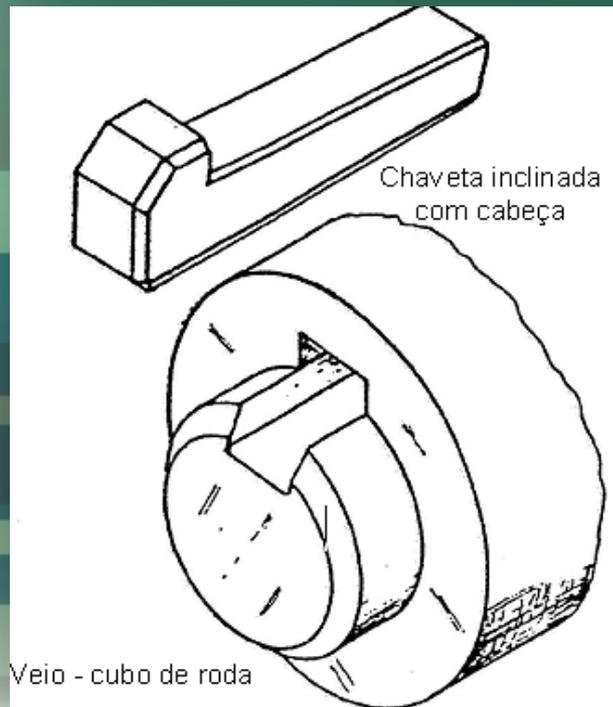
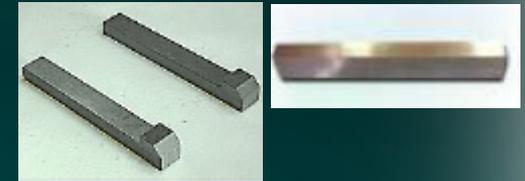


Pontas de Veio e Enchavetamentos

- 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:

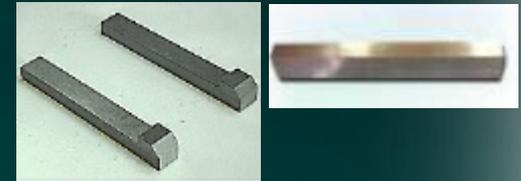
- Chavetas Inclínadas:

- Designação:

- Chaveta inclinada (ou de cunha) com ou sem cabeça;
 - Forma (ou tipo);
 - Largura b x altura h x comprimento L ;
 - Norma.

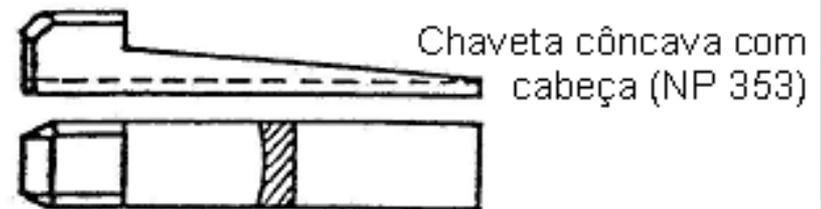
Exemplo:

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



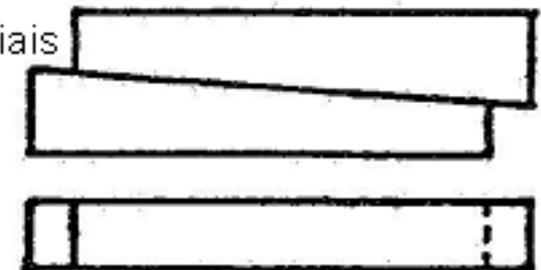
Chaveta côncava (NP 355)

Não existe escatel
no veio



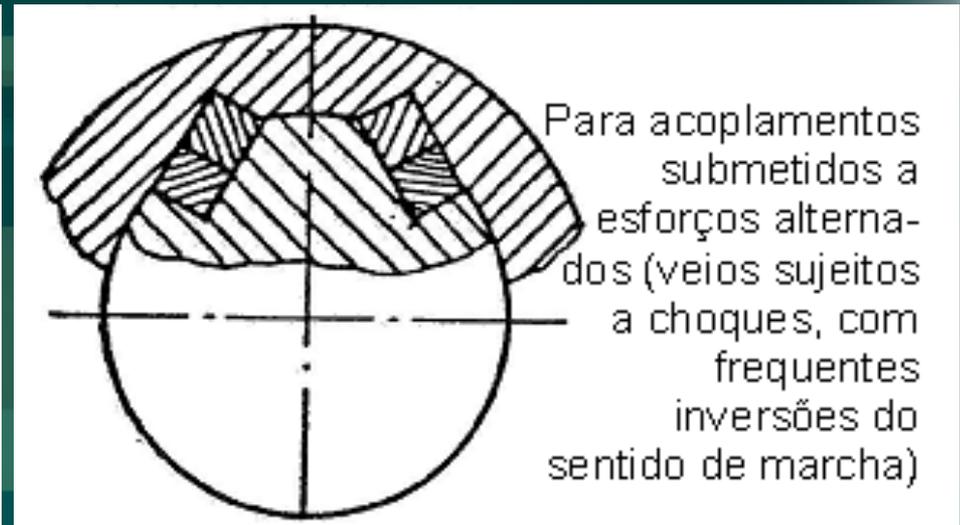
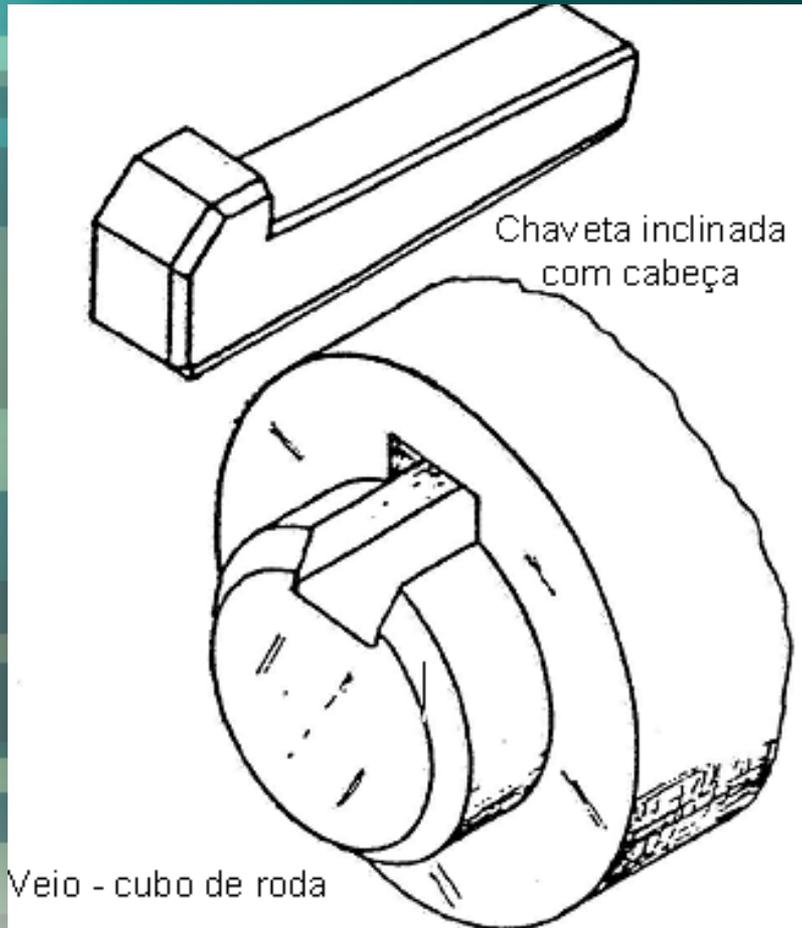
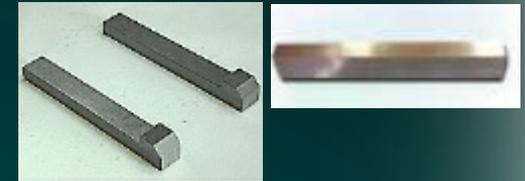
Chaveta côncava com
cabeça (NP 353)

Chavetas tangenciais
NP 368, NP 369
DIN 268, DIN 271



Pontas de Veio e Enchavetamentos

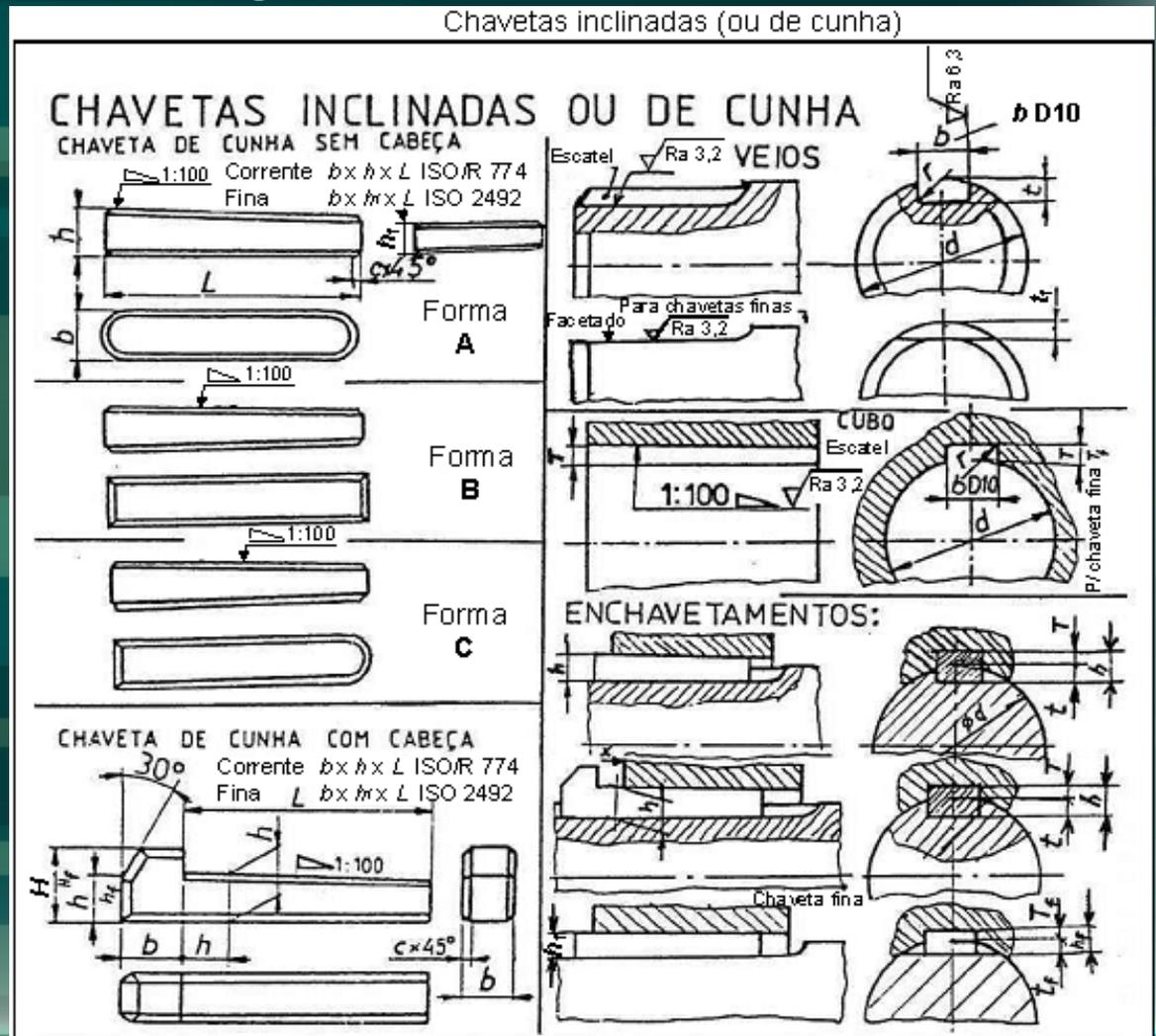
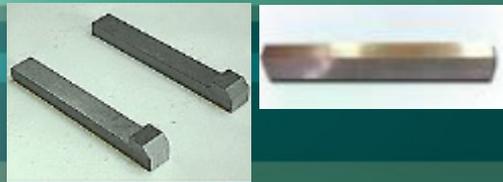
- Enchavetamentos Forçados:
 - Chavetas Inclinadas:



Pontas de Veio e Enchavetamentos

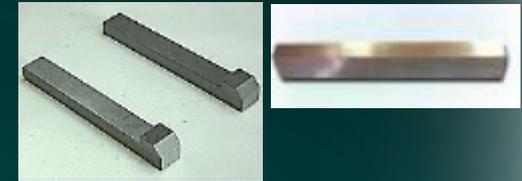
- Enchavetamentos Forçados:

- Chavetas Inclinadas:



Pontas de Veio e Enchavetamentos

- Enchavetamentos Forçados:
 - Chavetas Inclinadas:



Diâmetro d (veios) de até	Chavetas			Comprimento L		Chanfro $c \times 45^\circ$		Cabeça		Escatel do veio		Escatel do cubo		Arre- dondado	
	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 +0,10		$d + 0,5 + 0,10$		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 +0,20		+ 1,7 +0,20		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 +0,30	7	+ 6,4 +0,30	3,4		
...		

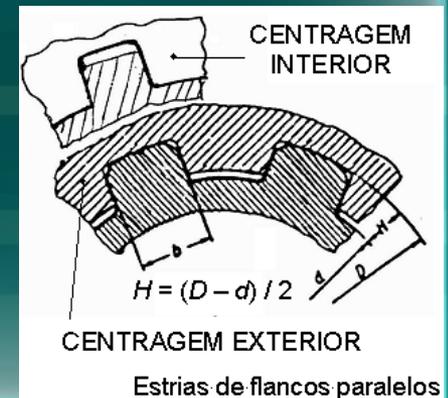
Comprimentos normais $L = 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 400$ mm.

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

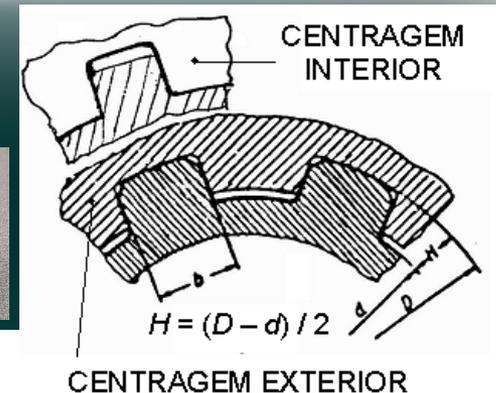


- Os acoplamentos (veio-cubo) por estrias utilizam-se **para transmitir potências elevadas**. Nos veios com estrias, as saliências comportam-se como chavetas solidárias com o veio, logo não o debilitando.
- A **ligação em rotação veio-cubo**, obtida por intermédio das estrias, **pode ser fixa ou móvel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



Acoplamentos por Estrias

- Ajustamentos:



Estrias de flancos paralelos

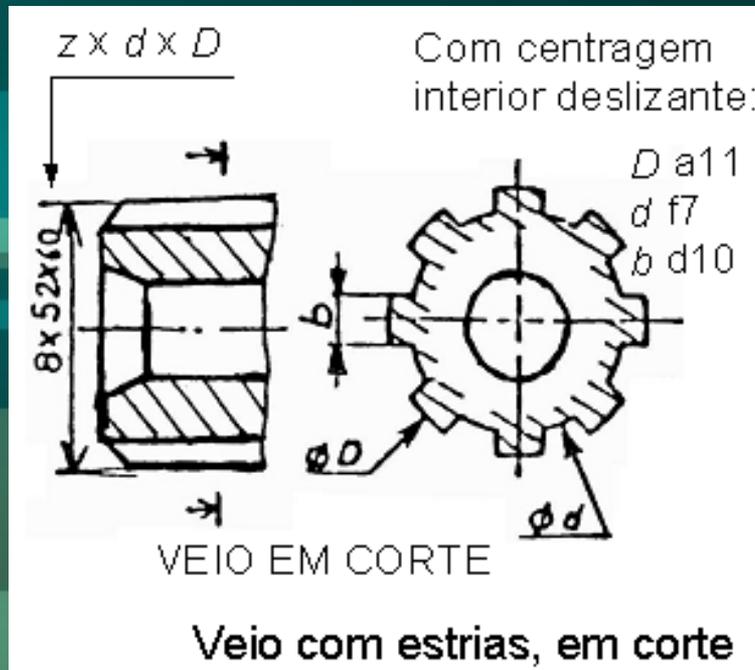
a) CENTRAGEM INTERIOR (d): (maior exactidão)

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 entre superfícies cilíndricas interiores entre superfícies cilíndricas exteriores
$\varnothing d$ H7	$\varnothing d$ H7	$\varnothing d$ f7	$\varnothing d$ g7	$\varnothing d$ h7	
$\varnothing D$ H10	$\varnothing D$ H10	$\varnothing D$ a11	$\varnothing D$ a11	$\varnothing D$ a11	

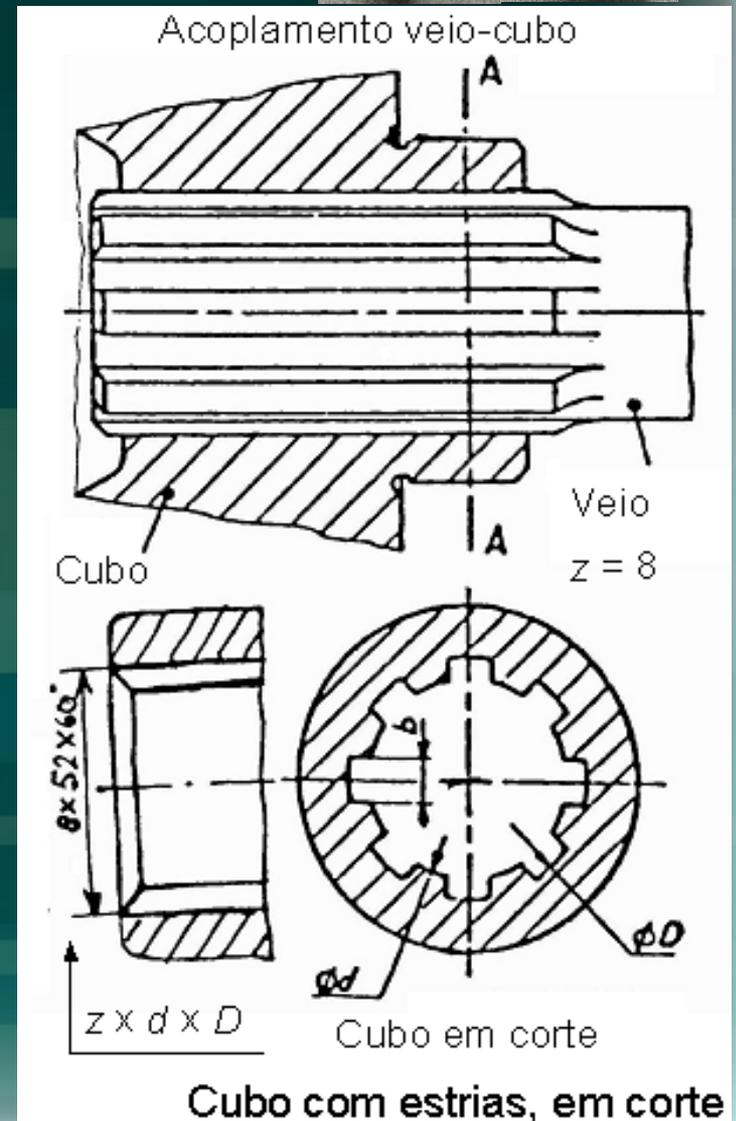
b) CENTRAGEM EXTERIOR (D):

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 entre superfícies cilíndricas interiores entre superfícies cilíndricas exteriores
$\varnothing d$ H7	$\varnothing d$ H7	$\varnothing d$ a11	$\varnothing d$ a11	
$\varnothing D$ H10	$\varnothing D$ H10	$\varnothing D$ f7	$\varnothing D$ h7	

Acoplamentos por Estrias



- 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).



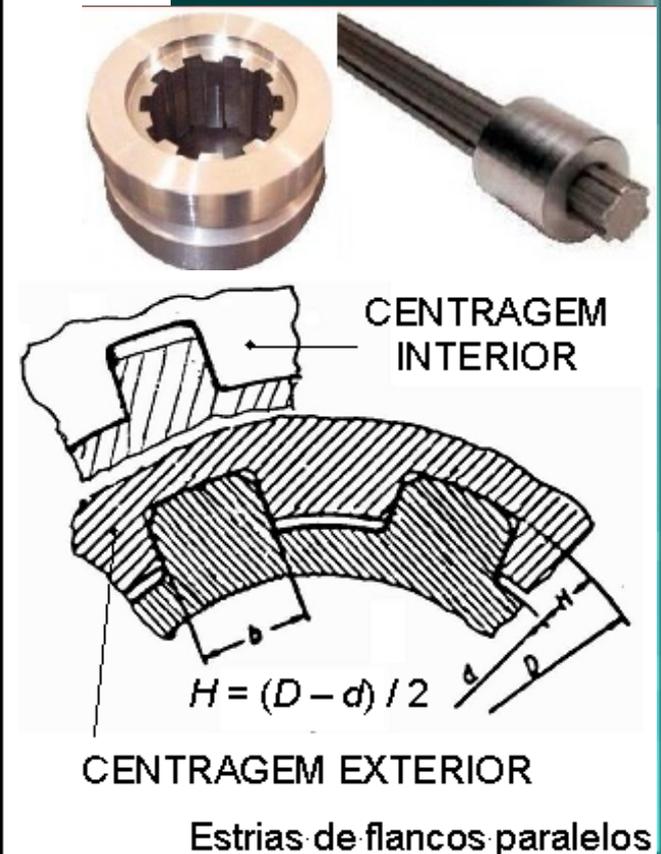
Acoplamentos por Estrias



- Séries de elementos com estrias:

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

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



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:

Veio com estrias \sqcap **ISO 14 – 6 x 23 f7 x 26**

Acoplamentos por Estrias



- **Designação normalizada:**

A designação de um elemento com **estrias de flancos em evolvente** é composta pelas seguintes indicações:

- Símbolo gráfico respetivo 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:

Λ EXT 24Z x 2,5m x 30R x 5f – ISO 4156

Acoplamentos por Estrias

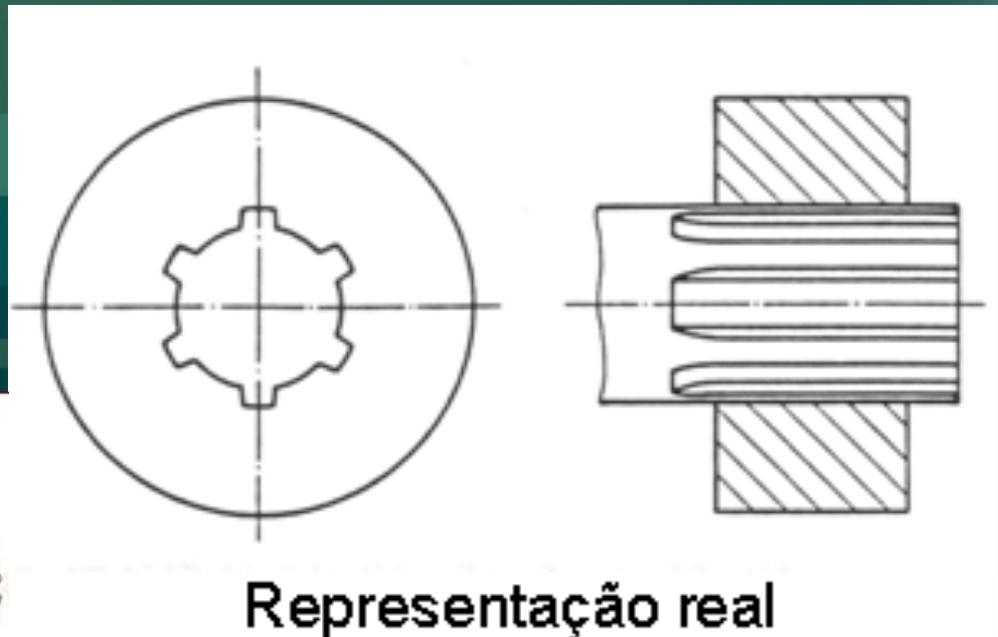


- Aplicações:
 - Muito utilizados na **indústria automóvel** e, também, em **máquinas-ferramenta**.
 - Nas **produções em série**, em grandes quantidades, utilizam-se, preferencialmente, os acoplamentos por estrias, principalmente, quando há necessidade de transmitir **grandes momentos torsores** e quando 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



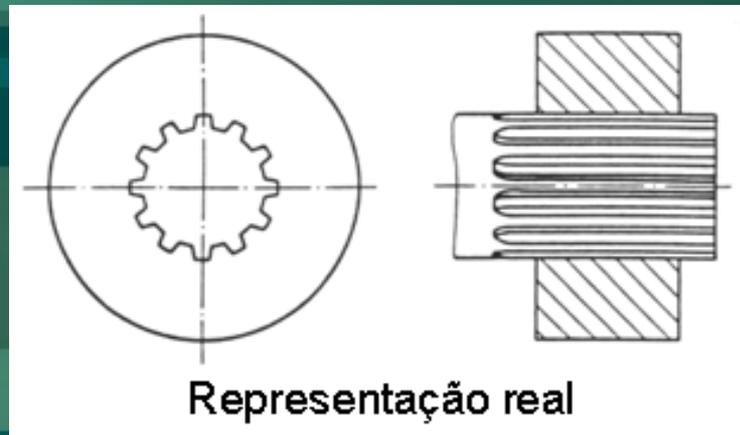
- **Representação de Elementos Estriados (NP EN ISO 6413):**
 - Existem dois métodos de representação:
 - representação **real**;
 - representação **simplificada**.
 - Elemento com estrias de **flancos paralelos**:



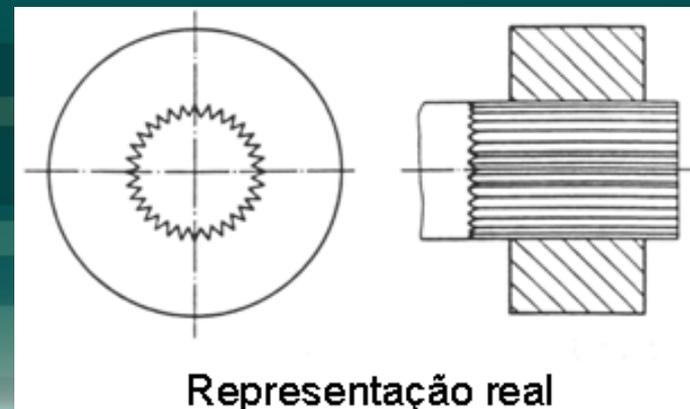
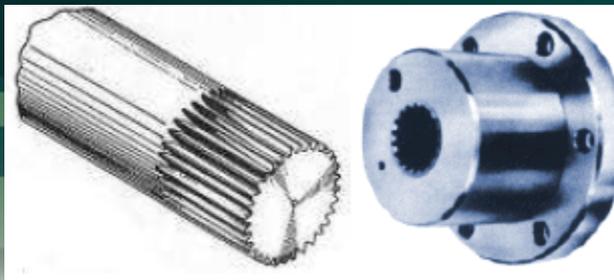
Acoplamentos por Estrias



- **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)



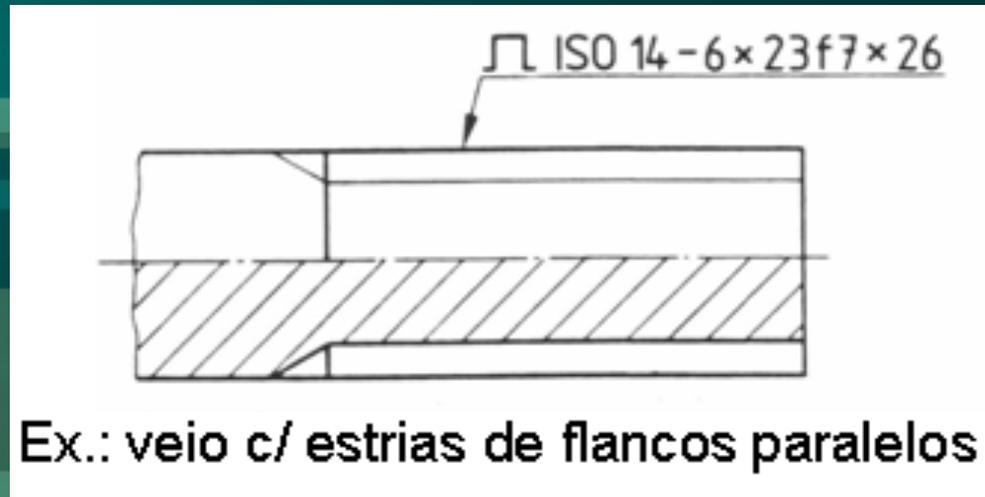
Elementos com estrias de flancos em evolvente
(ver ISO 4156) e para elementos dentados



Acoplamentos por Estrias



- Indicação da designação:



- **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:

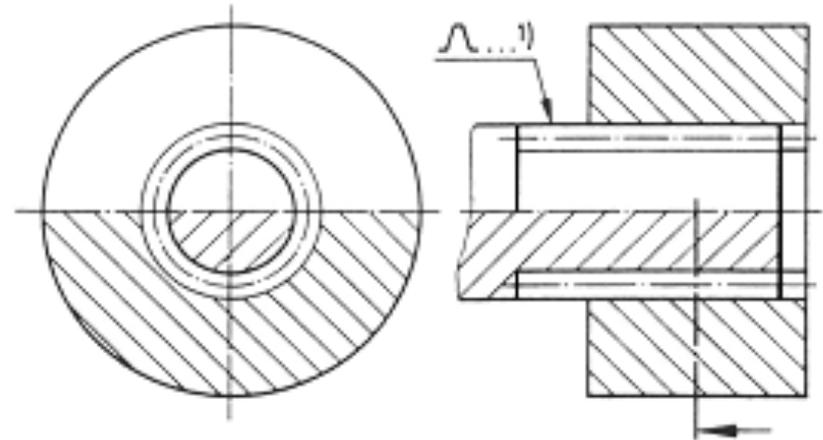
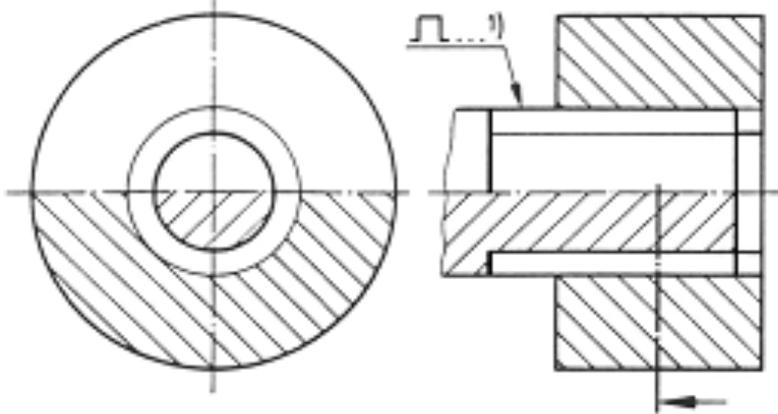
		Elementos com estrias de flancos paralelos	Elementos com estrias de flancos em evolvente e elementos dentados
Veio	<p>Linha a traço fino</p> <p>Linha a traço grosso</p>	<p>Linha a traço grosso</p> <p>Linha a traço longo-ponto fino</p>	
Cubo	<p>Linha a traço grosso</p>		

Acoplamentos por Estrias



- Representação simplificada (cont.):

Acoplamento por estrias

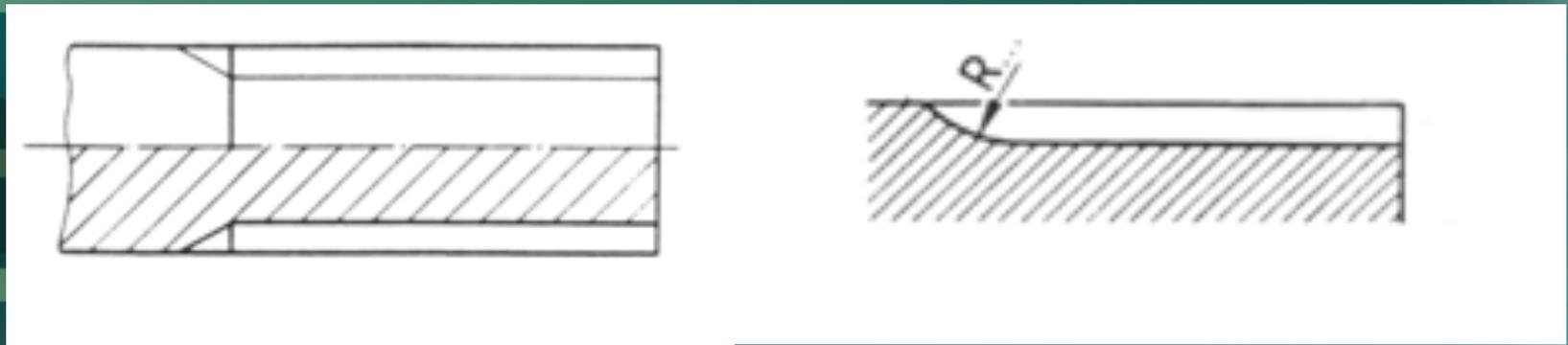


1) Se necessário, pode adicionar-se a designação do acoplamento por estrias.

Acoplamentos por Estrias



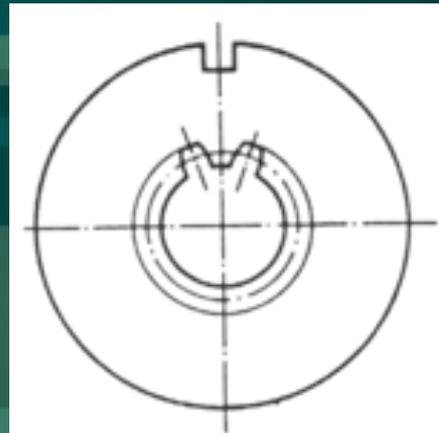
- **Desenhos de detalhe (veios e cubos):**
As peças de um acoplamento por estrias devem ser representadas como peças maciças sem dentes, mas com a adição da superfície do pé, representada por uma linha a traço contínuo fino ou da superfície primitiva, representada por uma linha a traço longo-ponto.
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



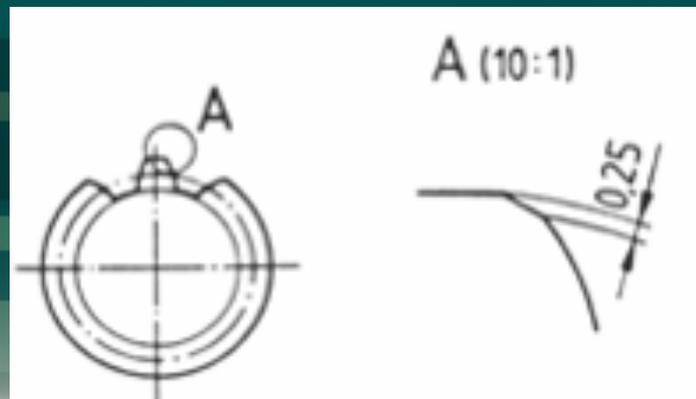
Acoplamentos por Estrias



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



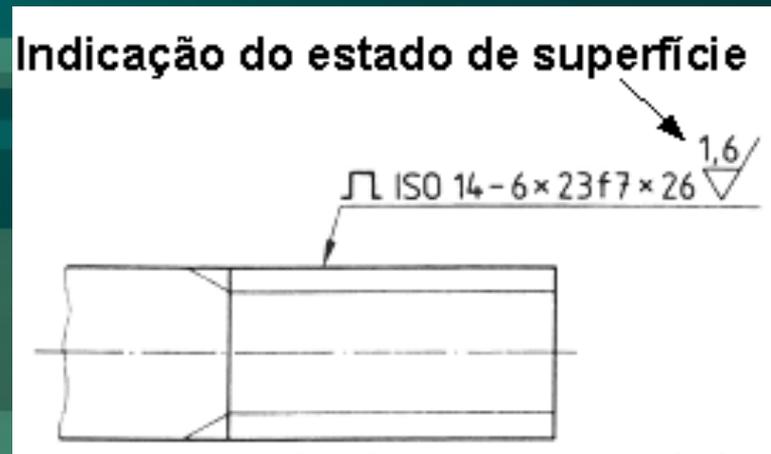
- Desenho de detalhe do perfil do dentado (se necessário):



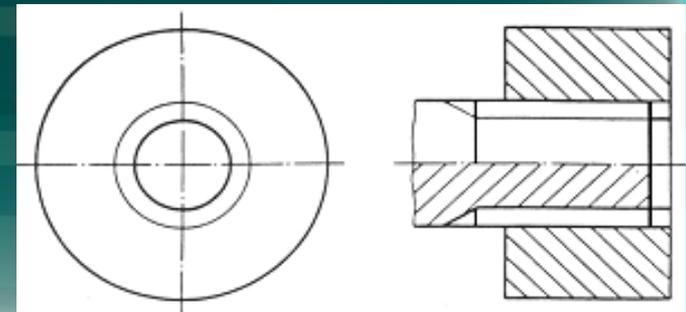
Acoplamentos por Estrias



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



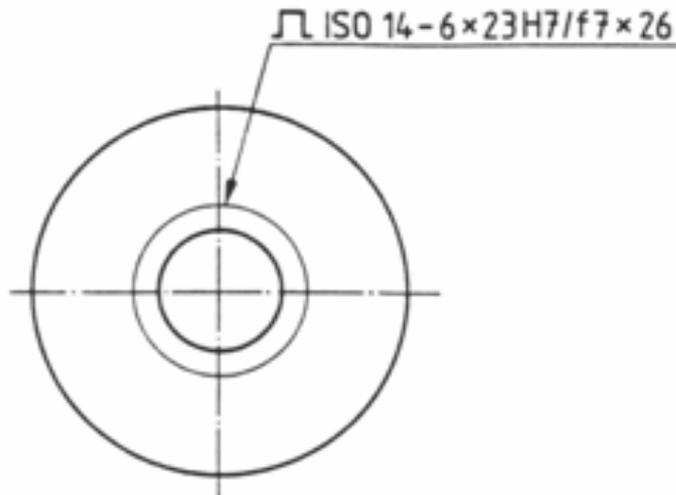
- **Desenhos de conjunto:**
As regras especificadas para a representação dos desenhos de detalhe aplicam-se, também, aos desenhos de conjunto.



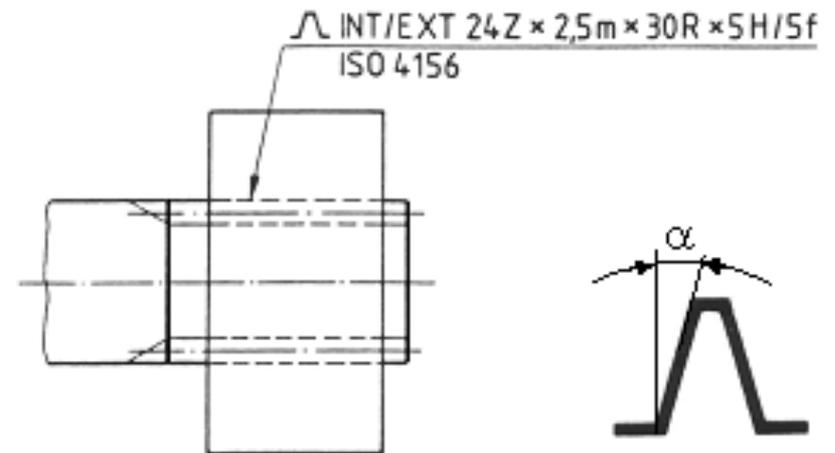
Acoplamentos por Estrias



- **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 \sqcup 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 $\varnothing 23$, tolerâncias de ajustamento H7/f7 e
- diâmetro exterior $\varnothing 26$

\sphericalangle 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 $\alpha = 30^\circ$,
- fundo do dente curvo (R), tolerâncias de ajustamento 5H/5f e
- norma ISO 4156

Acoplamentos por Estrias



- Quadro resumo:

PEÇAS COM ESTRIAS CILÍNDRICAS (Representação) ISO 6413		
TIPOS DE ESTRIAS	REPRESENTAÇÃO REAL (a evitar)	REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA indicação da designação
<p>ESTRIAS DE FLANCOS PARALELOS ISO 14 (de centragem interior)</p> <p>símbolo</p> <p>h = altura da escrita B usada na cotagem d = espessura do traço $h = 10d$</p>	<p>VEIO ESTRIADO</p>	<p>ISO 14-6x23 f7x26</p>
	<p>CUBO COM FURO ESTRIADO</p>	<p>ISO 14-6x23 H7x26</p>
	<p>CONJUNTO</p>	<p>ISO 14-6x23 H7/f7x26</p>

Acoplamentos por Estrias



- Quadro resumo (cont.):



SIMBÓLOS NOR

ESTRIAS DE FLANCOS EM EVOLVENTE

ISO 4156

α

símbolo

0,3h

h

1,5h

ISO 14

Elementos estriados com flancos paralelos

VEIO ISO4156-24Z×2,5m×30R×5f

40

Z - nº de dentes

m - módulo

CUBO α=30° - ângulo de pressão

ISO...

Tolerâncias / ajustamentos

ISO4156

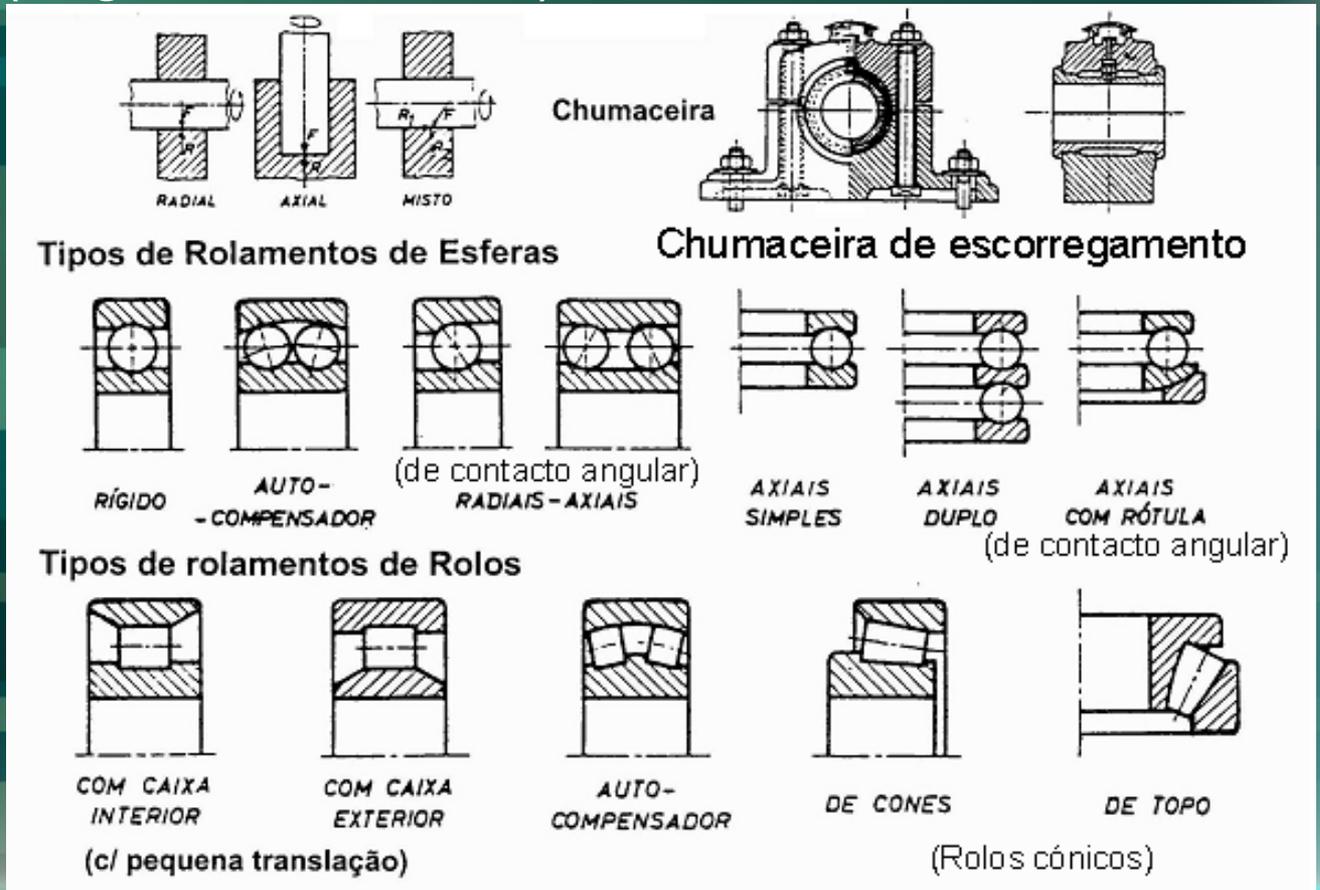
R - fundo curvo

P - fundo plano

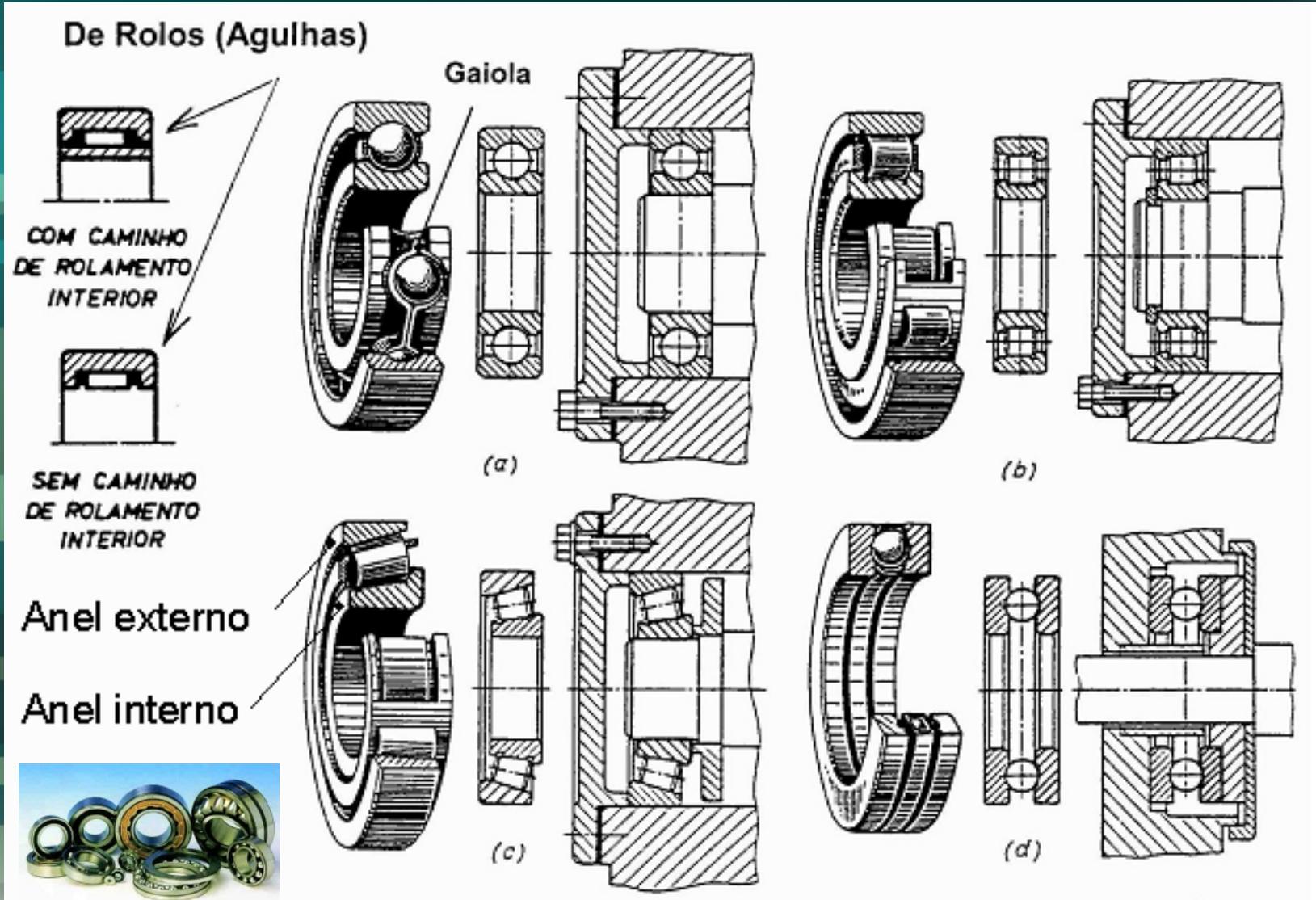
Série ligera		Série média		Série pesada	
zxdxD	b	zxdxD	b	zxdxD	b
		6 × 11 × 14	3		
		6 × 13 × 16	3,5		
		6 × 16 × 20	4	10 × 16 × 20	2,5
		6 × 18 × 22	5	10 × 18 × 23	3
		6 × 21 × 25	5	10 × 21 × 26	3
6 × 23 × 26	6	6 × 23 × 28	6	10 × 23 × 29	4
6 × 26 × 30	6	6 × 26 × 32	6	10 × 26 × 32	4
6 × 28 × 32	7	6 × 28 × 34	7	10 × 28 × 35	4
8 × 32 × 36	7	8 × 32 × 35	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 × 115	8
10 × 112 × 120	18	10 × 112 × 125	18	20 × 112 × 125	9

Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento

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

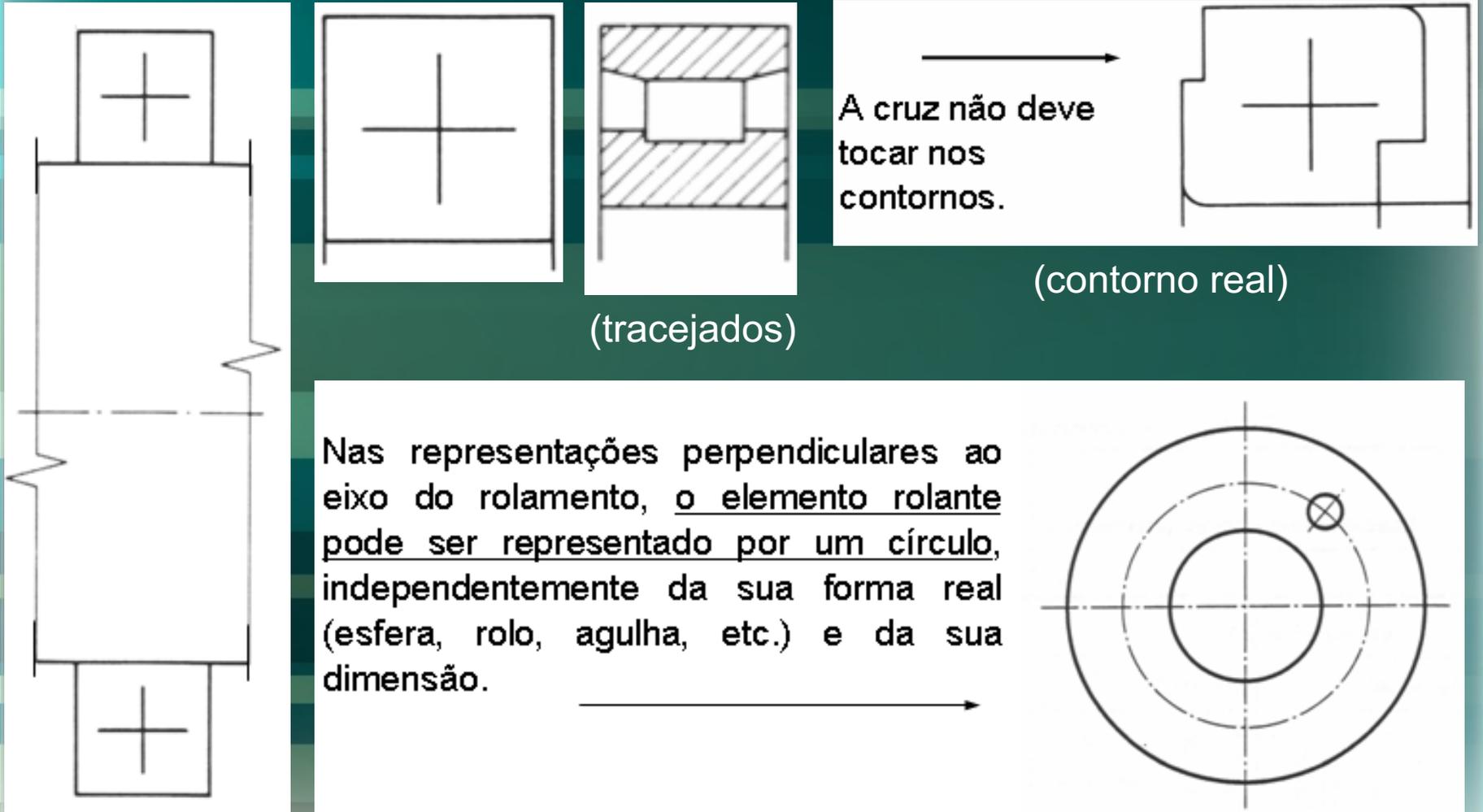


Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento



Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada geral:



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

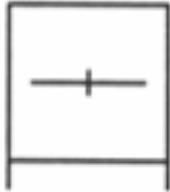
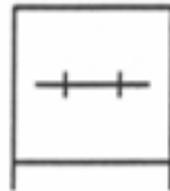
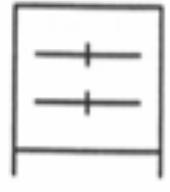
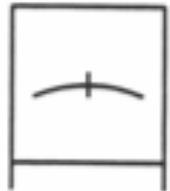
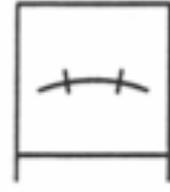
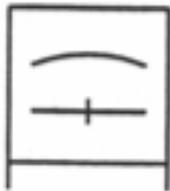
Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

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

1.3	 Indicação alternativa (exemplos)	Linha recta contínua curta , que corta as linhas contínuas longas nº. 1.1 e 1.2 a 90° (indicação simplificada preferível) coincidente com a linha de eixo (radial) de cada elemento rolante .	Número de carreiras e posição dos elementos rolantes	
		círculo		esfera
		rectângulo largo		rolo
		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:

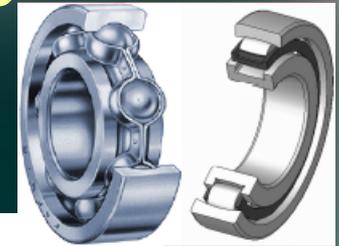
Especificações de carga		Características do Rolamento			
		Dois anéis		Três anéis	
		Uma carreira	Duas carreiras	Uma carreira	Duas carreiras
Radial	não				
	sim				

Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

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

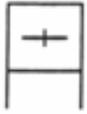
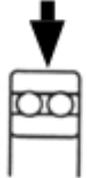
Direcção da carga		Axial					
		Possibilidade de alinhamento					
Radial e axial	Possibilidade de alinhamento	não					
		sim					
	Possibilidade de alinhamento	não					
		sim					

Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)



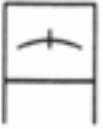
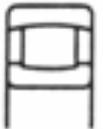
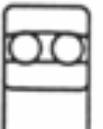
- Representação simplificada particular:

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		 Rolamento de esferas, rígido, de uma carreira ISO 15, ISO 8443 Rolamento de fixação rápida ISO 9628	 Rolamento de rolos cilíndricos, de uma carreira ISO 15
	3.2	  Rolamento de esferas, rígido, de duas carreiras ISO 15	 Rolamento de rolos cilíndricos, de duas carreiras ISO 15

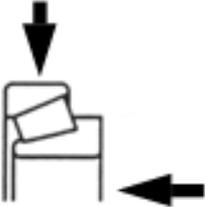
Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada particular (cont.):

3.3			 Rolamento de rolos esféricos, de uma carreira ISO 15
3.4		 Rolamento de esferas, autocompensador, de duas carreiras ISO 15	 Rolamento de rolos esféricos, de duas carreiras ISO 15

Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada particular (cont.):

Representação simplificada particular		Rolamentos de esferas e de rolos (continuação)	
		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)



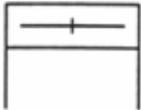
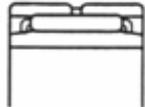
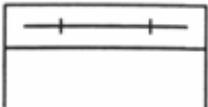
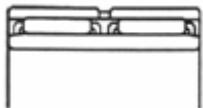
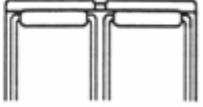
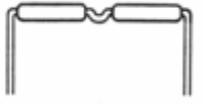
- Representação simplificada particular (cont.):

3.7		<p>Rolamento de esferas, separável, de contacto angular, de duas carreiras, com anel interno bipartido</p>	
3.8			<p>Rolamento de rolos cónicos, de contacto angular, de duas carreiras, com anel interno bipartido ISO 355</p>
<p>1) Representação incompleta, apenas a título de informação. 2) Se disponível.</p>			

Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)



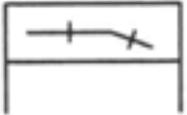
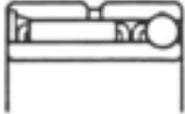
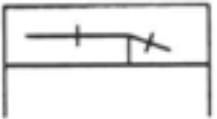
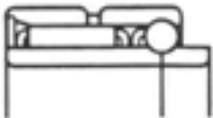
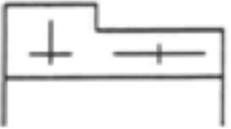
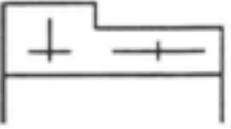
- Representação simplificada particular (cont.):

Rolamentos de agulhas	
Representação simplificada particular	Ilustração ¹⁾ e referência ²⁾
4.1	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: center;">  <p>Rolamento de agulhas, de uma carreira ISO 1206</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Bucha de agulhas sem anel interno ISO 3245</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Coroa de agulhas ISO 3030</p> </div> </div>
4.2	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: center;">  <p>Rolamento de agulhas, de duas carreiras</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Rolamento de agulhas sem anel interno, de duas carreiras</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Coroa de agulhas, de duas carreiras ISO 3031</p> </div> </div>
4.3	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;">    </div> <p>Rolamentos de agulhas autocompensadores</p>
<p>1) Representação incompleta, apenas a título de informação. 2) Se disponível.</p>	

Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada particular (cont.):

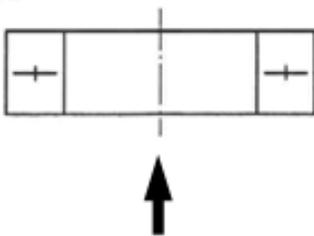
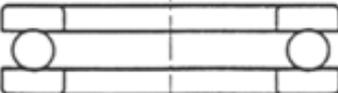
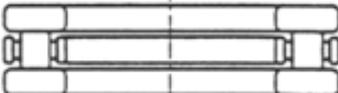
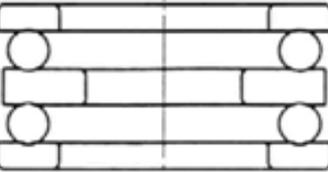
Rolamentos combinados

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.

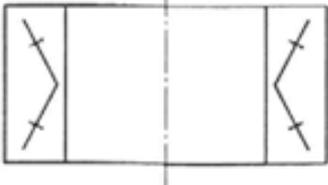
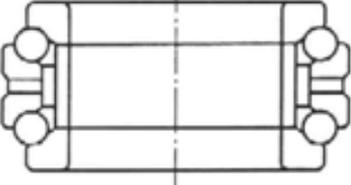
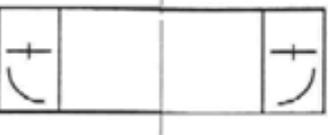
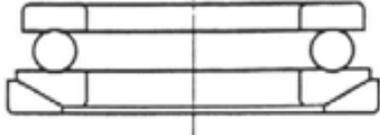
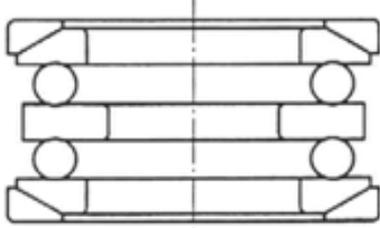
Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Representação simplificada particular (cont.):

Representação simplificada particular		Rolamentos axiais	
		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)

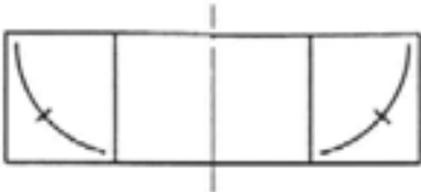
- Representação simplificada particular (cont.):

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)

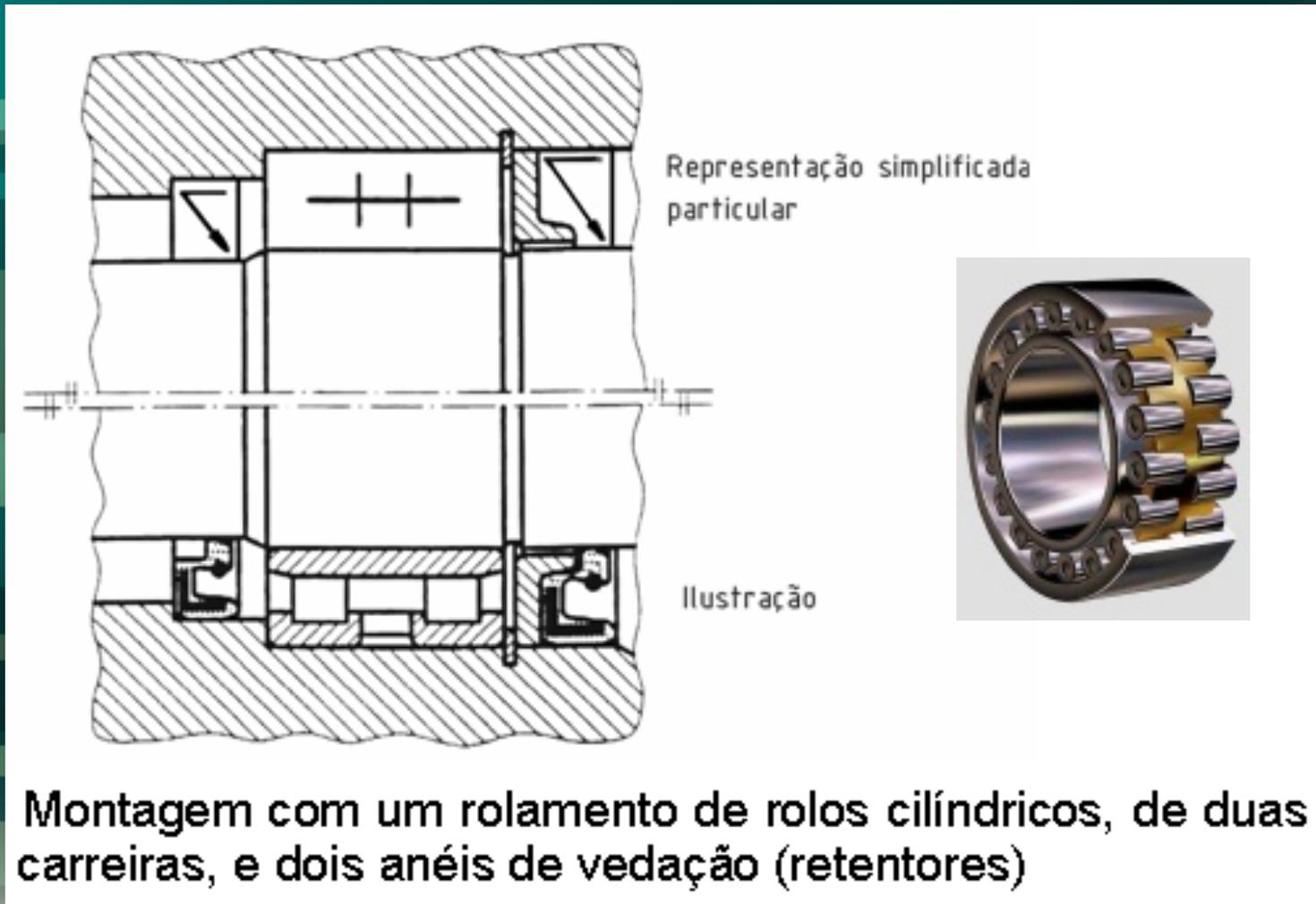
- Representação simplificada particular (cont.):

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			 <p>Rolamento axial de rolos autocompensador ISO 104</p>
<p>1) Representação incompleta, apenas a título de informação. 2) Se disponível</p>			

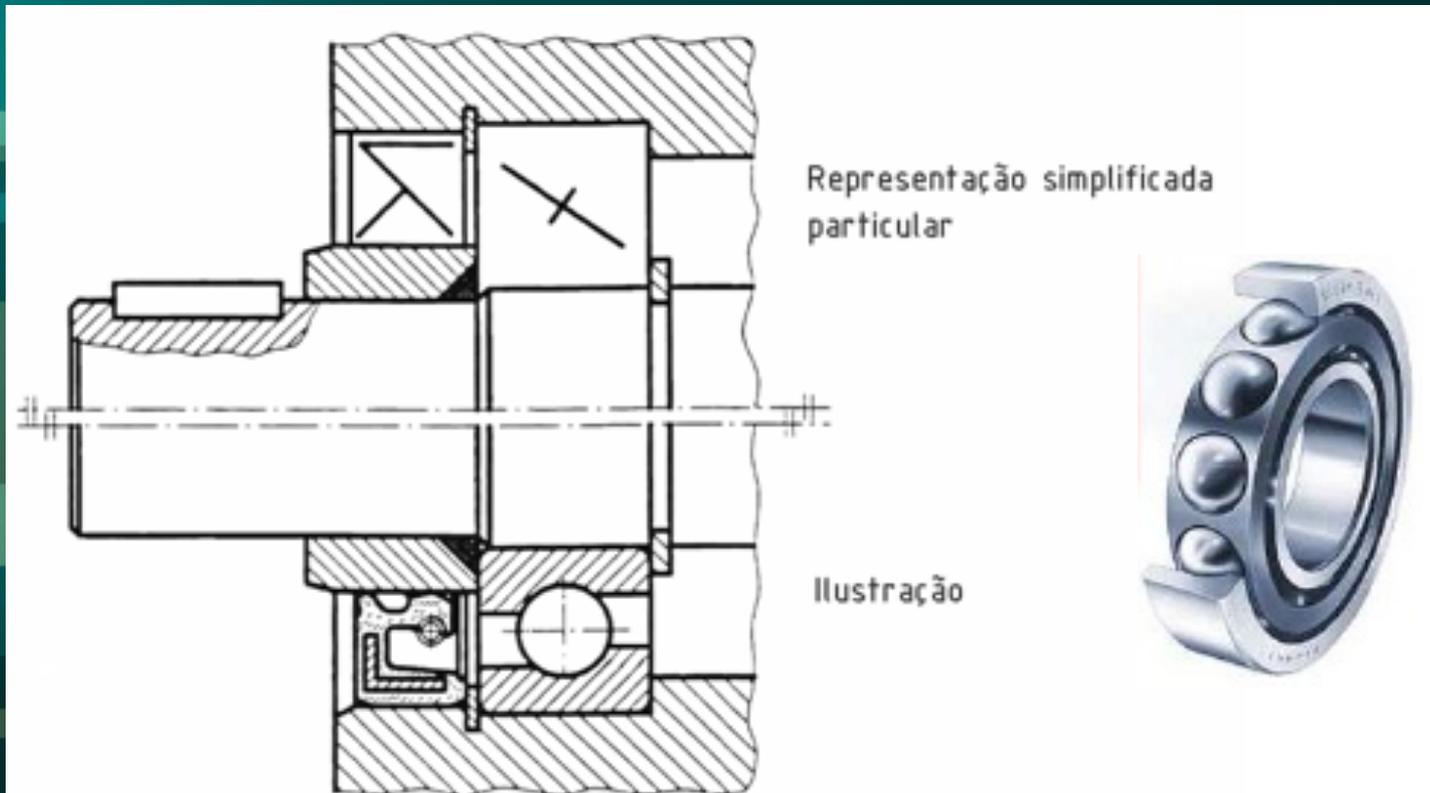
Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

- Exemplos:



Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

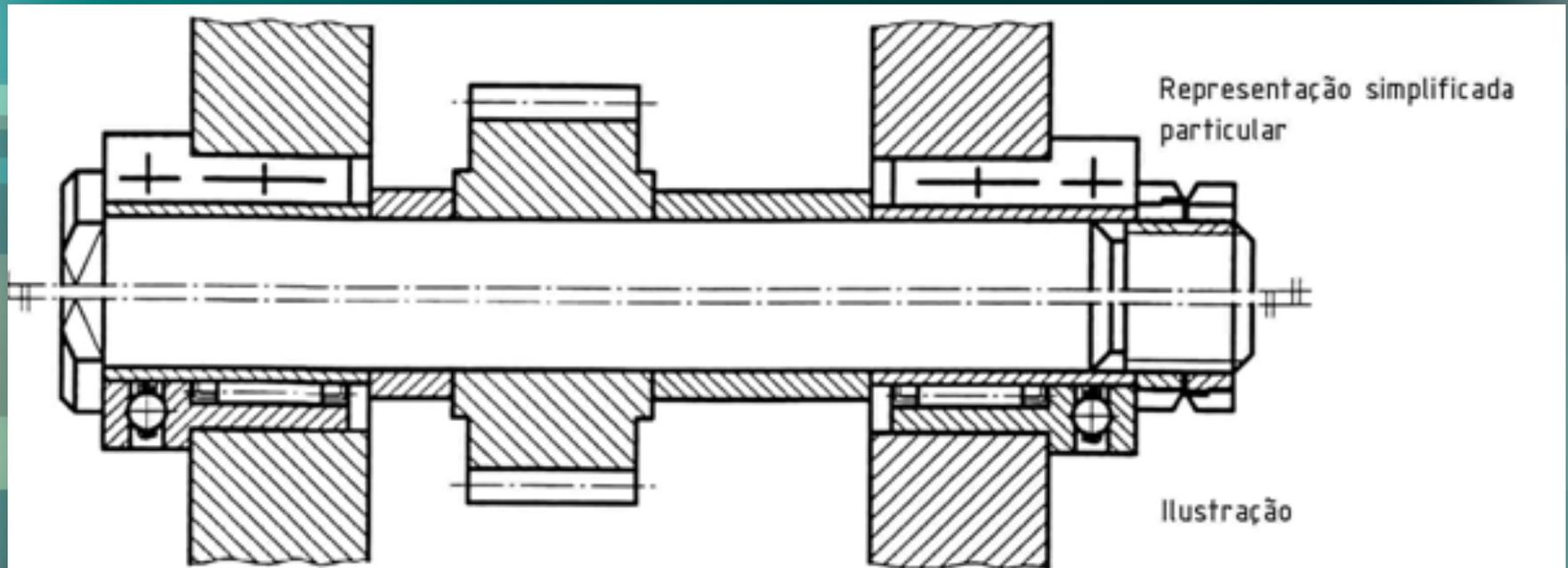
- Exemplos:



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)

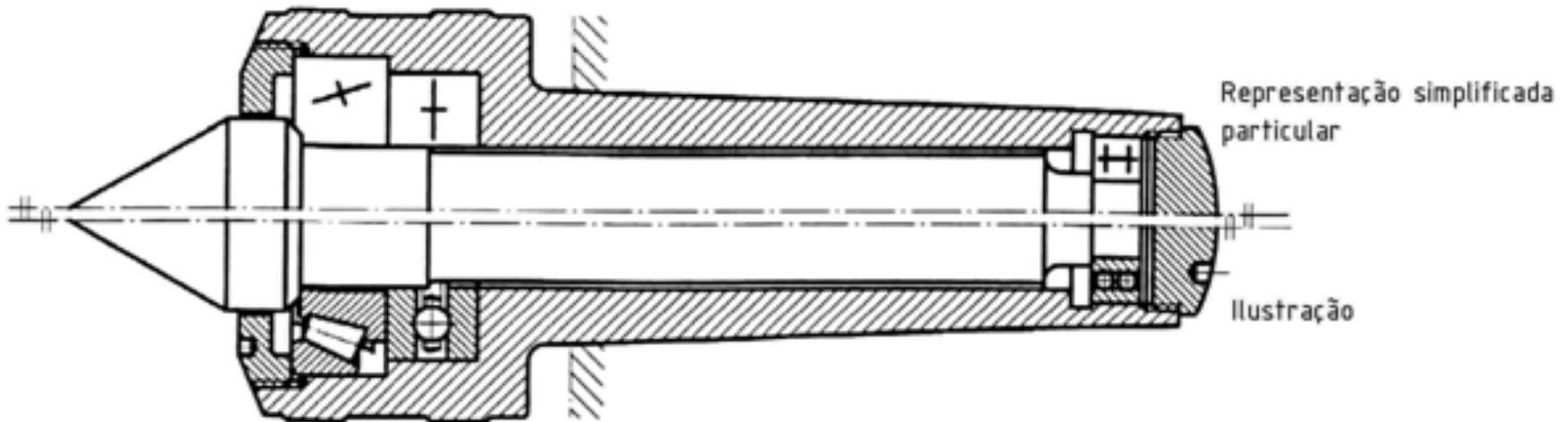
- Exemplos:



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**;
 - **Ótimos para velocidades baixas e médias.**

Chumaceiras de Escorregamento e de Rolamento (Rolamentos)

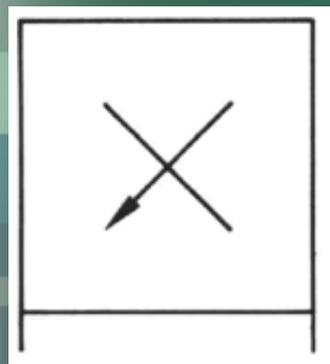
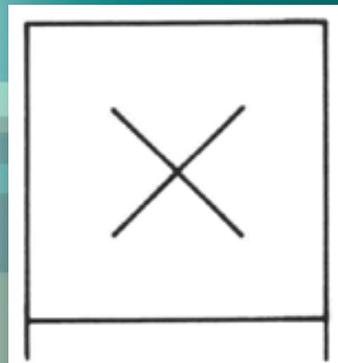
- Rolamentos (ou Chumaceiras de Rolamento):
 - Limites de aplicação:
 - Quando o **ruído é inconveniente**;
 - Quando o apoio sofre **choques fortes em repouso**;
 - Em **grandes rolamentos radiais de baixa rotação** (preço elevado e diâmetros exteriores elevados);
 - Em **apoios axiais submetidos a 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)

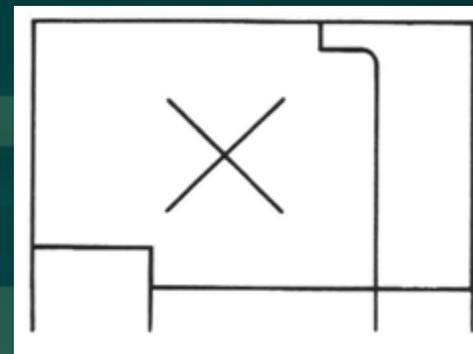
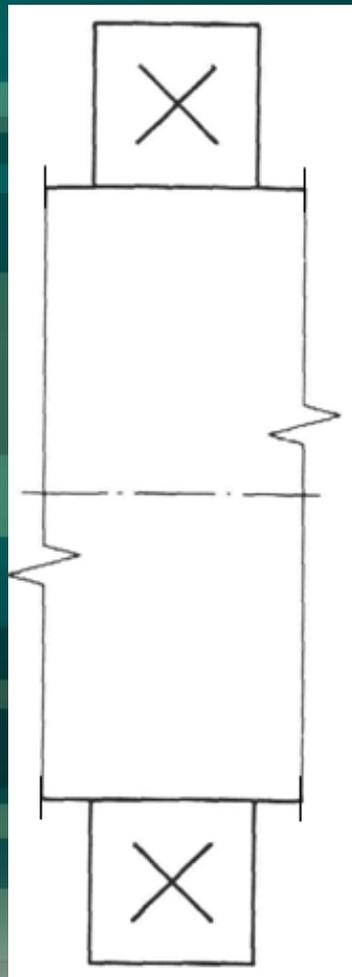
- Chumaceiras de Escorregamento (ou Lisas):
 - Propriedades:
 - A área de lubrificação relativamente grande amortece as vibrações, o choque e o ruído;
 - Menor sensibilidade aos choques e às poeiras;
 - Folgas no apoio mais reduzidas;
 - Tolerâncias de ajustamento relativamente grandes;
 - Para grandes 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

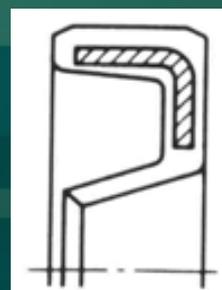
- Representação simplificada geral:



(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 dinâmico (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 relativamente ao símbolo nº1.2) ¹⁾	Em combinação com o símbolo nº1.2, lábios antipoeiras, raspadores , etc.

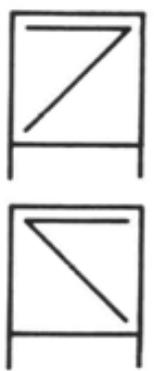
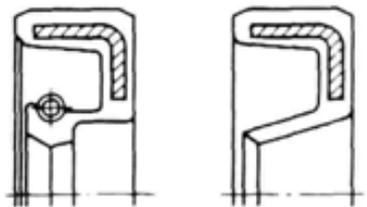
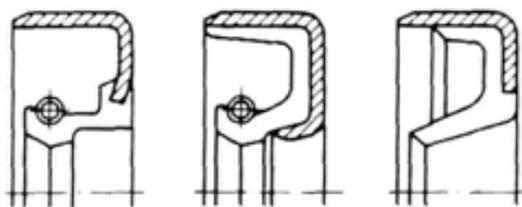
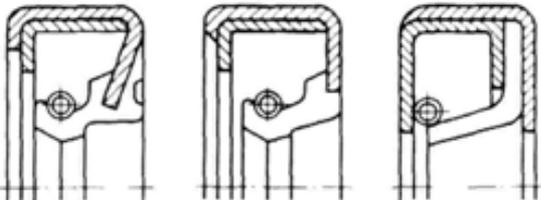
Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- 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)	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

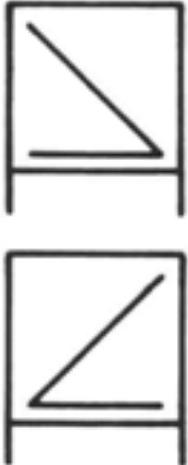
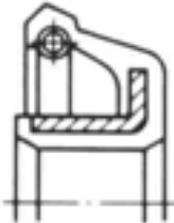
- Representação simplificada particular:

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



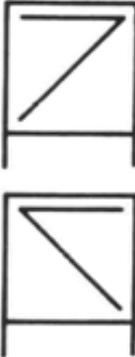
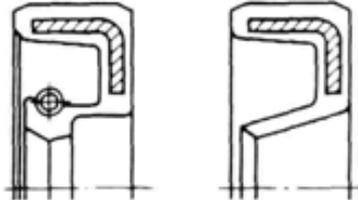
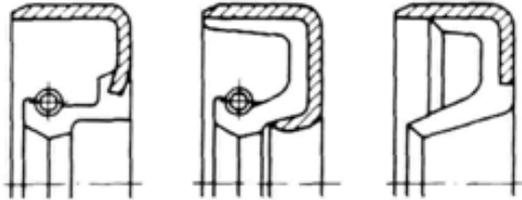
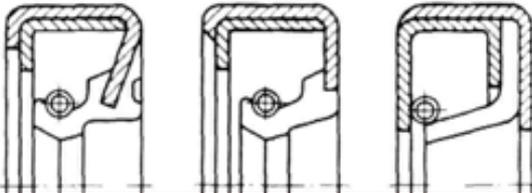
Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Representação simplificada particular (cont.):

2.2		<p><u>Anéis de vedação</u> (retentores) com lábio para veios rotativos, sem lábio antipoeira</p> <p>Elementos mecânicos de vedação (ISO 6194-1)</p>	
1) Este tipo de ilustração não é, geralmente, utilizado em desenhos técnicos, mas, em contrapartida, é utilizado em catálogos, manuais de utilização, prospectos, etc.			

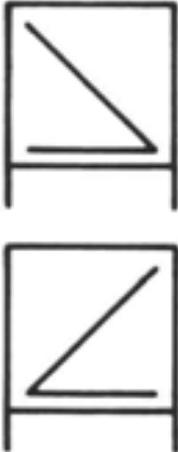
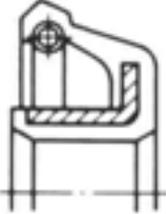
Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Representação simplificada particular (cont.):

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

Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

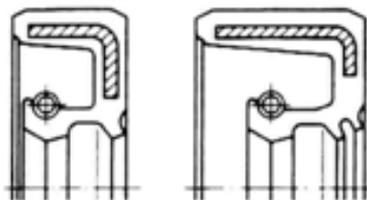
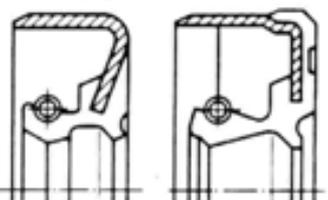
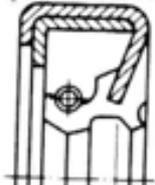
- Representação simplificada particular (cont.):

2.2		<p><u>Juntas de vedação</u> (vedantes) para hastes de êmbolos, sem raspador (ISO 5597)</p>	
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

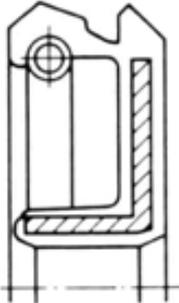
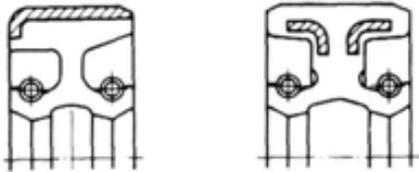
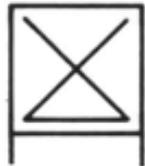
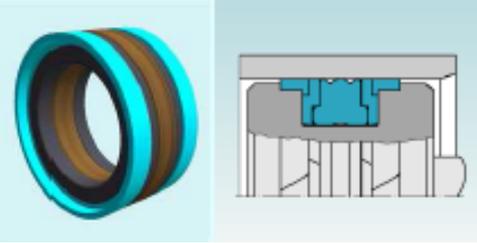
- Representação simplificada particular (cont.):



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

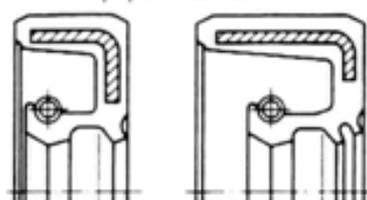
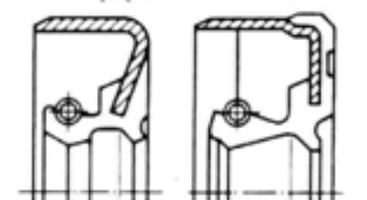
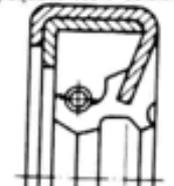
Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Representação simplificada particular (cont.):

2.4		<p>Anéis de vedação (retentores) com lábio para veios rotativos, com lábio antipoeira (ISO 6194-1)</p>	
2.5		<p>Anéis de vedação (retentores) com lábio para veios rotativos, sem lábio antipoeira, de duplo efeito Elementos mecânicos de vedação</p>	<p>Revestido de metal, com lábio duplo Revestido a borracha, com lábio duplo</p> 
2.6		<p>Anéis de vedação (retentores) com lábio para veios rotativos, sem lábio antipoeira, de duplo efeito Elementos mecânicos de vedação</p>	
<p>1) Este tipo de ilustração não é, geralmente, utilizado em desenhos técnicos, mas, em contrapartida, é utilizado em catálogos, manuais de utilização, prospectos, etc.</p>			

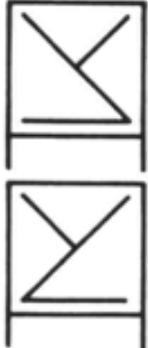
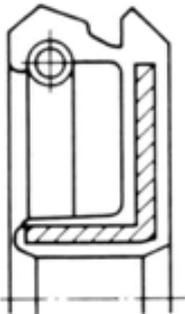
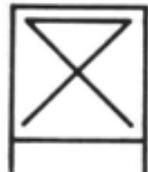
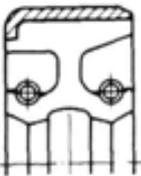
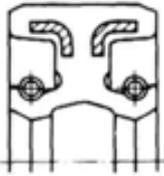
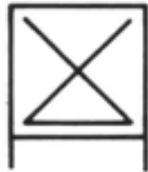
Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Representação simplificada particular (cont.):

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

Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

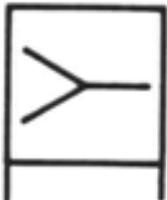
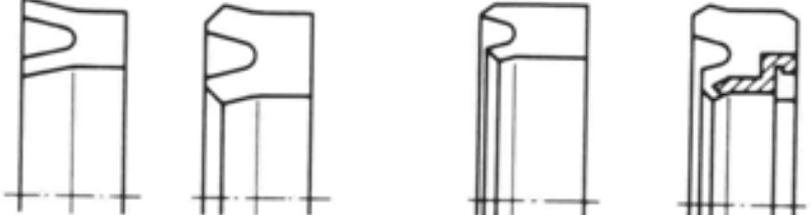
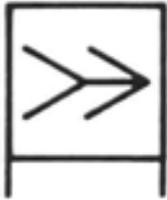
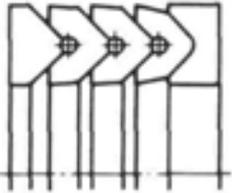
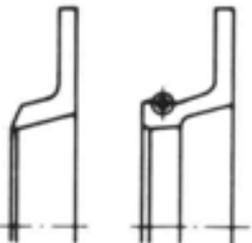
- Representação simplificada particular (cont.):

2.4		<p><u>Juntas de vedação (vedantes) para hastes de êmbolos, com raspador</u></p>	
2.5		<p><u>Juntas de vedação (vedantes) para hastes de êmbolos, de duplo efeito</u></p>	<p>Revestido de metal, com lábio duplo</p>  <p>Revestido a borracha, com lábio duplo</p> 
2.6		<p><u>Juntas de vedação (vedantes) para hastes de êmbolos, de duplo efeito</u> ISO 6547</p>	
<p>1) Este tipo de ilustração não é, geralmente, utilizado em desenhos técnicos, mas, em contrapartida, é utilizado em catálogos, manuais de utilização, prospectos, etc.</p>			

Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

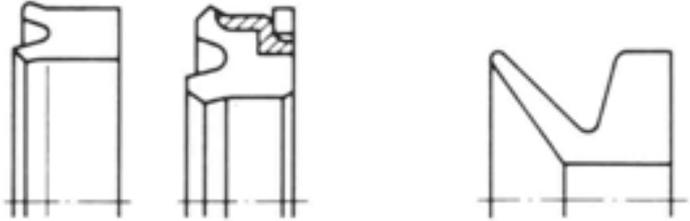
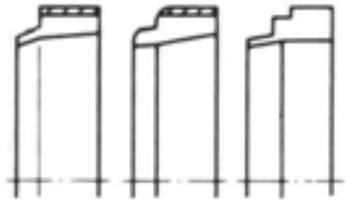
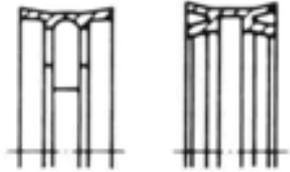
- Representação simplificada particular (cont.):

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

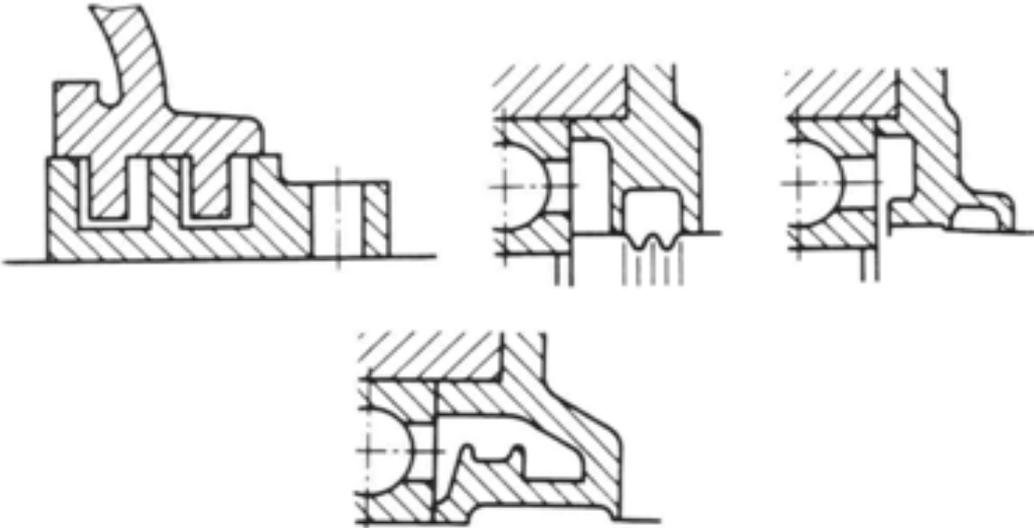
- Representação simplificada particular (cont.):

3.4		
3.5		
3.6		
3.7		

Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

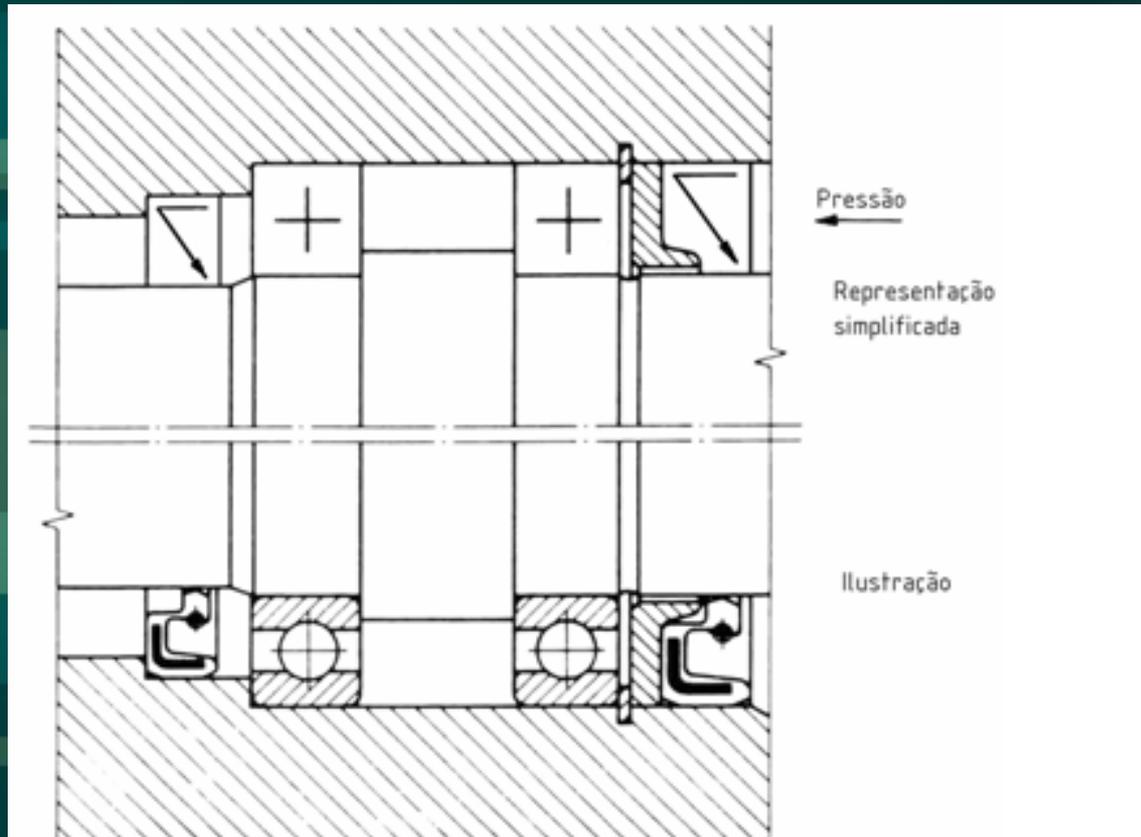
- Representação simplificada particular (cont.):

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

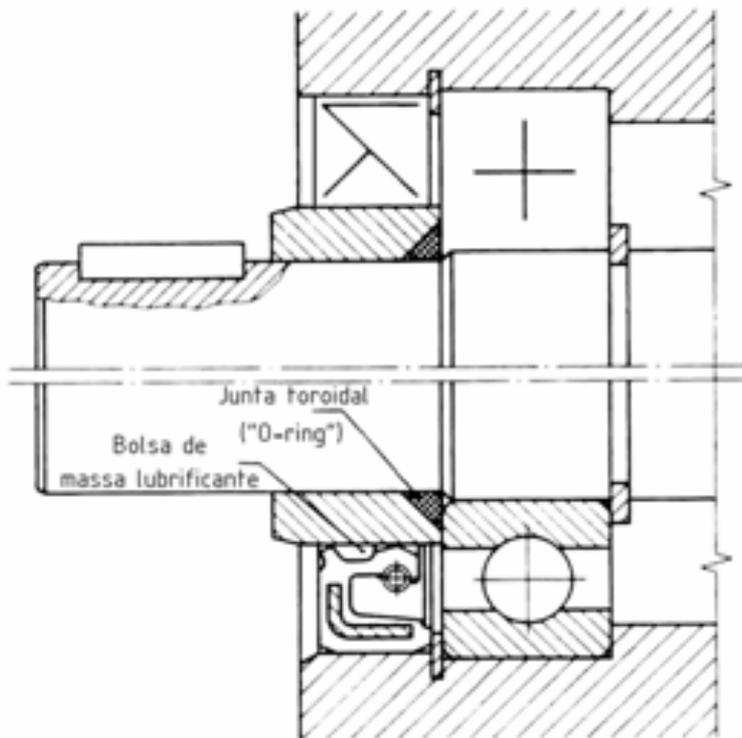
- Exemplos:



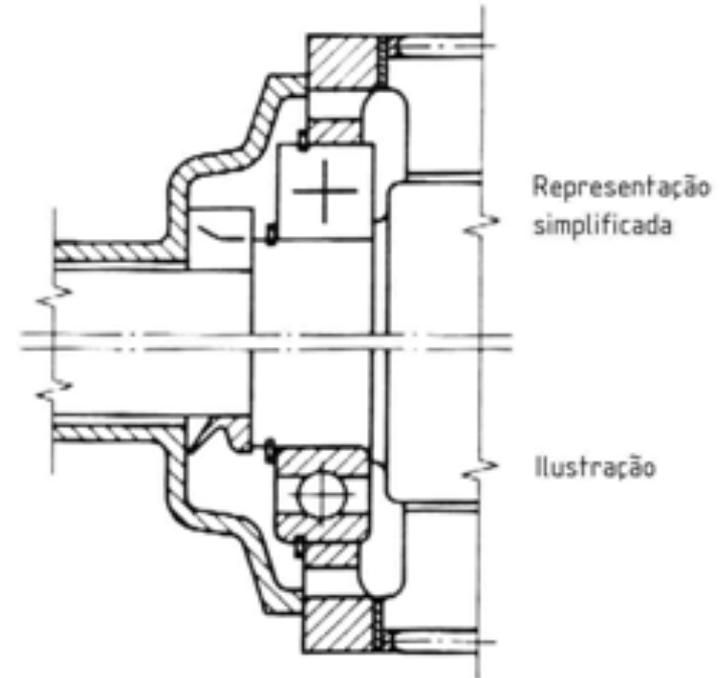
Anéis de vedação (retentores) com lábio para veio rotativo (vedação contra fluídos)

Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Exemplos:



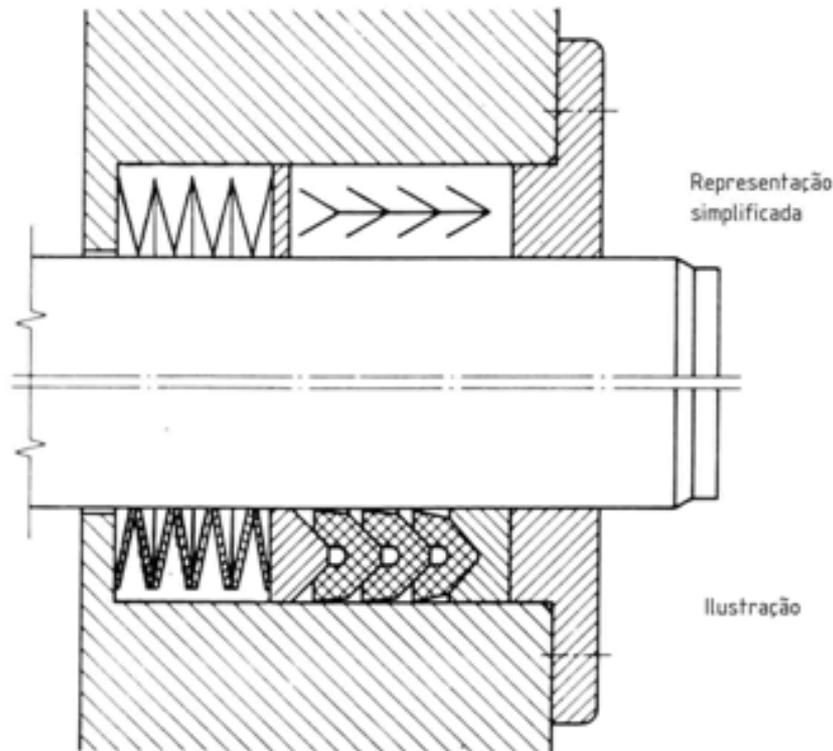
Anel de vedação (retentor) com lábio para veio rotativo, com lábio antipoeiras



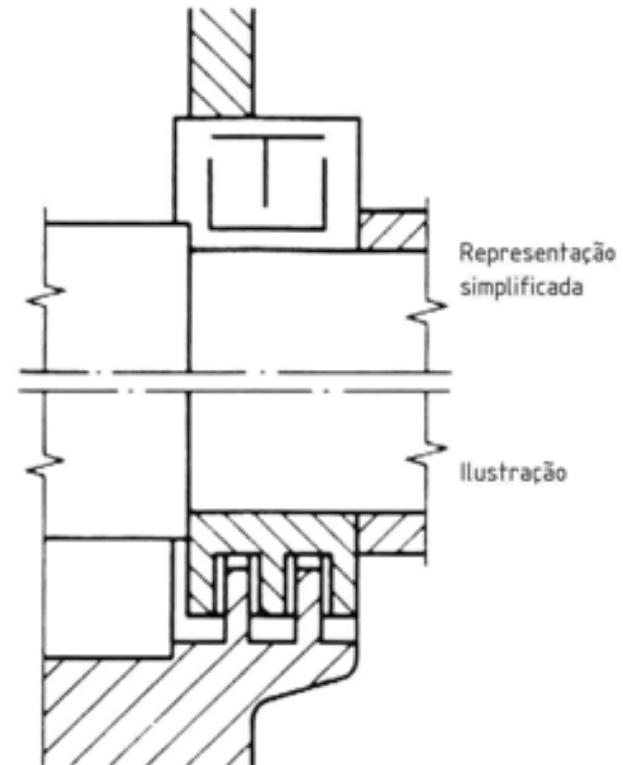
Anel em V

Juntas de Vedação para Aplicação Dinâmica

- Exemplos:



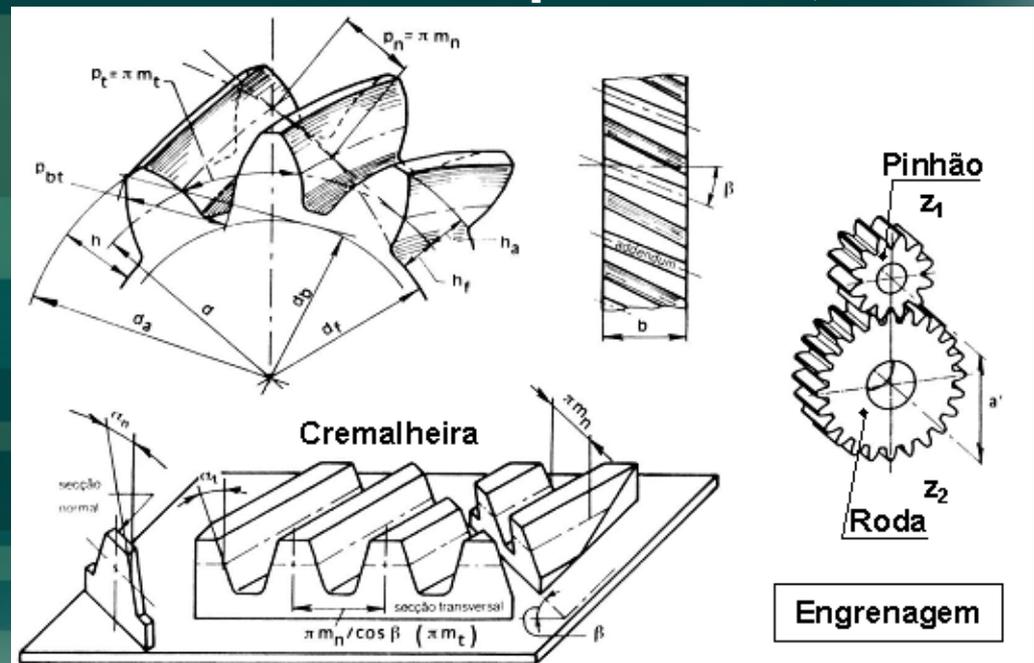
Conjunto de empanque
(anilhas elásticas
cónicas + vedantes)



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 coplanares.

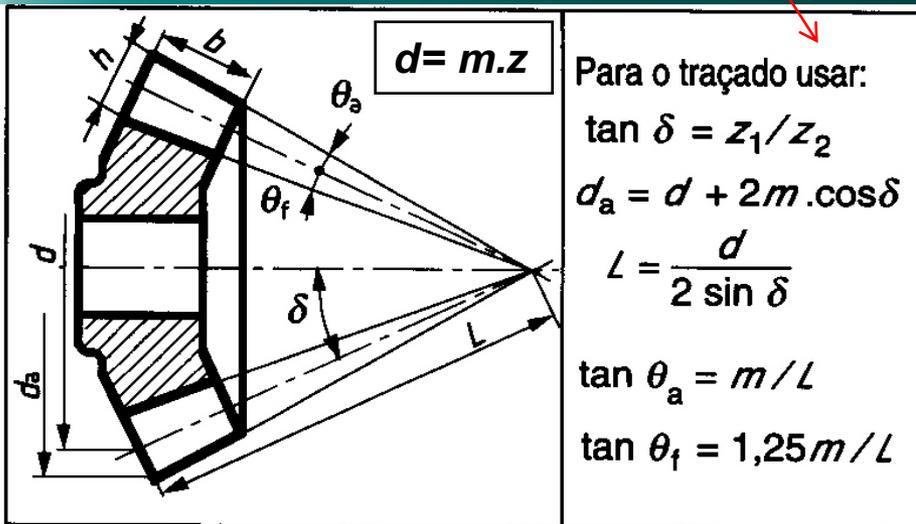


Alguns parâmetros característicos das rodas dentadas cilíndricas.



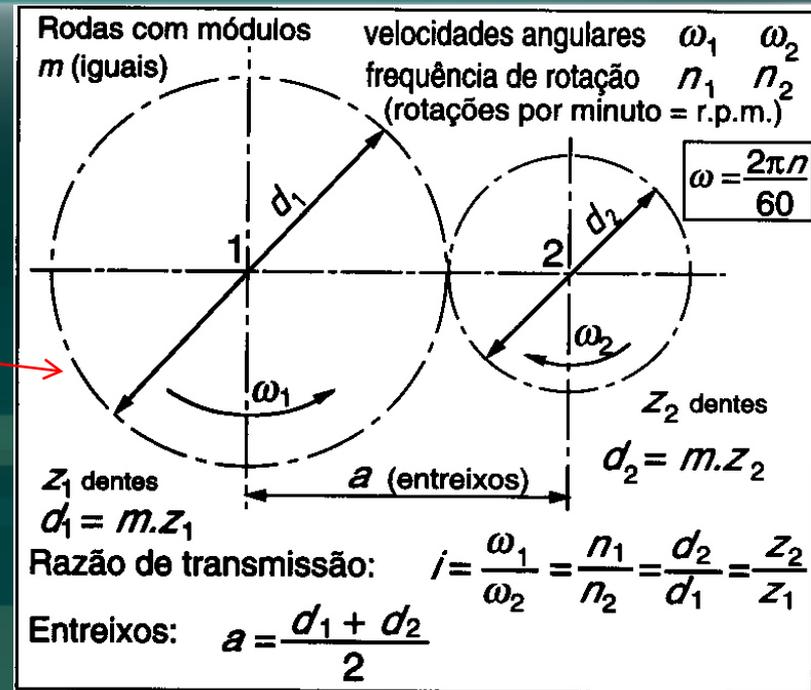
Engrenagens

- Parâmetros:
- DENTADO RECTO

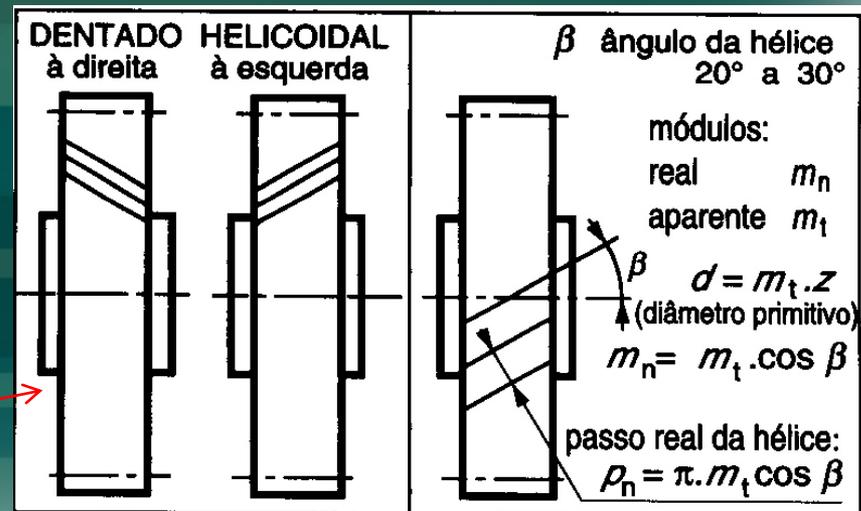


Roda cônica de dentes rectos

- DENTADO HELICOIDAL



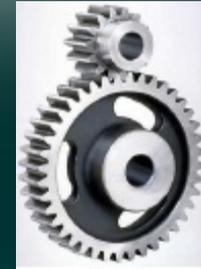
Engrenagem de eixos paralelos



Roda de dentes helicoidais

Engrenagens

- Tipos de engrenagens:



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

Engrenagens

- Tipos de engrenagens (cont.):

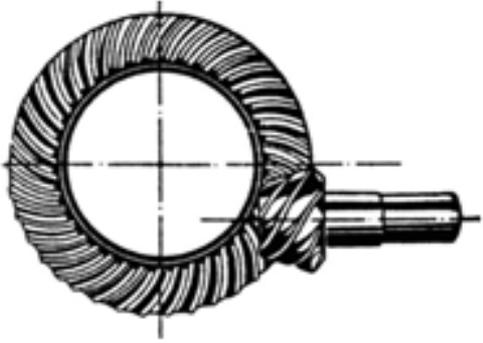


ENGRENAGENS CONCORRENTES OU CÔNICAS (EIXOS CONCORRENTES)			
DENTADO RECTO	DENTADO INCLINADO	DENTADO ESPIRAL	OBSERVAÇÕES
			<p>Para razões de transmissão até 6:1 (8:1). Potências até 370 (recto) a 740 kW (inclinado). Velocidades tangenciais no primitivo de funcion. até 50 a 75 (150) m/s.</p> <p>Para aumentar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

Engrenagens

- Tipos de engrenagens (cont.):



ENGRENAGENS ESQUERDAS (EIXOS NÃO COMPLANARES)		
DENTADO HELICOIDAL	PARAFUSO SEM-FIM / RODA DE COROA	DENTADO HIPÓIDE
		
<p>OBSERVAÇÕES: 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. Veloc. tangenciais no primitivo de funcionamento até 25 a 50 m/s. Os rendimentos aproximam-se dos registados nas engrenagens cilíndricas helicoidais (até 95%).</p>	<p>Razões de transmissão de 10:1 até 60:1 (100:1). Potências até 560 a 750 kW. Velocidades tangenciais no primitivo de funcionamento até 60 a 70 m/s. O rendimento situa-se entre 45% e 95%, sendo superior para menores razões de transmissão. Baixos de níveis ruído e de vibrações.</p>	<p>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. Potências até 740 kW. Veloc. tang. no prim. de func. até 40 a 75 m/s. Rendimentos ligeiramente inferiores aos registados nas engrenagens cónicas, desde (60%) até 85% a 95% e um aquecimento um pouco mais elevado.</p>

Engrenagens

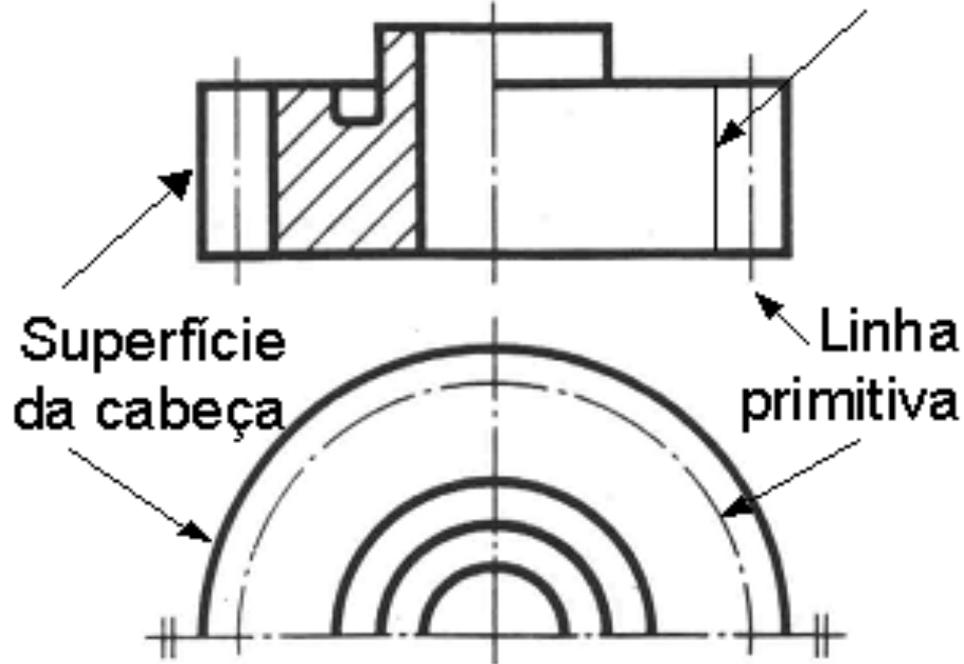
- Representação Convencional de Engrenagens (NP EN ISO 2203):
Uma roda de uma engrenagem é representada (exceto em corte axial) como uma peça maciça não dentada, tendo por único acrescento, o traçado da superfície primitiva, com uma linha a traço longo-ponto fino.
- Desenhos de detalhe (Rodas isoladas):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

Engrenagens

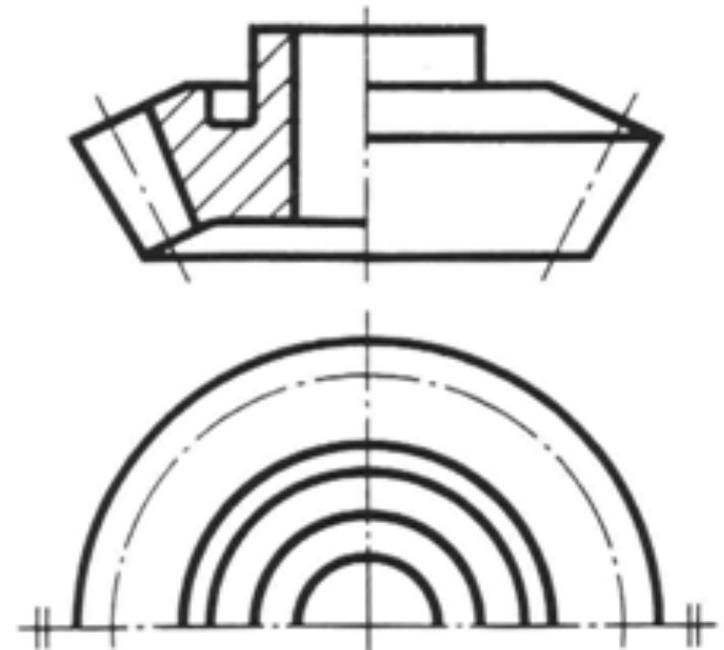


- Desenhos de detalhe (Rodas isoladas):

Superfície do pé (representação facultativa, a traço contínuo fino)



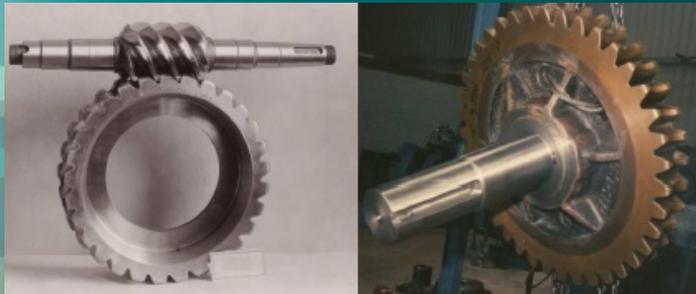
Roda cilíndrica



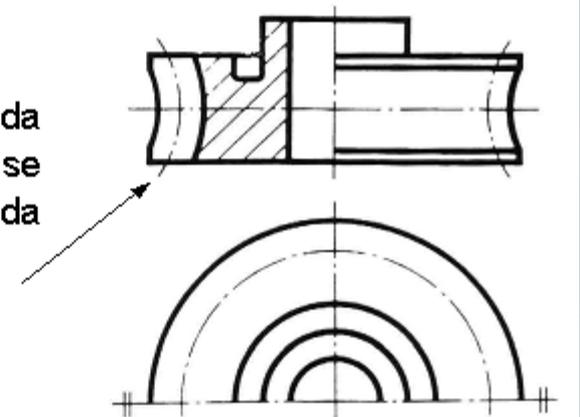
Roda cônica

Engrenagens

- Desenhos de detalhe (Rodas isoladas):



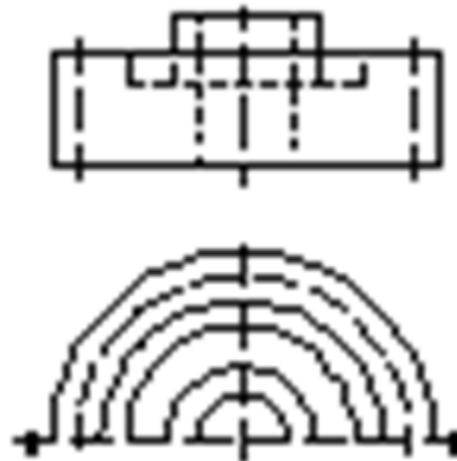
O contorno aparente da superfície primitiva estende-se para além do contorno da roda, em ambos os lados



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

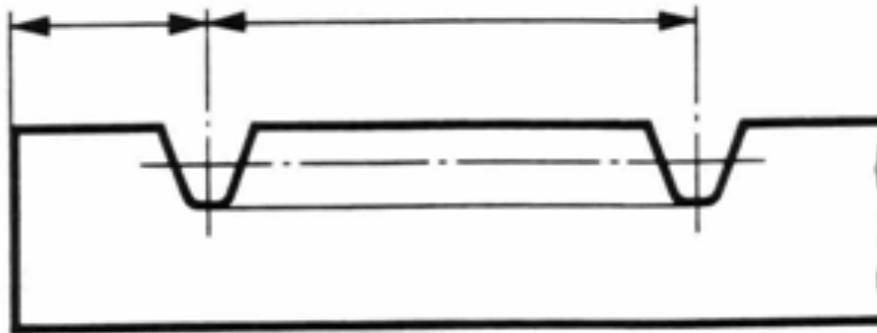
Engrenagens

- Desenhos de detalhe (Rodas isoladas):

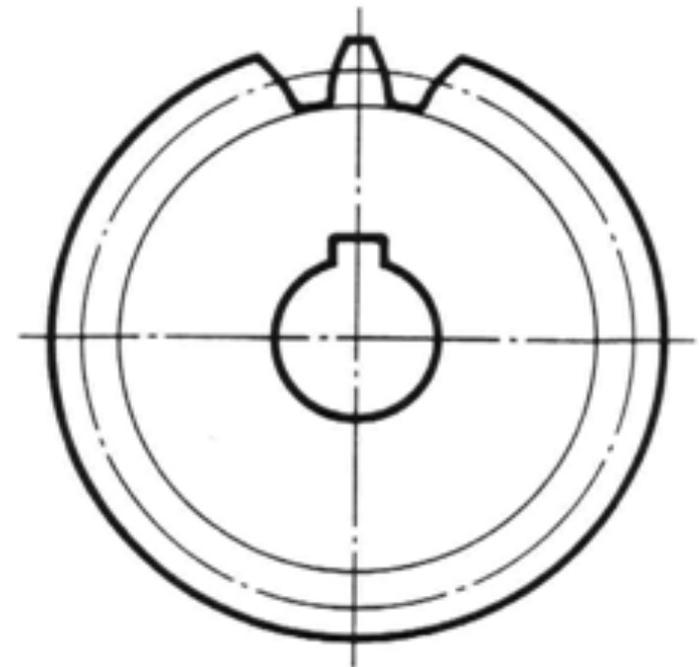


Rodas em vista, com representação da superfície do pé, a traço contínuo fino:

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



Cremalheira

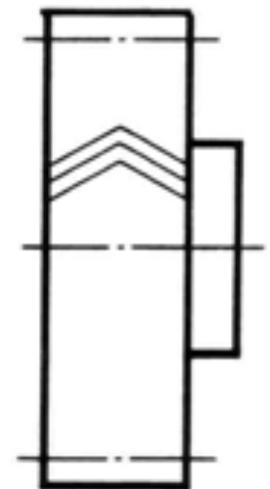
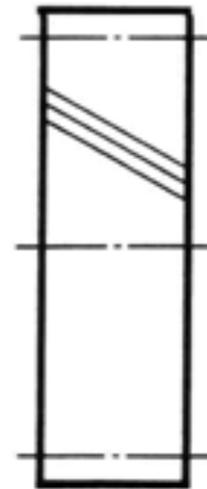


Roda dentada

Engrenagens

- Desenhos de detalhe (Rodas isoladas):

Dentado	Símbolo
Helicoidal à direita	
Helicoidal à esquerda	
Em espinha	 
Espiral	 



Representação da
orientação do dentado

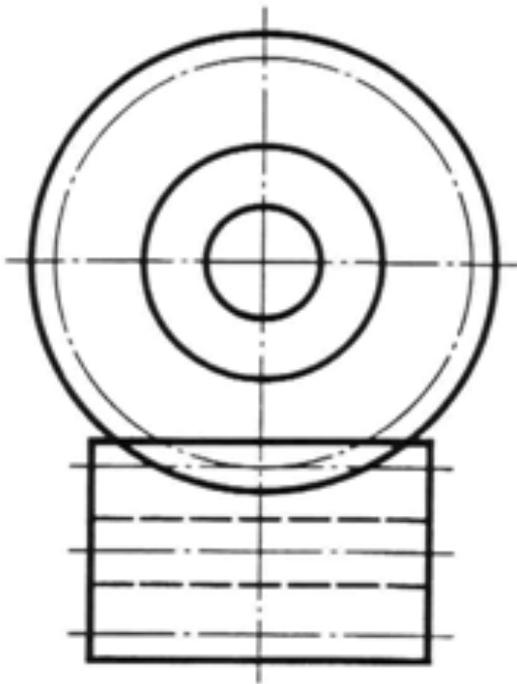
Nota: Na representação de rodas conjugadas, mostrar o símbolo apenas numa única roda.

Engrenagens

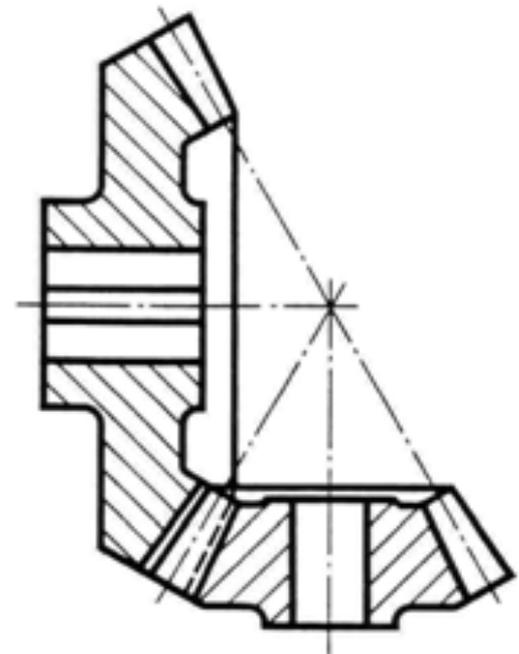
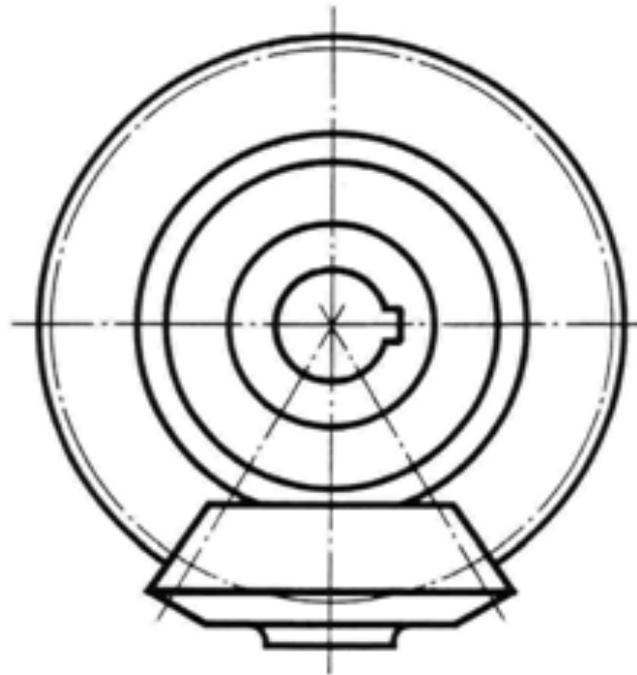
- **Desenhos de conjunto (engrenagens):**
 - **Em engrenagens de rodas cónicas, em projecção paralela ao eixo, deve prolongar-se a linha da superfície primitiva até ao ponto de intersecção com o eixo.**
 - **Não é admissível que qualquer uma das duas rodas de uma engrenagem seja, na zona de engrenamento, escondida pela outra, exceto nos dois casos seguintes:**
 - **Se uma das rodas, situada totalmente à frente da outra, esconde, efetivamente, 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):



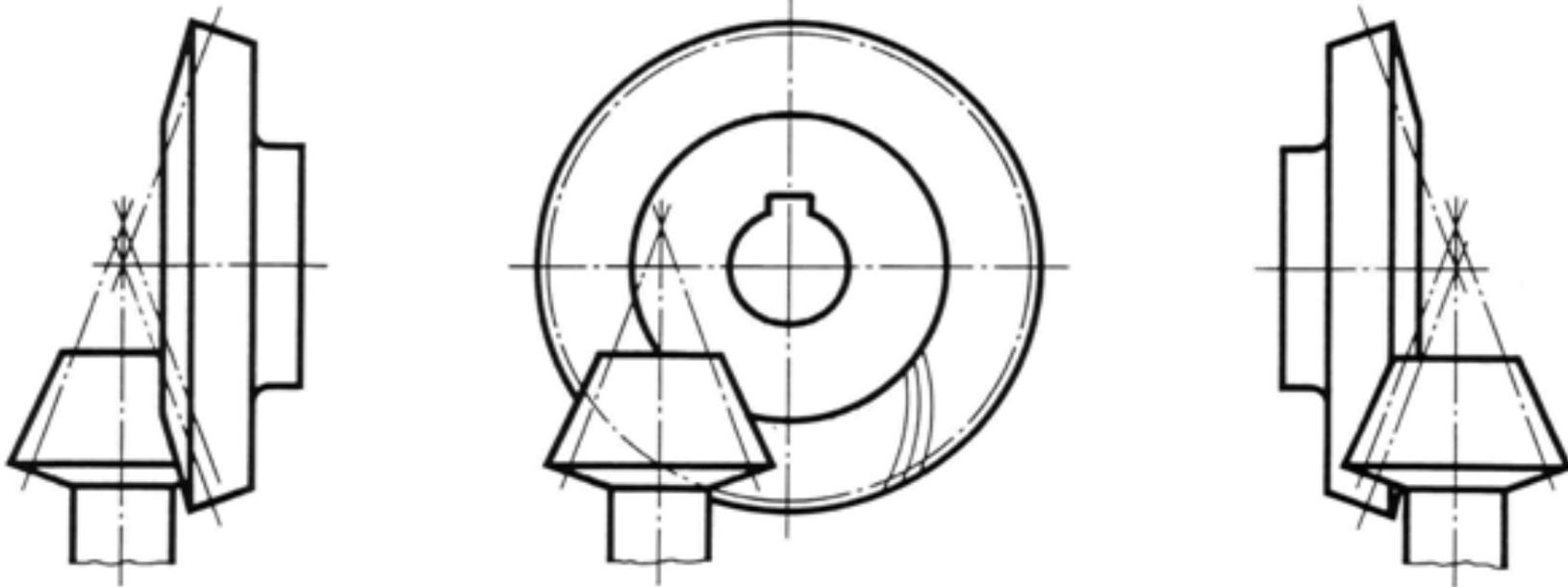
Parafuso sem-fim -
Roda de coroa



Engrenagem cônica

Engrenagens

- Desenhos de conjunto (engrenagens):

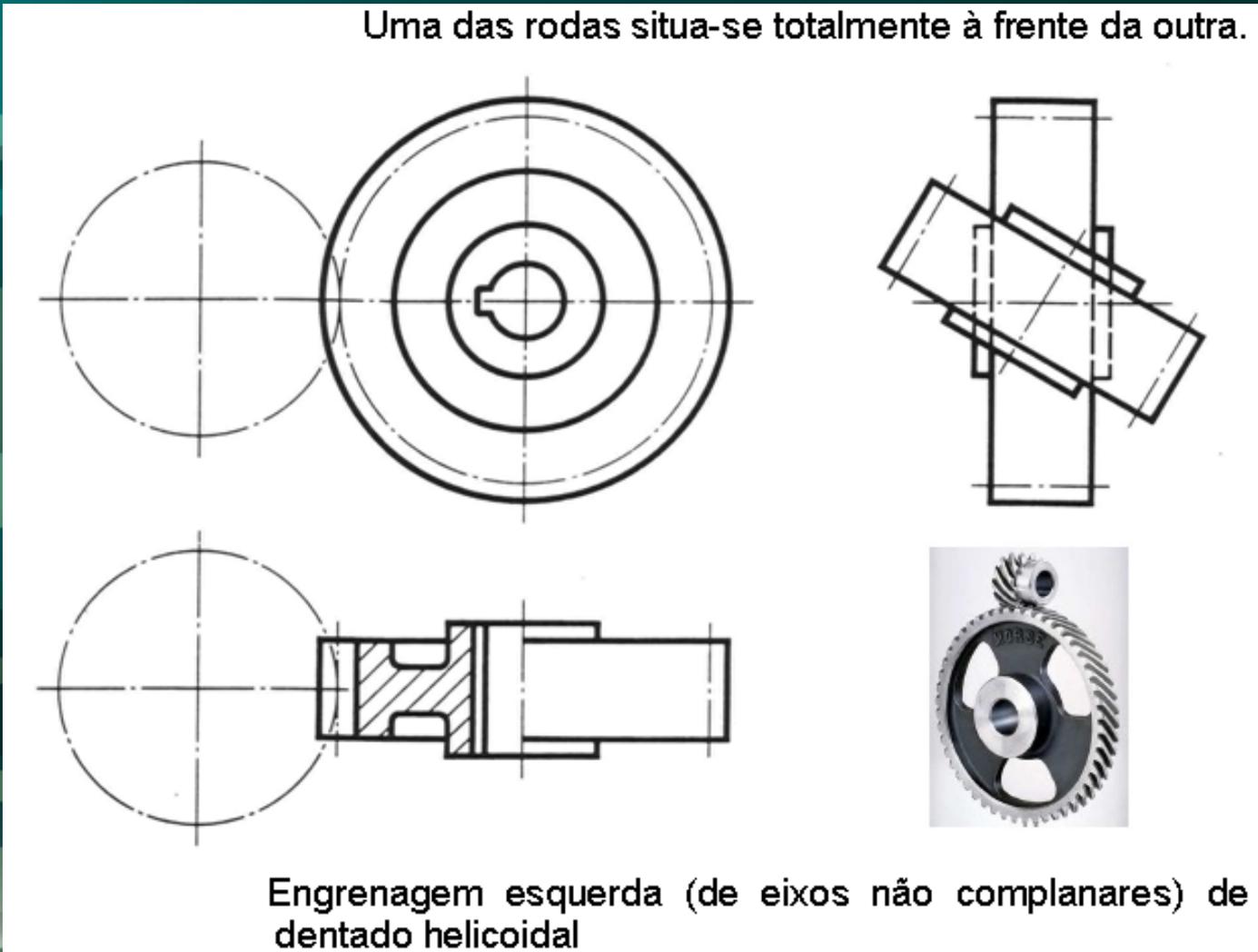


Engrenagem esquerda (eixos não complanares) de dentado hipóide

Engrenagens

- Desenhos de conjunto (engrenagens):

Uma das rodas situa-se totalmente à frente da outra.

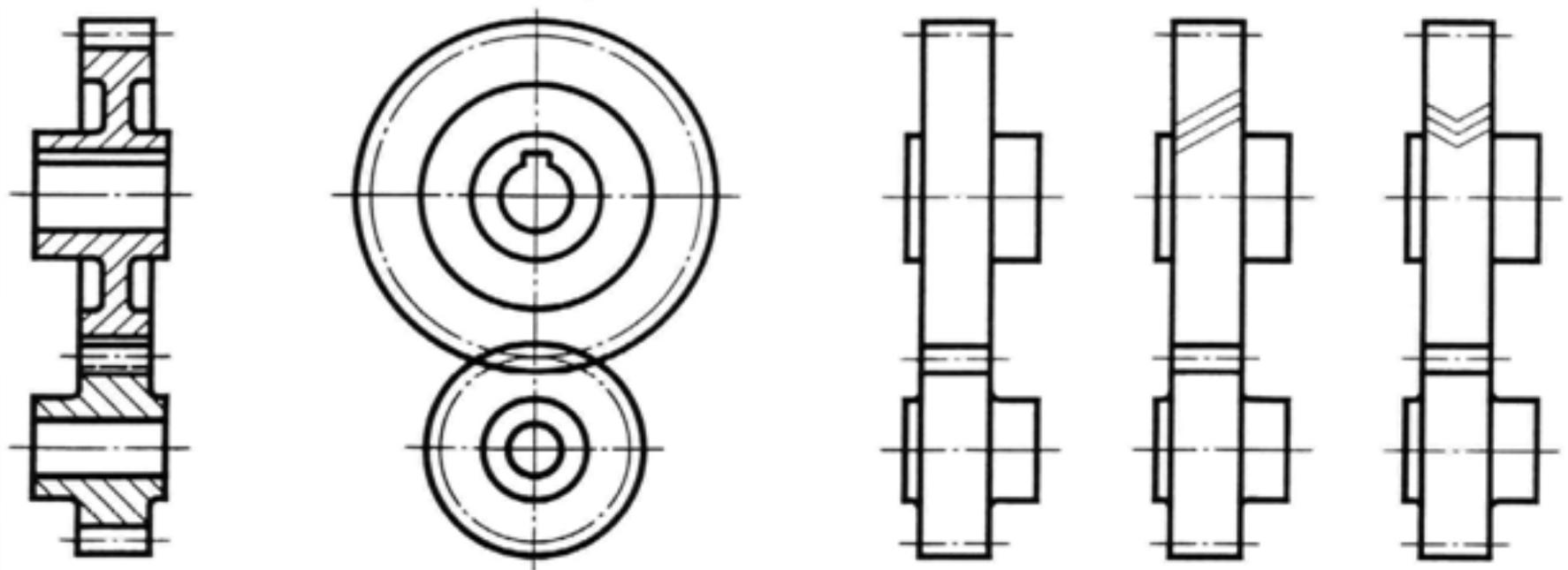


Engrenagem esquerda (de eixos não complanares) de dentado helicoidal

Engrenagens



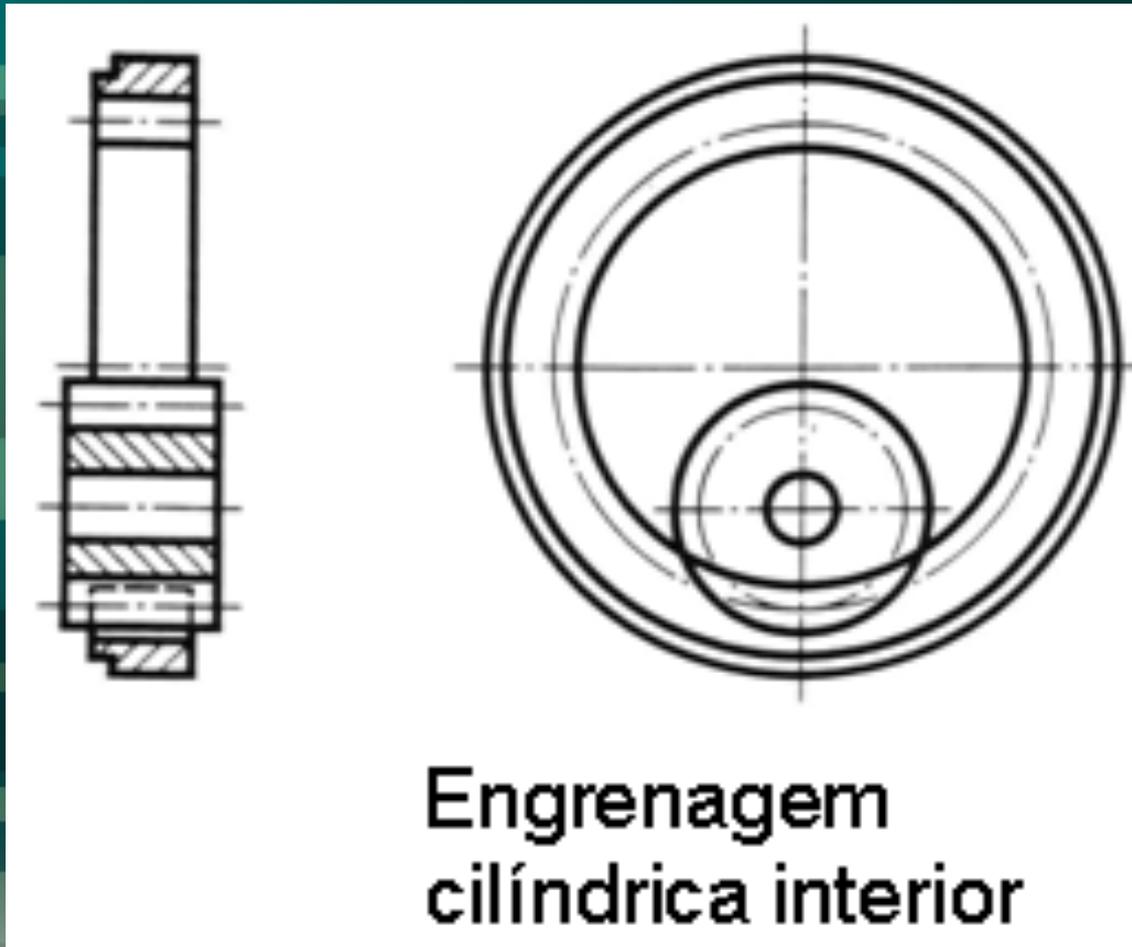
- Engrenagem exterior de rodas cilíndricas:



Representações de engrenagens cilíndricas, em vista e em corte

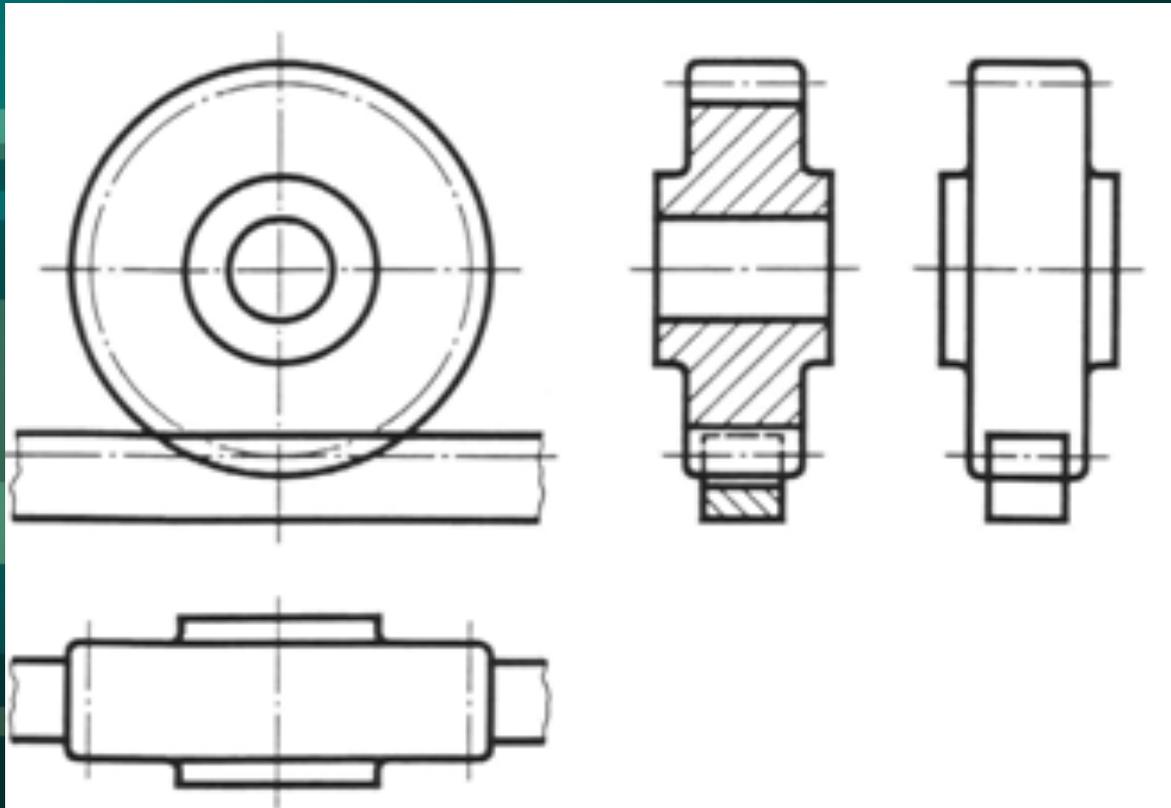
Engrenagens

- Engrenagem interior de rodas cilíndricas:



Engrenagens

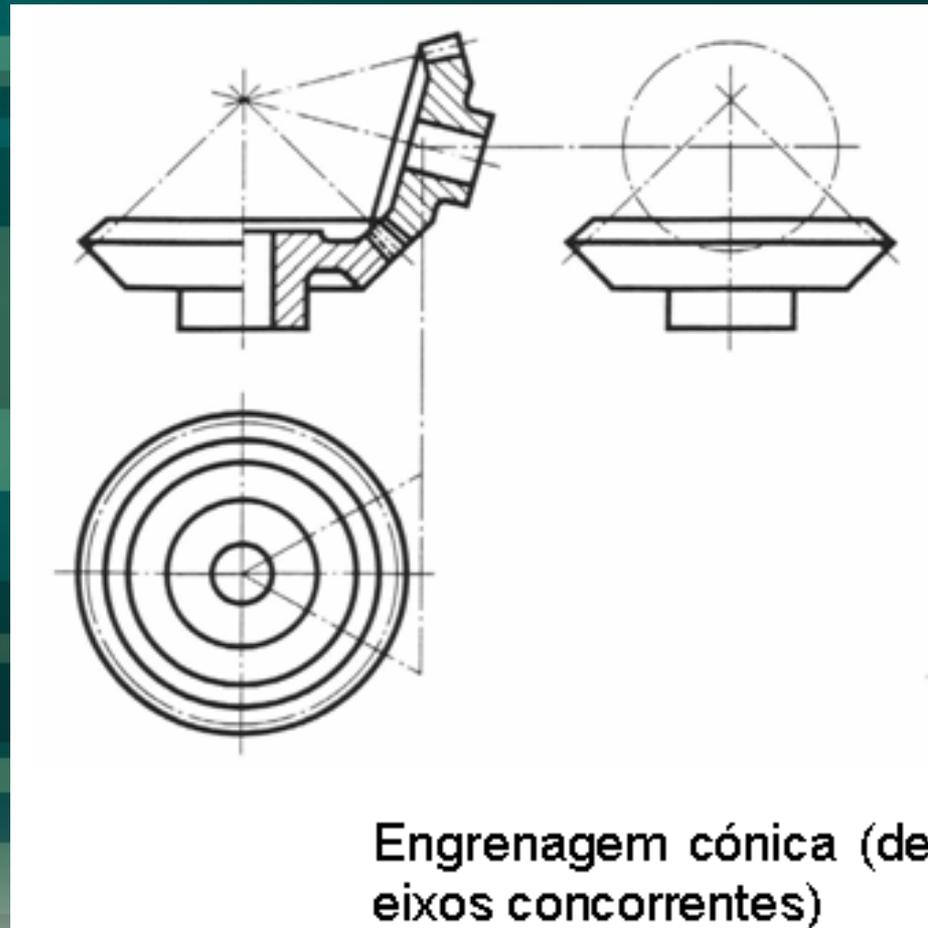
- Engrenagem de roda com cremalheira:



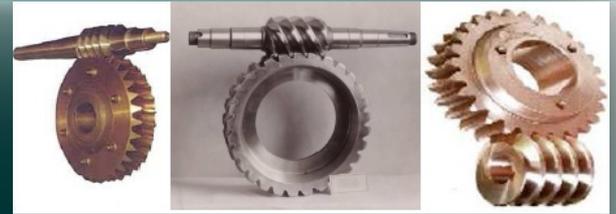
Engrenagem de roda
(pinhão) com cremalheira

Engrenagens

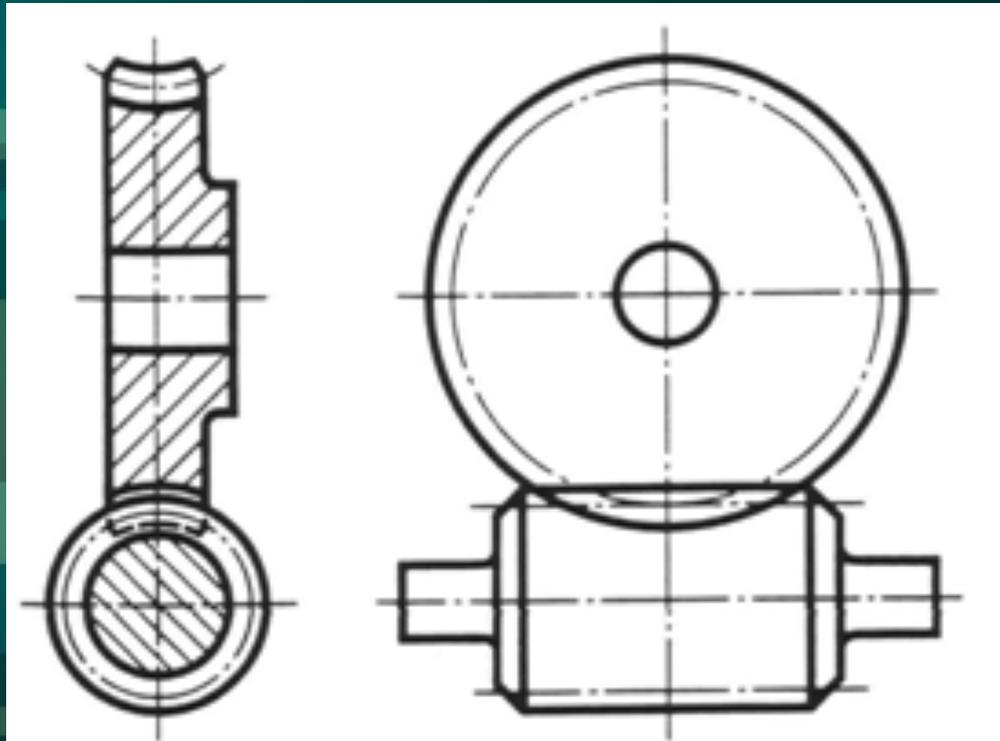
- Engrenagem de rodas cónicas, com intersecção dos eixos segundo um ângulo qualquer:



Engrenagens



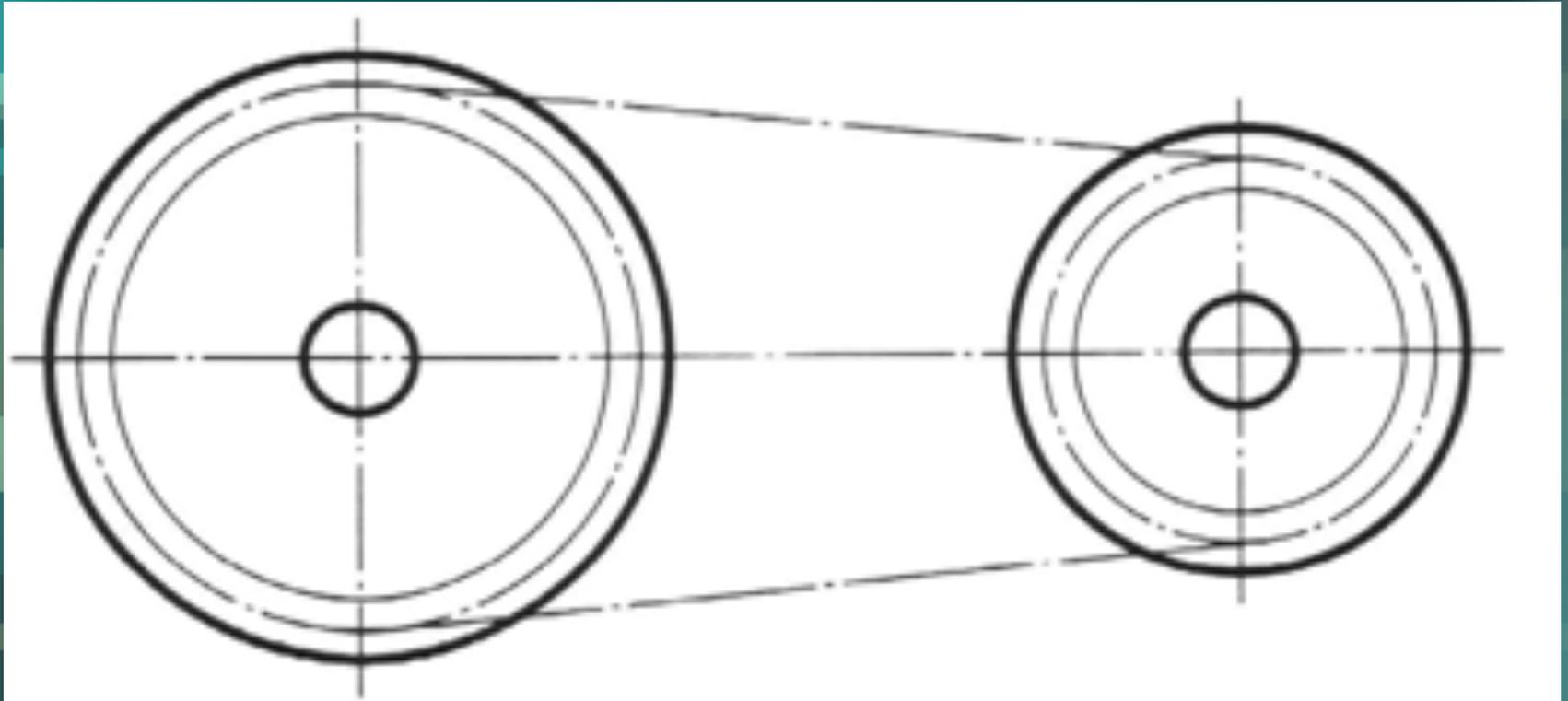
- Engrenagem com parafuso sem-fim cilíndrico:



Engrenagem de
parafuso sem-fim e
roda de coroa

Engrenagens

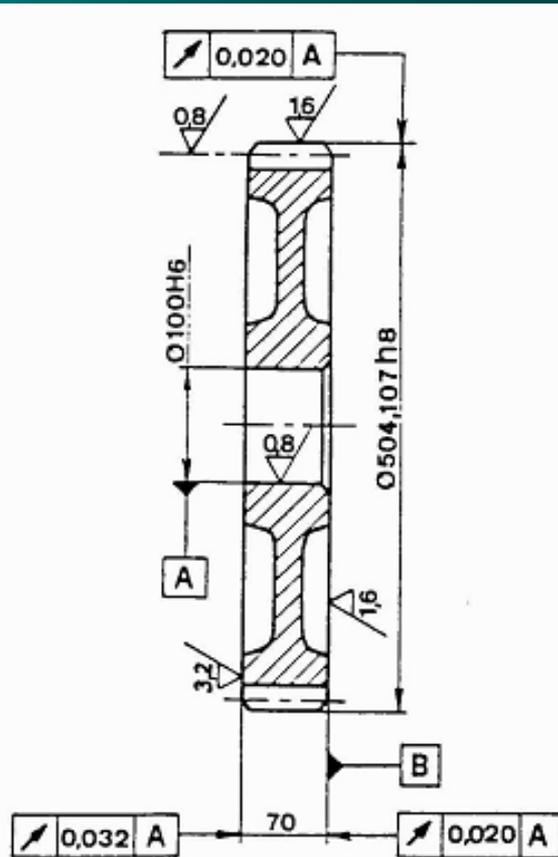
- Rodas para corrente:



Rodas dentadas para corrente

Engrenagens

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



B : face de partida

Características do dentado	
Módulo	5
Número de dentes	97
Cremalheira de referência	ISO 53 - 20°
Ângulo de hélice	9.8969° 9° 53' 49"
Sentido da hélice	à direita
Diâmetro primitivo de corte	492.327
Coefficiente de desvio	+ 0.201
Cota tangencial sobre k dentes (k = 12)	- 0.055 177.525 - 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; nominal 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; nominal diameters 1,6 to 6 mm;

DIN 674: 1993 – Flat round head rivets; nominal diameters 1,4 to 6 mm;

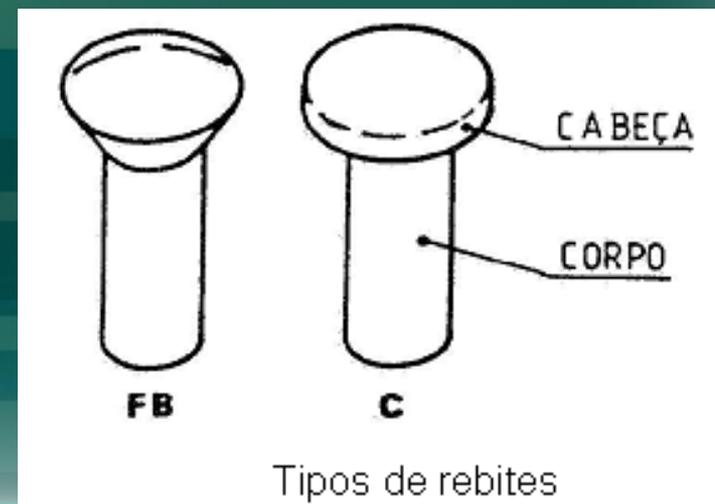
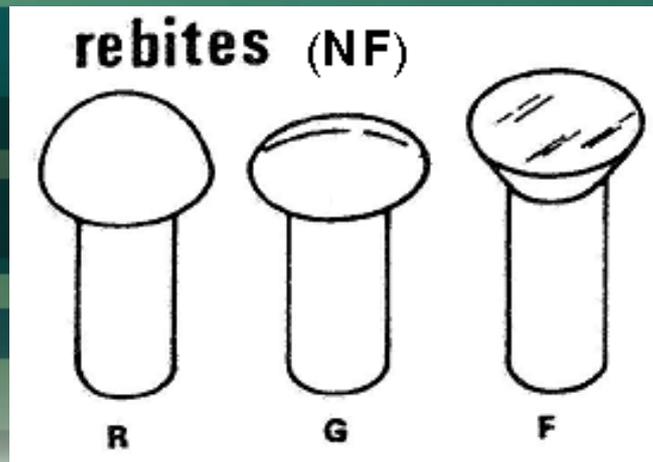
DIN 675: 1993 – Flat countersunk head rivets; nominal diameters 3 to 5 mm;

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.**”

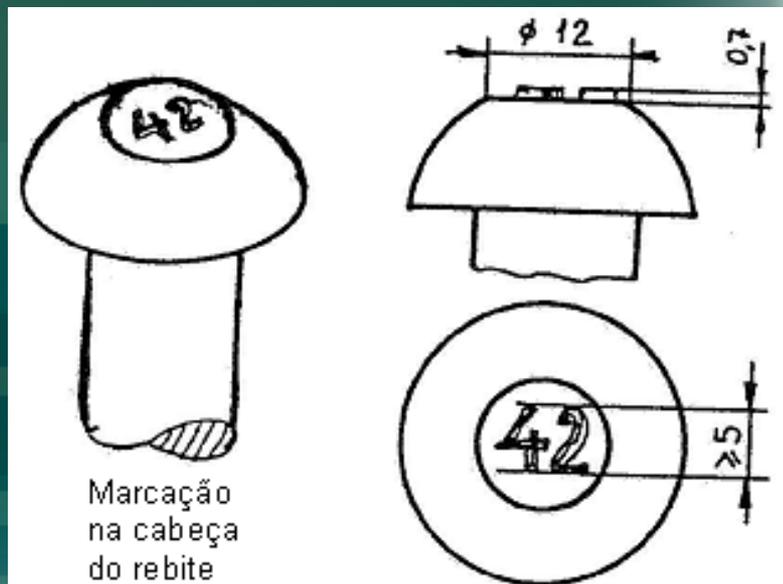


Ligações por Rebites

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

Classe de material Símbolo	Resistência nominal à tracção MPa		Dureza Brinell HB min.	Resiliência KCV a 20 \pm 5 $^{\circ}$ em J / cm 2
	min.	max.		
	24	360		
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 na cabeça do rebite

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

Ligações por Rebites



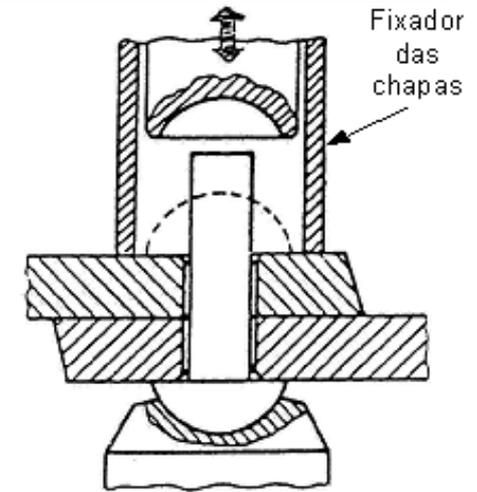
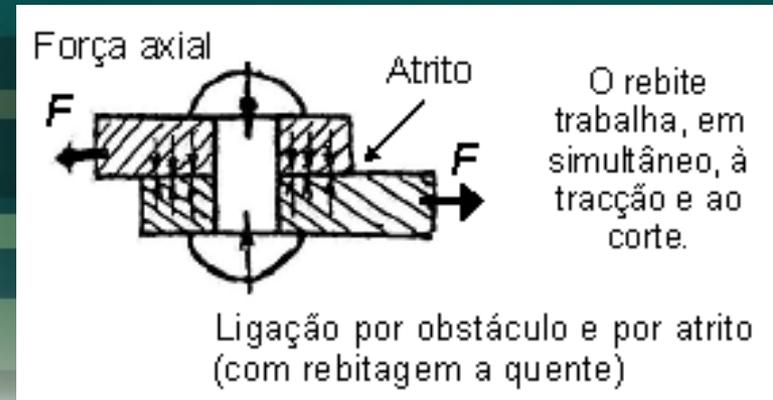
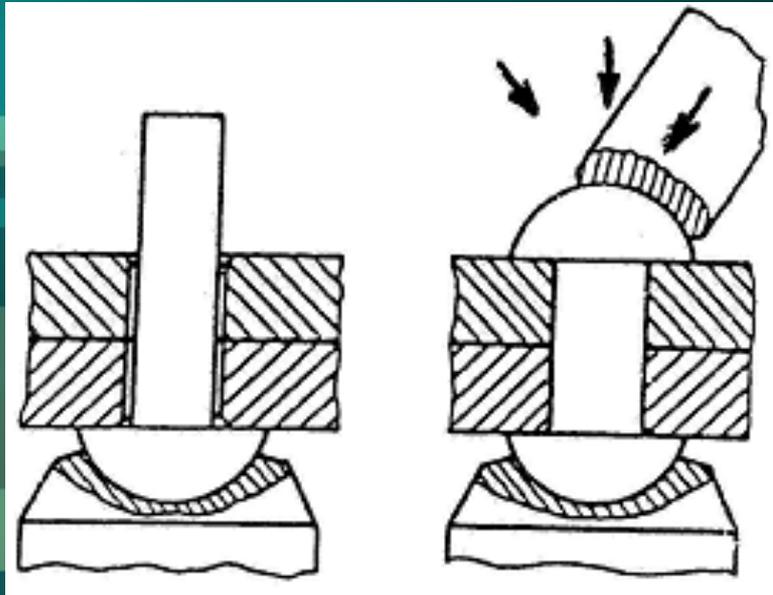
- Aplicações:
 - O rebite é **colocado num furo comum às peças a ligar e**, através da deformação plástica do seu corpo (ou espiga), a frio ou a quente, **forma-se uma contracabeça**.
 - As ligações por rebites têm vindo a ser substituídas por ligações por soldadura, pois esta tem as seguintes vantagens:
 - 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

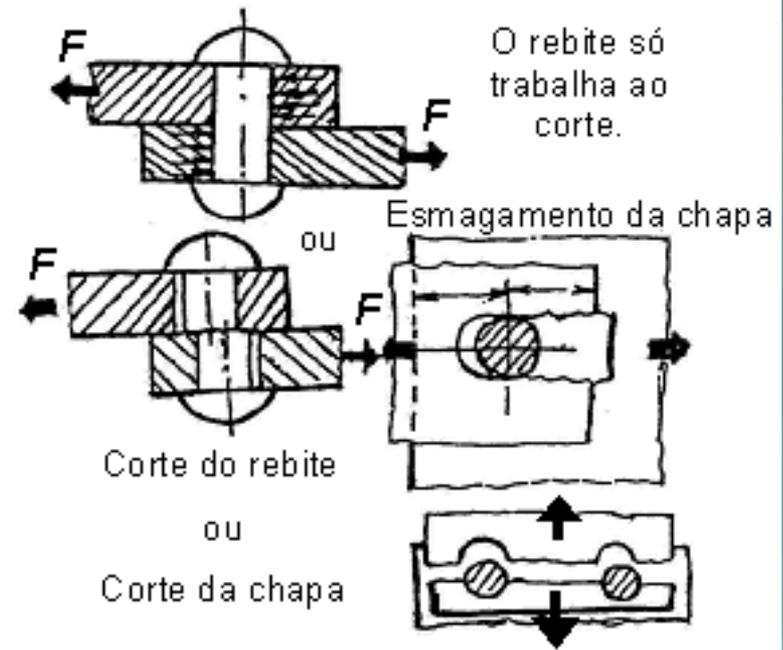
- Rebitagem:
 - O corpo do rebite é deformado, a frio ou a quente, por ação da força exercida por uma ferramenta embutideira, manual ou automática, que provoca a formação de uma contracabeça.
 - A rebitagem a frio é usada para pequenos rebites com diâmetros $d < 10$ mm.
 - A rebitagem a quente é usada 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:



Operação de cravação (rebitagem)



Ligação por obstáculo (com rebitagem a frio)

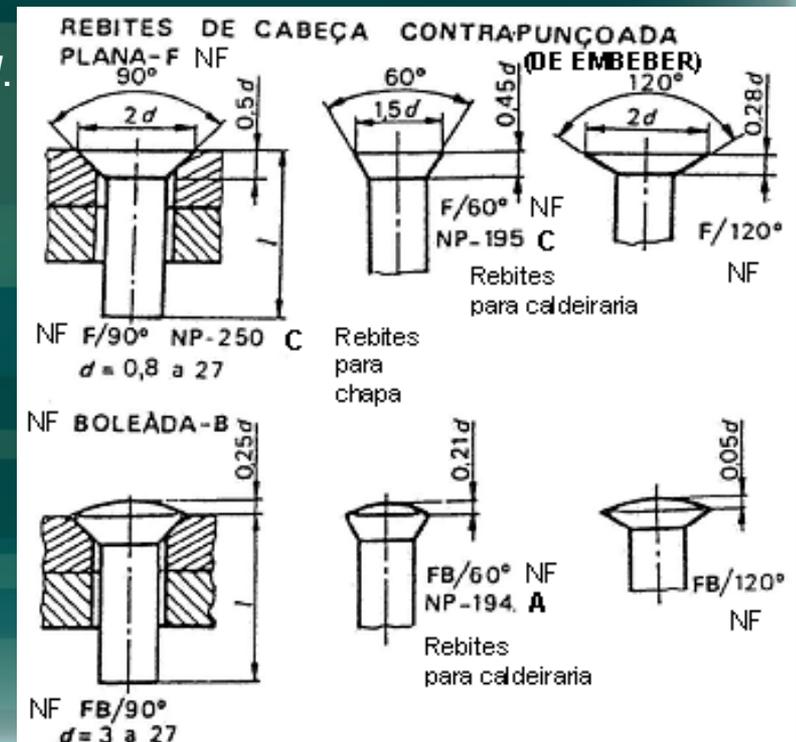
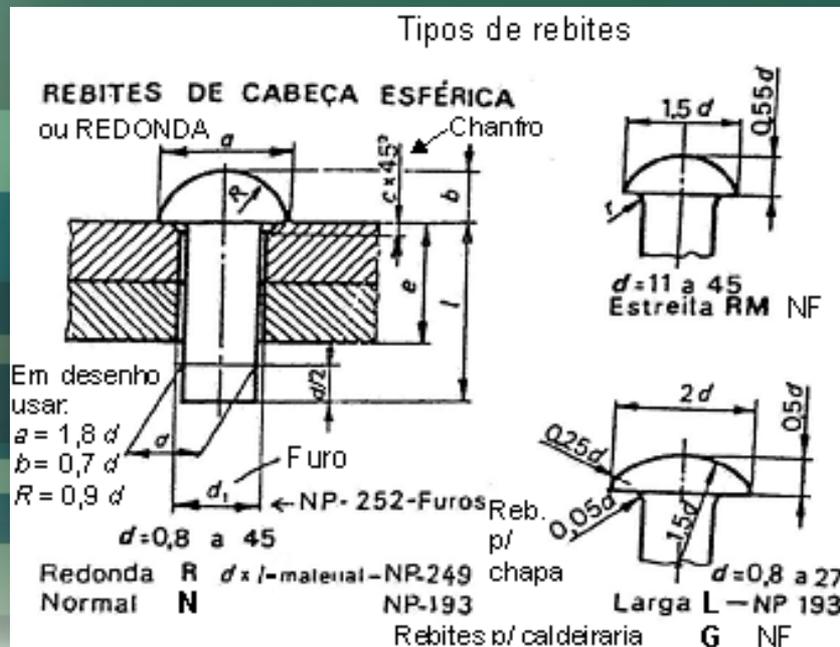
Ligações por Rebites



- Tipos de rebites e dimensões:
 - O diâmetro d dos rebites é selecionado em **função da maior espessura s registada nas várias peças a ligar.**
 - Deve ser sempre $d \geq s$, sendo aconselhável escolher:
 - $d \geq 1,6 s$, para aplicações gerais;
 - $d \approx 45 s / (15 + s)$;
 - ou $d \approx 7 \sqrt{s} - 4$, para 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.**

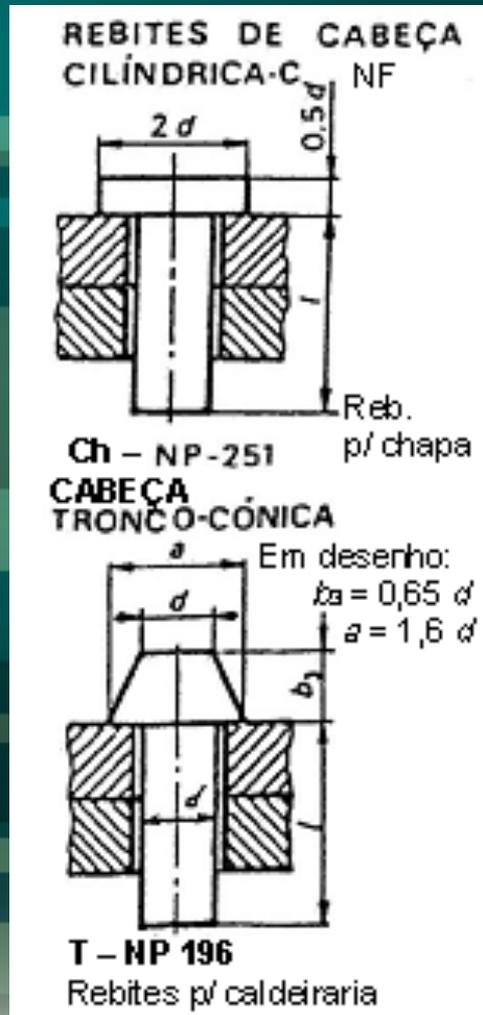
Ligações por Rebites

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



Ligações por Rebites

- Tipos de rebites e dimensões:

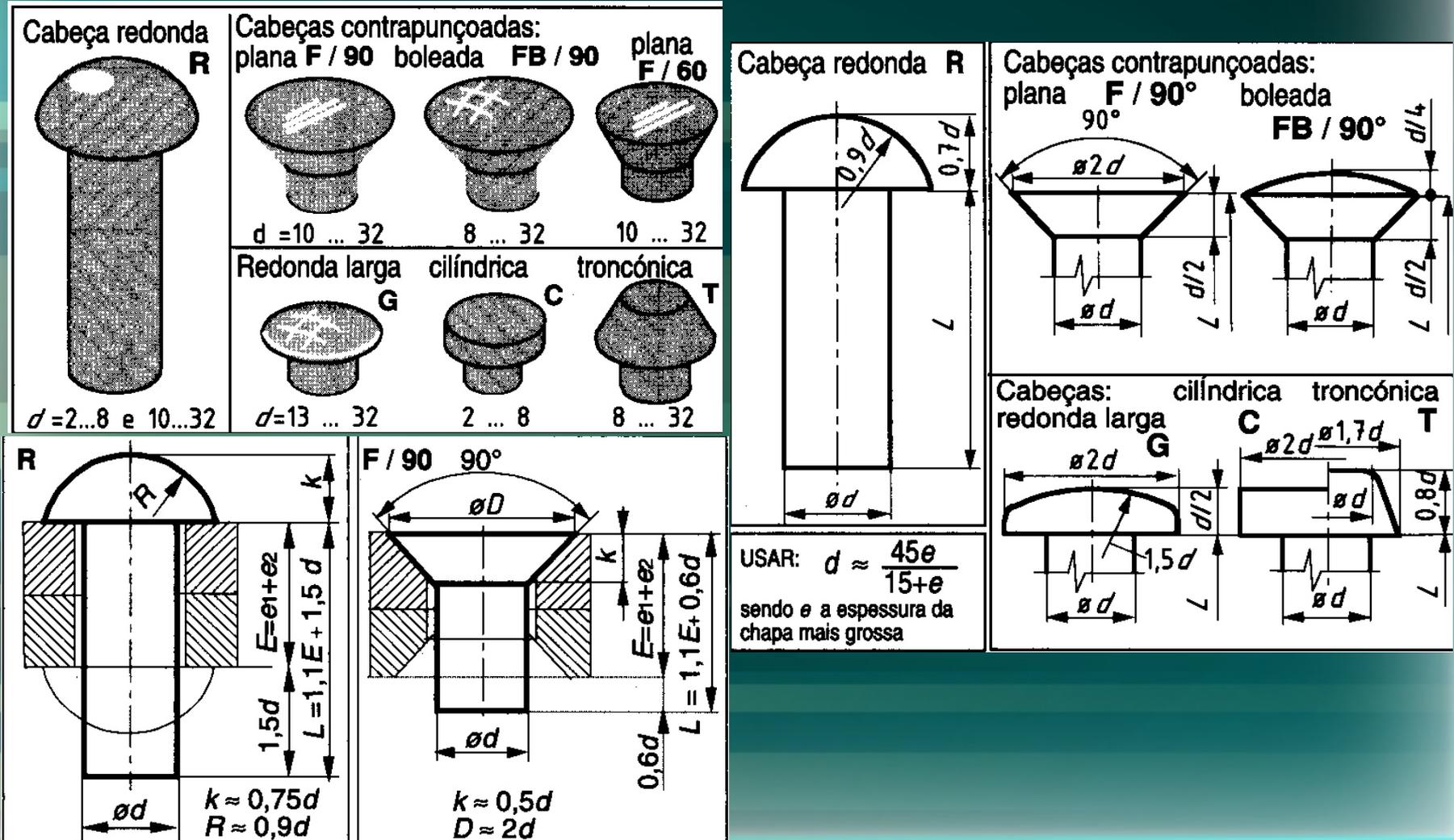


Diâmetros nominais					Comprimento		
d	d_1 Furo	a	b	c	b_s	de	l a
1,6	2	2,8	1,2	-	-	3	9
2	2,5	3,5	1,5	-	-	4	10
2,5	3	4,5	2	-	-	3	11
3	3,5	5,5	2,5	0,5	-	4	12
(3,5)	4	6,5	2,5	0,5	-	5	14
4	4,7	7	3	0,5	-	6	20
5	5,8	9	4	0,5	-	8	32
6	7	11	4,5	1	5	10	35
(7)	7,5	12	5	1		11	40
8	9	14	5,5	1	7	12	40
10	11	17	7	1	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:



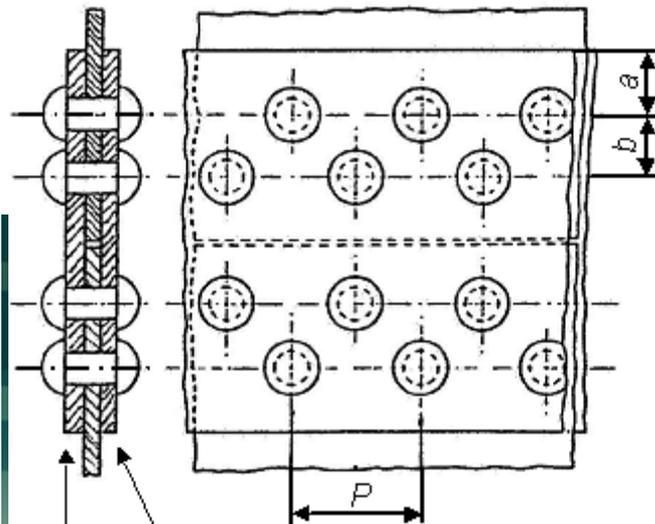
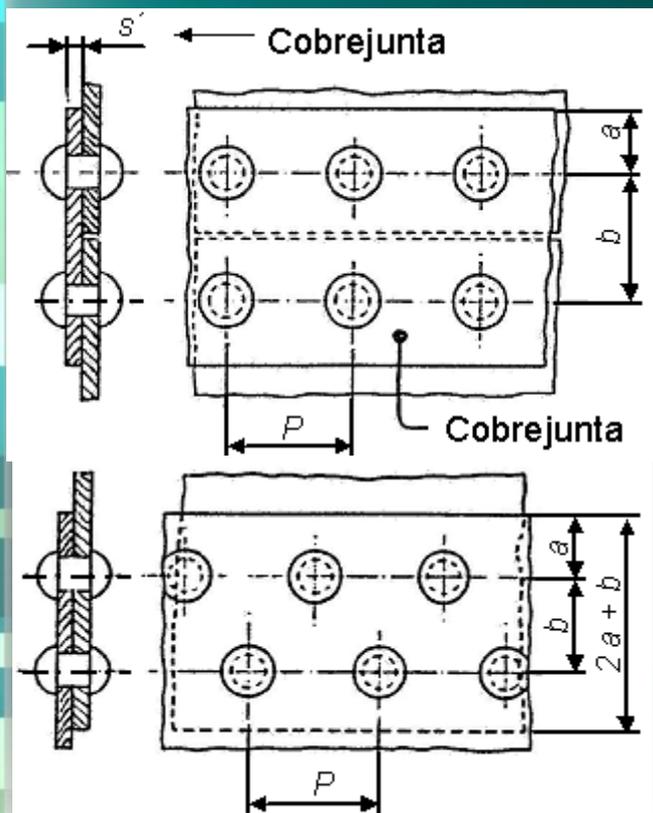
Ligações por Rebites

- Designação:

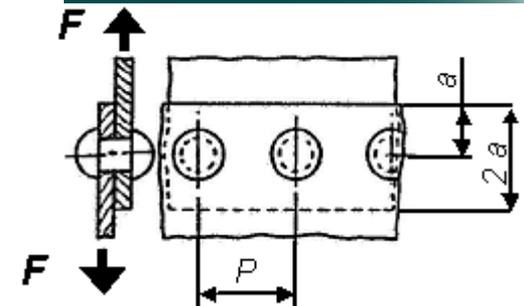
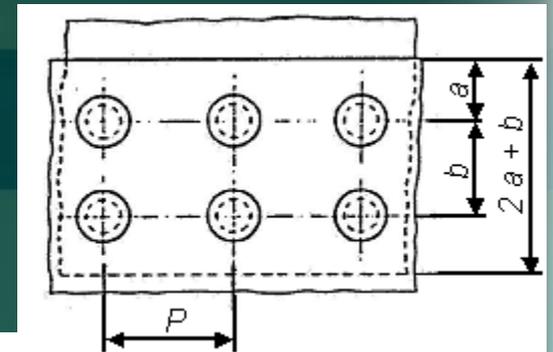
- Rebite, tipo da cabeça, $d \times l$ – classe de material – norma

Exemplo:

Rebite R 8 x 20 – 37R – NP 249



Cobrejunta dupla (junta em zigue-zague)



Soldadura

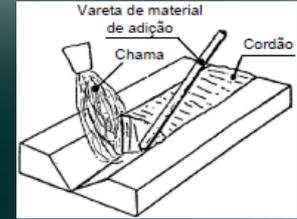


- Normas:
 - EN 22553:1994 – Representação simbólica de juntas soldadas (ISO 2553:1992);
 - NP EN ISO 4063: 2004 – Soldadura e processos afins. Nomenclatura e números dos processos (ISO 4063:1998).
- **“A soldadura tem uma larga aplicação na ligação de chapas e na construção metálica.”**
- **Processos 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”).**

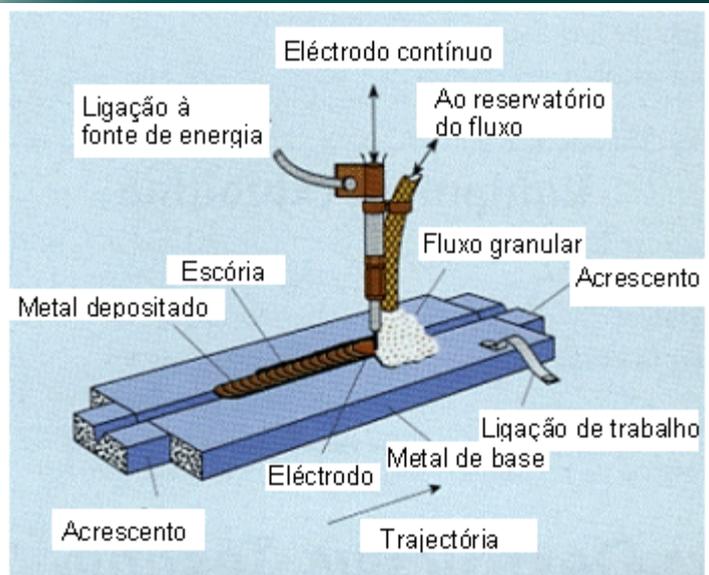
Soldadura



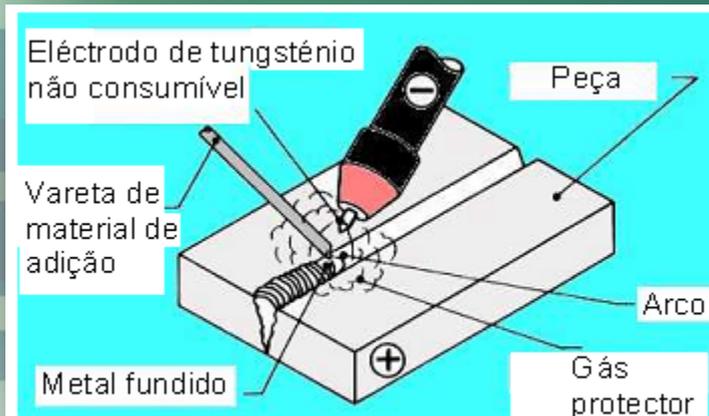
- Soldadura autogénea:
Processo de ligação realizado por aquecimento, por pressão ou por ambos os processos em simultâneo, com ou sem emprego de material de adição, cuja temperatura de fusão é semelhante à do material de base.
- Brasagem:
A brasagem (“soldering and brazing”, ou união por difusão) é uma 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 participam por fusão na constituição da junta.



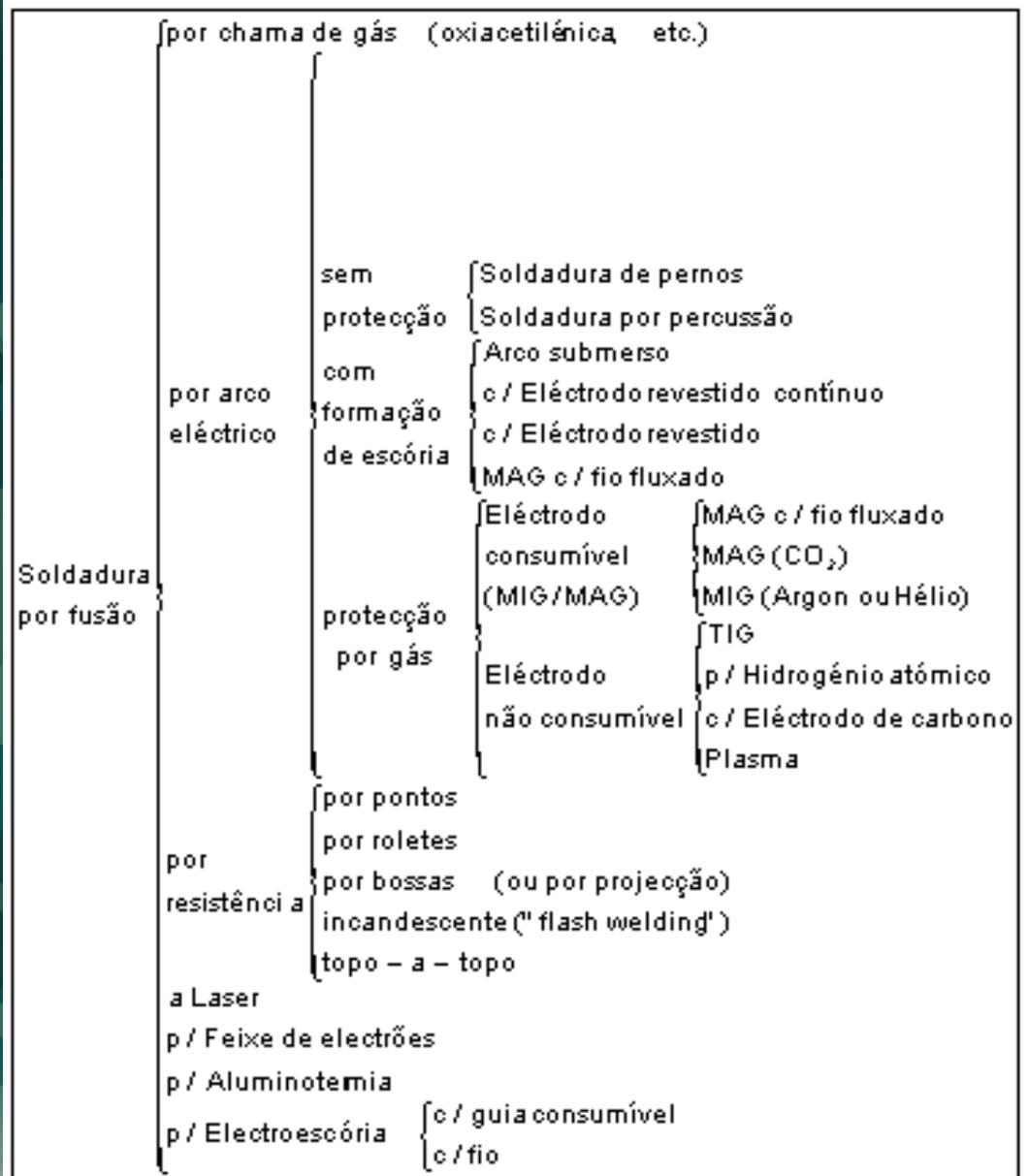
Soldadura



Soldadura por arco submerso



Soldadura TIG

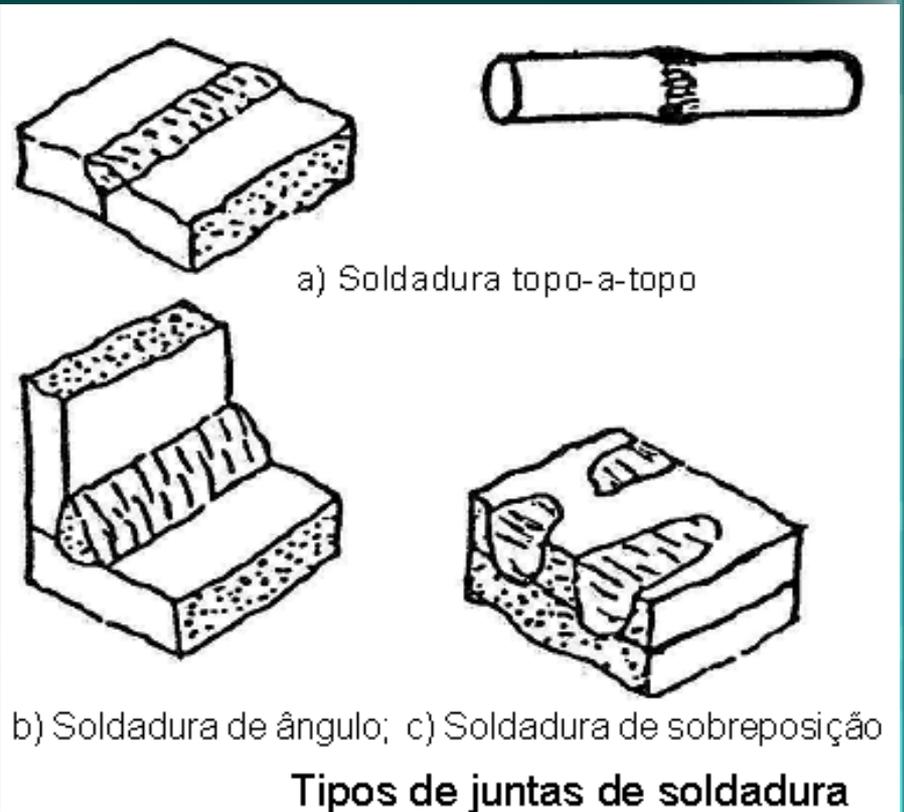


Soldadura

- **Tipos de juntas de soldadura:**

- De acordo com a posição relativa das peças a soldar, podem distinguir-se as seguintes juntas de soldadura:

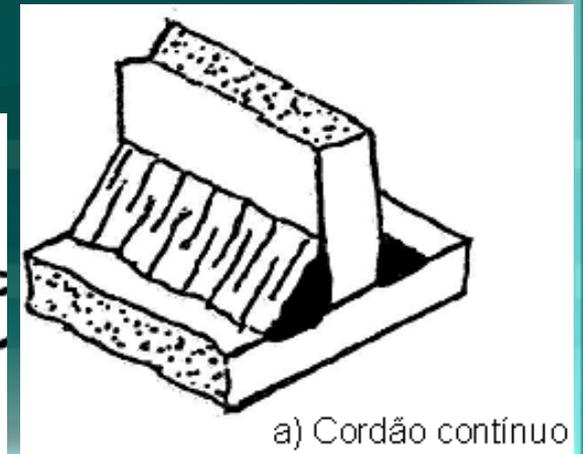
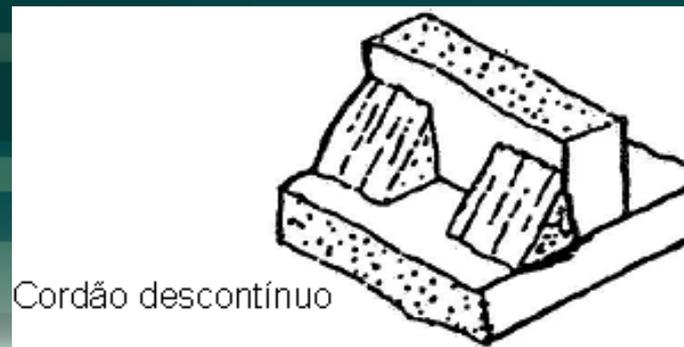
- junta de soldadura **topo-a-topo** (ou de topo);
- junta de soldadura de **ângulo** (ou de canto);
- junta de soldadura de **sobreposição**.



Soldadura

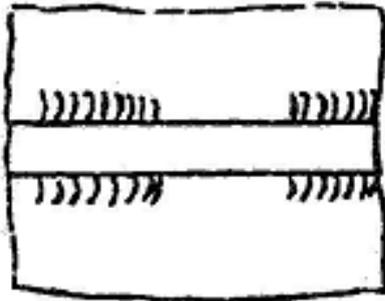
- **Tipos de juntas de soldadura:**

- 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.

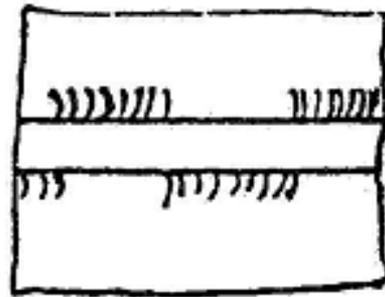


Soldadura

- Tipos de juntas de soldadura:

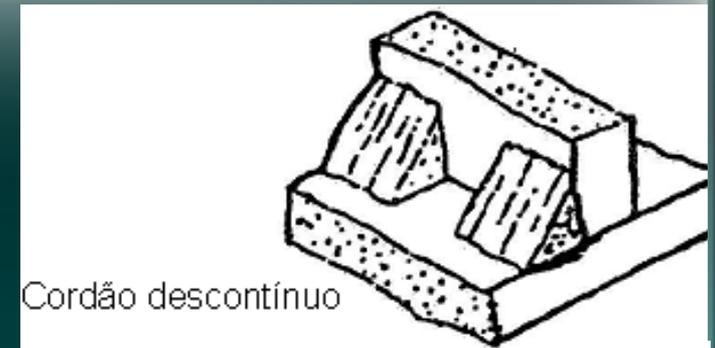


c) Cordão simétrico;

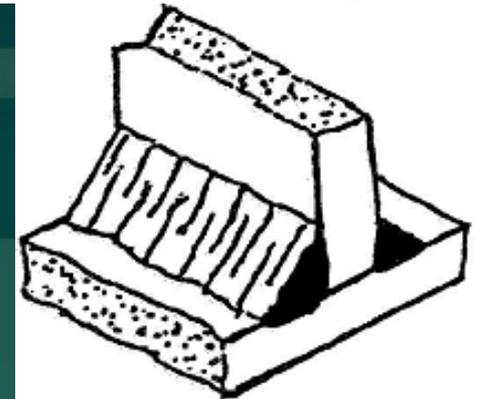


d) Cordão assimétrico

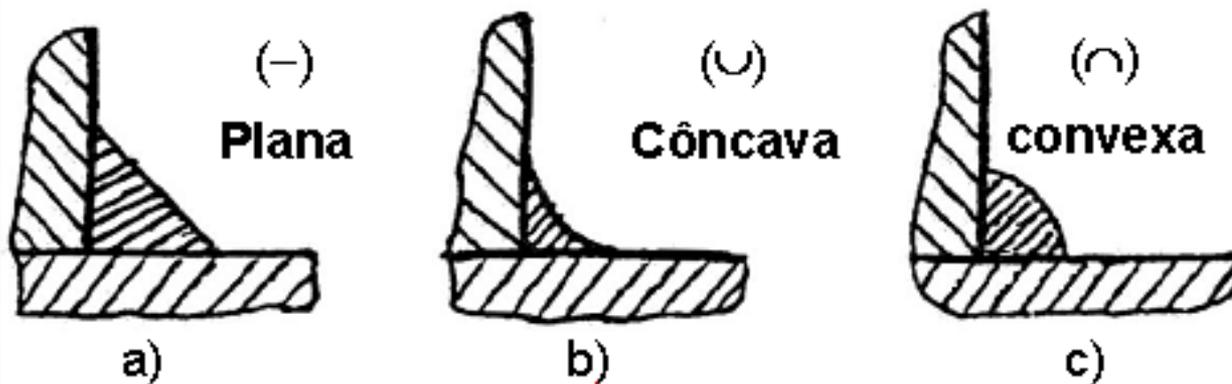
Tipos de cordões de soldadura



Cordão descontínuo



a) Cordão contínuo



Forma da superfície exterior da soldadura

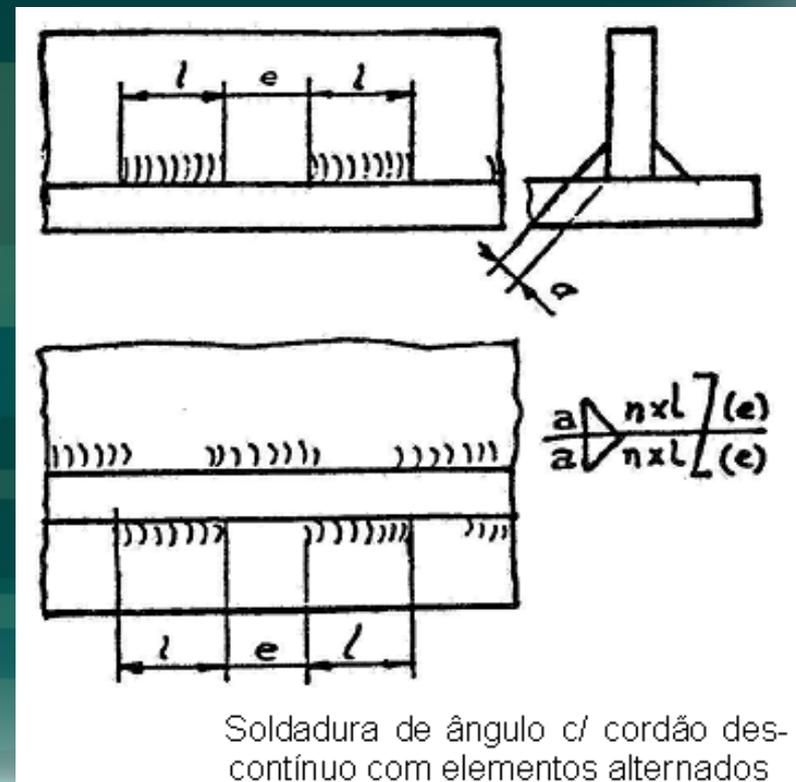
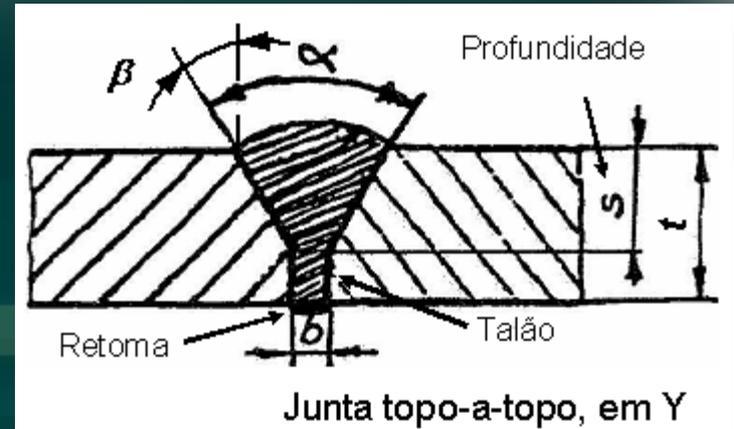
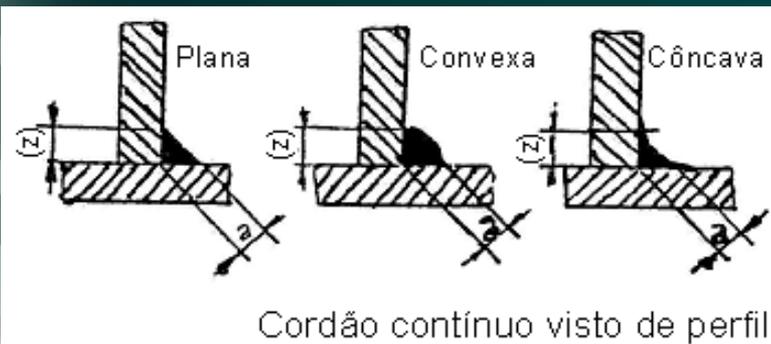
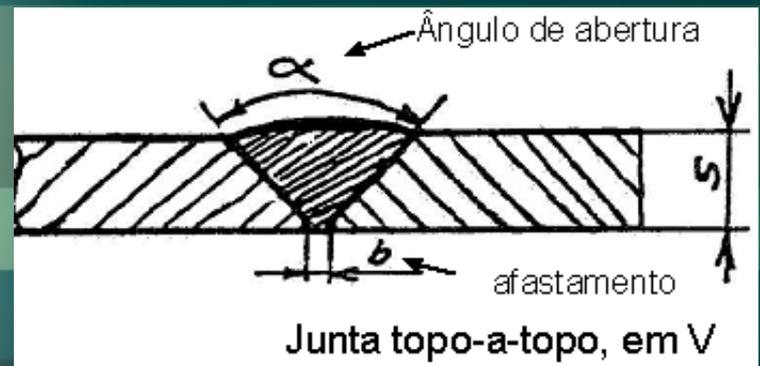
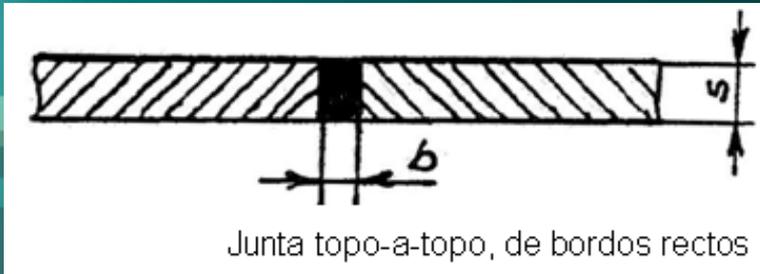
Soldadura

- **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 cotação do desenho deverão ser respeitadas.**

Soldadura



- Representação completa:



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).



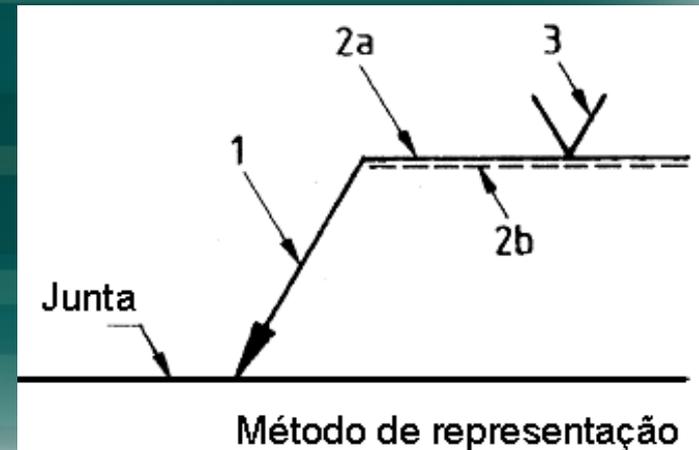
Soldadura

- **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

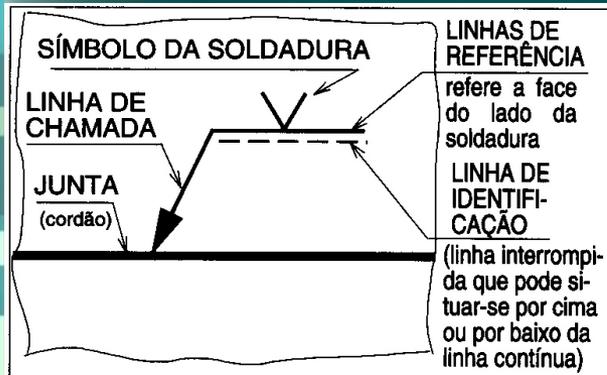
As linhas de indicação e de referencia formam a **marca de referência completa** e são a traço fino.

Em soldaduras simétricas, a linha a traço interrompido é desnecessária e deverá ser omitida.



Soldadura

- Símbolos elementares:

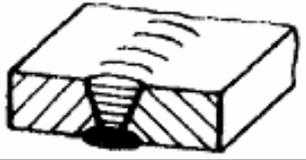
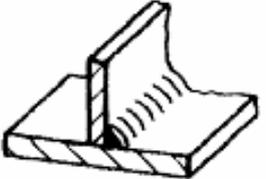


Símbolos elementares para a caracterização de juntas soldadas

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 $t \leq 2 \text{ mm}$. Não necessita de material de adição.
2	Soldadura em bordos direitos (ou rectos) ("Square butt weld")			Para chapas com espessuras $t \leq 4 \text{ mm}$ ou $3 < t \leq 8 \text{ mm}$, com cobrejunta. Bordos s/ chanfros.
3	Soldadura em V ("Single-V butt weld")			Para chapas com espessuras $3 \leq t \leq 10 \text{ mm}$ ou $3 \leq t \leq 40 \text{ mm}$, com retoma. Ângulos de abertura α de 40° a 60° .
4	Soldadura em meio V ("Single-bevel butt weld")			Para chapas com espessuras $3 < t \leq 10 \text{ mm}$ ou $3 \leq t \leq 30 \text{ mm}$ com retoma. Semiângulos de abertura $35^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$.
5	Soldadura em Y ("Single-V butt weld with broad root face")			Para chapas com espessuras $5 \leq t \leq 40 \text{ mm}$ ou $t > 10 \text{ mm}$, com retoma. Ângulos de abertura $\alpha \approx 60^\circ$.

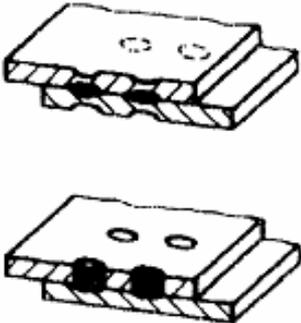
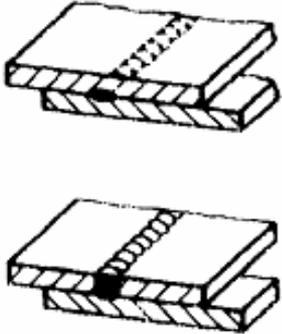
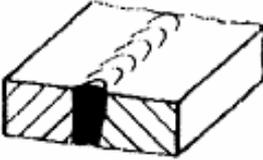
Soldadura

- Símbolos elementares (cont.):

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

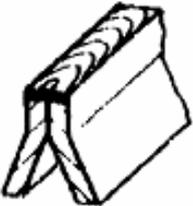
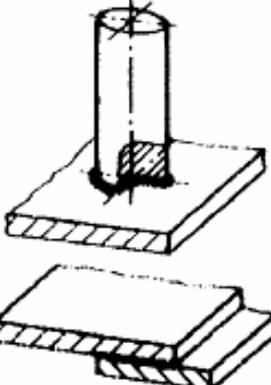
Soldadura

- Símbolos elementares (cont.):

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

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")			

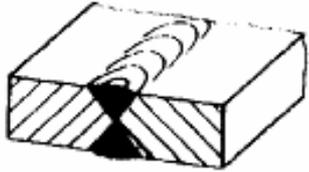
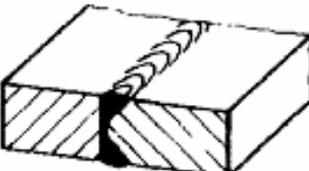
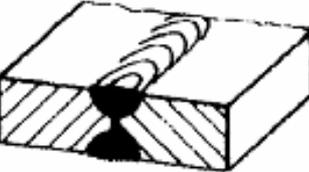
¹⁾ Os valores de f são recomendações p/ a preparação de juntas, dadas na norma EN ISO 9692-1.
²⁾ As juntas topo-a-topo entre chapas com os bordos elevados (símbolo 1), sem penetração total, são simbolizadas como as soldaduras de bordos diretos (símbolo 2), com a indicação da espessura s do cordão de 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) ["Double-V butt weld (X weld)"]			Para chapas com espessuras $t > 10$ mm. Ângulos de abertura $40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$.
Soldadura em duplo meio V ("Double-bevel butt weld")			Para chapas com espessuras $t > 10$ mm. Semiângulos de abertura $35^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$.
Soldadura em duplo Y ("Double-V butt weld with broad root face")			Para chapas com espessuras $t > 10$ mm. Ângulos de abertura $40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$.
Soldadura em duplo meio Y ("Double-bevel butt weld with broad root face")			
Soldadura em duplo U ("Double-U butt weld")			Para chapas com espessuras $t \geq 30$ mm. Semiângulos de abertura $8^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$.

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

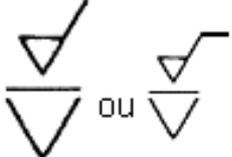
Soldadura

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

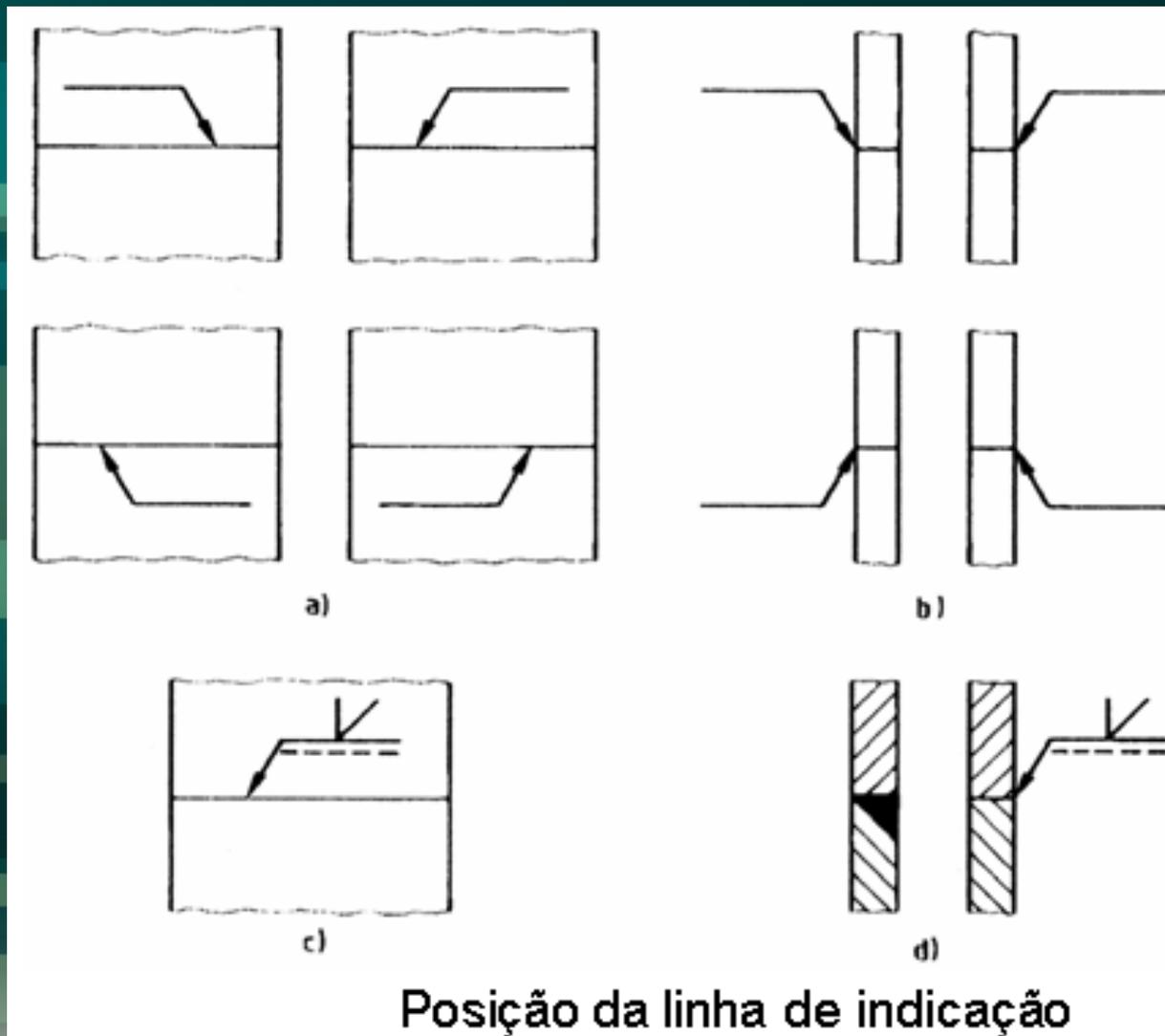
Exemplos de aplicação dos símbolos suplementares

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		
Soldadura de ângulo com a superfície suavizada		

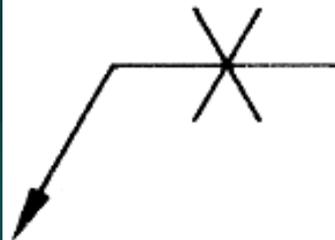
Soldadura

- **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.

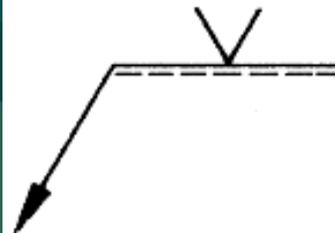
Soldadura



Soldadura



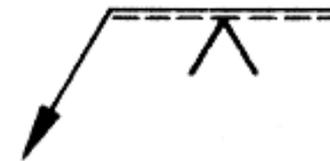
Apenas para soldaduras simétricas



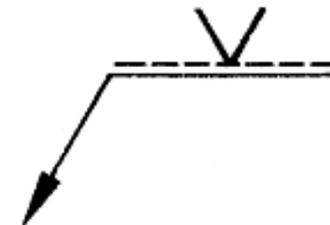
ou



a) Soldar do lado da
linha de indicação



ou

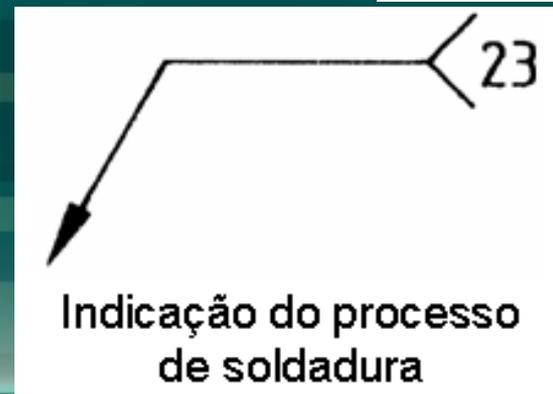


b) Soldar do outro lado da
linha de indicação

**Posição do símbolo em relação à
linha de referência**

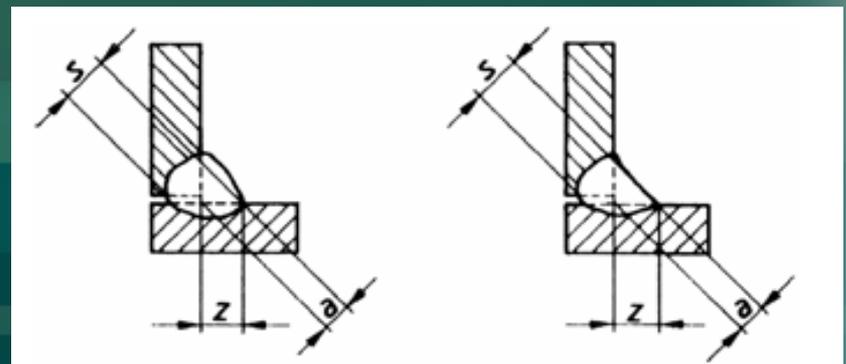
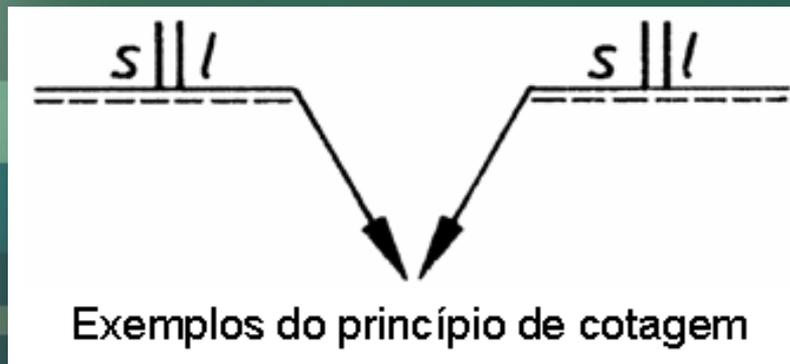
Soldadura

- **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.



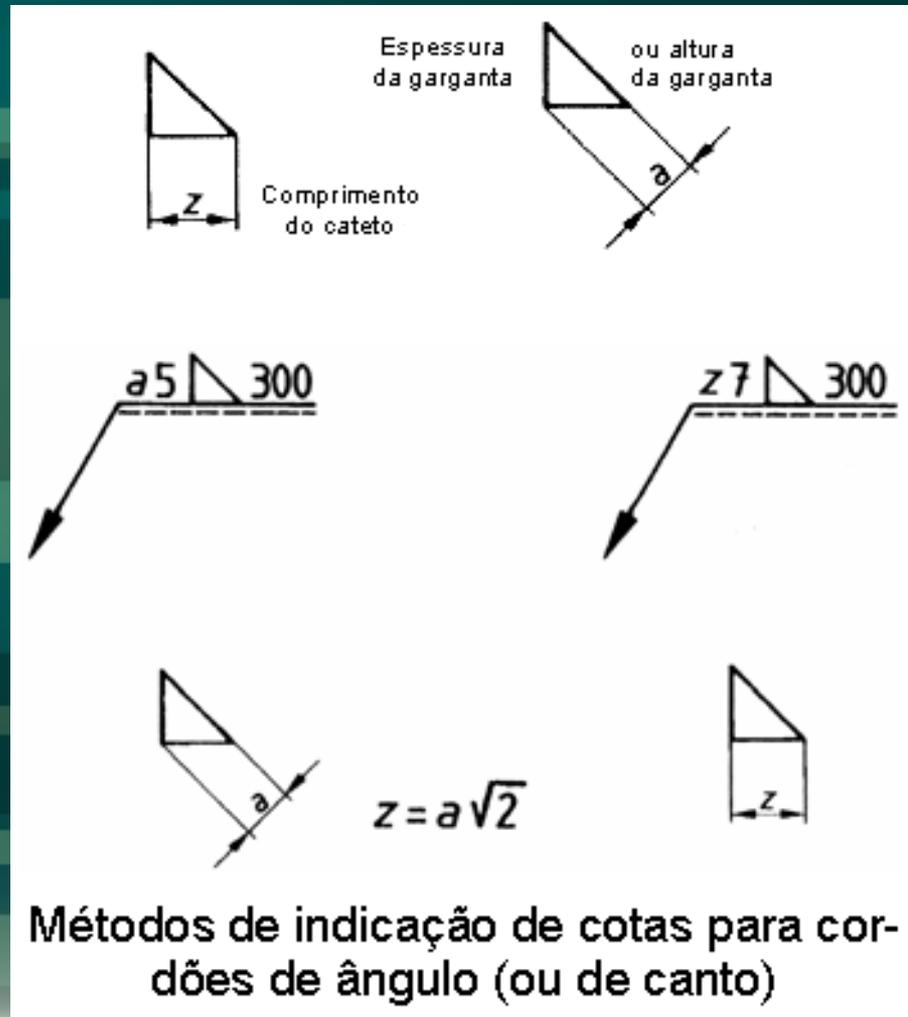
Soldadura

- 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 reta do cordão são inscritas antes do símbolo (ex.: s);
 - as cotas longitudinais são inscritas depois do símbolo (ex.: l).



Soldadura

- Cotagem de cordões de soldadura:



Soldadura

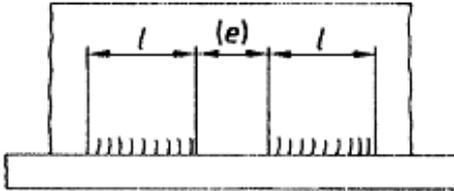
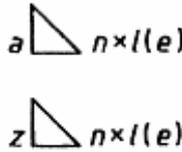
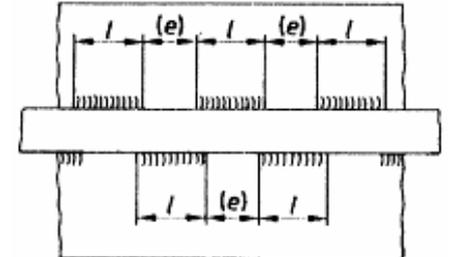
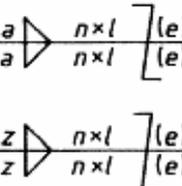
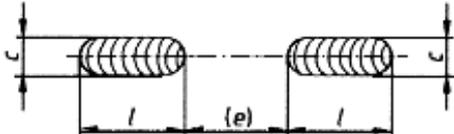
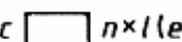
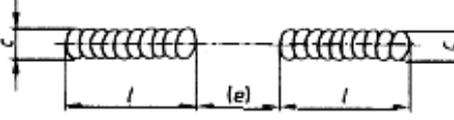
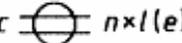
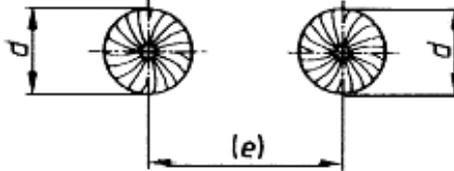
- Cotagem de cordões de soldadura:

Cotas principais

No.	Designação das soldaduras	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. z – lado do maior triângulo isósceles que pode ser inscrito na secção.	

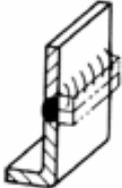
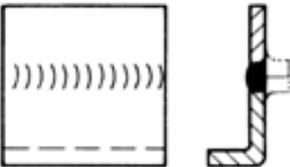
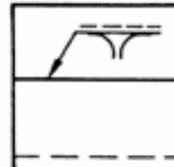
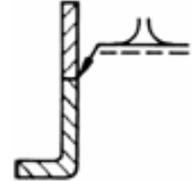
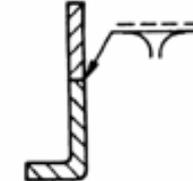
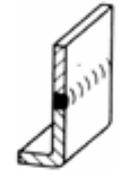
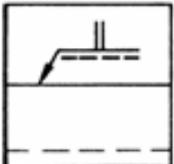
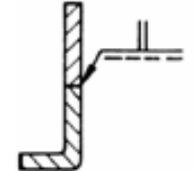
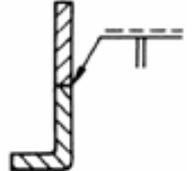
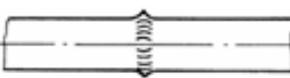
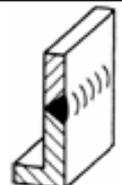
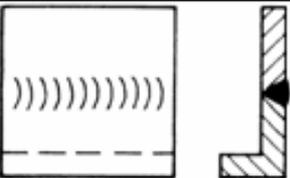
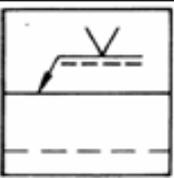
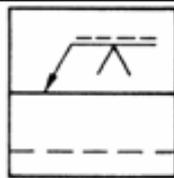
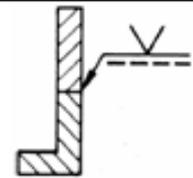
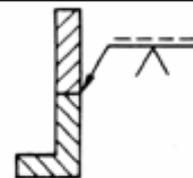
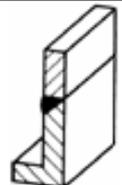
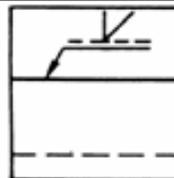
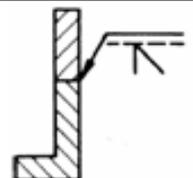
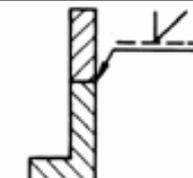
Soldadura

- Cotagem de cordões de soldadura (cont.):

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

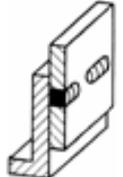
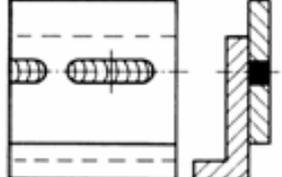
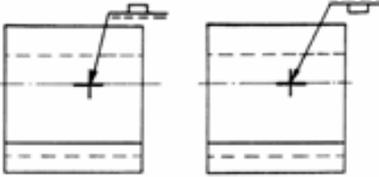
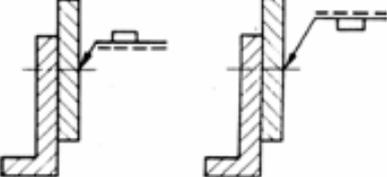
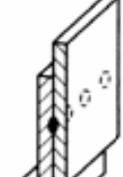
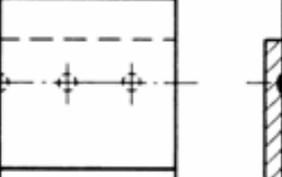
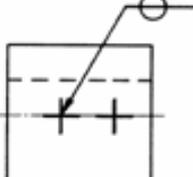
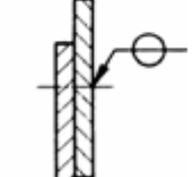
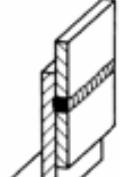
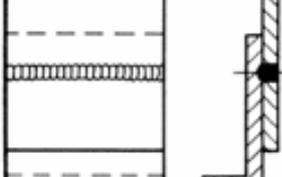
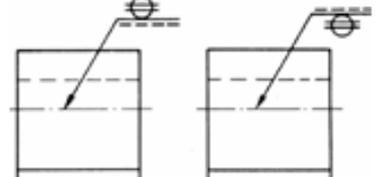
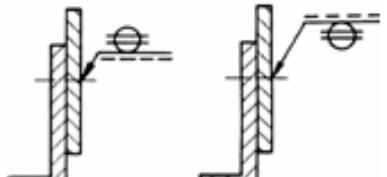
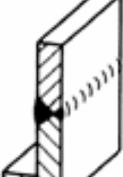
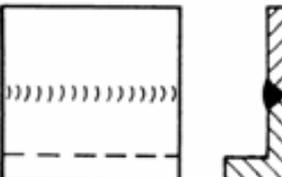
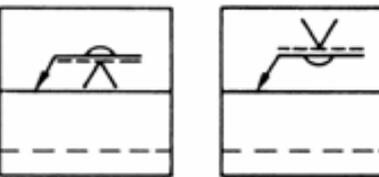
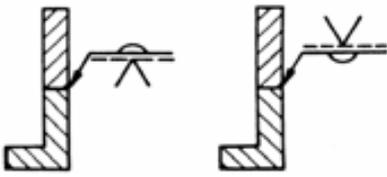
Soldadura

- Exemplos de utilização dos símbolos (cont.):

Y 5							
Y 6							
Y 7							
Y 8							
△ 10							

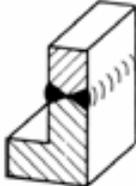
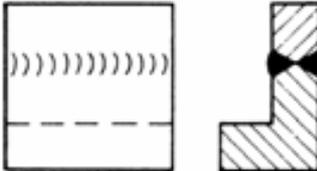
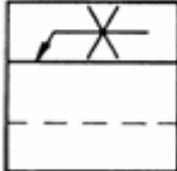
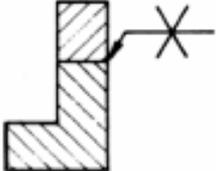
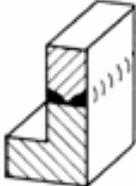
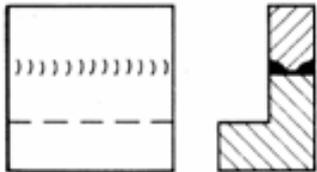
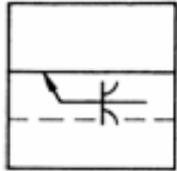
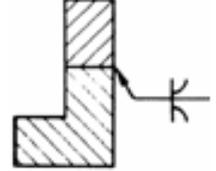
Soldadura

- 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.):

$\nabla 3$ em X 3-3				
$\nabla 8$ Duplo J 8-8				

Molas

- Tipos e Representação:

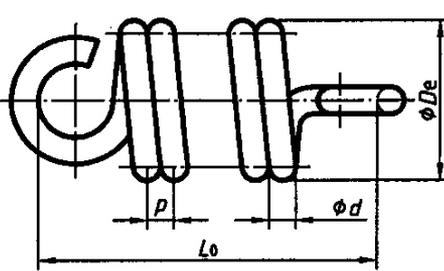
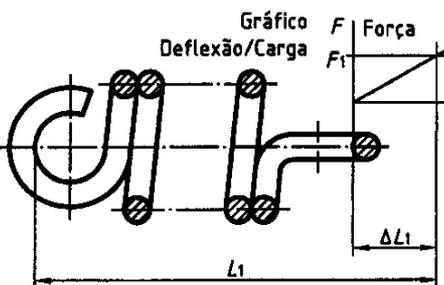
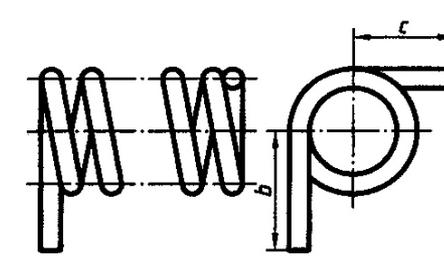
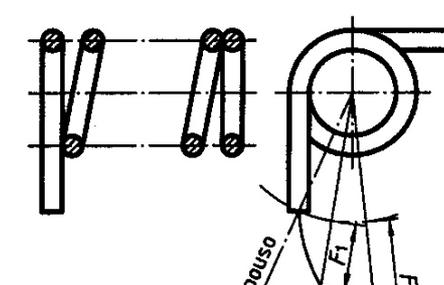
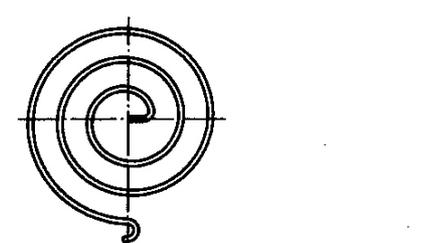


Designação	Representação em vista exterior	Representação em corte	Represent. esquemática
Molas de compressão Helicoidal cilíndrica			
Molas de compressão Helicoidal cónica			

Molas



- Tipos e Representação:

<p>Molas de tracção</p> <p>Helicoidal cilíndrica</p>		<p>Gráfico Deflexão/Carga</p> 	
<p>Molas de torção</p> <p>Helicoidal cilíndrica</p>		<p>Gráfico Deflexão/Carga</p> 	
<p>Molas em espiral com fita de secção recta rectangular</p>		<p>Gráfico Deflexão/Carga</p> 