

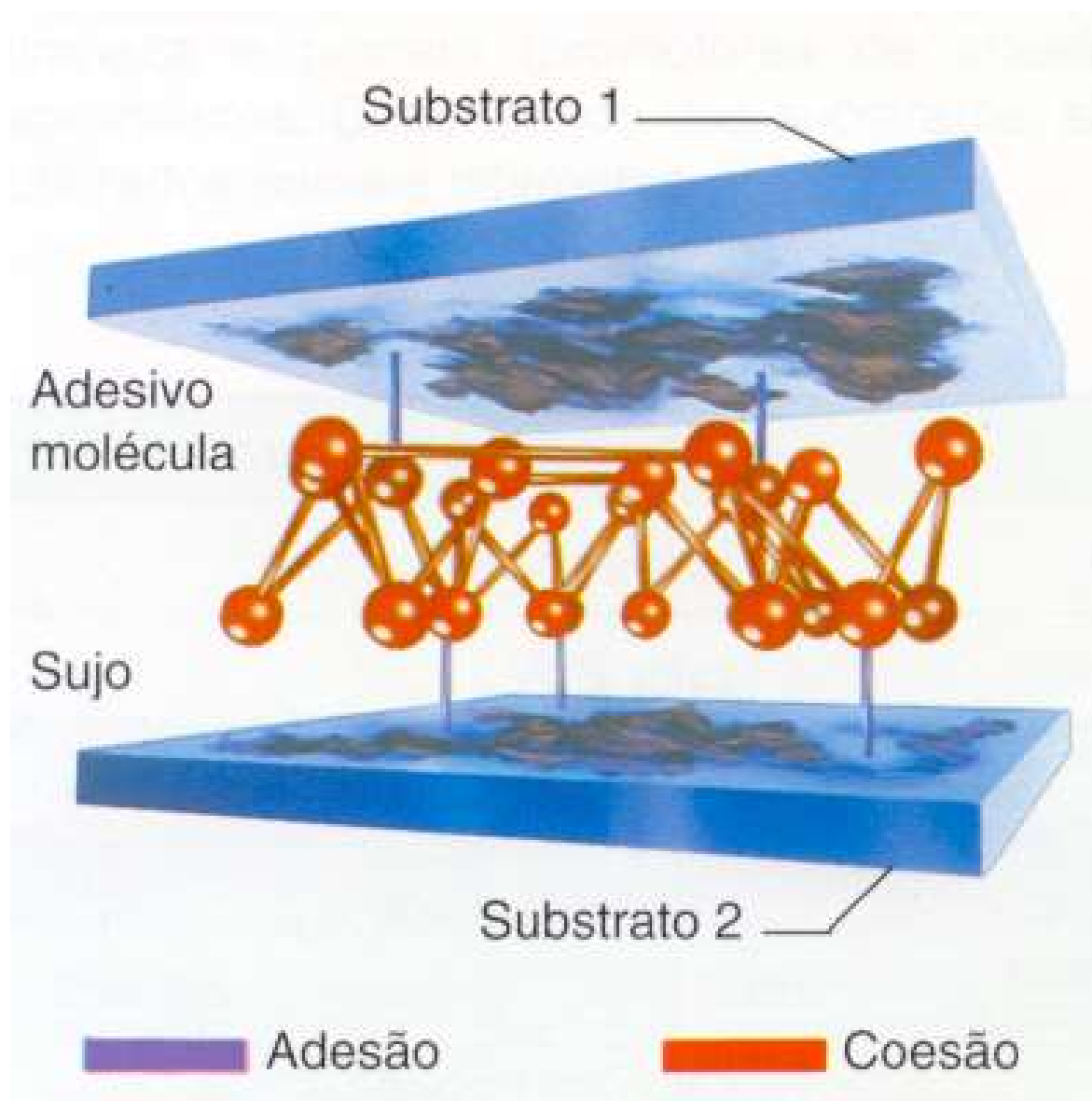
PMR 3103

FIXAÇÃO POR ADESIVOS

FIXAÇÃO POR ADESIVOS

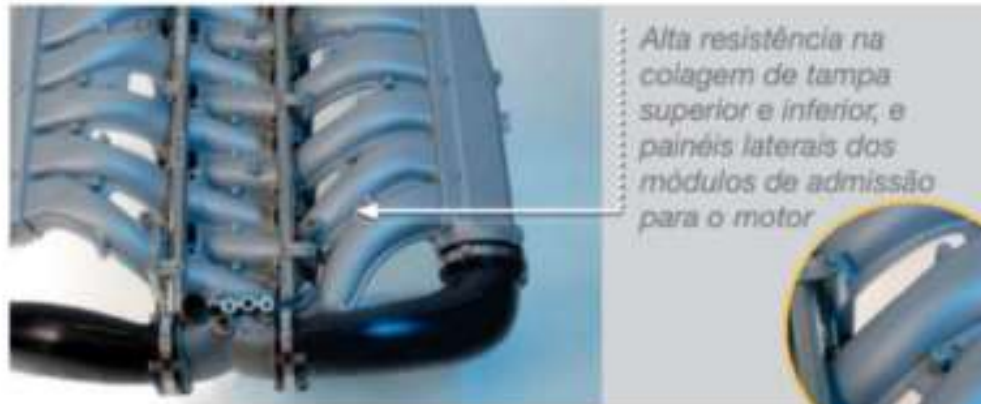
- 1. O MECANISMO DA FIXAÇÃO
- adesão + coesão
- Adesão – Forças de Van der Waals
- => Contacto íntimo das superfícies

- - Coesão - Forças de Van der Waals +
- Travamento intermolecular no polímero



**Montagem com
adesivo de parabrisa
automotivo**





Alta resistência na colagem de tampa superior e inferior, e painéis laterais dos módulos de admissão para o motor

Colagem de coletor de motor de combustão interna

https://inovacola.com.br/pdf/delo_structural_bonding_pt_03_2017.pdf



Colagem de componentes de máquinas agrícolas

http://www.tecnologiademateriais.com.br/mt/2012/cobertura_paineis/ferroviario/apresentacoes/Mas_terpol_ferroviario.pdf

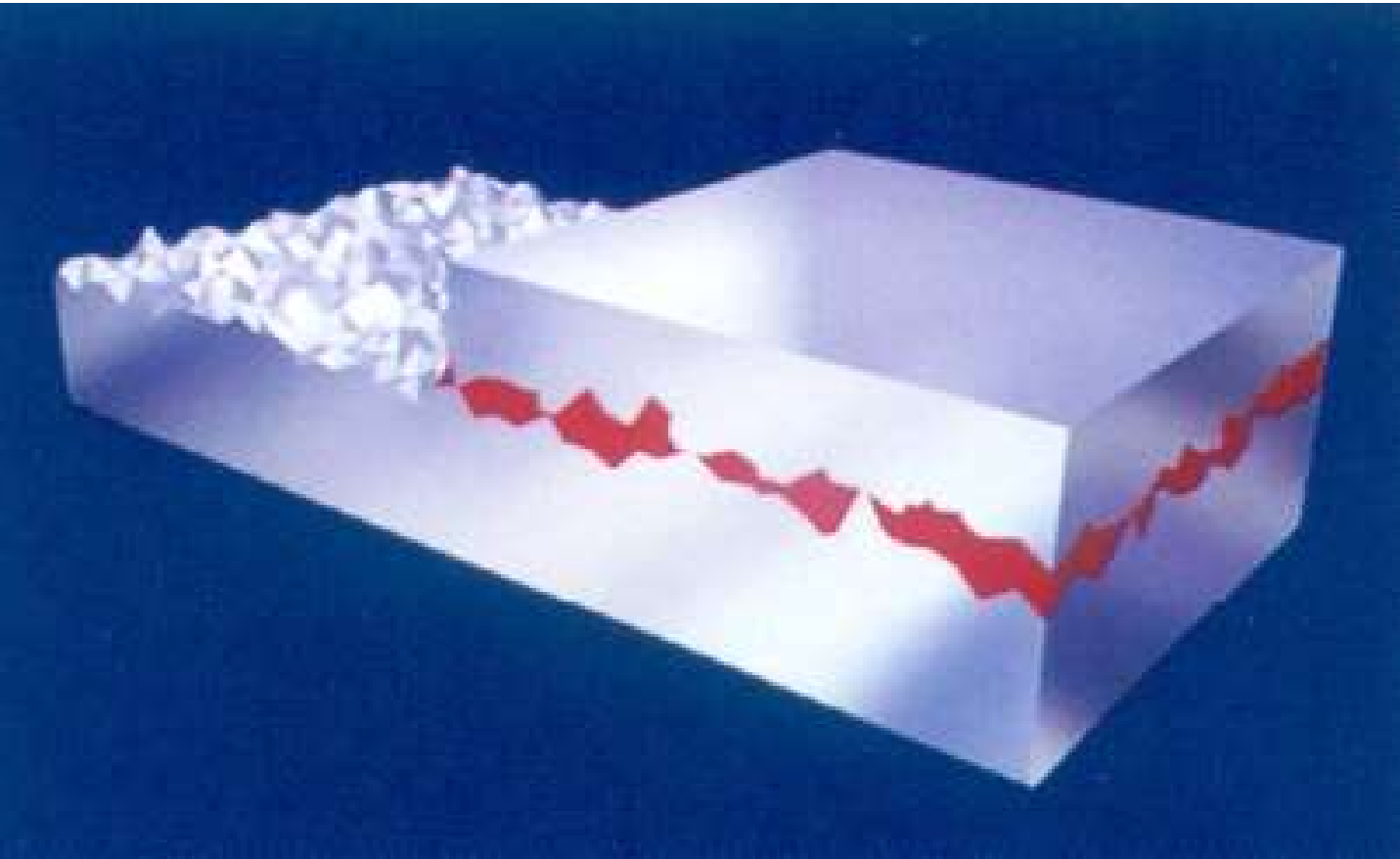
2. OS PROCESSOS DE CURA

- Reações de polimerização – passagem do estado líquido ao “sólido”
- Reação Anaeróbica – privação do O₂
- Luz UV -
- Reação aniônica – Cianoacrilatos – superfícies levemente alcalinas + umidade

- Sistema de Ativadores – bi componente adesivo + ativador
- Umidade – silicones e poliuretanos
- Calor – epoxis (~ 100o C)

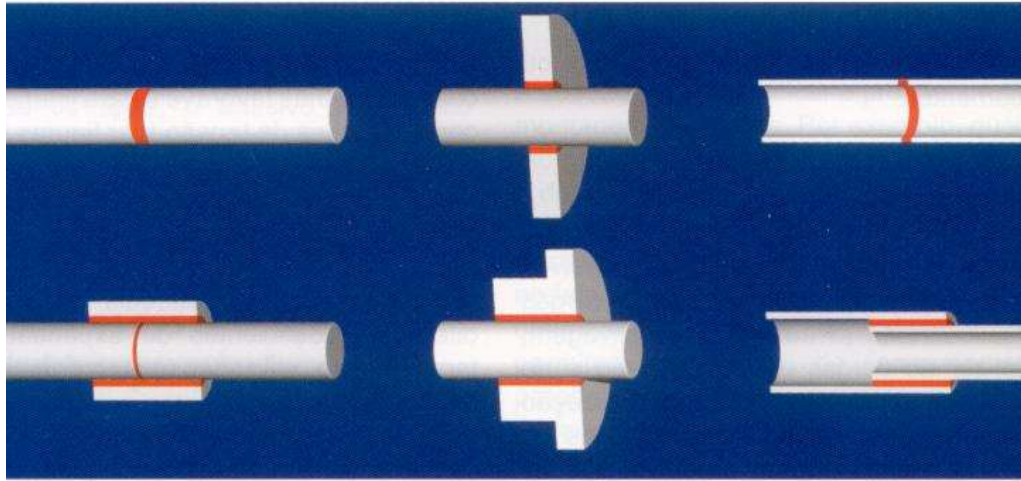
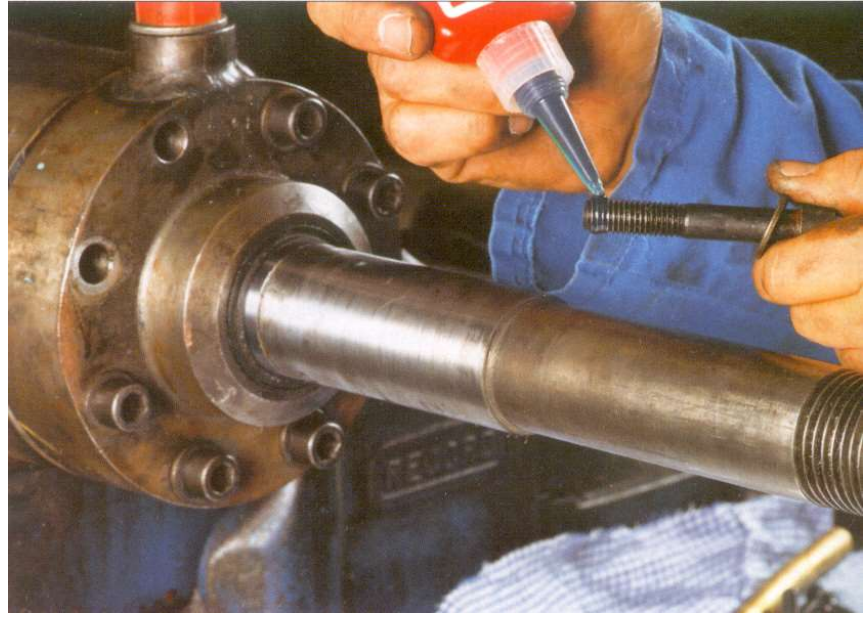
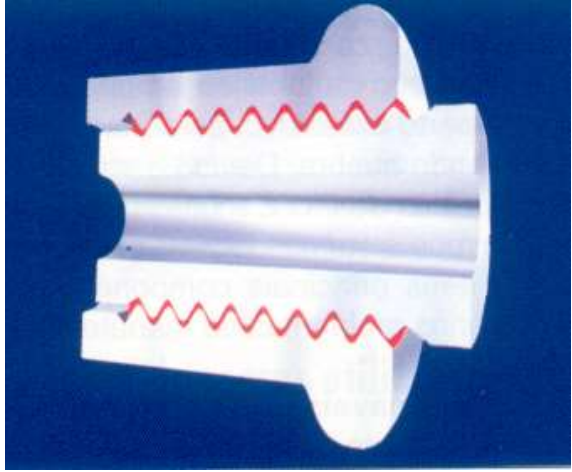
3. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE

- Desengraxamento
- Remoção de Partículas “Soltas”
- Ataque químico – formação de cavidades de travamento
- Ionização – adequação da polaridade
- Primers – adição de espécies químicas afins com o adesivo
- Rugosidade Ra 1 -> 3,5 μm



4. APLICAÇÕES

- Vedação
- Travamento de Elementos Rosqueados
- União de peças



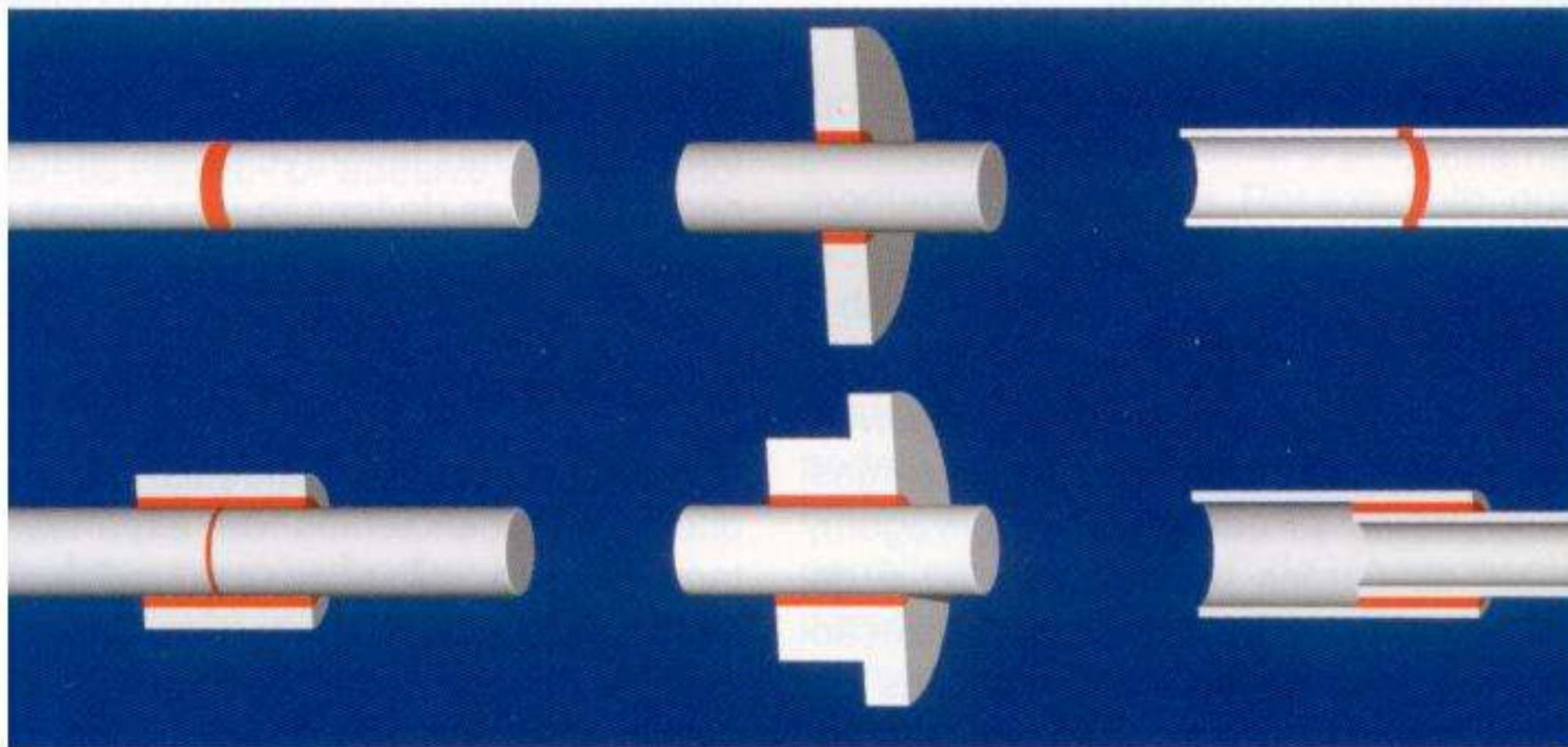
5. PROJETO DA FIXAÇÃO

- Maximizar área de adesão
- Evitar tensões não uniformes
- Evitar cargas de descascamento e clivagem
- Prever travamento mecânico quando possível
- Prever folgas para retenção do adesivo
- Prever chanfros para evitar a retirada do adesivo na montagem
- Prever escalonamentos para facilitar a montagem

fraca

fraca

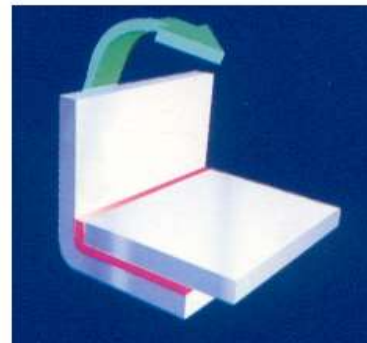
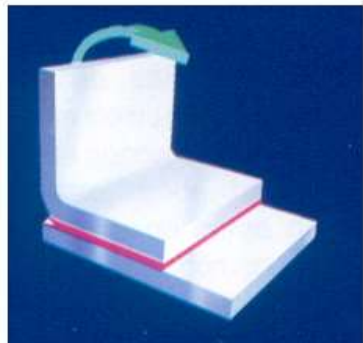
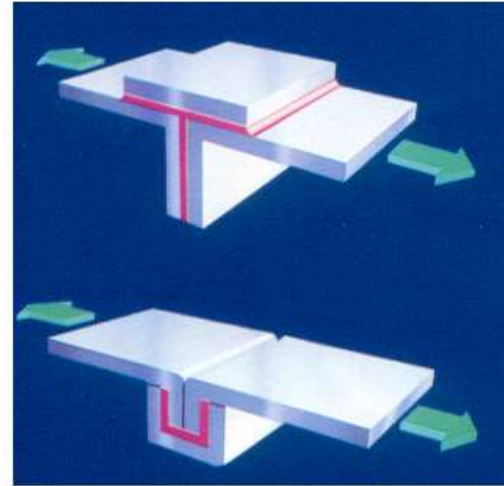
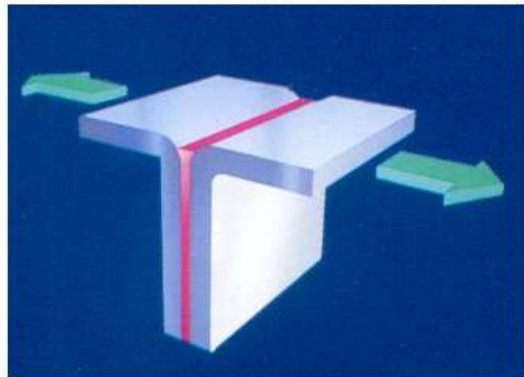
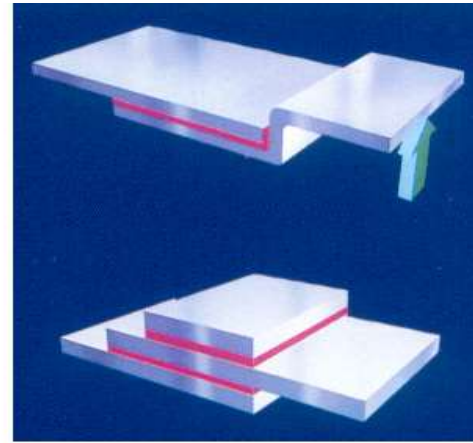
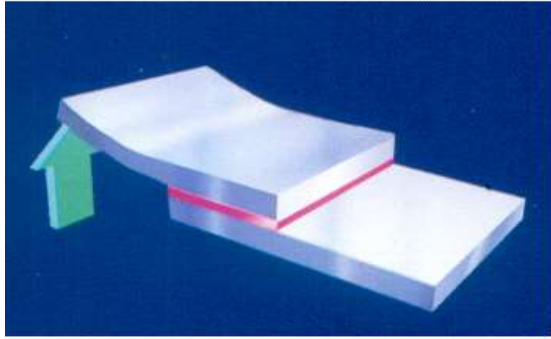
fraca



ótima

ótima

ótima

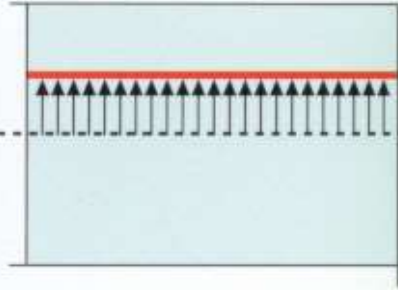
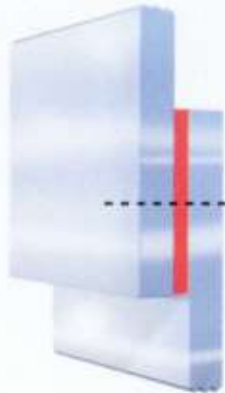
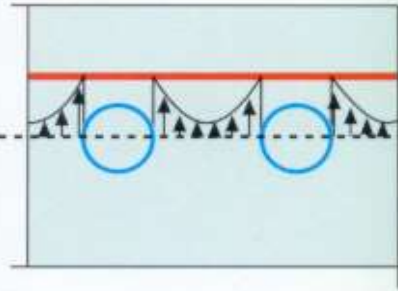
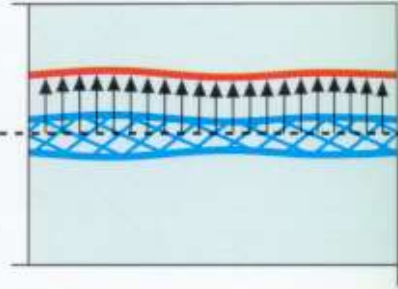


Resistência Mecânica – Cisalhamento – Aço x Aço

- Cianoacrilatos ~ 20 N/mm²
- Anaeróbico ~ 26 N/mm²
- Anaeróbico UV ~ 27 N/mm²
- Acrílico UV ~ 22 N/mm²
- Acrílico Flexível ~ 7 N/mm²
- Silicone ~ 2,0 N/mm²
- Poliuretano ~ 0,75 N/mm²

6. VANTAGENS E DESVANTAGENS

- VANTAGENS:
- Distribuição uniforme da tensão
- Não há alteração estrutural das peças
- Não há distorção das peças
- Isolamento Térmico/Elétrico
- Baixo Custo
- União de materiais “diferentes”
- Automação do Processo



DESVANTAGENS:

- Tempo de cura
- Tempo para aplicação da carga
- Baixas temperaturas de trabalho
 - (em geral $< 150^{\circ}\text{C}$)
- “Não desmontável”
- Isolamento Térmico/Elétrico
- “Envelhecimento” pelo calor – perda de resistência mecânica
- Preparo da Superfície

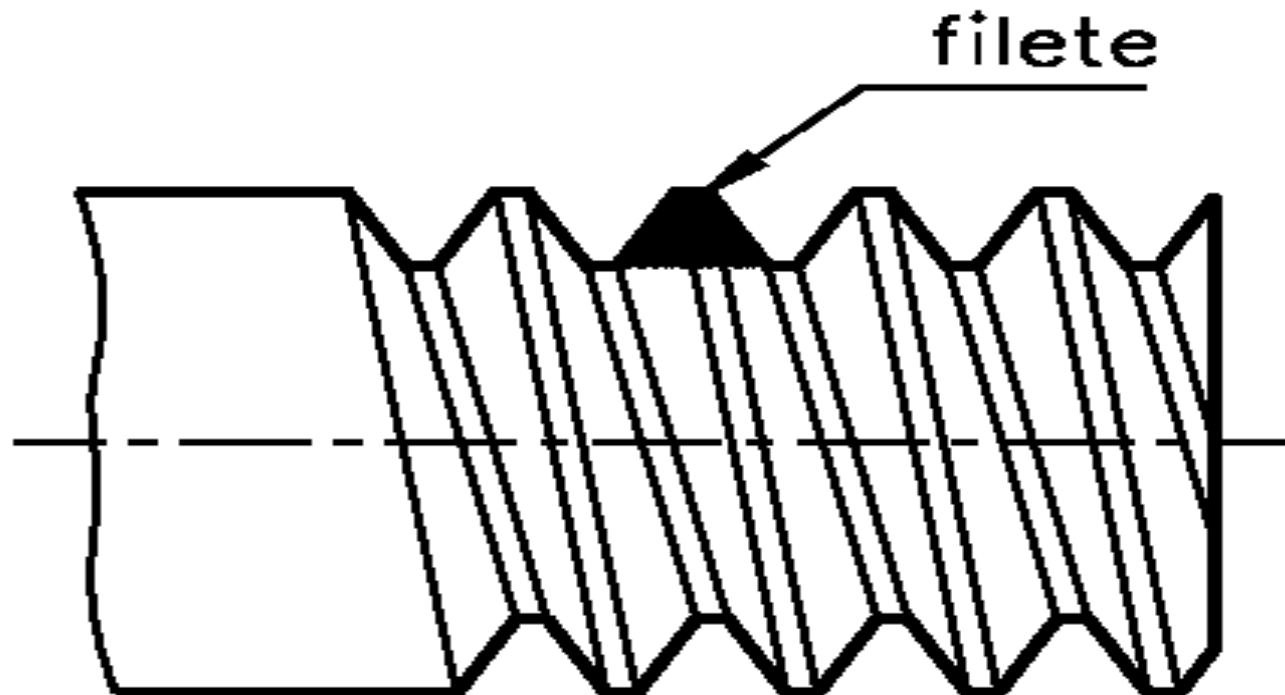
PMR3103

Elementos de Fixação

Elementos Rosqueados

1. Definições

A rosca pode ser definida como um conjunto de filetes em torno de uma superfície cilíndrica, quando todos os seus pontos descrevem uma hélice.



Uniãos Rosqueadas





Cauda Airbus A380



Acidente DC10 1979



DC-10 American Airlines, Chicago 1979



737 United Airlines, Colorado Springs 1991






Cabeços de amarração

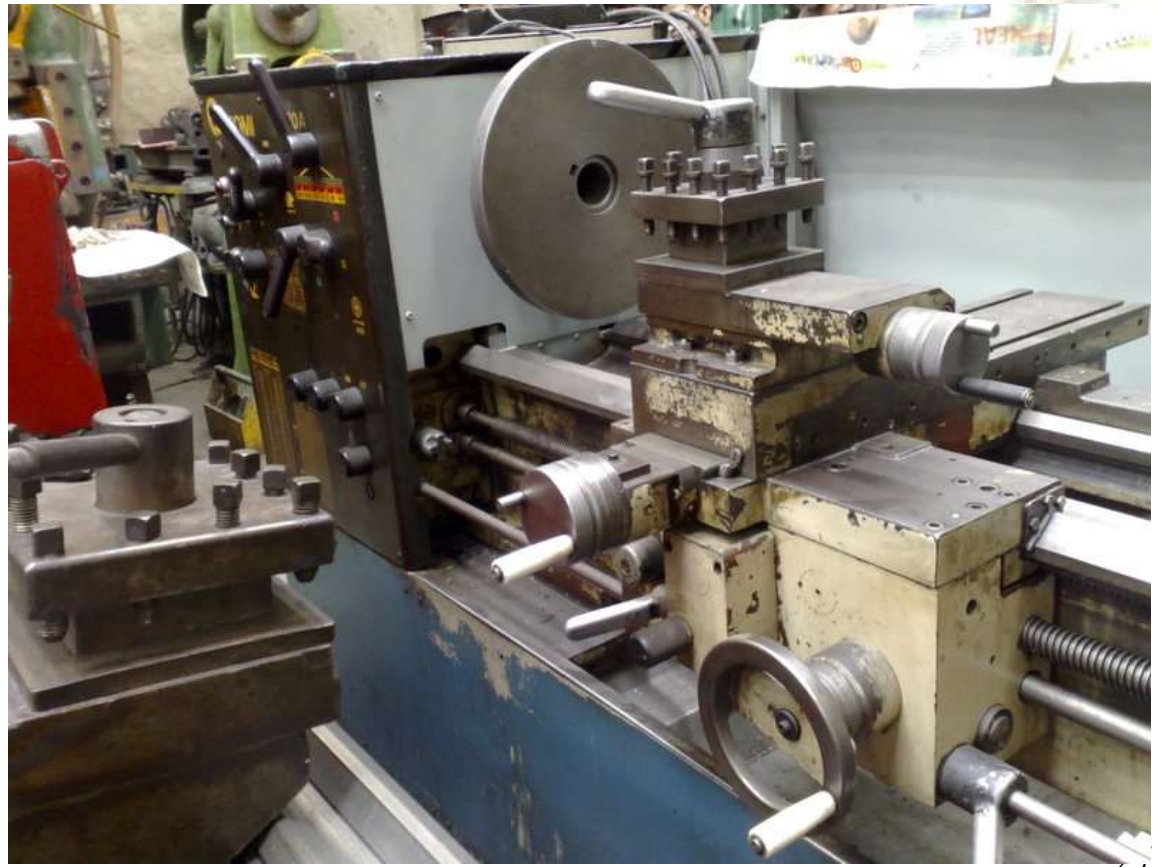


Tubulações de Convés



2. Tipos de Roscas

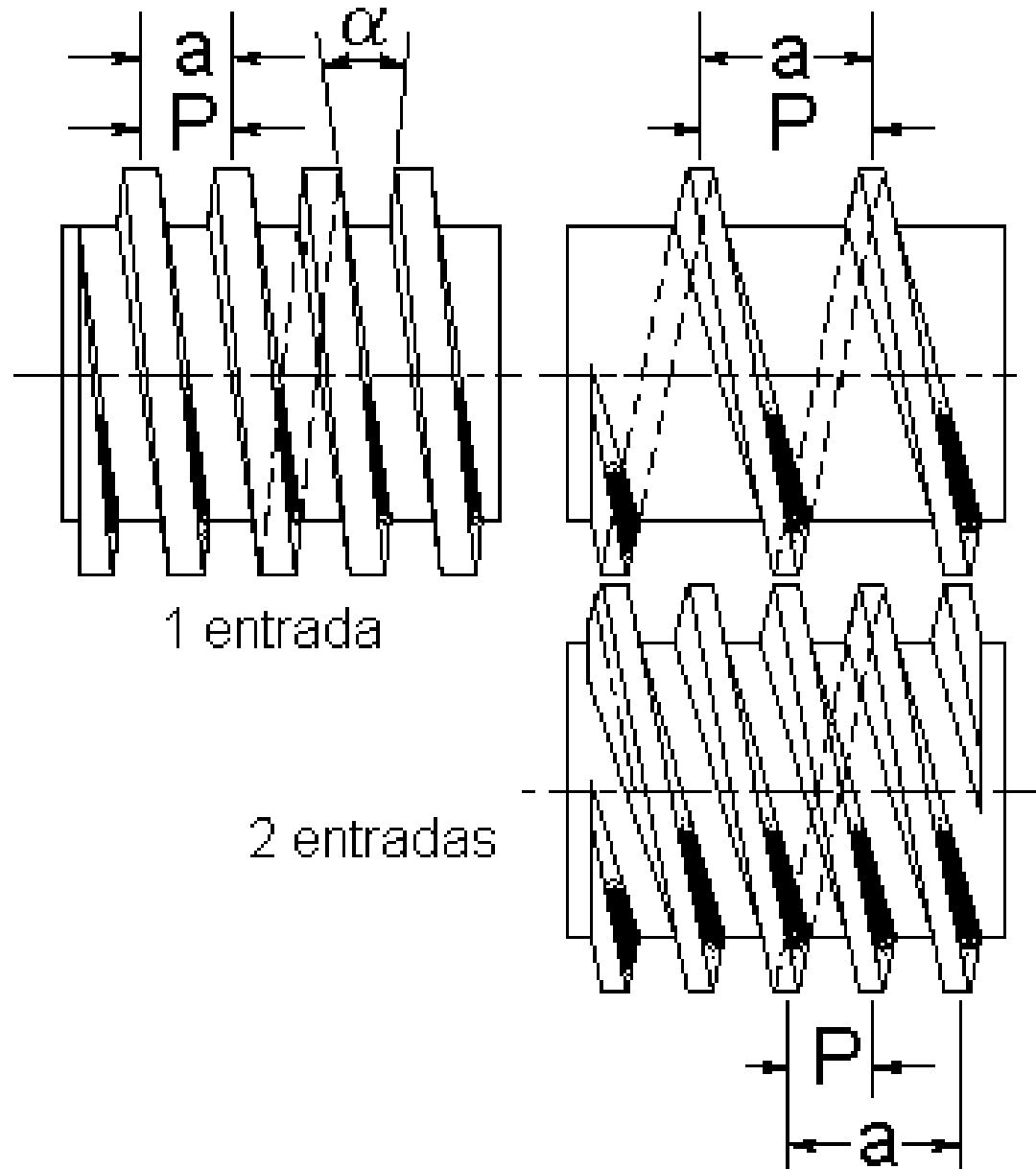
TIPOS DE ROSCAS (PERFIS) PERFIL DE FILETE	APLICAÇÃO
 <p>triangular</p>	Parafusos e porcas de fixação na união de peças. Ex.: Fixação da roda do carro.
 <p>trapezoidal</p>	Parafusos que transmitem movimento suave e uniforme. Ex.: Fusos de máquinas.
 <p>redondo</p>	Parafusos de grandes diâmetros sujeitos a grandes esforços. Ex.: Equipamentos ferroviários.
 <p>quadrado</p>	Parafusos que sofrem grandes esforços e choques. Ex.: Prensas e morsas.
 <p>rosca dente-de-serra</p>	Parafusos que exercem grande esforço num só sentido Ex.: Macacos de catraca



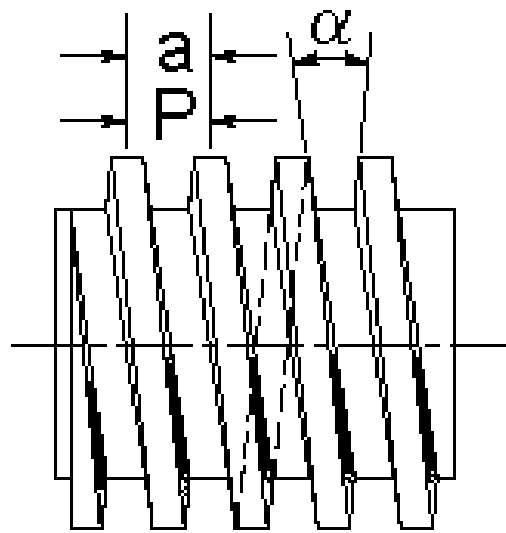
3. Nomenclatura

- **Passo:** distância entre dois pontos localizados em filetes consecutivos, no mesmo plano axial, medida paralelamente ao eixo longitudinal da rosca,
- **Avanço:** distância percorrida axialmente por um elemento rosqueado, em uma rotação completa, relativamente ao elemento acoplado.

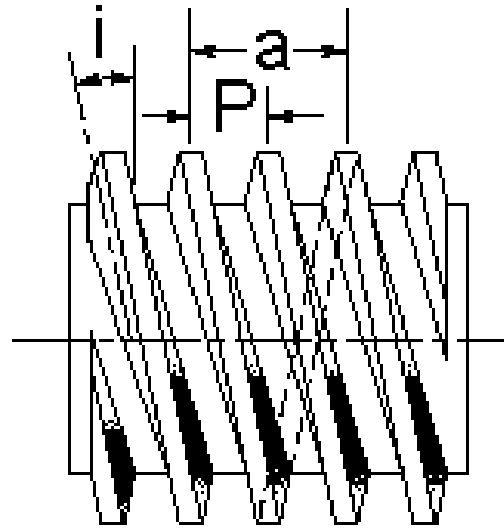
3. Nomenclatura



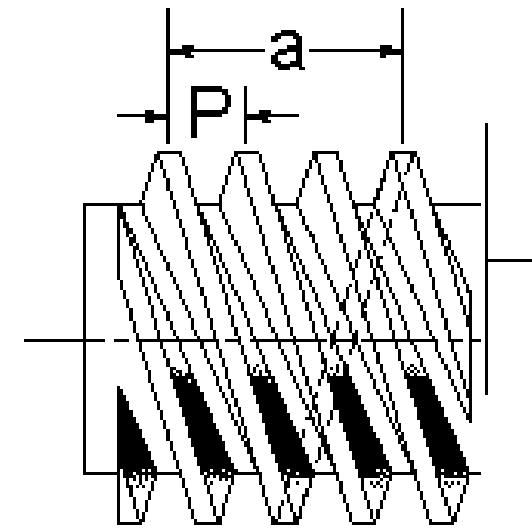
3. Nomenclatura



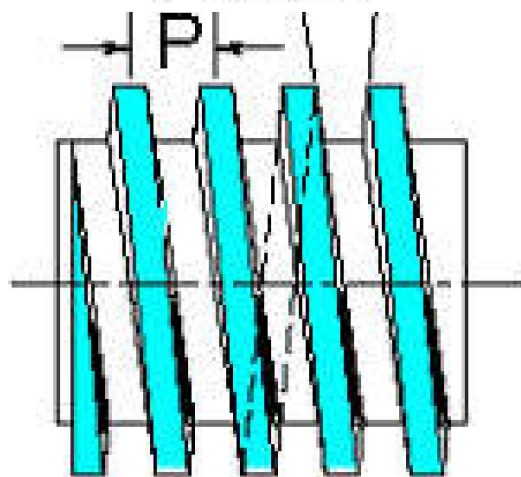
1 entrada



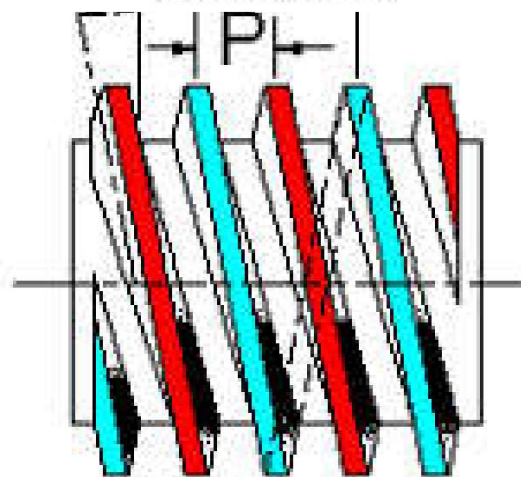
2 entradas



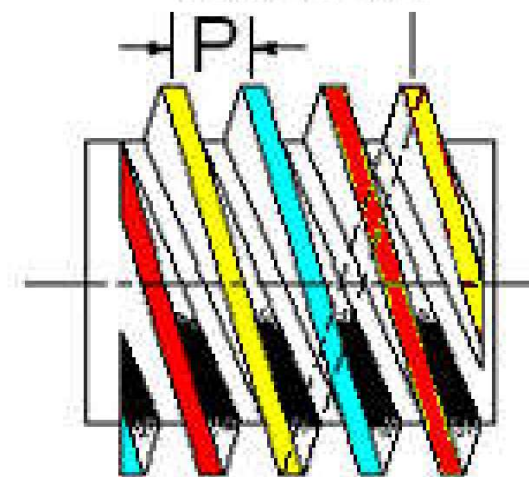
3 entradas



1 entrada

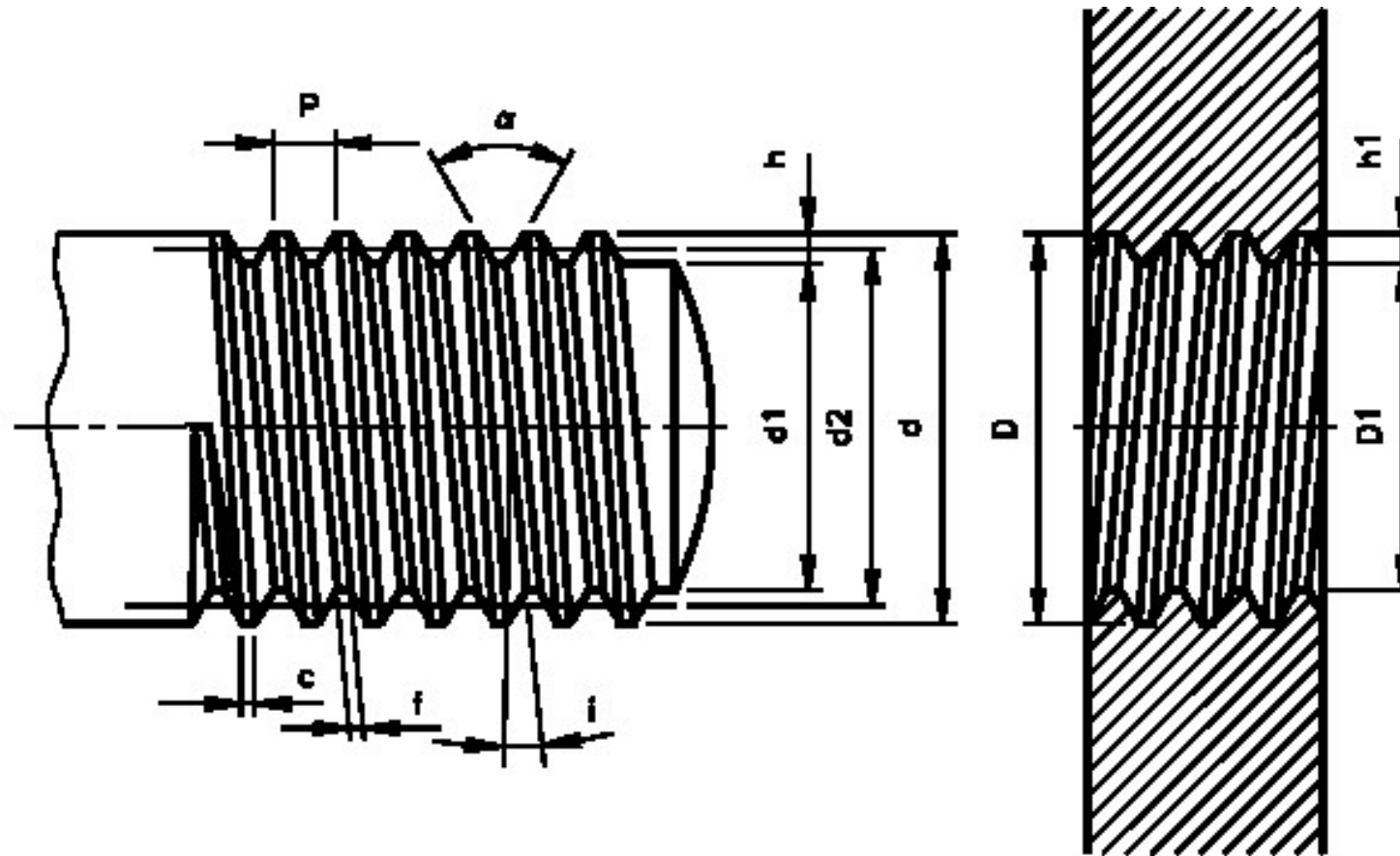


2 entradas



3 entradas

3. Nomenclatura



P = passo (em mm)

d = diâmetro externo

d_1 = diâmetro interno

d_2 = diâmetro do flanco

α = ângulo do filete

f = fundo do filete

i = ângulo da hélice

c = crista

D = diâmetro do fundo da porca

D_1 = diâmetro do furo da porca

h_1 = altura do filete da porca

h = altura do filete do parafuso

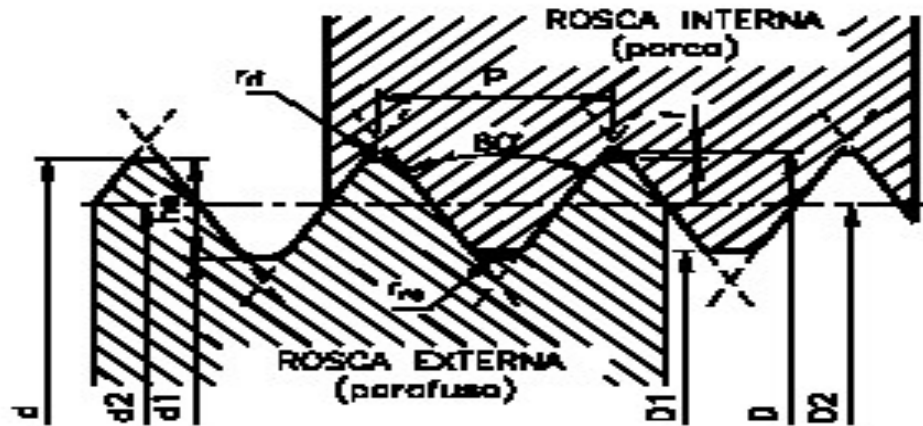
- *Ângulo de Avanço*: no caso da rosca cilíndrica, é o ângulo formado pela hélice da rosca com o plano perpendicular ao eixo.

As roscas podem ser *direita* ou *esquerda*, sendo esta caracterização definida pelo sentido de rotação da rosca que causa um afastamento da mesma de um observador fixo



4. Perfis de Roscas Triangulares

Rosca Métrica (SI) e UN (americana)
Rosca Whitworth (inglesa)



Ângulo do perfil da rosca:
 $a = 60^\circ$.
Diâmetro menor do parafuso
(\varnothing do núcleo):
 $d_1 = d - 1,2268P$.
Diâmetro efetivo do parafuso
(\varnothing médio):
 $d_2 = D_2 = d - 0,6495P$.
Folga entre a raiz do filete da
porca e a crista do filete do
parafuso:
 $f = 0,045P$.

Rosca Whitworth normal - BSW e rosca Whitworth fina - BSF

Fórmulas:

$$a = 55^\circ$$

$$P = \frac{1}{n^\circ \text{ de fios}}$$

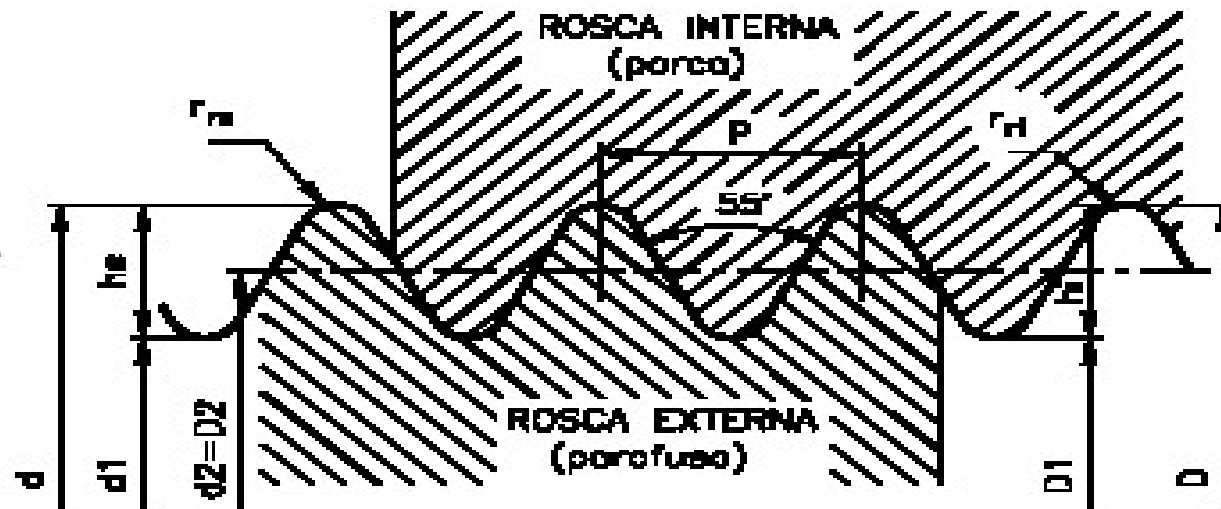
$$h_1 = h_c = 0,6403P$$

$$r_{ri} = r_{re} = 0,1373P$$

$$d = D$$

$$d_1 = d - 2h_c$$

$$D_2 = d_2 = d - h_c$$



5. Dimensões Padrões

ROSCA MÉTRICA DE PERFIL TRIANGULAR
SÉRIE NORMAL

EXTERNA (PARAFUSO)				INTERNA (PORCA)			EXTERNA E INTERNA (PARAFUSO E PORCA)	
Maior (nominal)	Menor	Altura do filete	Raio da raiz da rosca externa	Maior	Menor	Raio da raiz da rosca interna	Passo	Efetivo
d (mm)	d ₁ (mm)	h _e (mm)	r _{re} (mm)	D (mm)	D ₁ (mm)	r _{ri} (mm)	P (mm)	d ₂ D ₂ (mm)
1	0,693	0,153	0,036	1,011	0,729	0,018	0,25	0,837
1,2	0,893	0,153	0,036	1,211	0,929	0,018	0,25	1,038
1,4	1,032	0,184	0,043	1,413	1,075	0,022	0,3	1,205
1,6	1,171	0,215	0,051	1,616	1,221	0,022	0,35	1,373
1,8	1,371	0,215	0,051	1,816	1,421	0,022	0,35	1,573
2	1,509	0,245	0,058	2,018	1,567	0,025	0,4	1,740
2,2	1,648	0,276	0,065	2,220	1,713	0,028	0,45	1,908
2,5	1,948	0,276	0,065	2,520	2,013	0,028	0,45	2,208
3	2,387	0,307	0,072	3,022	2,459	0,031	0,5	2,675
3,5	2,764	0,368	0,087	3,527	2,850	0,038	0,6	3,110
4	3,141	0,429	0,101	4,031	3,242	0,044	0,7	3,545
4,5	3,680	0,460	0,108	4,534	3,690	0,047	0,75	4,013
5	4,019	0,491	0,115	5,036	4,134	0,051	0,8	4,480
6	4,773	0,613	0,144	6,045	4,917	0,06	1	5,350
7	5,773	0,613	0,144	7,045	5,917	0,06	1	6,350
8	6,466	0,767	0,180	8,056	6,647	0,08	1,25	7,188
9	7,466	0,767	0,180	9,056	7,647	0,08	1,25	8,188
10	8,160	0,920	0,217	10,067	8,376	0,09	1,5	9,026

ROSCA MÉTRICA DE PERFIL TRIANGULAR
SÉRIE FINA

EXTERNA (PARAFUSO)				INTERNA (PORCA)			EXTERNA E INTERNA (PARAFUSO E PORCA)	
Maior (nominal)	Menor	Altura do filete	Raio da raiz da rosca externa	Maior	Menor	Raio da raiz da rosca interna	Passo	Efetivo
d (mm)	d ₁ (mm)	h _e (mm)	r _{re} (mm)	D (mm)	D ₁ (mm)	r _{ri} (mm)	P (mm)	d ₂ D ₂ (mm)
1,6	1,354	0,123	0,029	1,609	1,384	0,013	0,2	1,470
1,8	1,554	0,123	0,029	1,809	1,584	0,013	0,2	1,670
2	1,693	0,153	0,036	2,012	1,730	0,157	0,25	1,837
2,2	1,893	0,153	0,036	2,212	1,930	0,157	0,25	2,038
2,5	2,070	0,215	0,050	2,516	2,121	0,022	0,35	2,273
3	2,570	0,215	0,050	3,016	2,621	0,022	0,35	2,773
3,5	3,070	0,215	0,050	3,516	3,121	0,022	0,35	3,273
4	3,386	0,307	0,072	4,027	3,459	0,031	0,5	3,673
4,5	3,886	0,307	0,072	5,527	3,959	0,031	0,5	4,175
5	4,386	0,307	0,072	5,027	4,459	0,031	0,5	4,675
5,5	4,886	0,307	0,072	5,527	4,959	0,031	0,5	5,175
6	5,180	0,460	0,108	6,034	5,188	0,047	0,75	5,513
7	6,180	0,460	0,108	7,034	6,188	0,047	0,75	6,513
8	7,180	0,460	0,108	8,034	7,188	0,047	0,75	7,513
8	6,773	0,613	0,144	8,045	6,917	0,06	1	7,350
9	8,180	0,460	0,108	9,034	8,188	0,047	0,75	8,513
9	7,773	0,613	0,144	9,045	7,917	0,06	1	8,350

6. Nomenclatura de Elementos

• Rosca Métrica Rosqueados

M10 - rosca métrica de diâmetro nominal 10 mm e passo normal

M10x0,75 - rosca métrica de diâmetro nominal 10 mm e passo fino de 0,75 mm

M8x25 - parafuso de rosca métrica, com diâmetro nominal de 8 mm, passo normal e comprimento de 25 mm

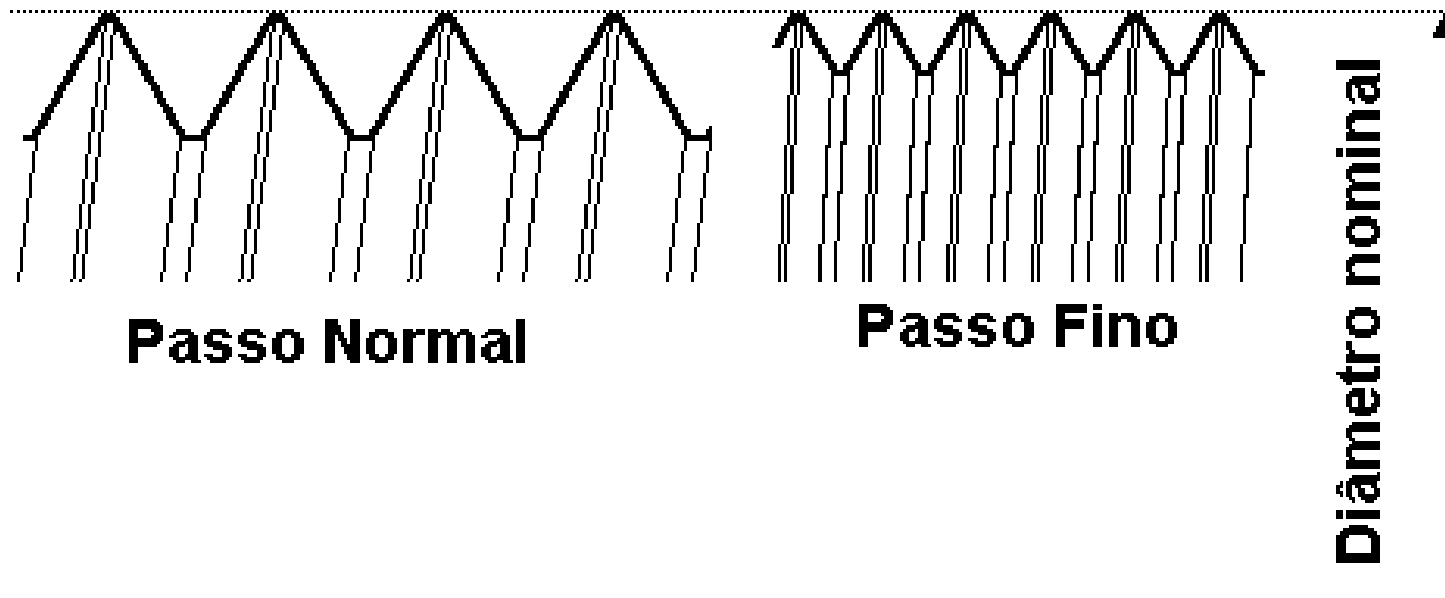
Indicação completa: **M10x0,75x70**

- Rosca Padrão Americano

1/2"-13 UNC - rosca padrão americano com diâmetro nominal de 0,5 polegadas, padrão grosso, com 13 filetes/fios por polegada.

1/2"- 20 UNF - rosca padrão americano com diâmetro nominal de 0,5 polegadas, padrão fino, com 20 filetes/fios por polegada.

- Rosca de Passo Normal e Fino

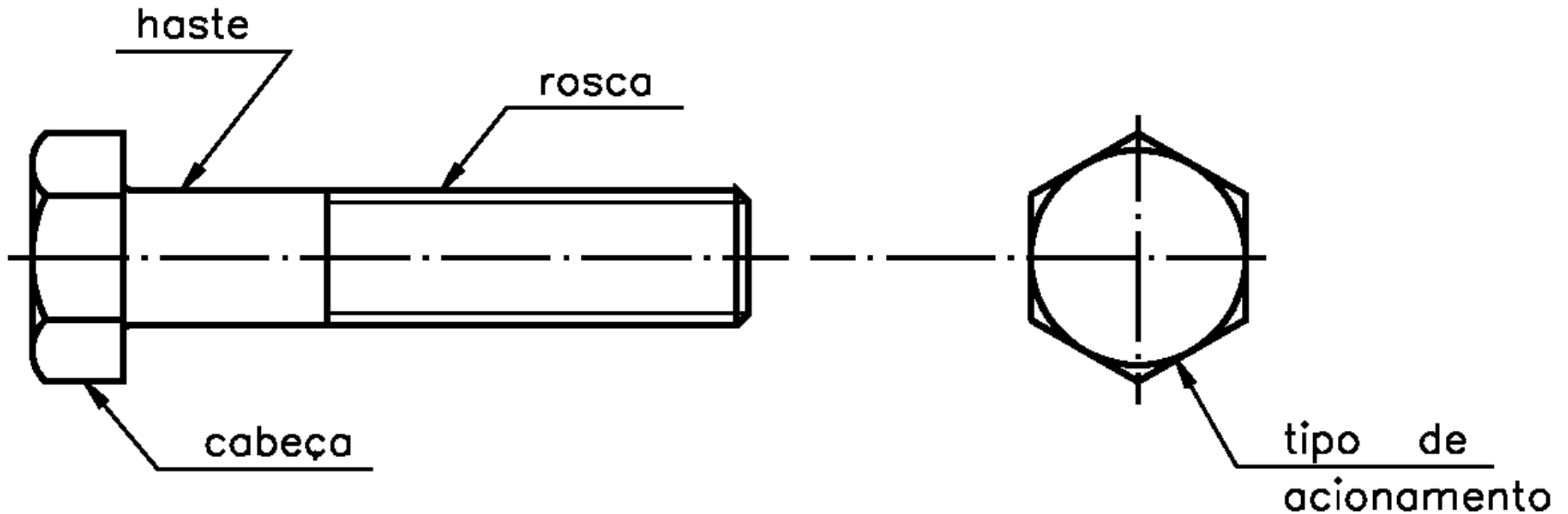














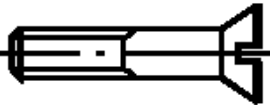


Aspectos Operacionais do Passo Fino:



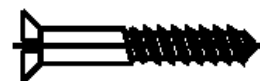











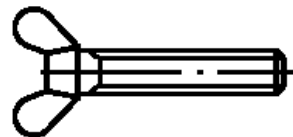

- Maior aperto entre as peças para o mesmo conjugado
- Menor avanço (mais voltas até o aperto)
- Menor ângulo de hélice
- Maior “precisão” no ajuste

7. Tipos de Parafusos

- Os parafusos se diferenciam pelas formas da cabeça, da haste e da rosca.



 <p>parafuso sextavado</p>		 <p>parafuso sextavado com rosca total</p>
 <p>parafuso sextavado com porca</p>		 <p>parafuso auto-atarraxante de cabeça sextavada</p>
 <p>parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interno</p>		
 <p>parafuso de cabeça quadrada</p>		
 <p>parafuso de cabeça cilíndrica com fenda</p>		 <p>parafuso de cabeça redonda com fenda</p>
 <p>parafuso de cabeça cilíndrica abaulada com fenda</p>		 <p>parafuso de cabeça escareada com fenda</p>
 <p>parafuso de cabeça escareada abaulada com fenda</p>		

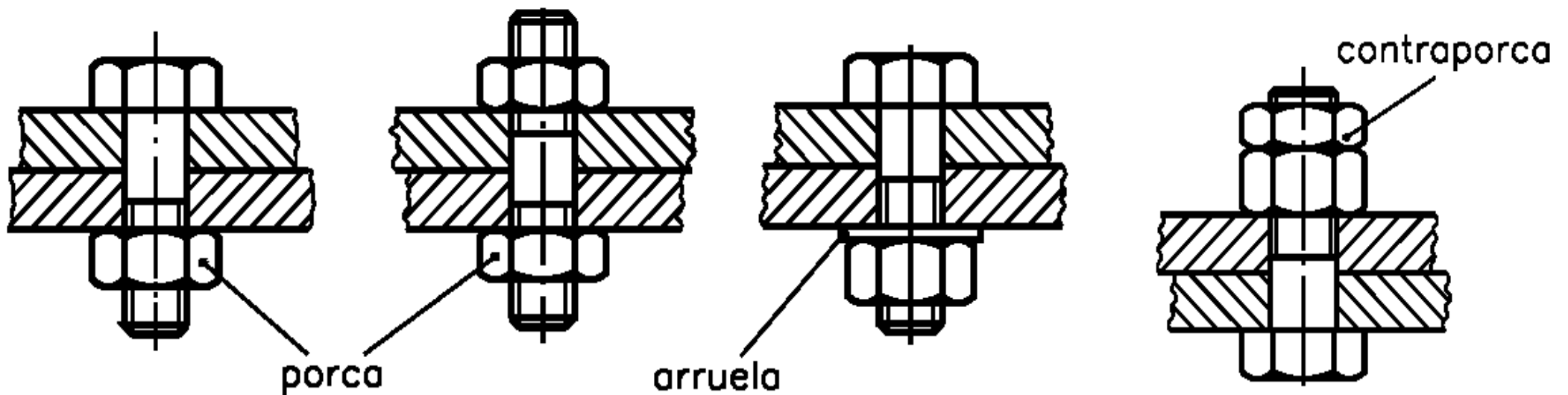
 <p>parafuso para madeira de cabeça escareada com fenda</p>		 <p>parafuso sem cabeça com rosca total e fenda</p>
 <p>parafuso tipo prego de cabeça escareada</p>		
 <p>parafuso de cabeça panela com fenda cruzada</p>		 <p>parafuso de cabeça escareada com fenda cruzada</p>
 <p>parafuso de cabeça redonda com fenda cruzada</p>		 <p>parafuso de cabeça escareada abaulada com fenda cruzada</p>
 <p>parafuso para madeira de cabeça escareada com fenda cruzada</p>		 <p>parafuso para madeira de cabeça escareada abaulada com fenda cruzada</p>
 <p>prisioneiro</p>		
 <p>parafuso de cabeça recartilhada</p>		
 <p>parafuso borboleta</p>		

8. Tipos de Uniões Parafusadas

- Parafusos Passantes

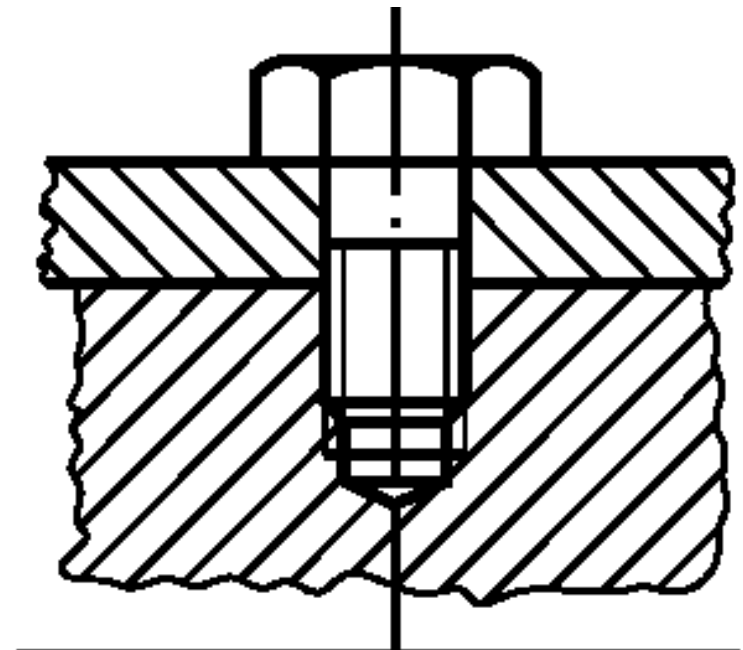
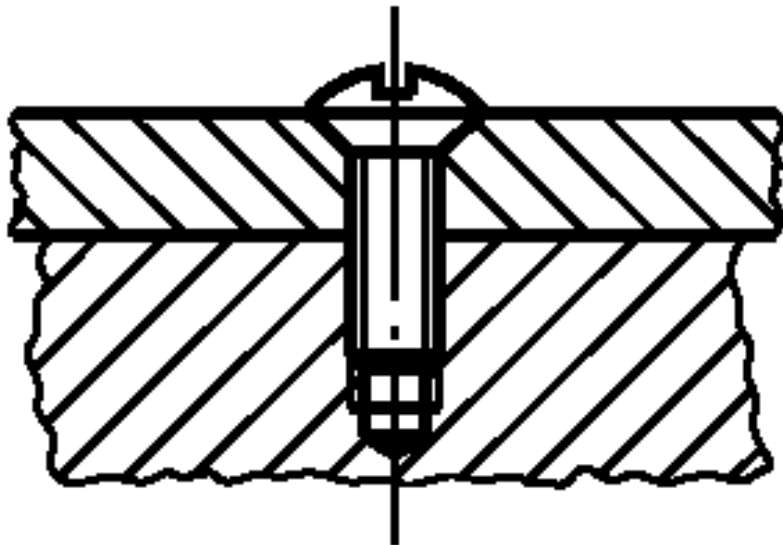
Atravessam de lado a lado as peças a serem unidas, passando livremente nos furos.

São utilizadas porcas e outros elementos na união.

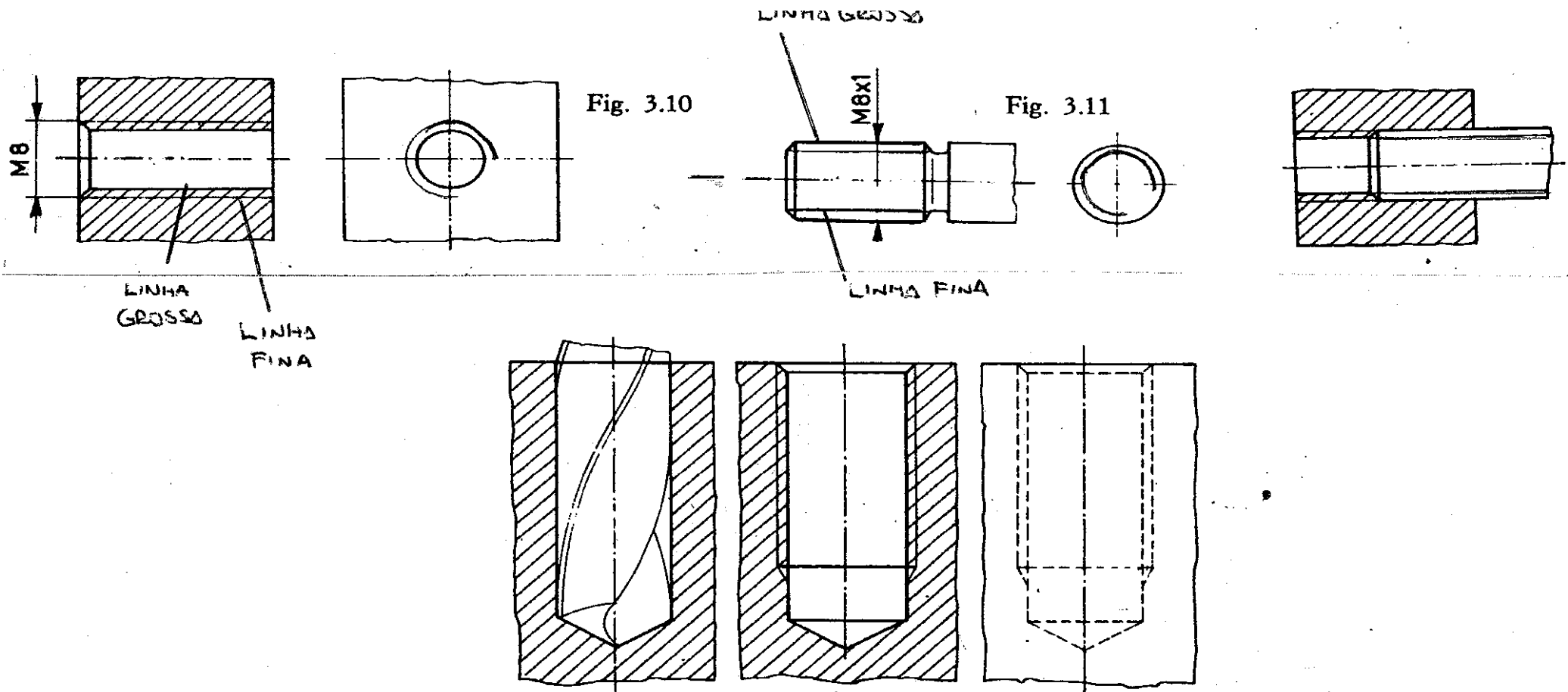


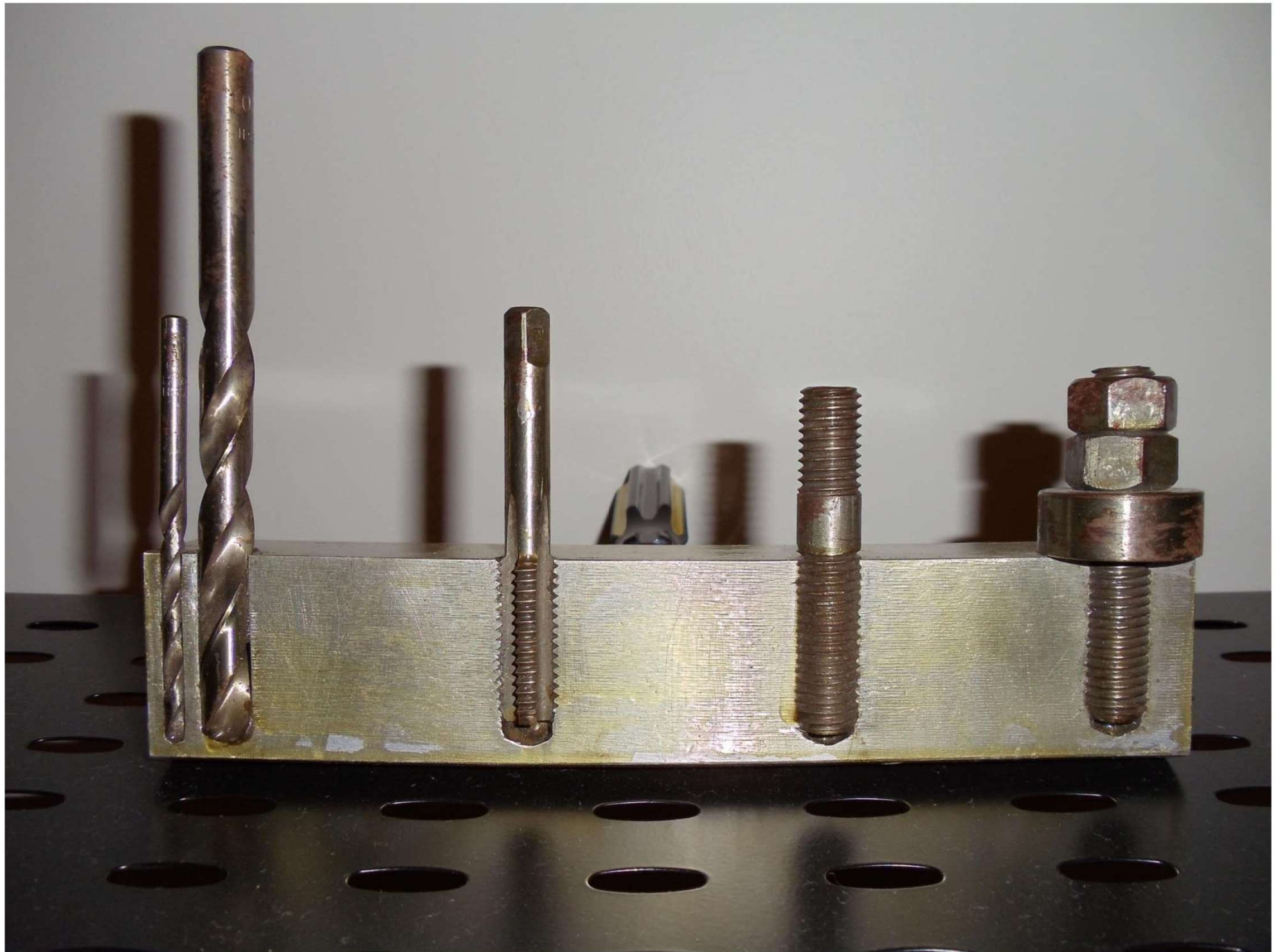
- Parafusos Não-Passantes

Não utilizam porcas. O papel da porca é desempenhado pelo furo roscado, executado em uma das peças a serem unidas.



- Representação de Roscas Macho (externa) e Fêmea (interna)

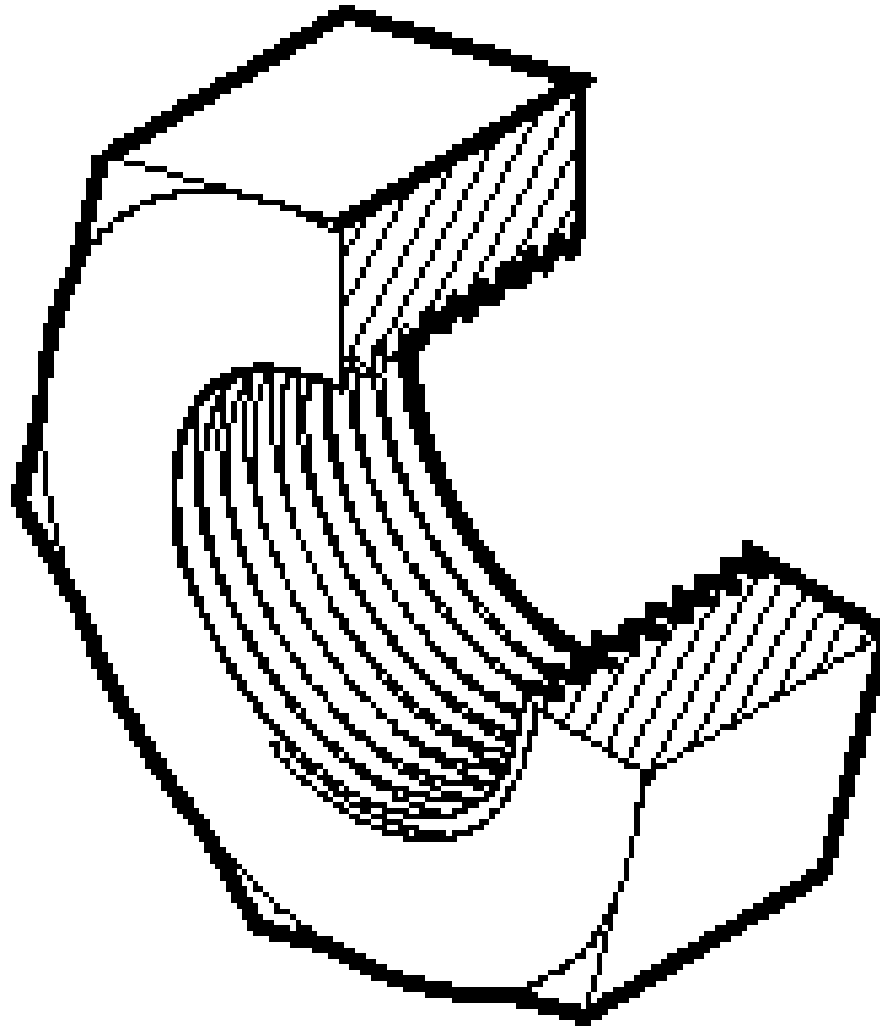




- Fabricação da Rosca – Machos e Cossinetes



Porcas - Classificação



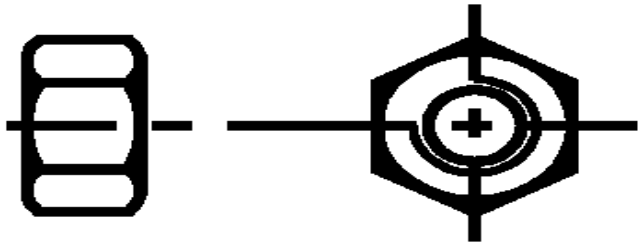
Porcas



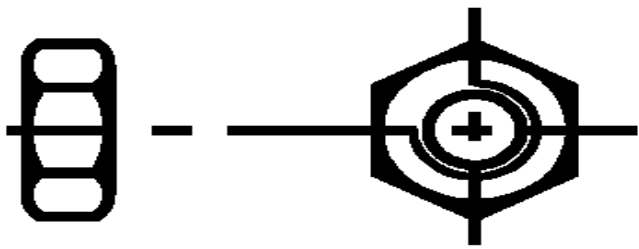
Porcas - Classificação

- prisma hexagonal → “sextavada”
- prisma quadrado → “quadrada”
- com abas → “borboleta”
- cilíndrica → “recartilhada”
- “castelo”
- outras

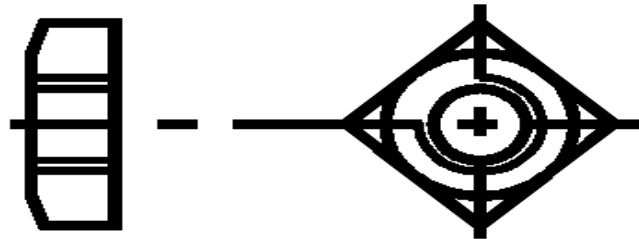
Porcas - Classificação



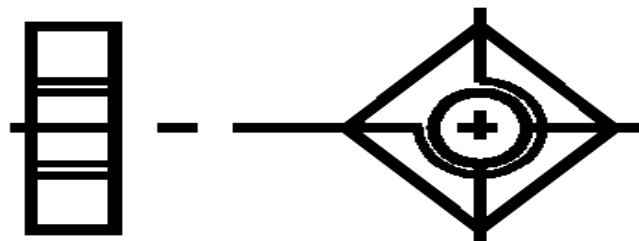
porca sextavada



porca sextavada chata

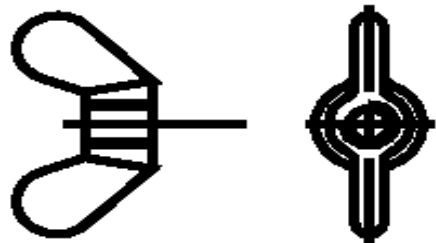


porca quadrada

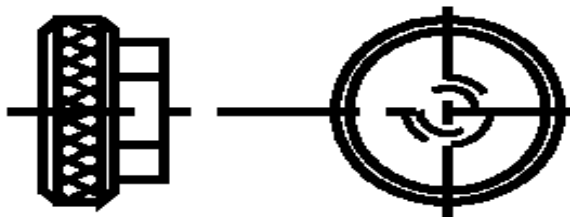


porca quadrada chata

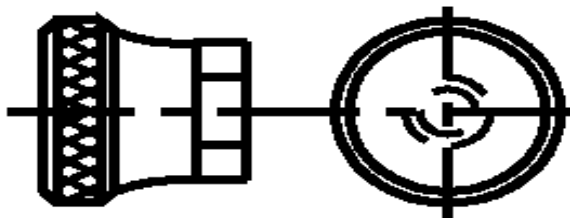
Porcas - Classificação



porca borboleta



porca recartilhada baixa

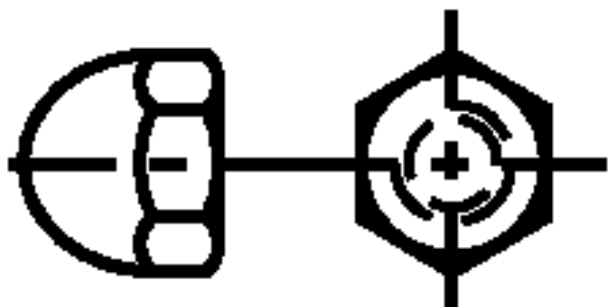


porca recartilhada alta

Porcas - Classificação

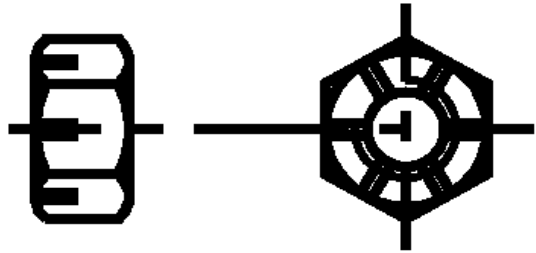


porca cega baixa

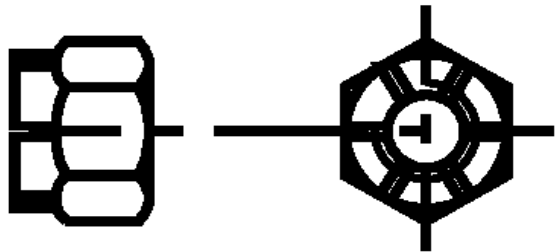


porca cega alta

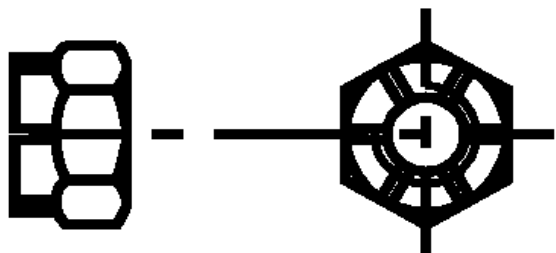
Porcas - Classificação



porca sextavada com fendas



porca castelo

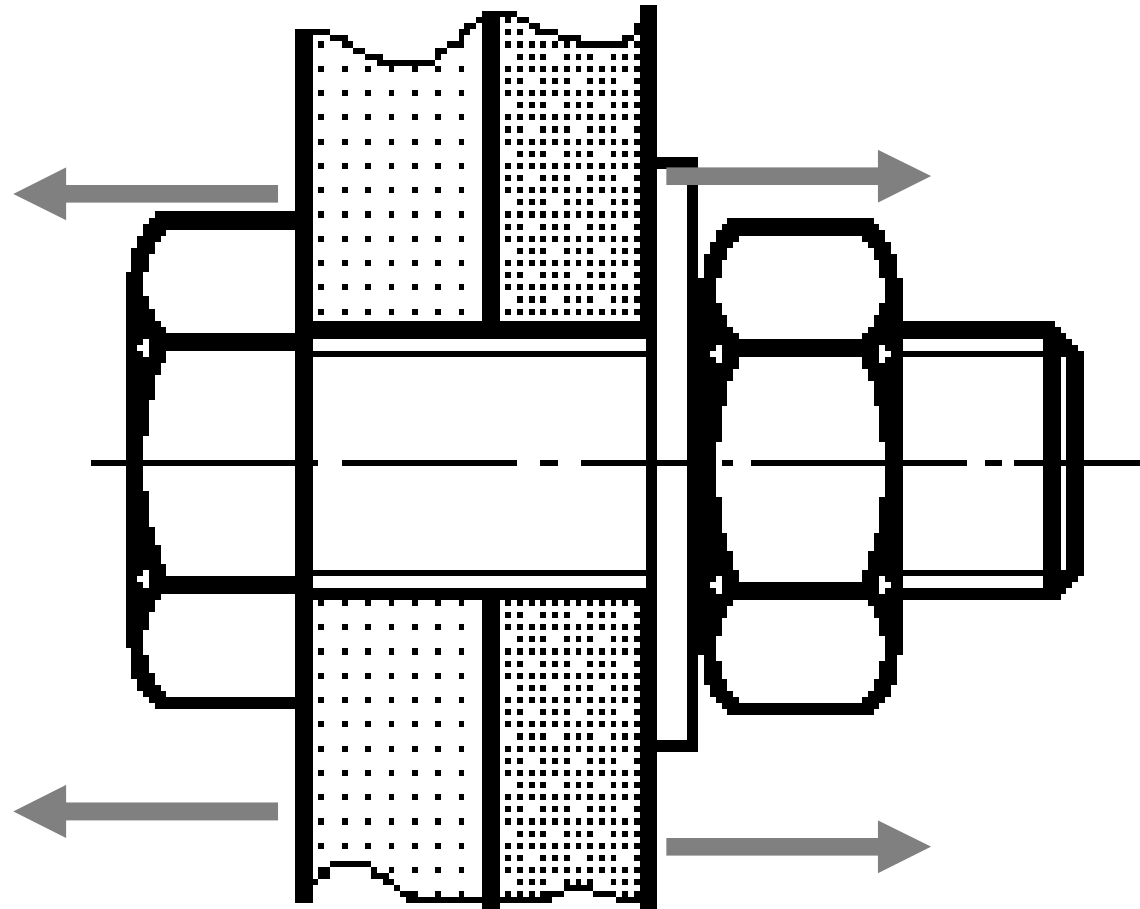


porca castelo chata

Cargas Preferenciais

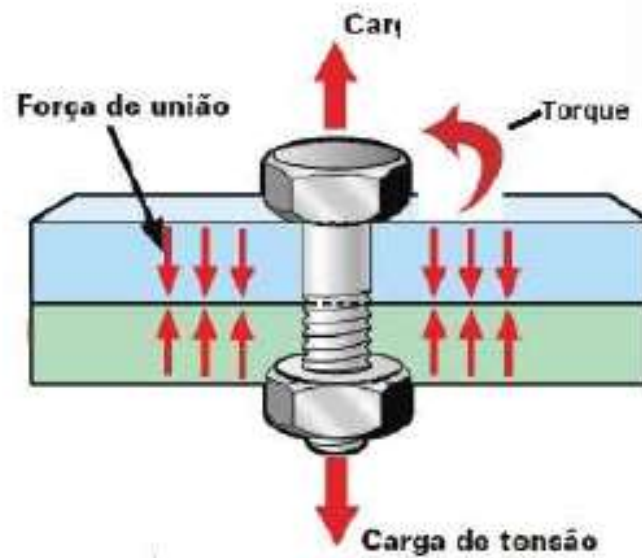
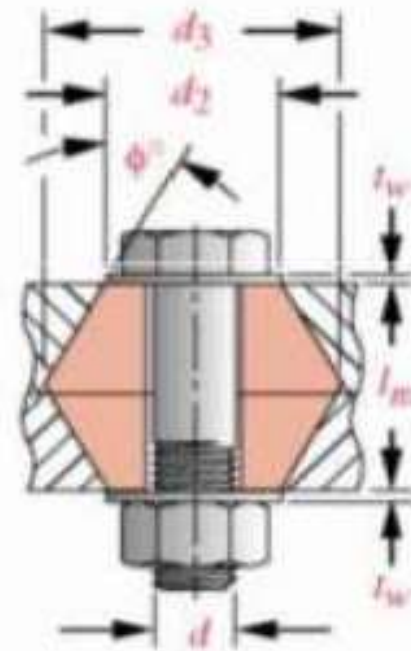
- **TRAÇÃO** LONGITUDINAL
- **CISALHAMENTO** - Apenas em parafusos com corpo liso

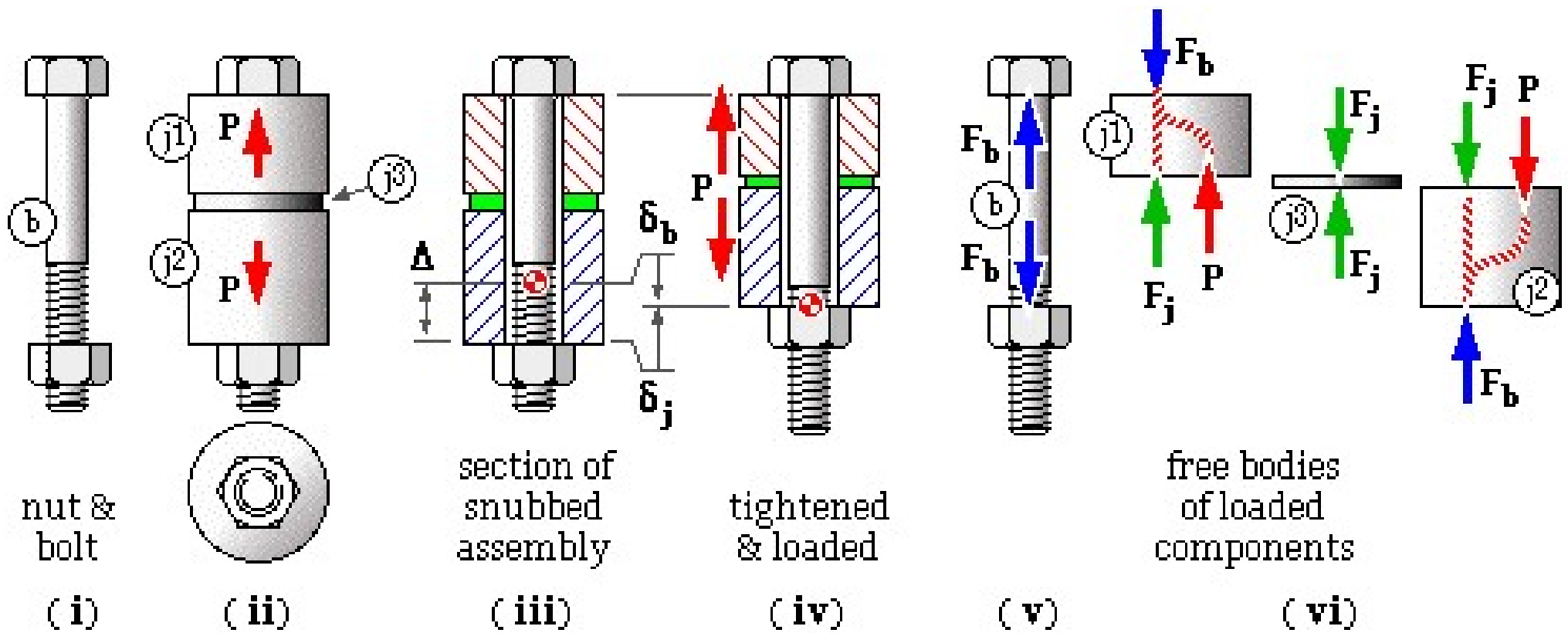
Cargas Preferenciais - Tração





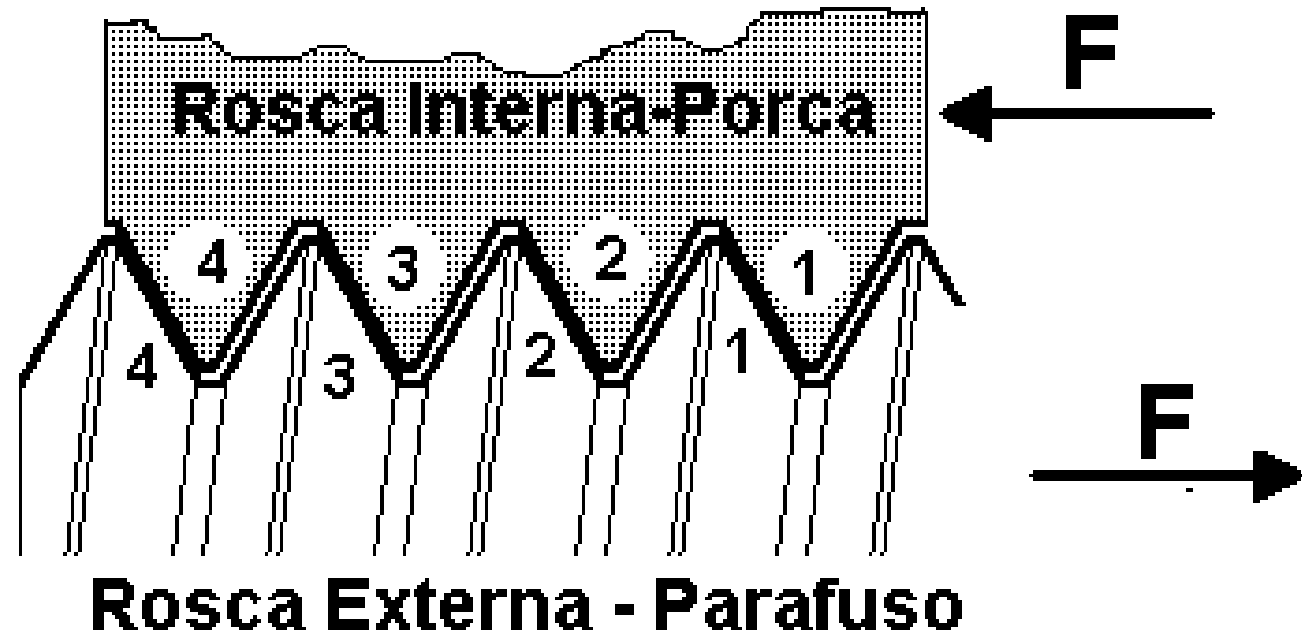
Torquímetro



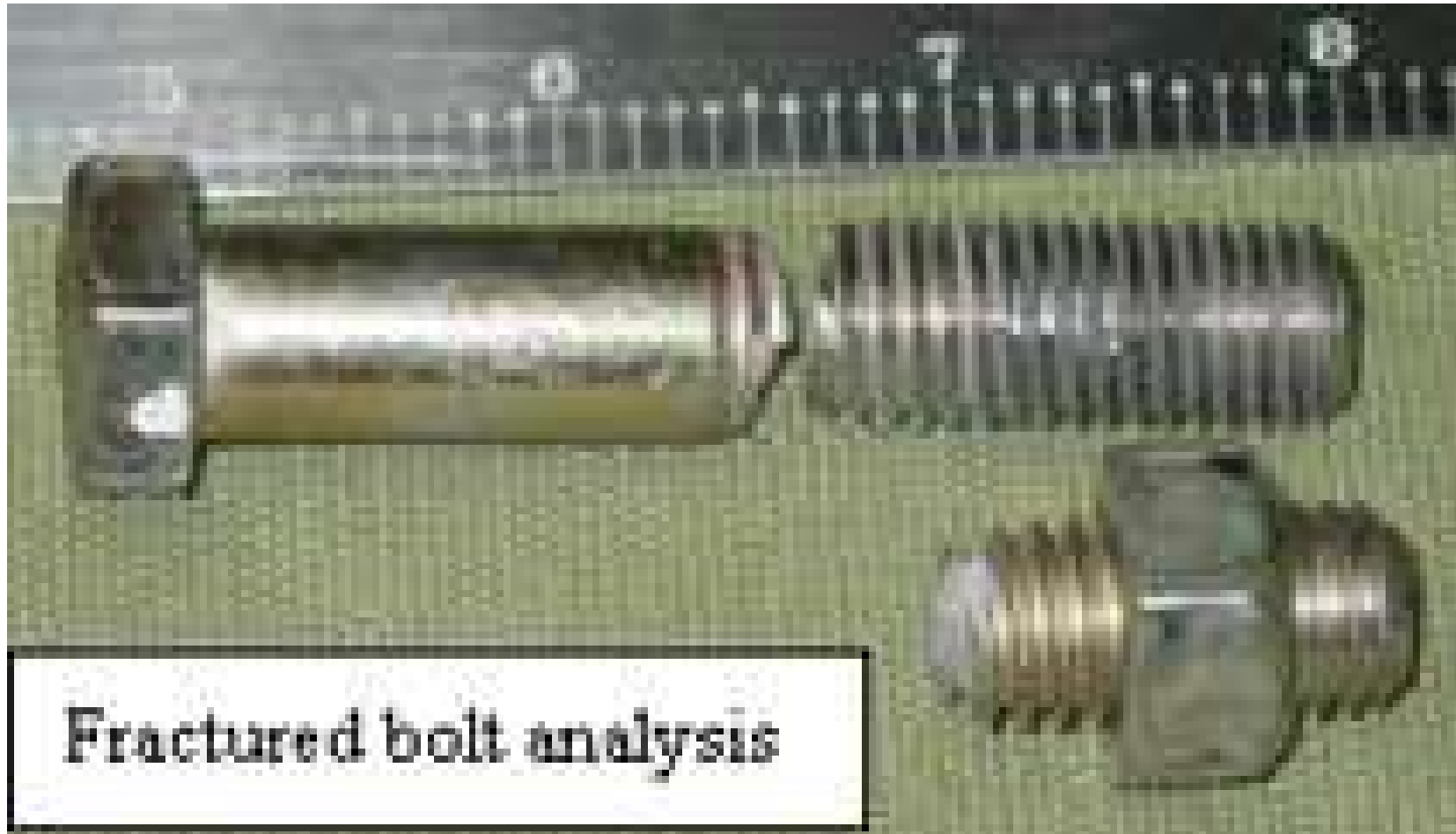


Interação Porca-Parafuso sob carga

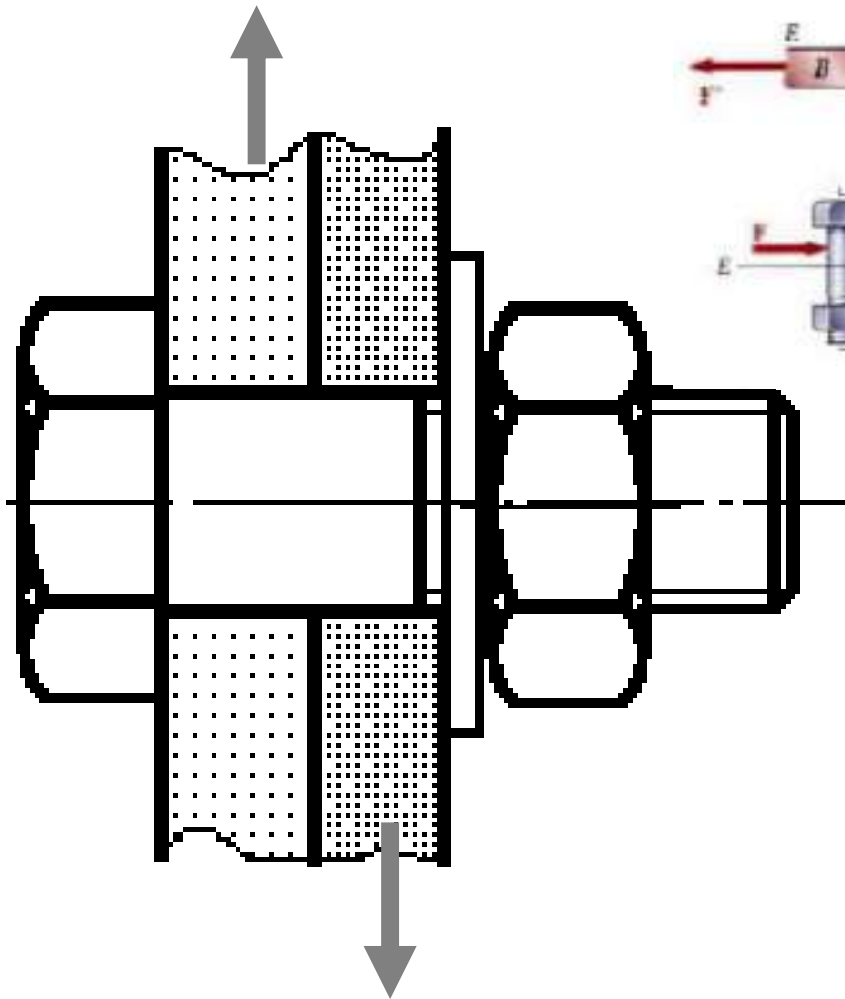
- A carga axial se distribui nos 3 primeiros filetes



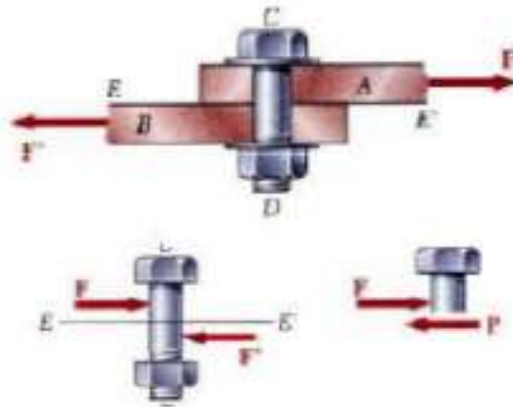
- A ruptura dos filetes ocorre, basicamente, por cisalhamento
- Sempre há folga entre os filetes



Cargas Preferenciais - Cisalhamento



Cisalhamento Simples



Cisalhamento Duplo

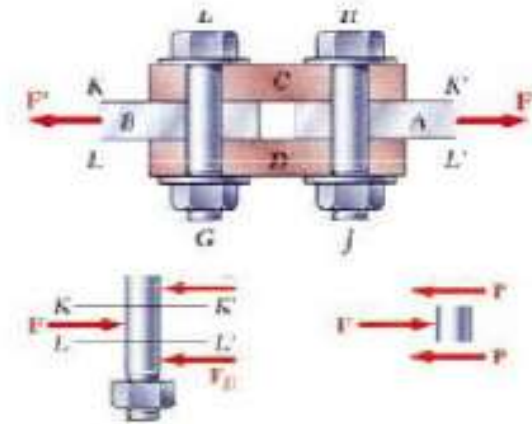


Tabela de Similaridade de Classes e Graus de Resistência

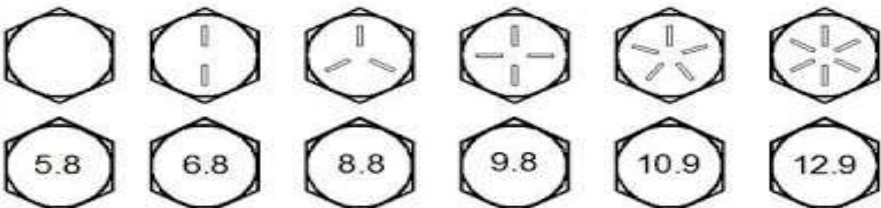
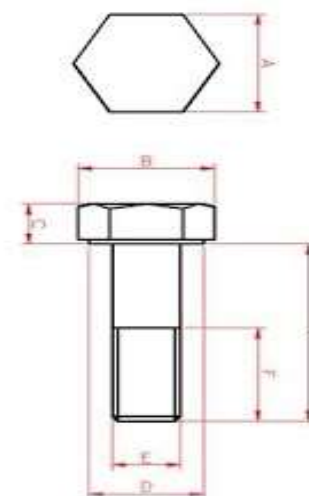
SAE J 429	DIN - ISO 898-1	ASTM
Grau 1	4,6	A 307 Grau A
Grau 2	5,8	A 394 Tipo 0 A 307 Grau B
Grau 5	8,8	A 449 - A 394 Tipo 1 A 325 - Tipo 1
Grau 8	10,9	A 354 Grau B D A 490 - Tipo 1 e 2
.....	12,9	A 574

Análise (Classe de Resistência) Parafuso Sextavado

Parafuso Sextavado M16 x 80 - 9.8 (DIN 898-1)

Resistência a tração = $9 \cdot 100 \text{ N/mm}^2 = 900 \text{ N/mm}^2$
 Limite de elasticidade = $9 \cdot 8 \cdot 10 \text{ N/mm}^2 = 720 \text{ N/mm}^2$

5.8 s/m - 6.8 II - 8.8 III - 9.8 IIII - 10.9 IIIII - 12.9 IIIIII

Nº	Propriedades		Classe de resistência										
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 (1)	8.8 (2)	9.8 (3)	10.9	12.9
5.1	Resistência à tração N/mm ² (4)	V. nom	300	400	400	500	500	600	800	800	900	1000	1200
5.2		Min	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
5.3	Dureza Vickers, HV, F > 98 N	Min	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
		Max	250	250	250	250	250	250	320	335	360	380	435
5.4	Dureza Brinell, HB, F = 30 D 2	Min	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
		Max	238	238	238	238	238	238	304	318	342	361	414
5.5	Dureza Rockwell, HR	HRB Min	52	67	71	79	82	89	-	-	-	-	-
		HRC	-	-	-	-	-	-	22	23	28	32	39
		HRB Mac	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	-	-	-	-	-
		HRC	-	-	-	-	-	-	32	34	37	39	44
5.6	Dureza Superficial HV 0,3	Max	-	-	-	-	-	-	6)				
5.7	Tensão de cedência inferior Rel. N/mm ² (7)	V. nom	180	240	320	300	400	480	-	-	-	-	-
		Min	190	240	340	300	420	480	-	-	-	-	-
5.8	Tensão limite convencional de proporcionalidade Rp 0,2 N/mm ²	V. nom	-	-	-	-	-	-	640	640	720	900	1080
		Min	-	-	-	-	-	-	640	660	720	940	1100
5.9	Tensão de ensaio (Sp)	Sp/Rel ou Sp/Rp 0,2	0.94	0.94	0.91	0.93	0.9	0.92	0.91	0.91	0.9	0.88	0.88
		N/mm ²	180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
5.10	Alongamento após ruptura (A)	Min											
5.11	Resistência sob carga oblíqua	Os valores de tração sob carga oblíqua deverão coincidir para os parafusos completos, com as resistências mínima de tração indicadas no parágrafo 1											
5.12	Resiliência (J)	Min	-	-	-	25	-	-	30	30	25	20	15
5.13	Tenacidade ao choque na cabeça	Nenhuma ruptura											
5.14	Altura mínima da zona de rosca não descaburada (E)		-	-	-	-	-	-	1/2 H1			2/3 H1	3/4 H1
	Profundidade máxima de descaburação (G) mm		-	-	-	-	-	-	0.015				

Sistemas de Travamento

- PRINCÍPIOS:
- Aumentar atrito entre os filetes
- Travamento Mecânico
- Travamento químico - adesivos

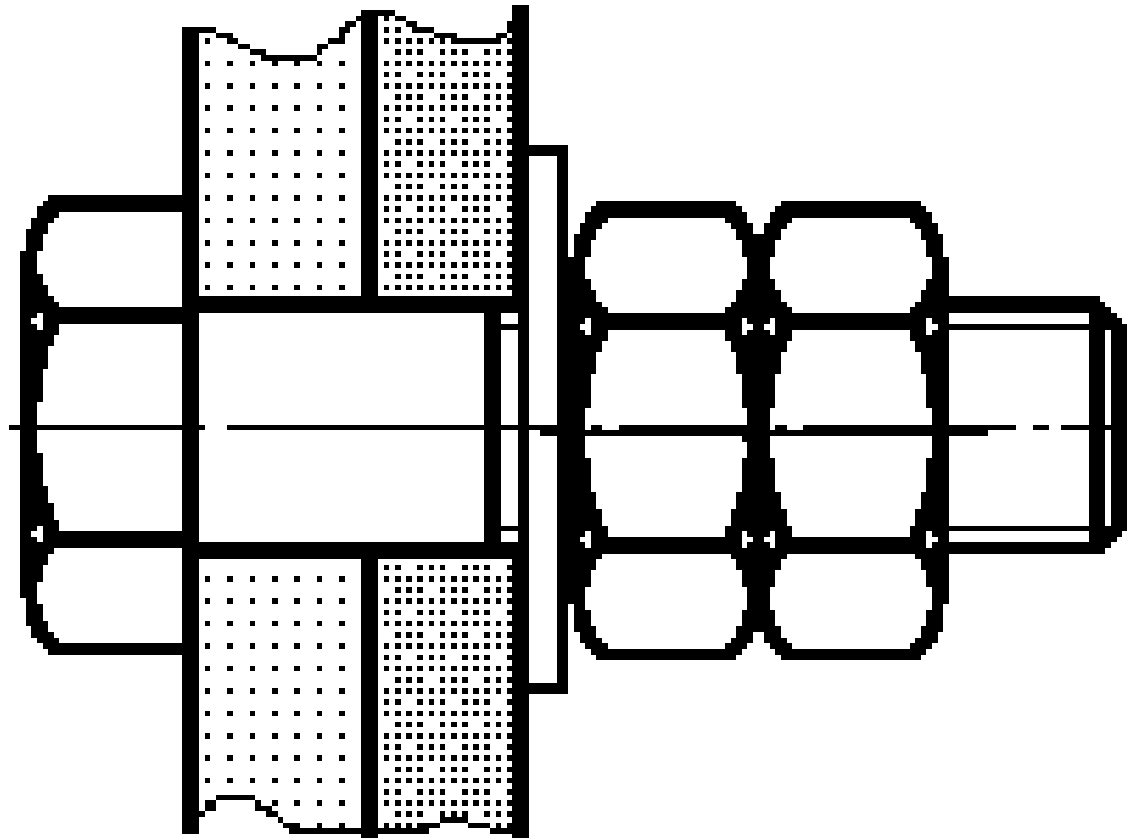
Sistemas de Travamento

ATRITO:

- PORCA/CONTRA-PORCA
- ARRUELAS
- INSERTO PLÁSTICOS

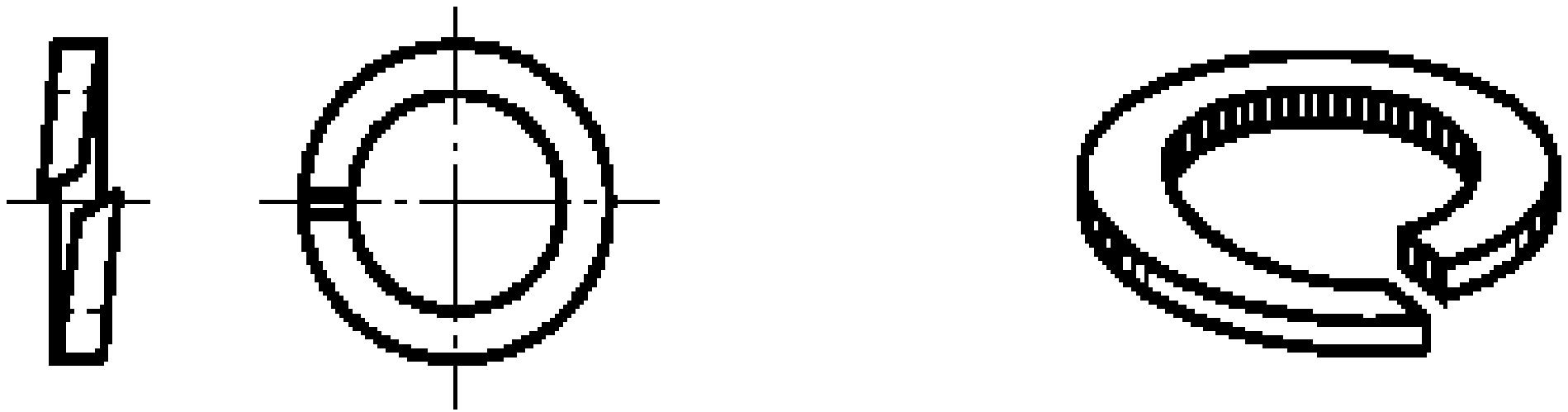
Sistemas de Travamento

Atrito – Contra-porca



Sistemas de Travamento

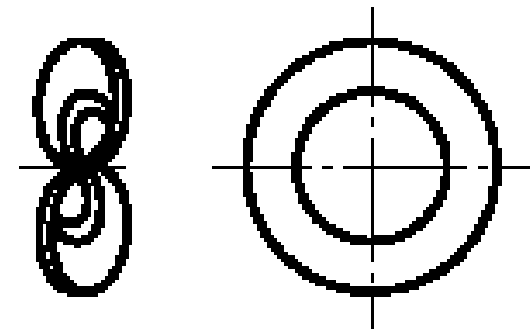
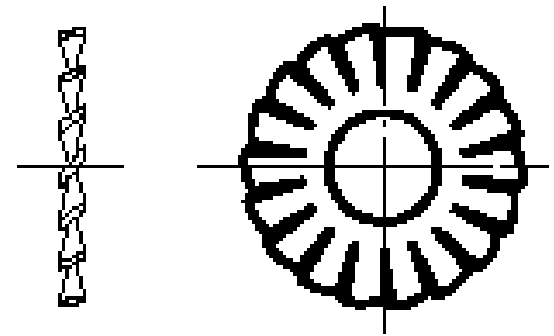
Atrito – Arruela-de-pressão



Sistemas de Travamento

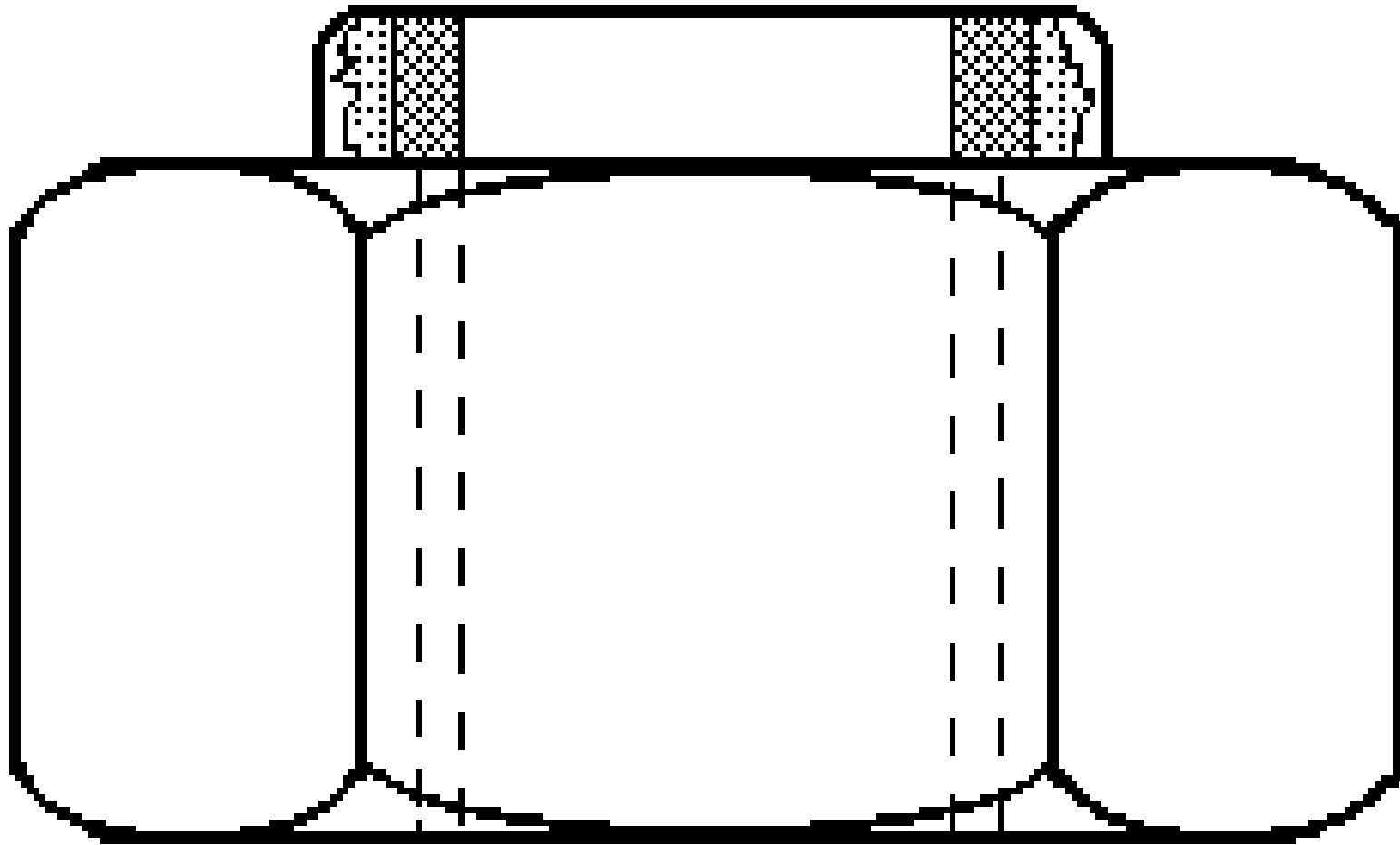
Atrito- Arruela Serrilhada

Mola Prato



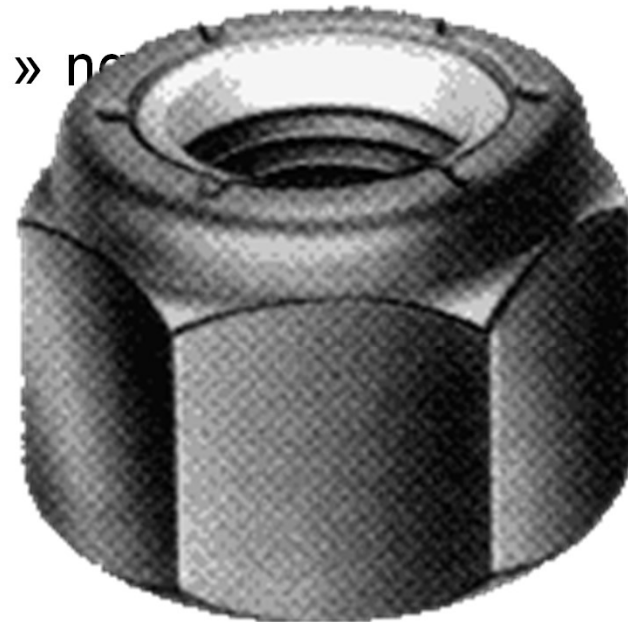
Sistemas de Travamento

Inserto plástico – “parlock”



Sistemas de Travamento

Inserto plástico – “parlock”





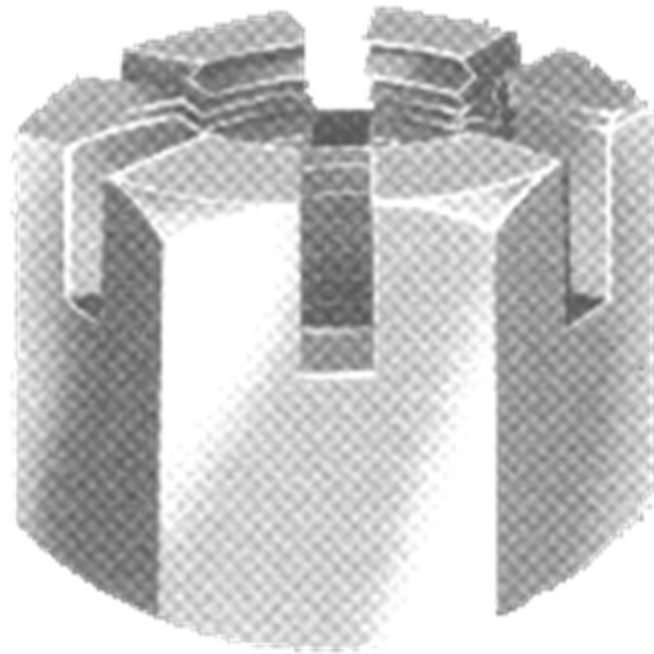
Sistemas de Travamento

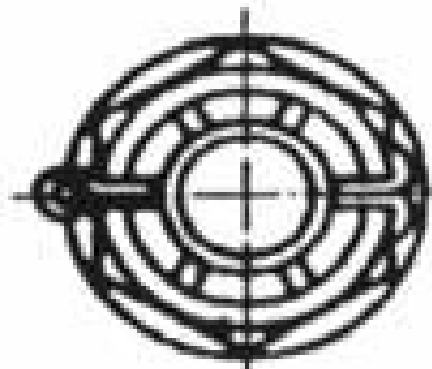
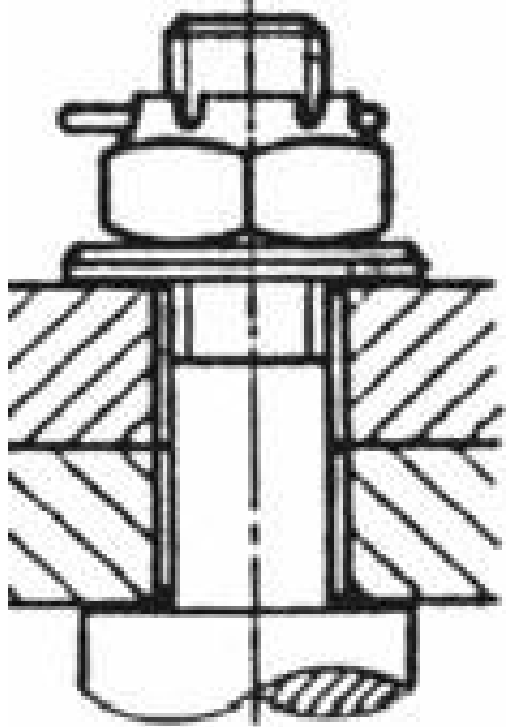
TRAVAMENTO MECÂNICO:

- PORCA - CASTELO + PINO/CUPILHA
- PORCA PERFURADA + PINO/CUPILHA\
- ARRUELA DEFORMÁVEL

Sistemas de Travamento

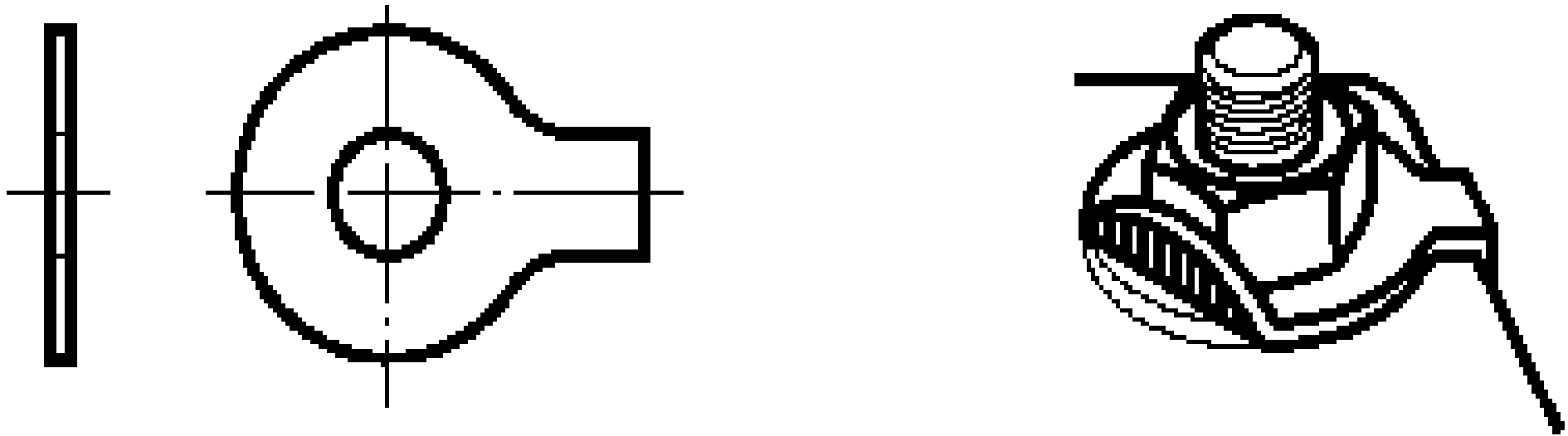
Porca - Castelo





Sistemas de Travamento

Arruela Deformável

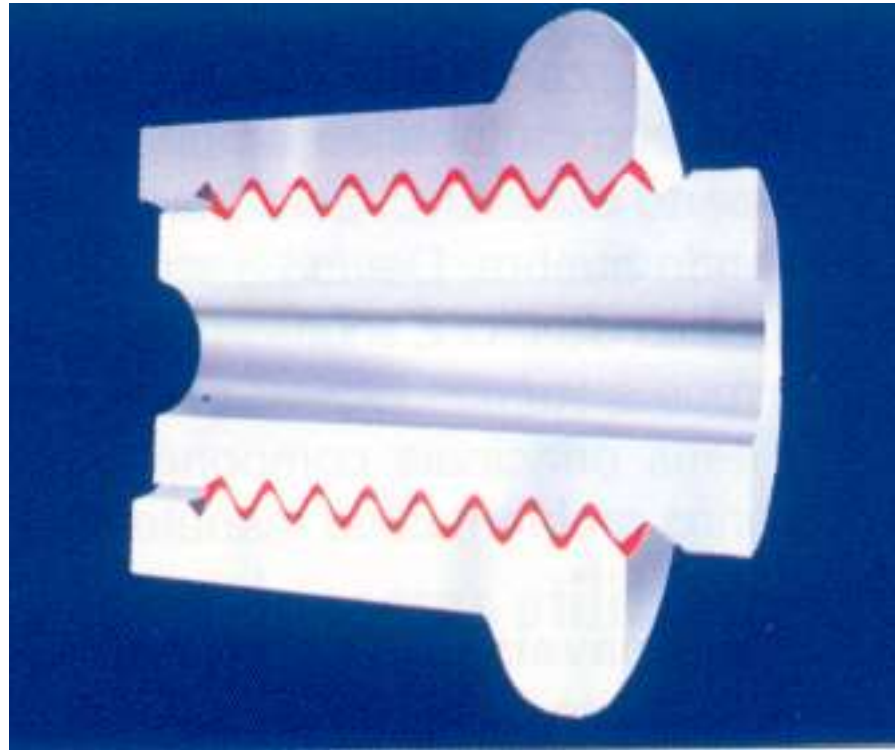


Sistemas de Travamento

TRAVAMENTO QUÍMICO:

- **ADESIVOS ESPECÍFICOS**

Sistemas de Travamento Adesivos



Porcas



ANÁLISE COMPARATIVA

DESvantagens:

- enfraquecimento das peças - furação
- custo dos elementos rosqueados
- custo do processo de furação/rosqueamento/aperto
- concentração de tensões no fundo dos filetes de rosca
- susceptível à vibrações

ANÁLISE COMPARATIVA

VANTAGENS:

- totalmente desmontável
- ajuste de folgas
- ajuste das cargas (aperto) entre as peças
- aplicação imediata da carga
- ausência de tensões internas residuais
- ausência de deformações residuais

