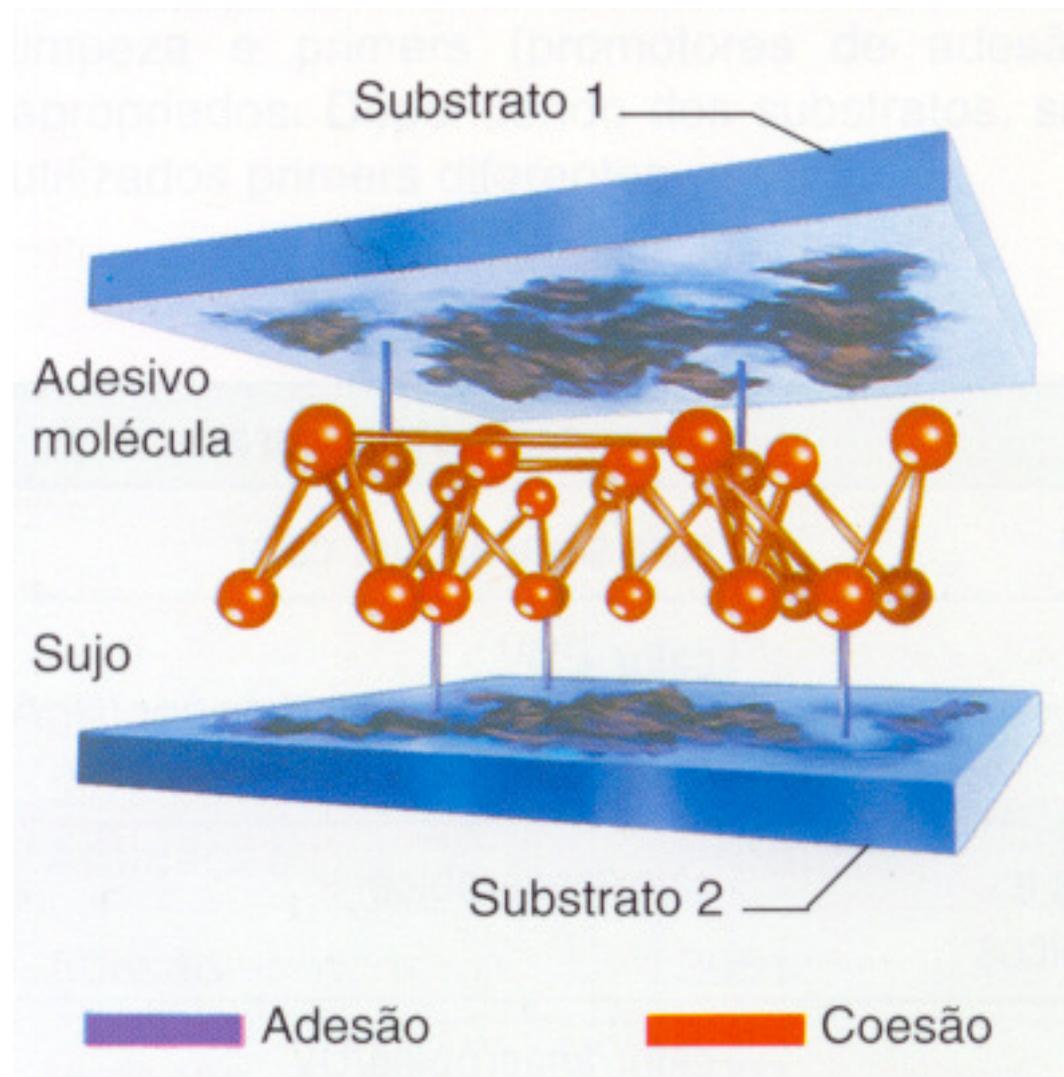


**PMR 3103**

**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**





## Colagem de coletor de motor de combustão interna

[https://inovacola.com.br/pdf/delo\\_structural\\_bonding\\_pt\\_03\\_2017.pdf](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](http://www.tecnologiademateriais.com.br/mt/2012/cobertura_paineis/ferroviario/apresentacoes/Mas terpol_ferroviario.pdf)

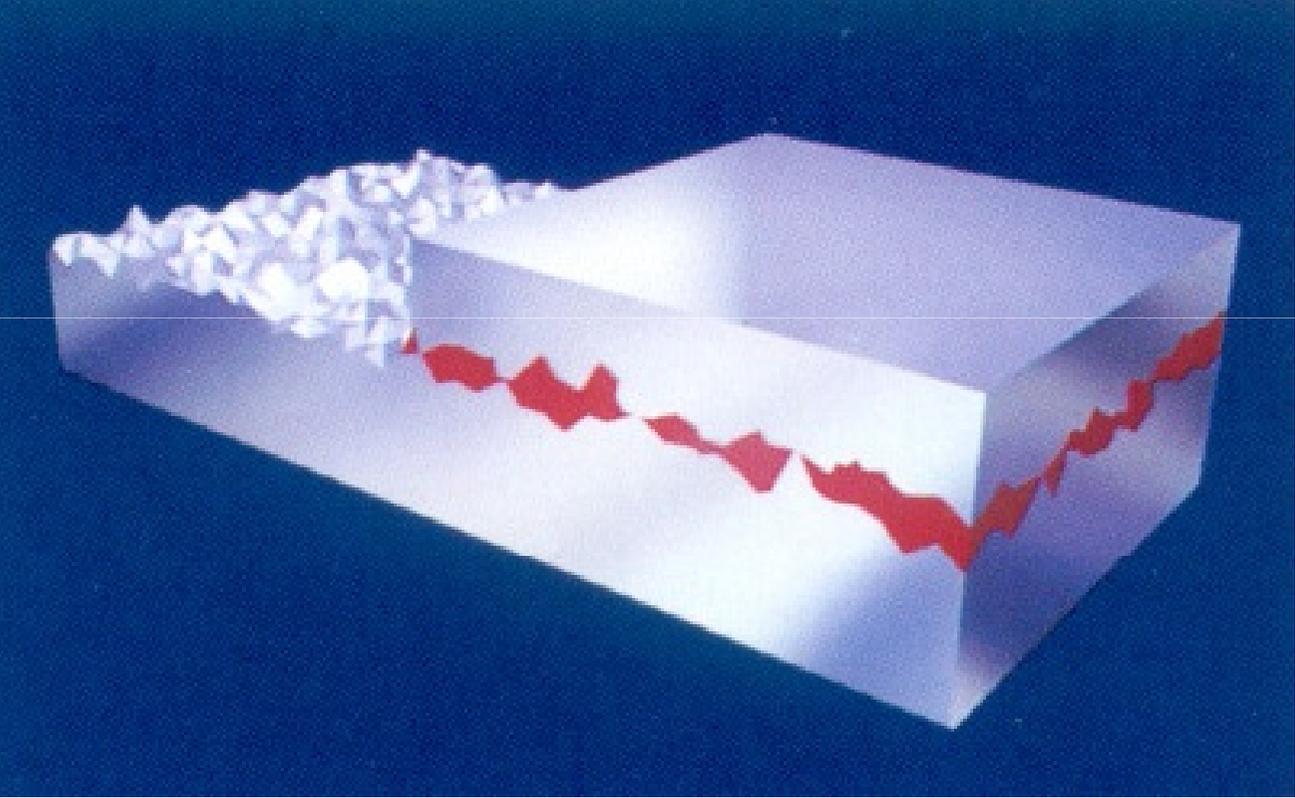
## 2. OS PROCESSOS DE CURA

- Reações de polimerização – passagem do estado líquido ao “sólido”
- Reação Anaeróbica – privação do O<sub>2</sub>
- Luz UV -
- Reação aniônica – Cianoacrilatos – superfícies levemente alcalinas + umidade

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

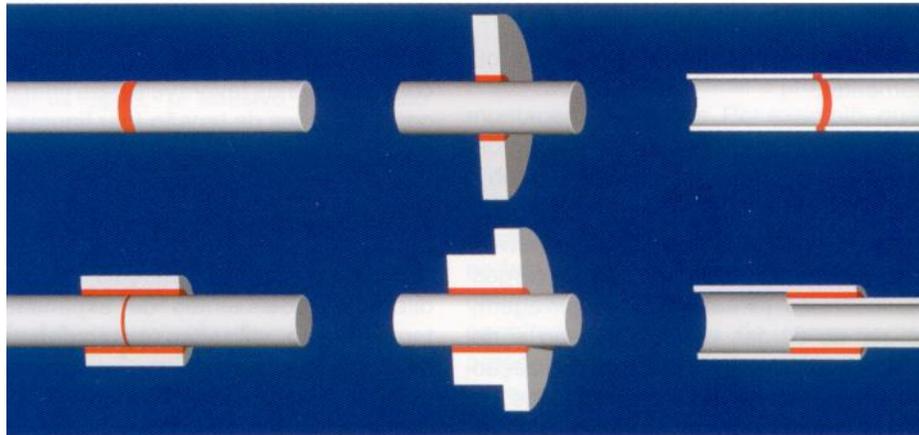
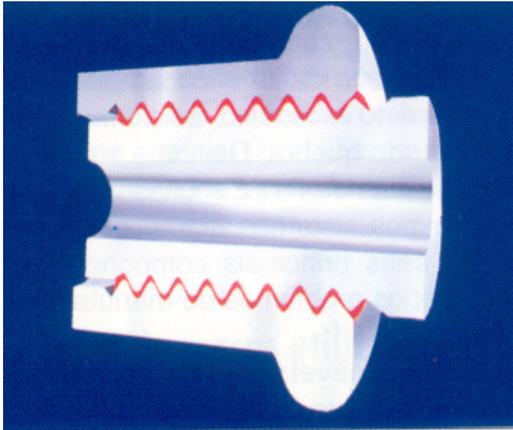
# 3. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE

- 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  $\mu\text{m}$



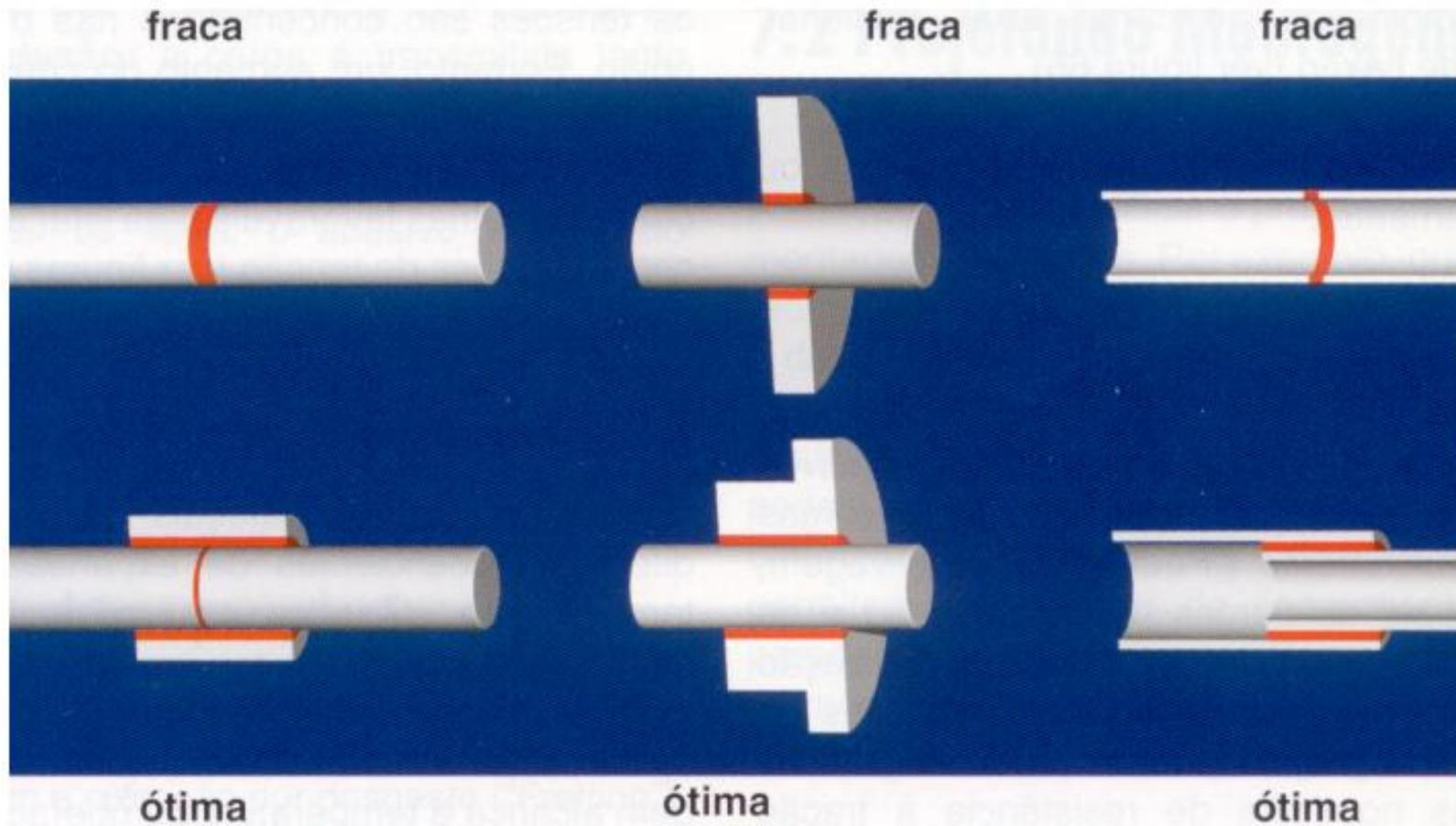
# 4. APLICAÇÕES

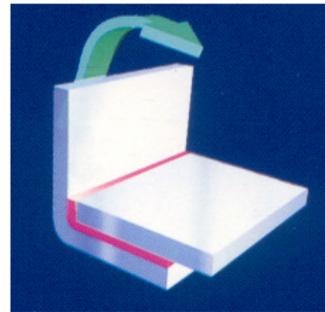
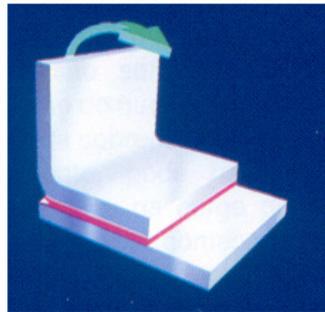
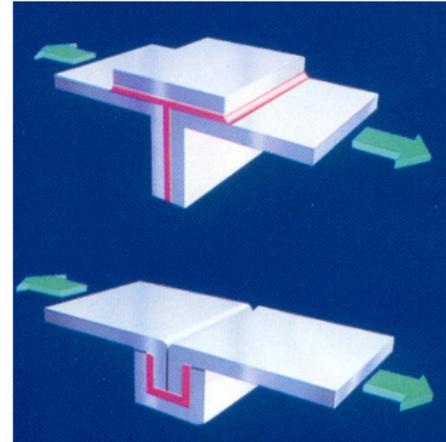
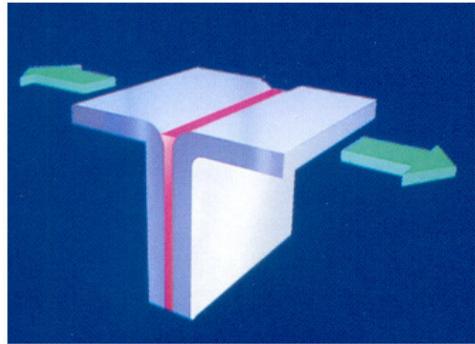
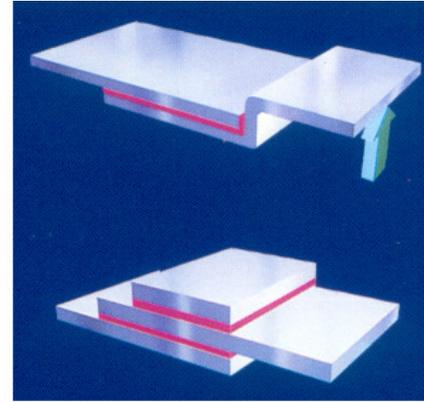
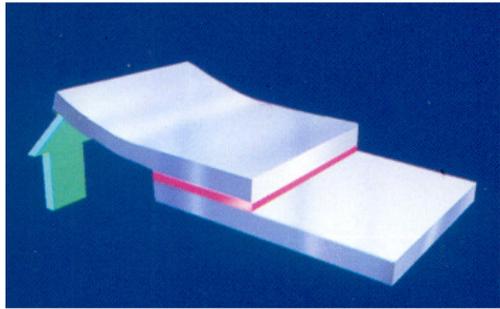
- Vedação
- Travamento de Elementos Rosqueados
- União de peças



# 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



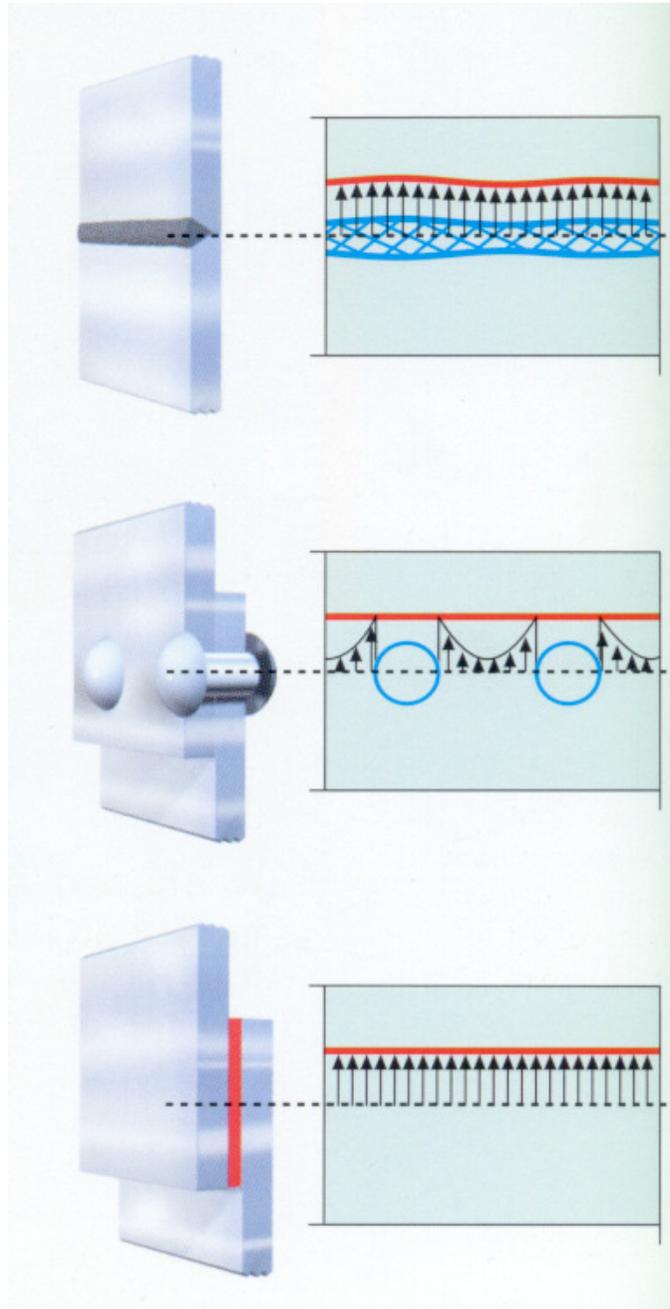


# Resistência Mecânica – Cisalhamento – Aço x Aço

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

# 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

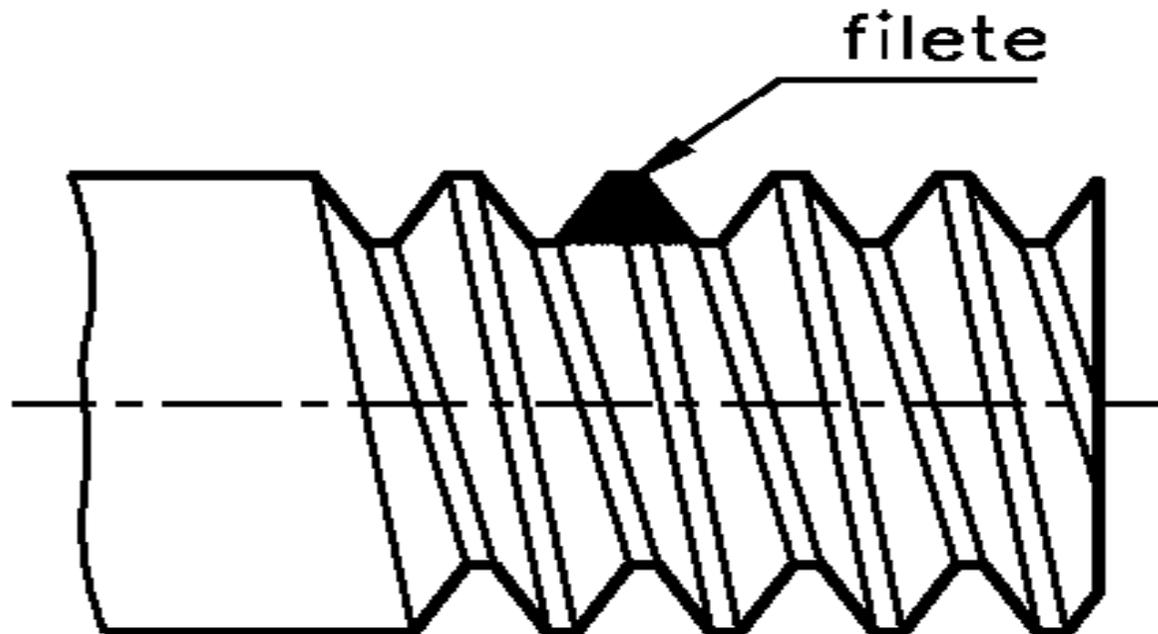
# PMR3103

## 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.



# Uniões Rosqueadas





# Cauda Airbus A380



# Acidente DC10 1979



DC-10 American Airlines, Chicago 1979



737 United Airlines, Colorado Springs 1991

# Cabeços de amarração



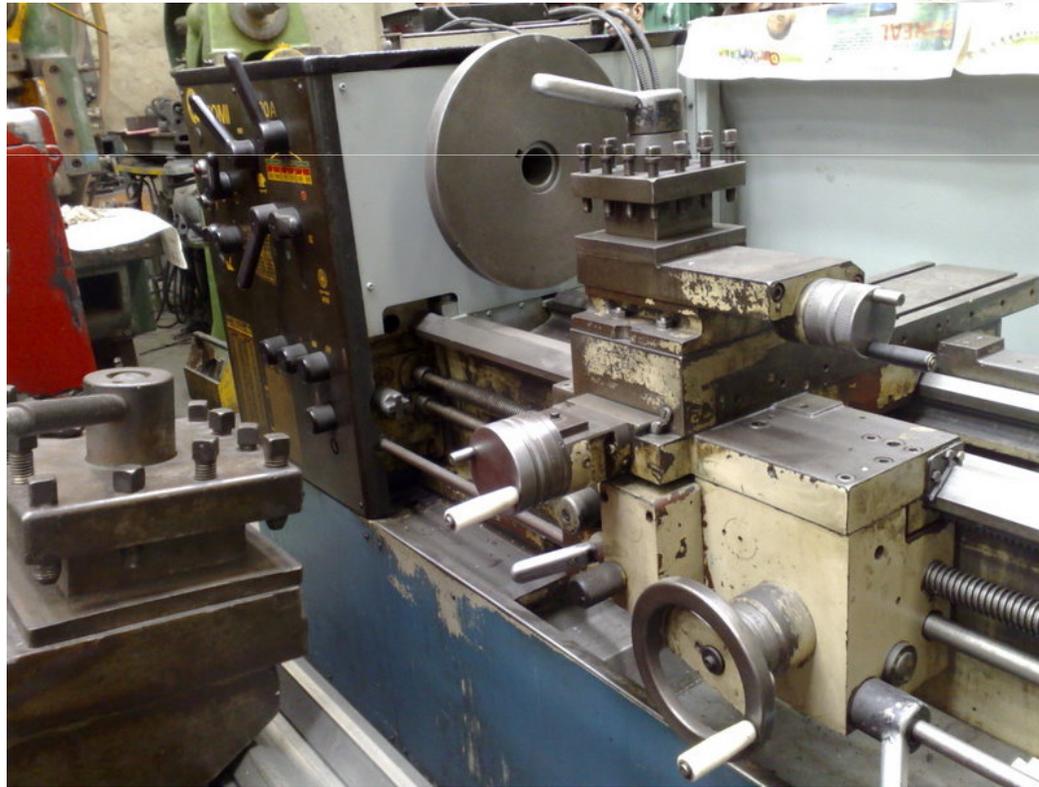


# Tubulações de Convés



## 2. Tipos de Roscas

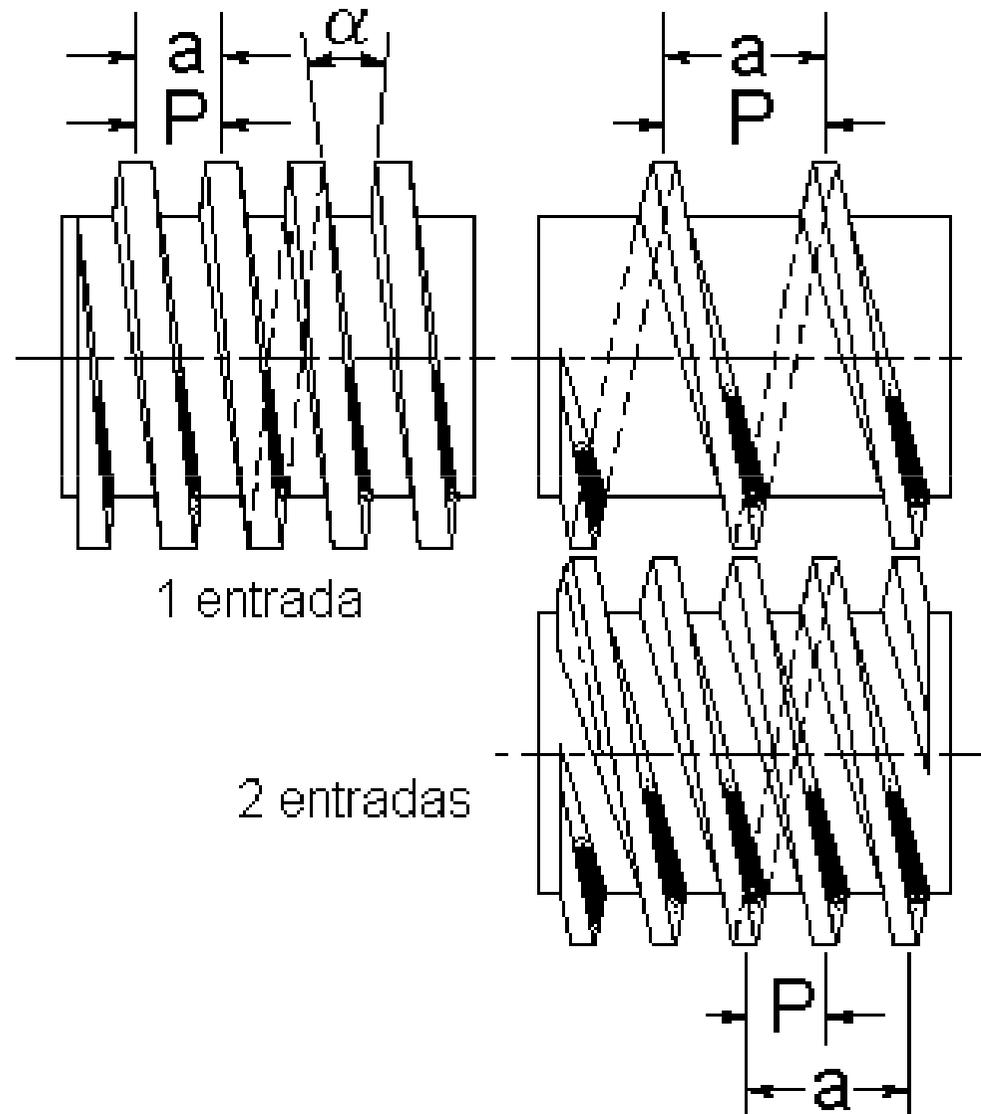
TIPOS DE ROSCAS (PERFIS) PERFIL DE FILETE	APLICAÇÃO
 <p>triangular</p>	<p>Parafusos e porcas de fixação na união de peças. Ex.: Fixação da roda do carro.</p>
 <p>trapezoidal</p>	<p>Parafusos que transmitem movimento suave e uniforme. Ex.: Fusos de máquinas.</p>
 <p>redondo</p>	<p>Parafusos de grandes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



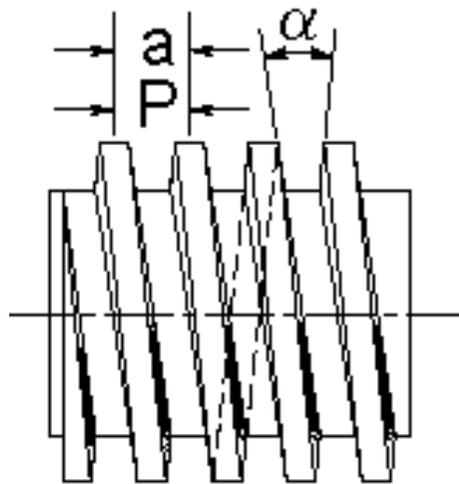
### 3. Nomenclatura

- **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.

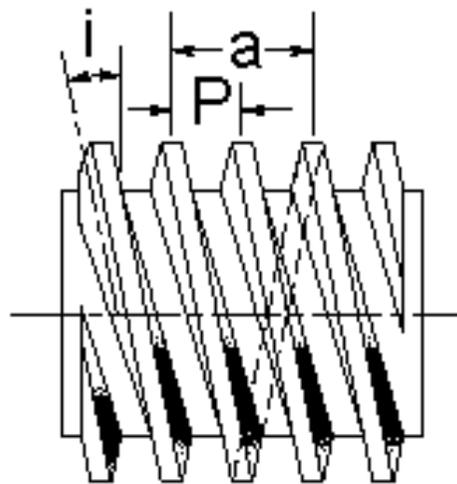
### 3. Nomenclatura



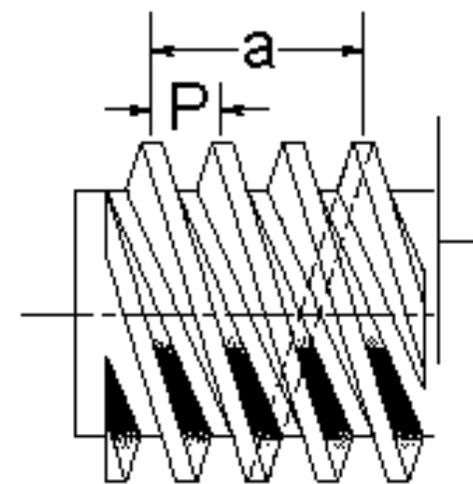
### 3. Nomenclatura



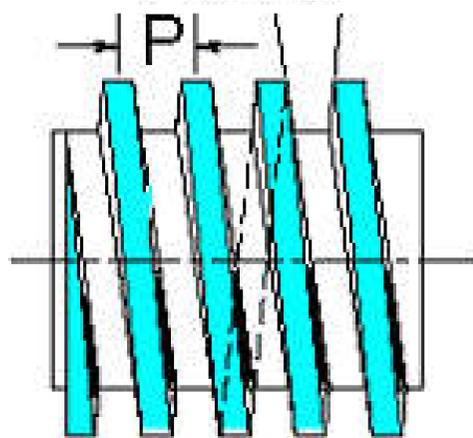
1 entrada



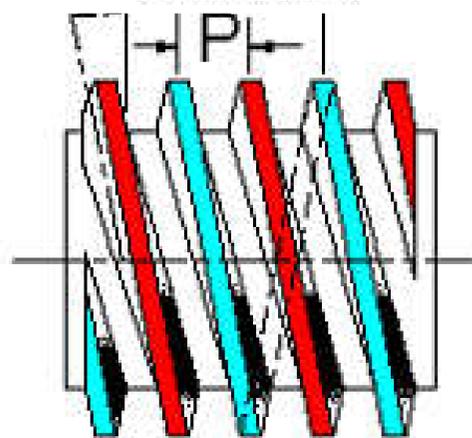
2 entradas



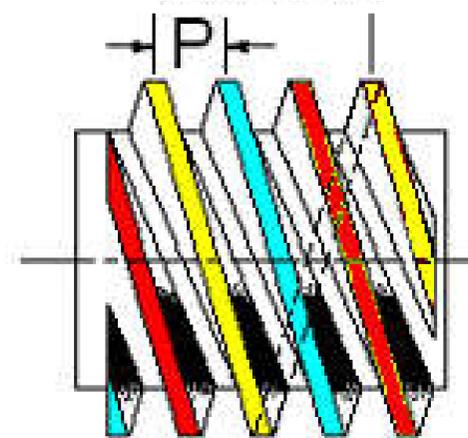
3 entradas



1 entrada

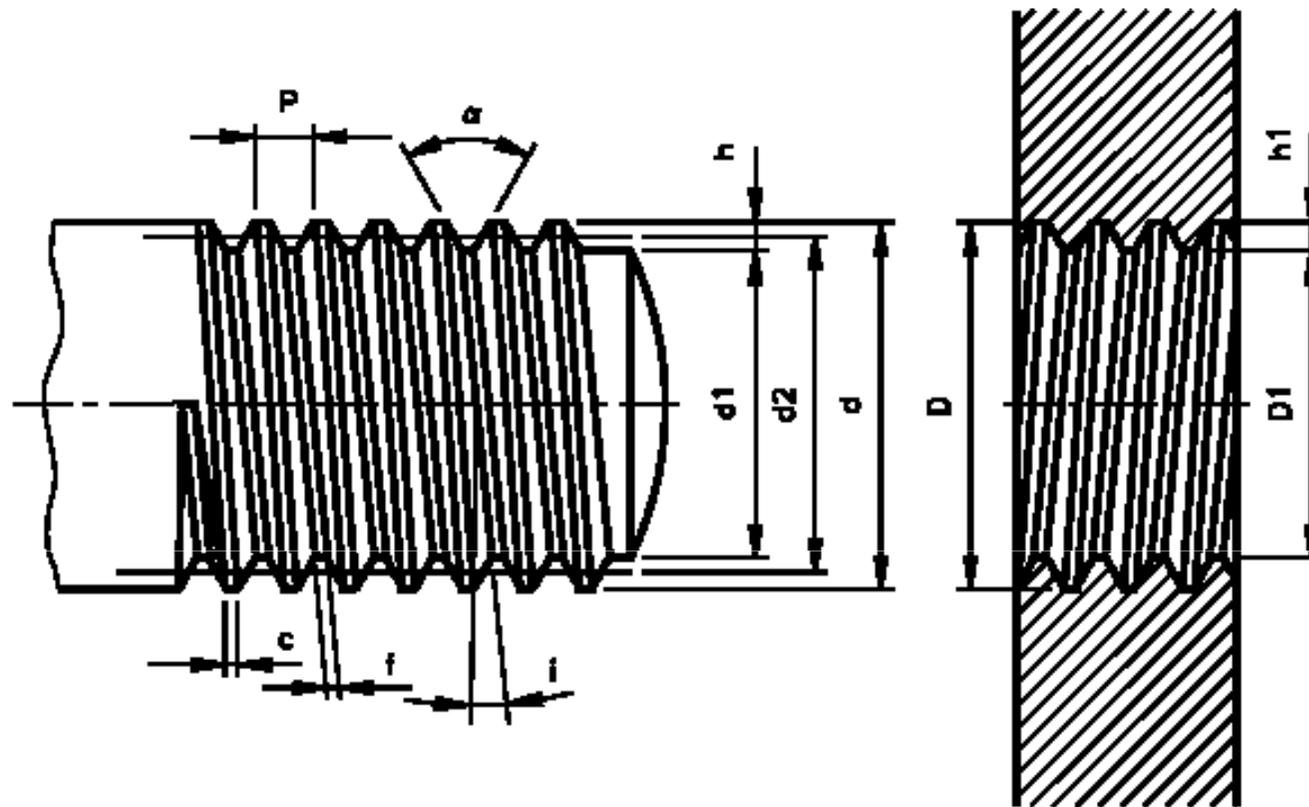


2 entradas



3 entradas

### 3. Nomenclatura



$P$  = passo (em mm)

$d$  = diâmetro externo

$d_1$  = diâmetro interno

$d_2$  = diâmetro do flanco

$\alpha$  = 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.

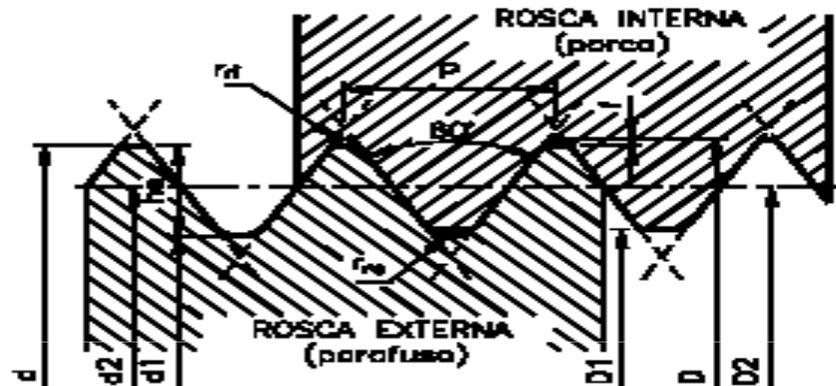
As roscas podem ser *direita* ou *esquerda*, sendo esta caracterização definida pelo sentido de rotação da rosca que causa um afastamento da mesma de um observador fixo



# 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  
parca e a crista do filete do  
parafuso:

$$f = 0,045P.$$

Rosca Whitworth normal - BSW e rosca Whitworth fina - BSF

Fórmulas:

$$a = 55^\circ$$

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

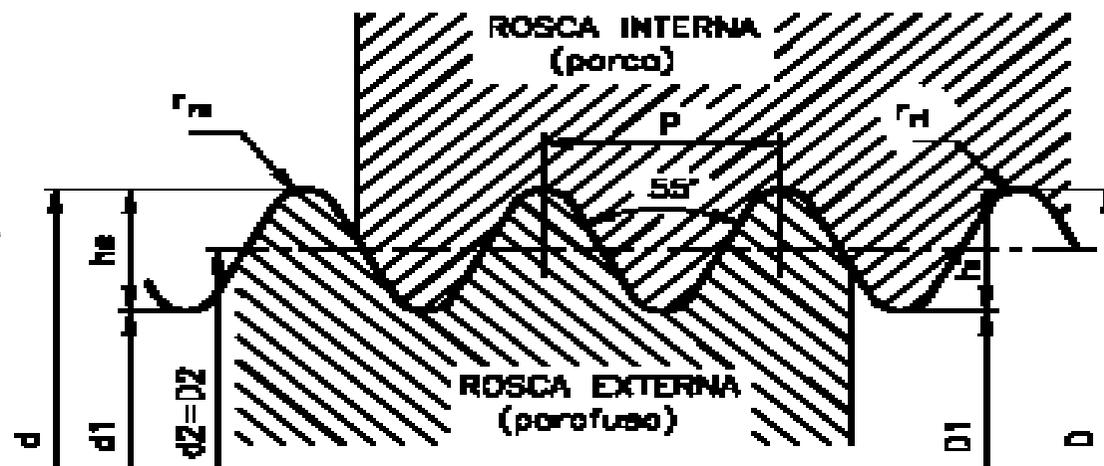
$$h_i = h_e = 0,6403P$$

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

$$d = D$$

$$d_1 = d - 2h_e$$

$$D_2 = d_2 = d - h_e$$



# 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 <sub>1</sub> (mm)	h <sub>e</sub> (mm)	r <sub>re</sub> (mm)	D (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	r <sub>ri</sub> (mm)	P (mm)	d <sub>2</sub> D <sub>2</sub> (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 <sub>1</sub> (mm)	h <sub>e</sub> (mm)	r <sub>re</sub> (mm)	D (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	r <sub>ri</sub> (mm)	P (mm)	d <sub>2</sub> D <sub>2</sub> (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 <sup>Rosqueados</sup>

**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

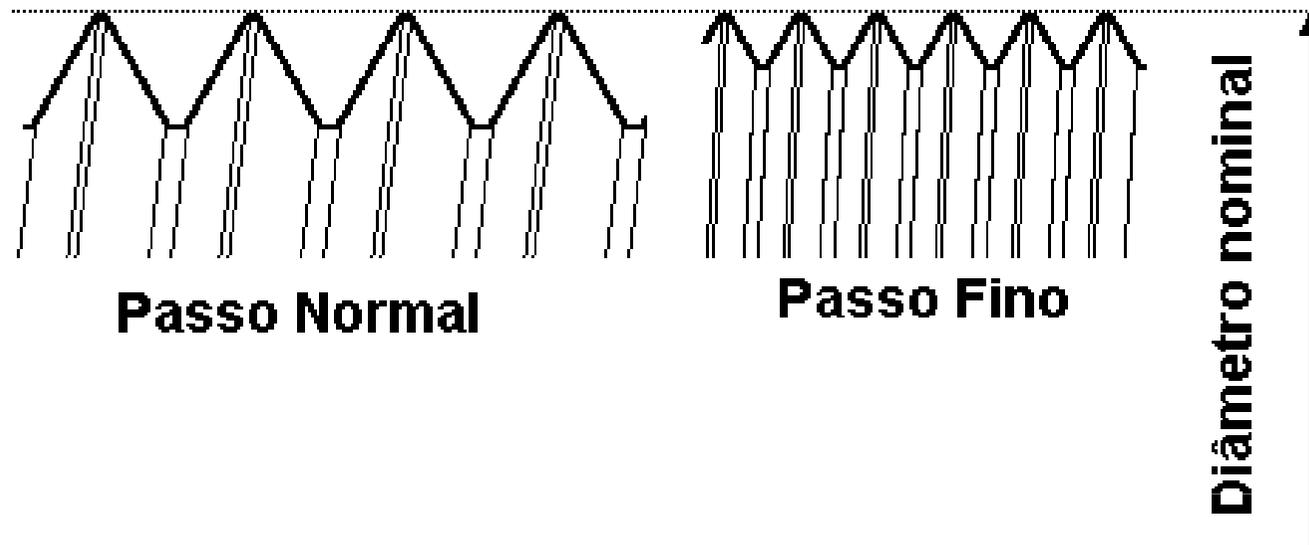
Indicação completa: **M10x0,75x70**

- 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

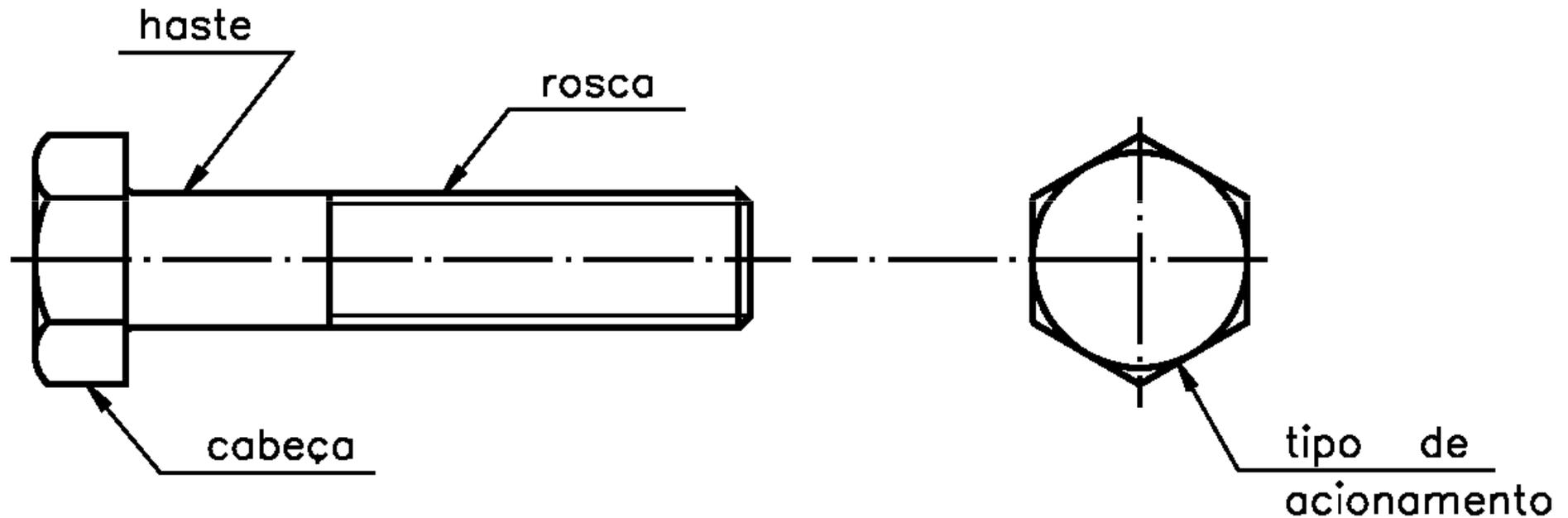


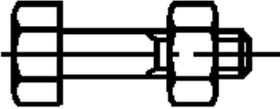
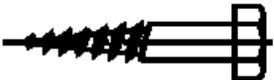
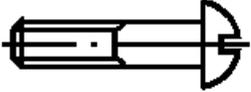
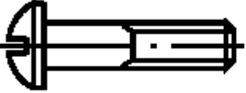
Aspectos Operacionais do Passo Fino:

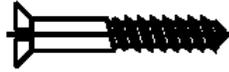
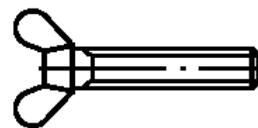
- Maior aperto entre as peças para o mesmo conjugado
- Menor avanço (mais voltas até o aperto)
- Menor ângulo de hélice
- Maior “precisão” no ajuste

## 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>		

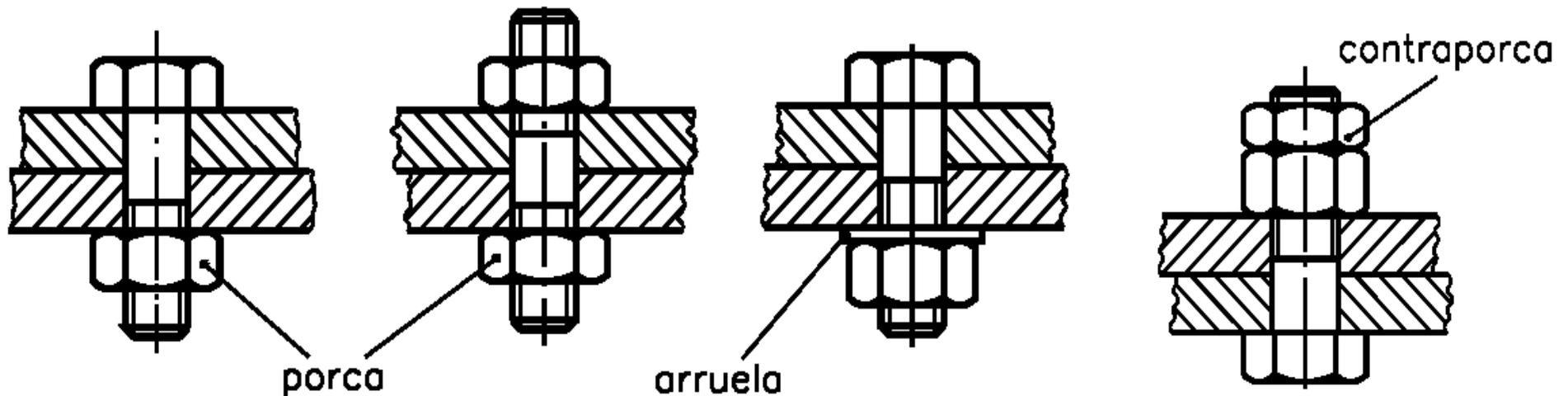
 <p>parafuso para madeira de cabeça escareada com fenda</p>		 <p>parafuso sem cabeça com rosca total e fenda</p>
 <p>parafuso tipo prego de cabeça escareada</p>		
 <p>parafuso de cabeça panela com fenda cruzada</p>		 <p>parafuso de cabeça escareada com fenda cruzada</p>
 <p>parafuso de cabeça redonda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

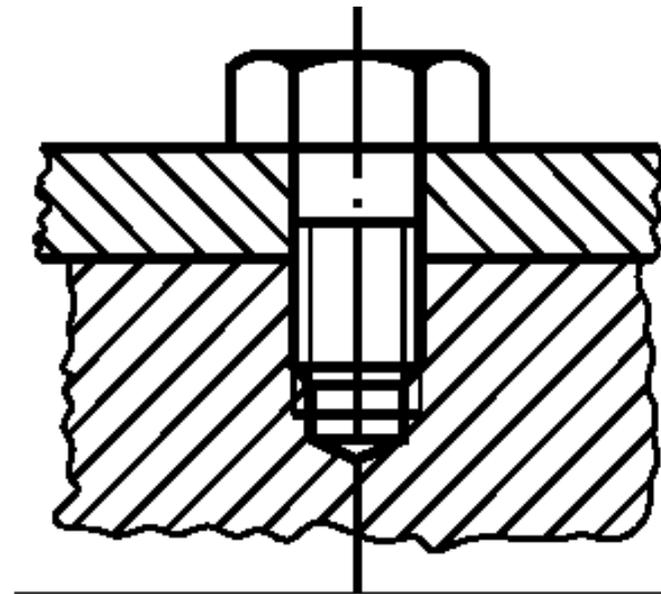
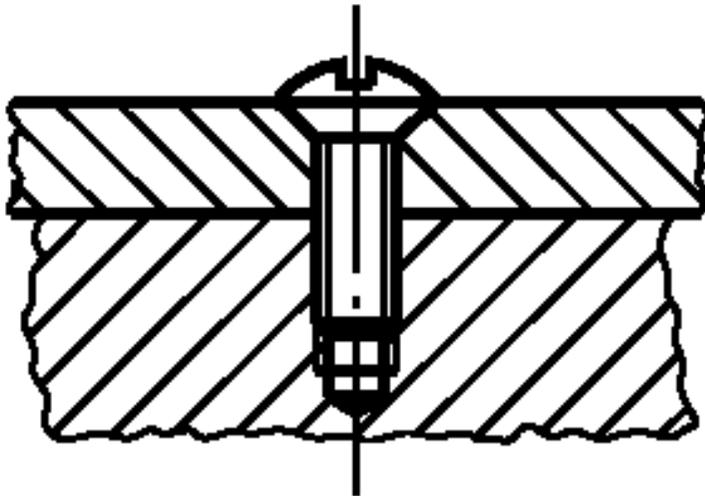
Atravessam de lado a lado as peças a serem unidas, passando livremente nos furos.

São utilizadas porcas e outros elementos na união.

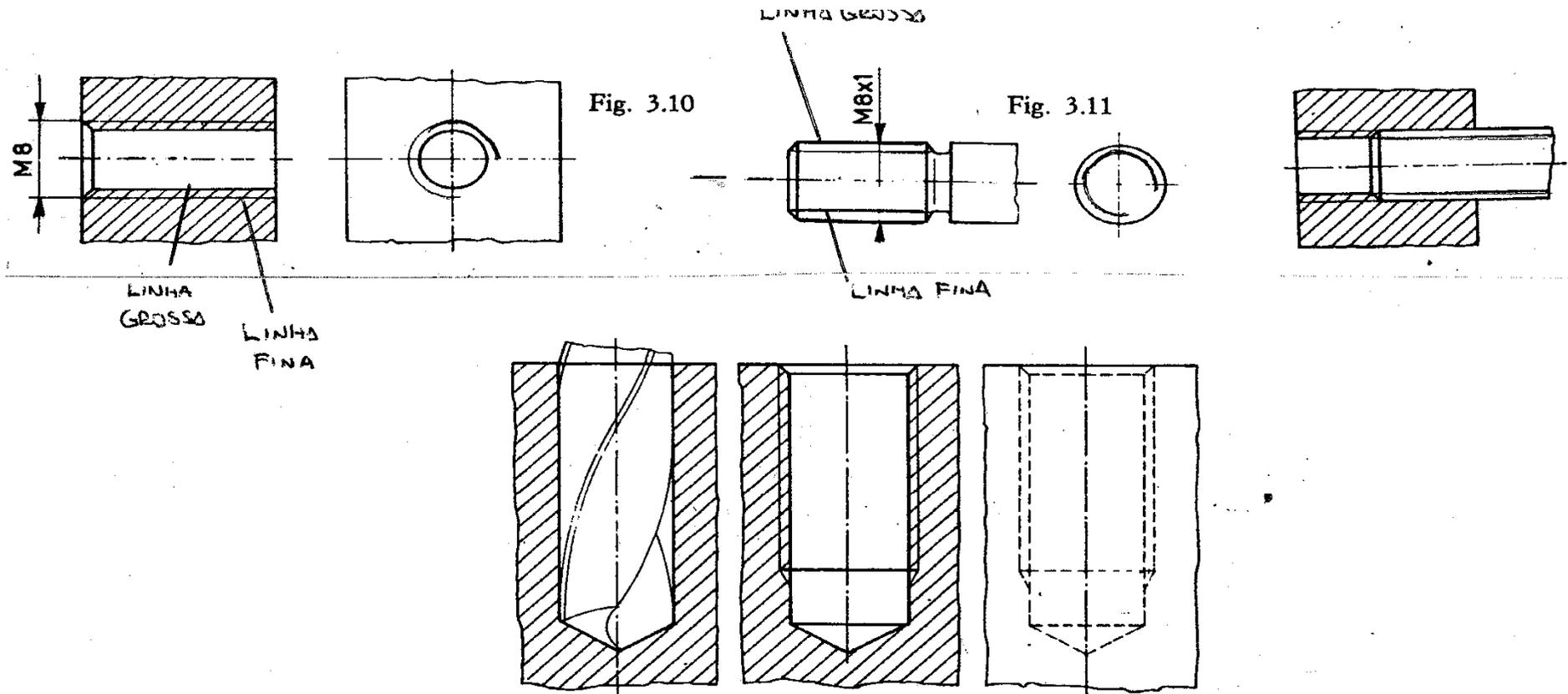


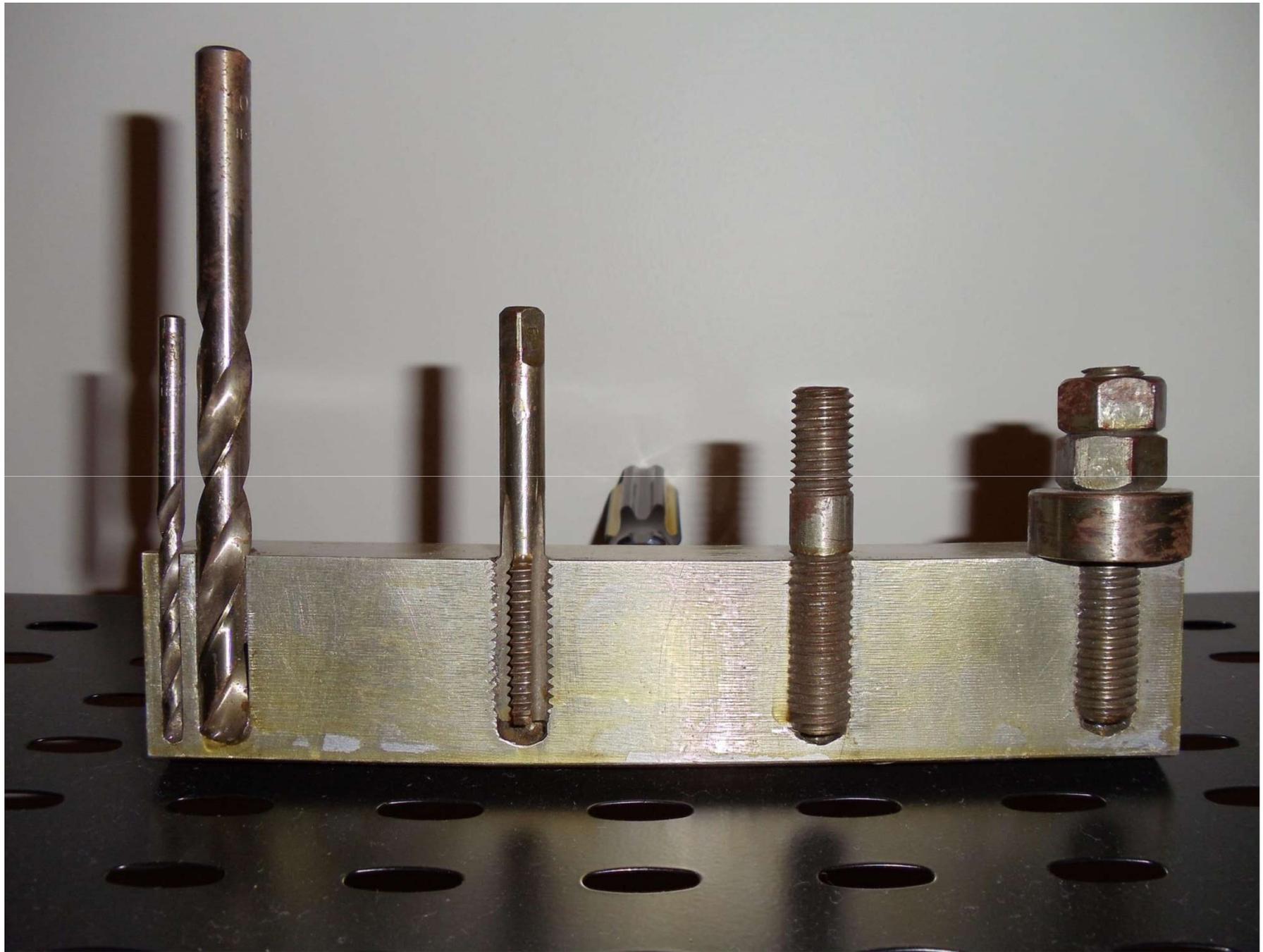
- Parafusos Não-Passantes

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)

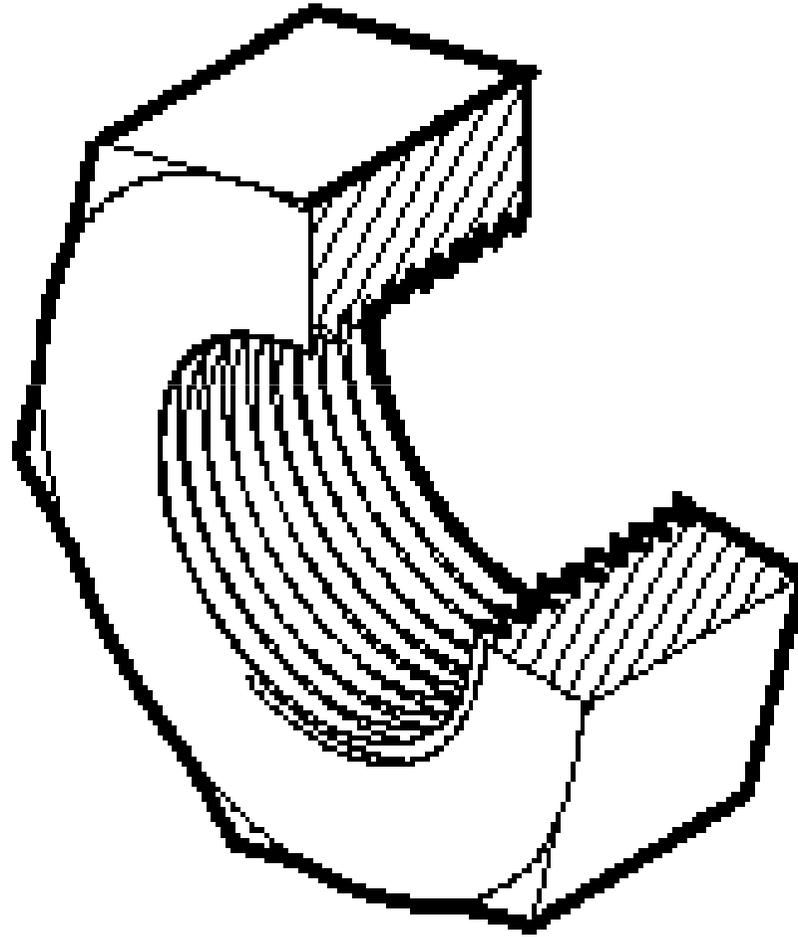




- Fabricação da Rosca – Machos e Cossinetes



# Porcas - Classificação



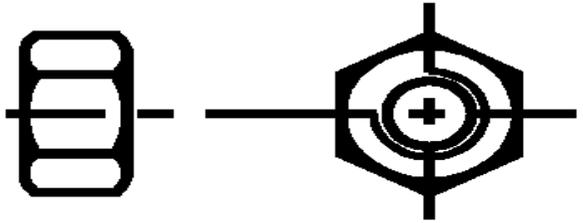
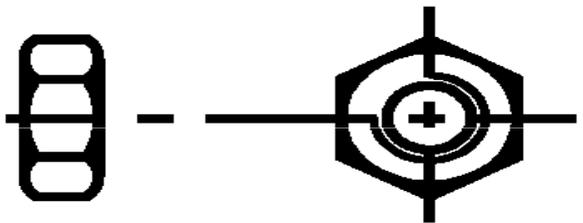
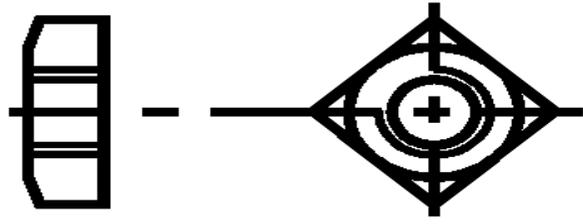
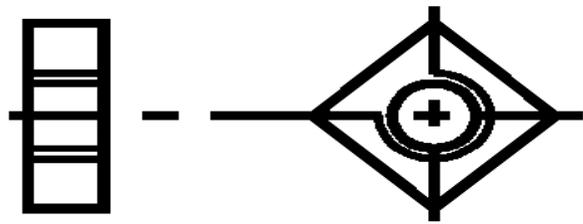
# Porcas



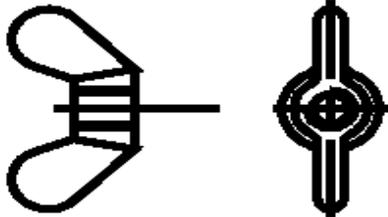
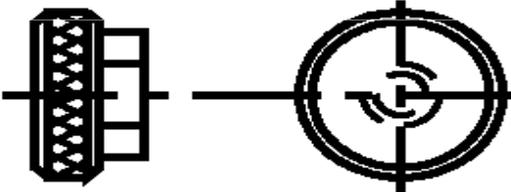
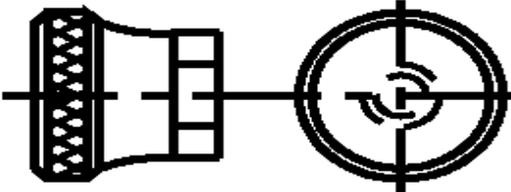
# Porcas - Classificação

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

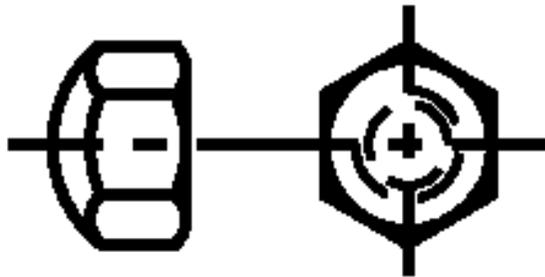
# Porcas - Classificação

	porca sextavada
	porca sextavada chata
	porca quadrada
	porca quadrada chata

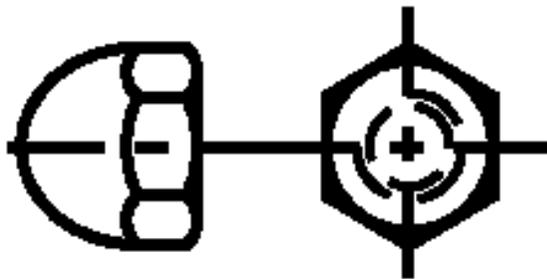
# Porcas - Classificação

	<p>porca borboleta</p>
	<p>porca recartilhada baixa</p>
	<p>porca recartilhada alta</p>

# Porcas - Classificação

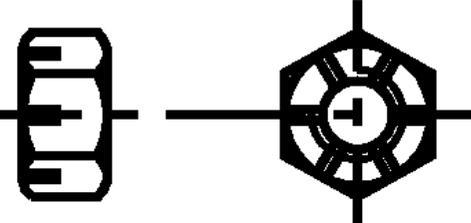
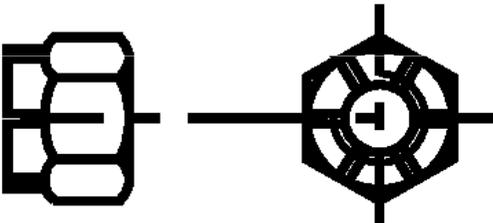
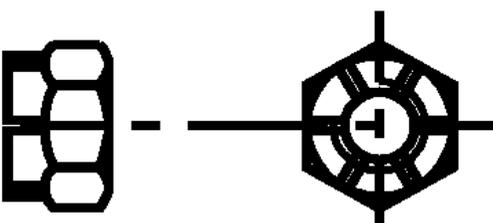


porca cega baixa



porca cega alta

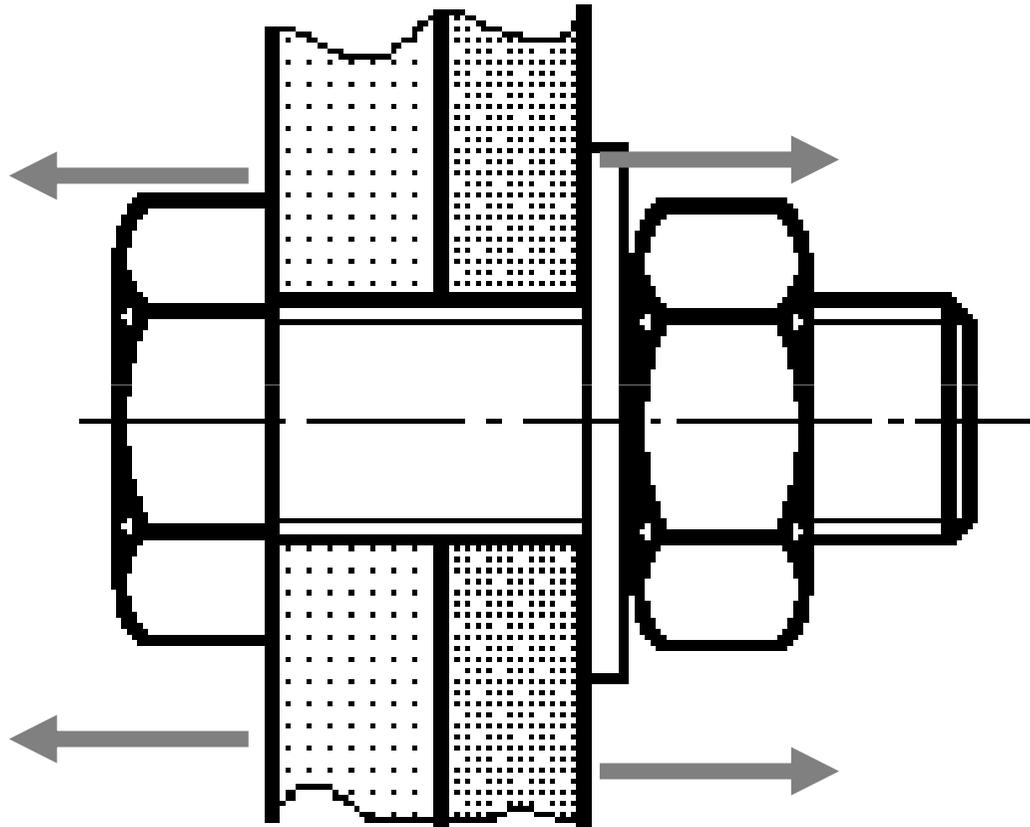
# Porcas - Classificação

 <p>The drawing shows a slotted hex nut. On the left is a perspective view of the nut with a central hole and a longitudinal slot. On the right is a top-down view of the hexagonal nut with a central hole and a longitudinal slot, with a horizontal centerline passing through the hole.</p>	<p>porca sextavada com fendas</p>
 <p>The drawing shows a castle nut. On the left is a perspective view of the nut with a central hole and a longitudinal slot. On the right is a top-down view of the hexagonal nut with a central hole and a longitudinal slot, with a horizontal centerline passing through the hole.</p>	<p>porca castelo</p>
 <p>The drawing shows a flat castle nut. On the left is a perspective view of the nut with a central hole and a longitudinal slot. On the right is a top-down view of the hexagonal nut with a central hole and a longitudinal slot, with a horizontal centerline passing through the hole.</p>	<p>porca castelo chata</p>

# Cargas Preferenciais

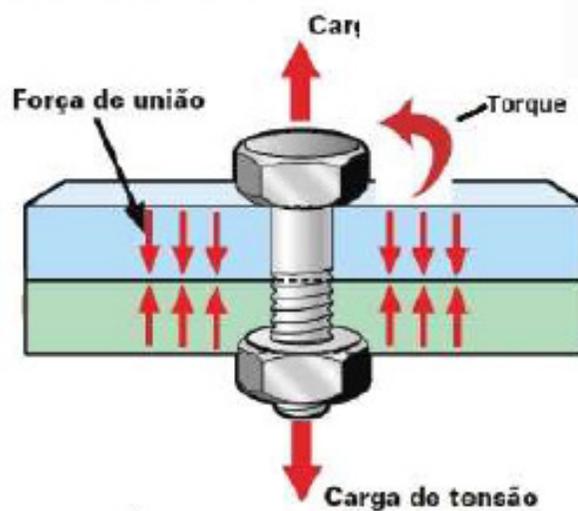
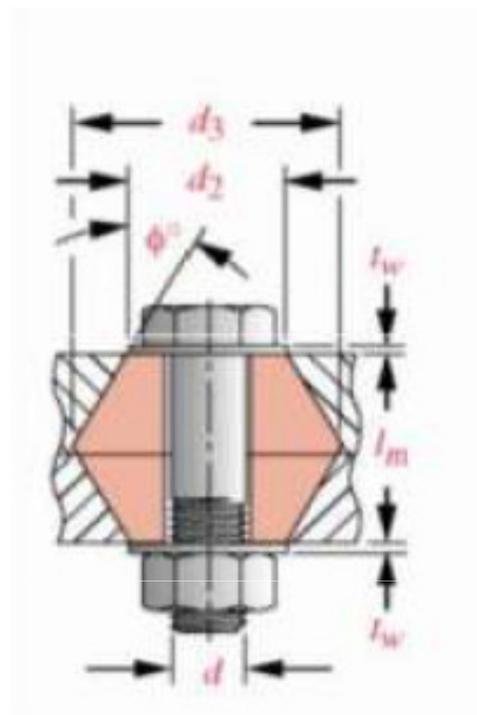
- **TRAÇÃO** LONGITUDINAL
- **CISALHAMENTO** - Apenas em parafusos com corpo liso

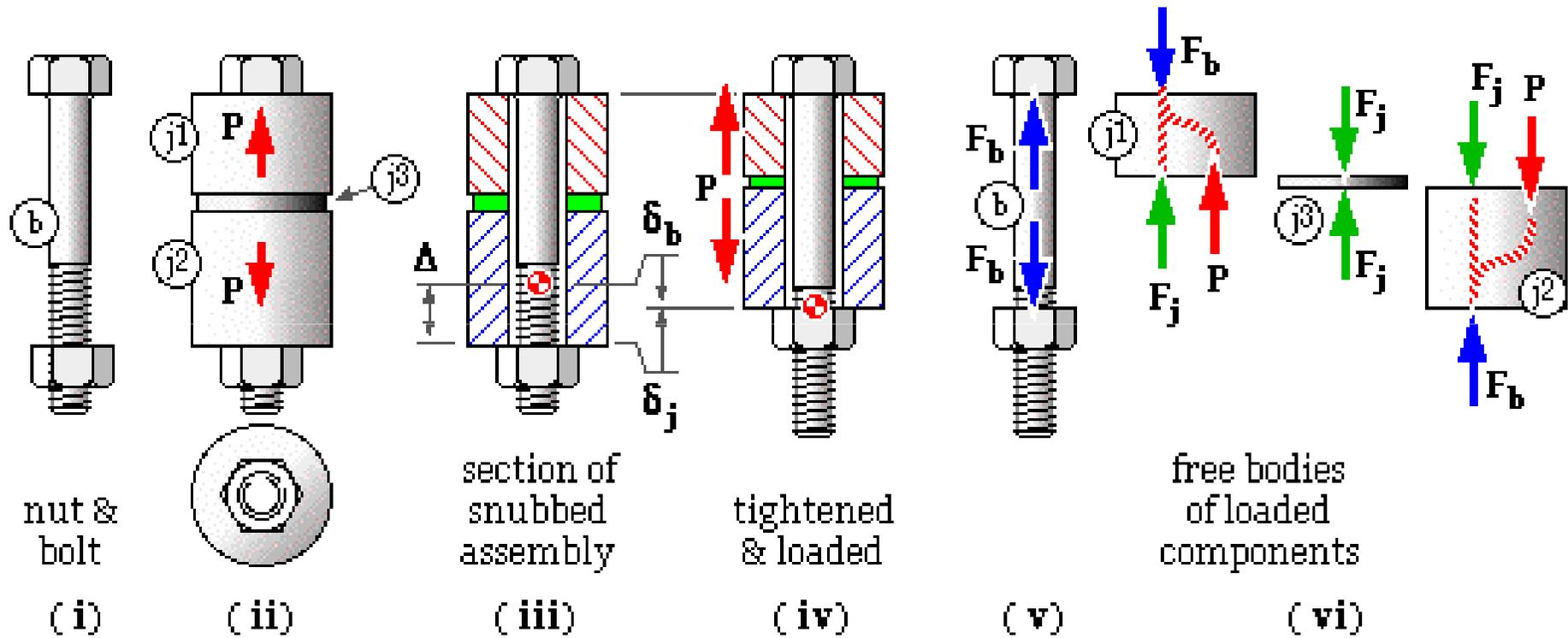
# Cargas Preferenciais - Tração





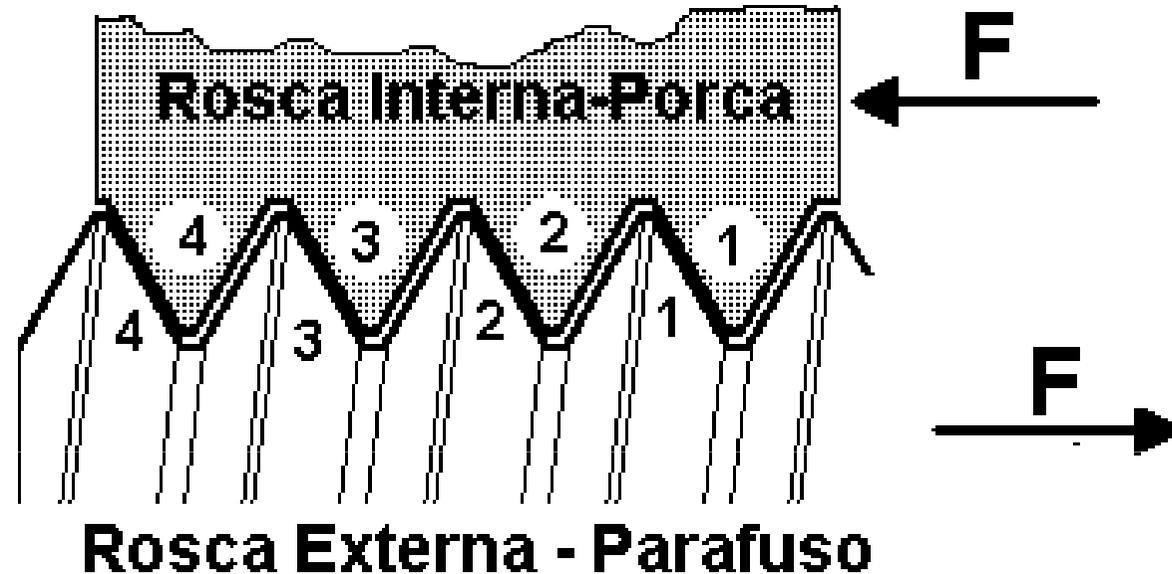
Torquímetro



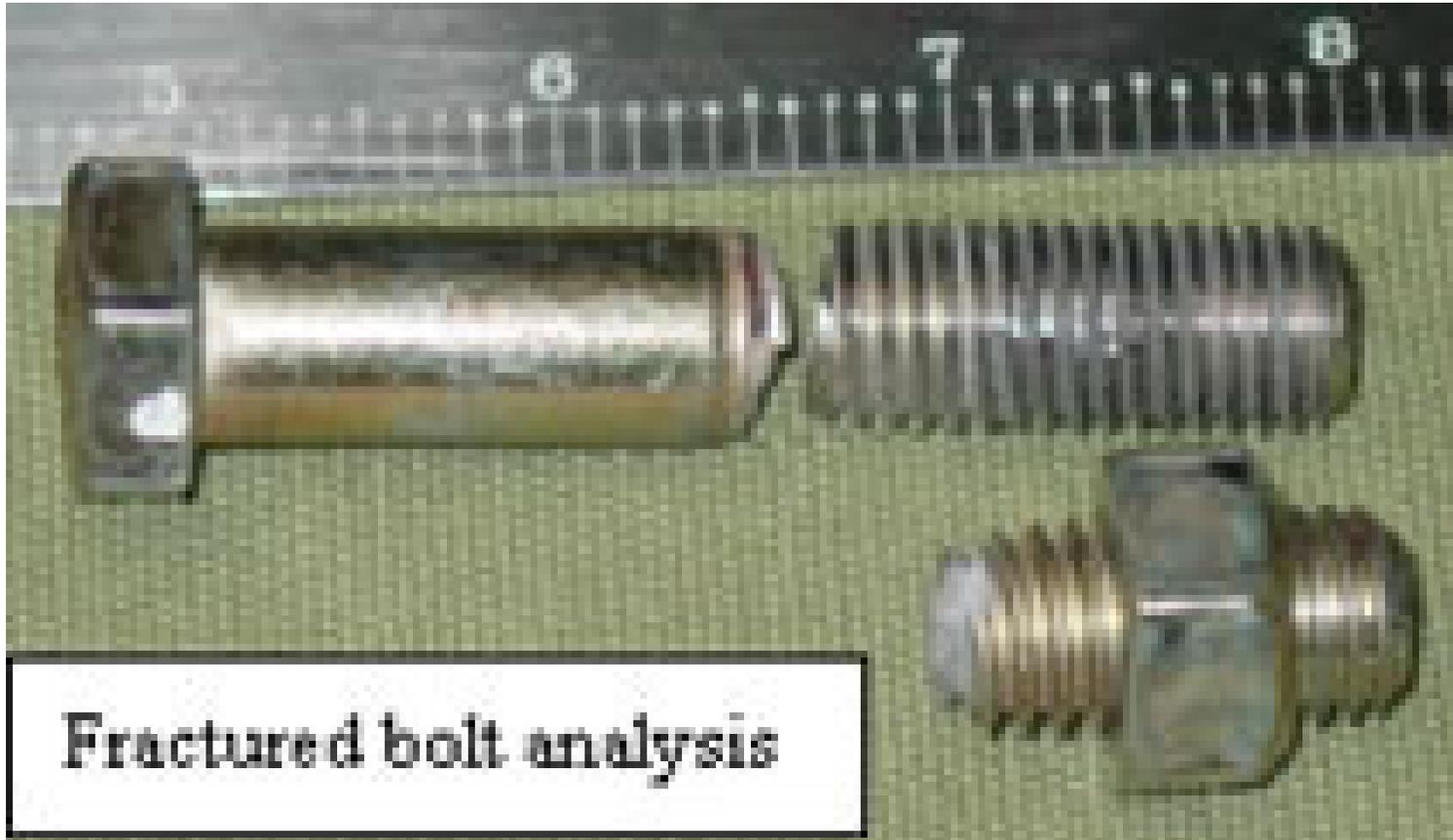


# Interação Porca-Parafuso sob carga

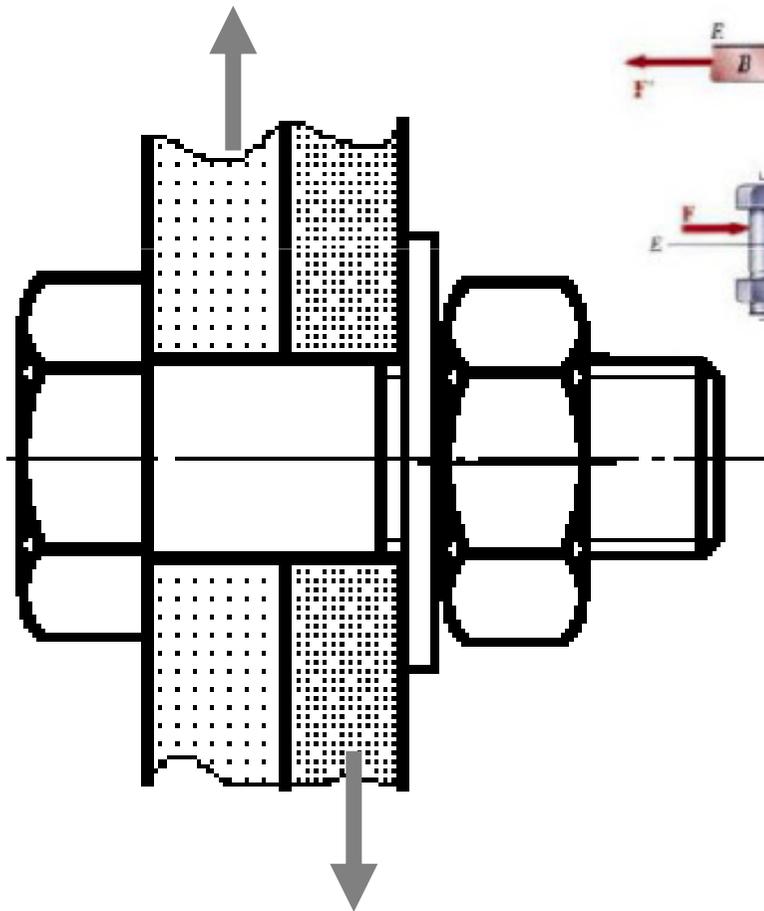
- A carga axial se distribui nos 3 primeiros filetes



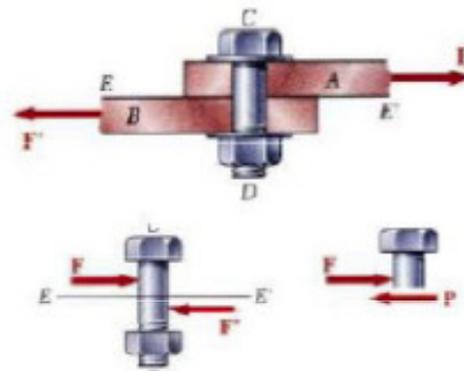
- A ruptura dos filetes ocorre, basicamente, por cisalhamento
- Sempre há folga entre os filetes



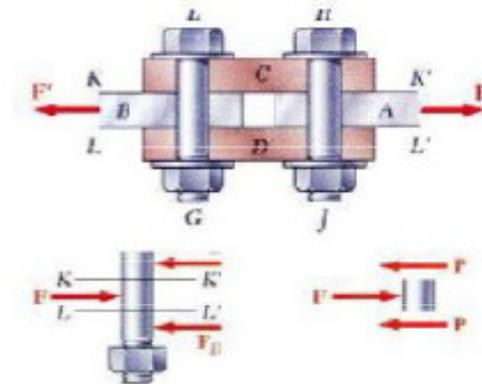
# Cargas Preferenciais - Cisalhamento



Cisalhamento Simples



Cisalhamento Duplo



# Sistemas de Travamento

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

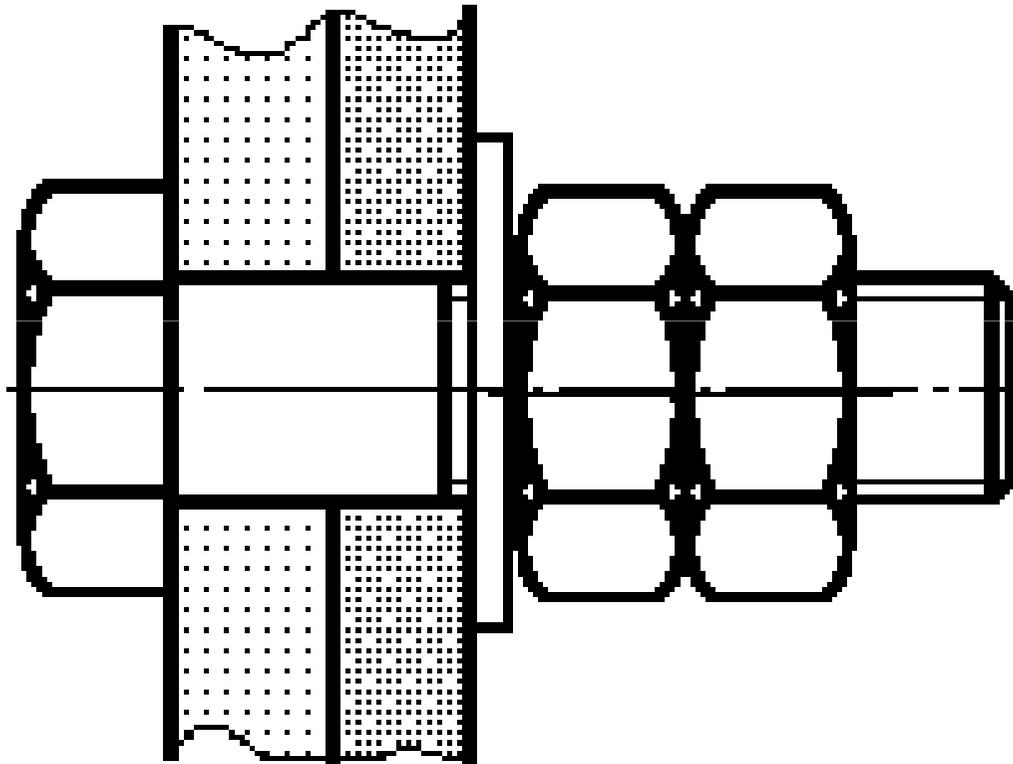
# Sistemas de Travamento

## **ATRITO:**

- PORCA/CONTRA-PORCA
- ARRUELAS
- INSERTO PLÁSTICOS

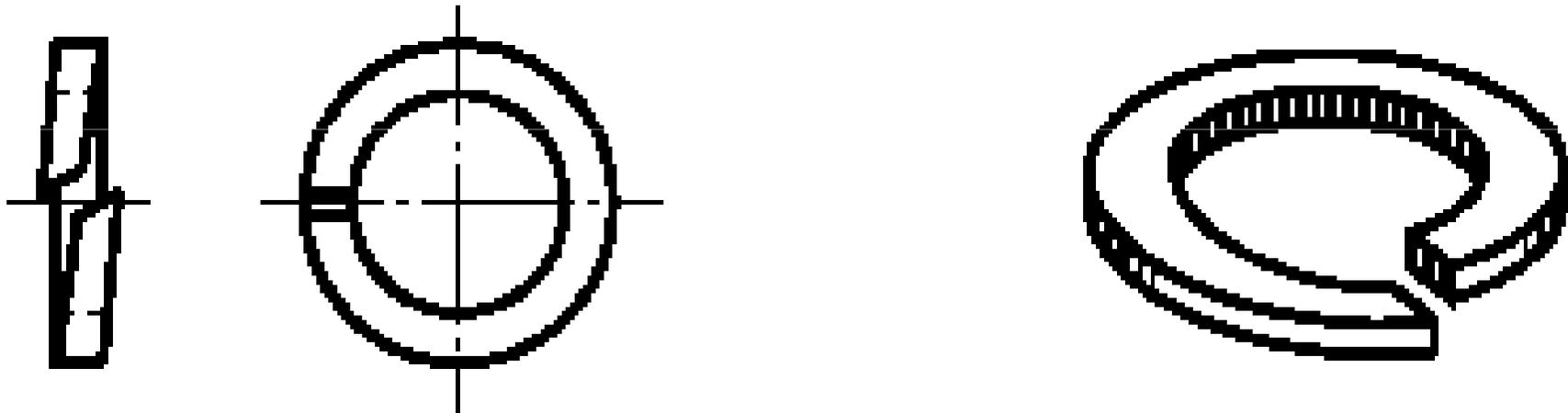
# Sistemas de Travamento

## Atrito – Contra-porca



# Sistemas de Travamento

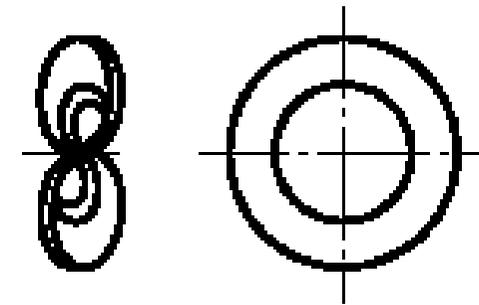
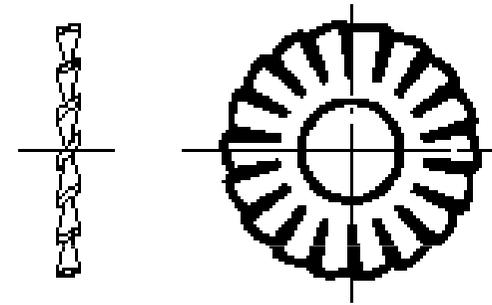
## Atrito – Arruela-de-pressão



# Sistemas de Travamento

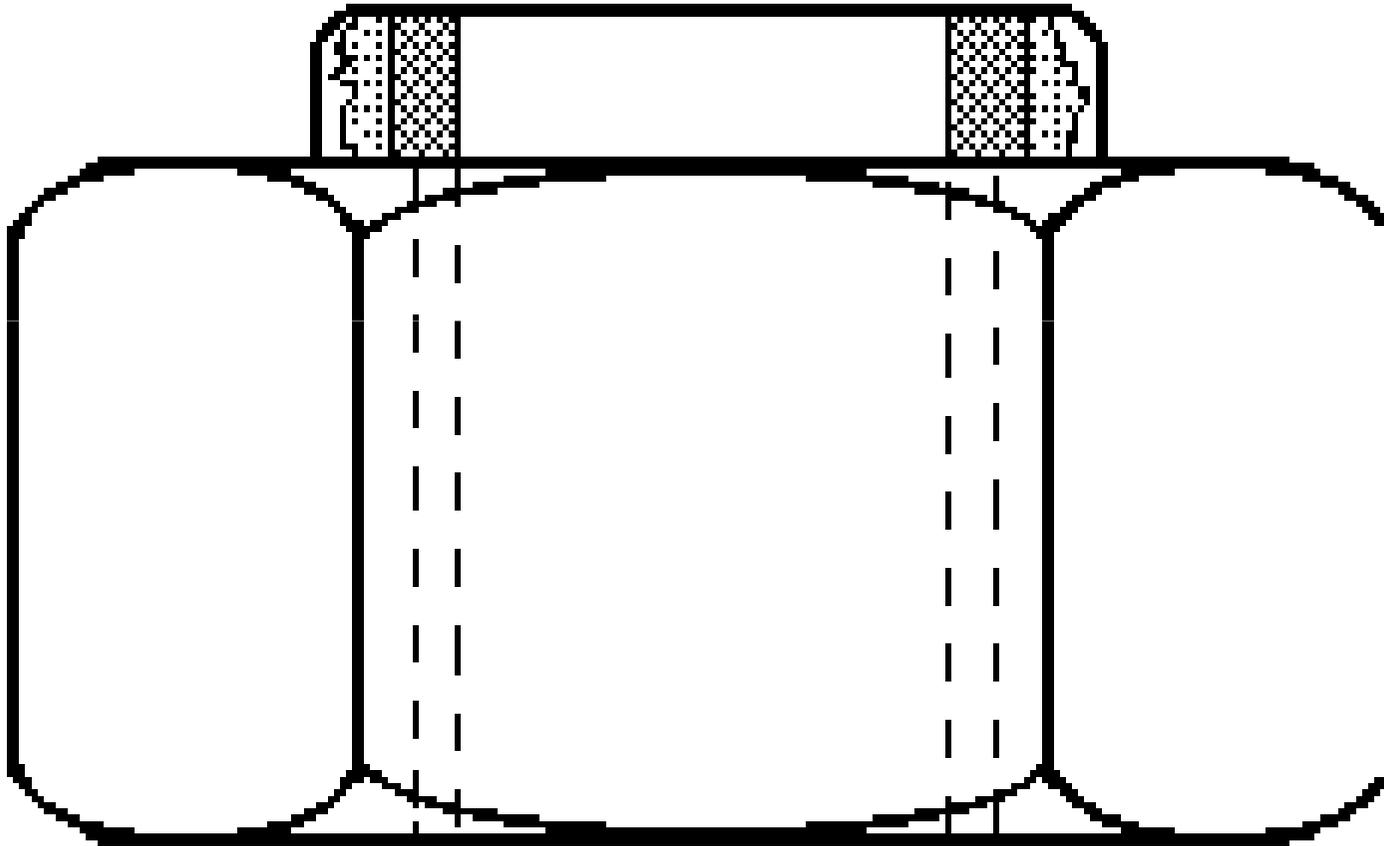
## Atrito- Arruela Serrilhada

## Mola Prato



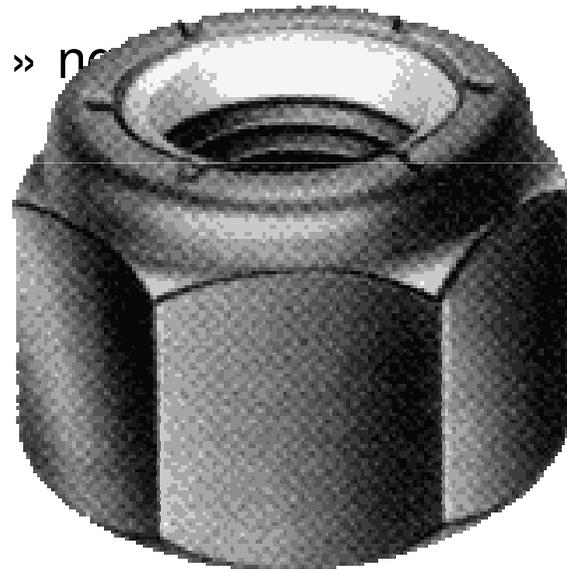
# Sistemas de Travamento

## Inserto plástico – “parlock”



# Sistemas de Travamento

## Inserto plástico – “parlock”





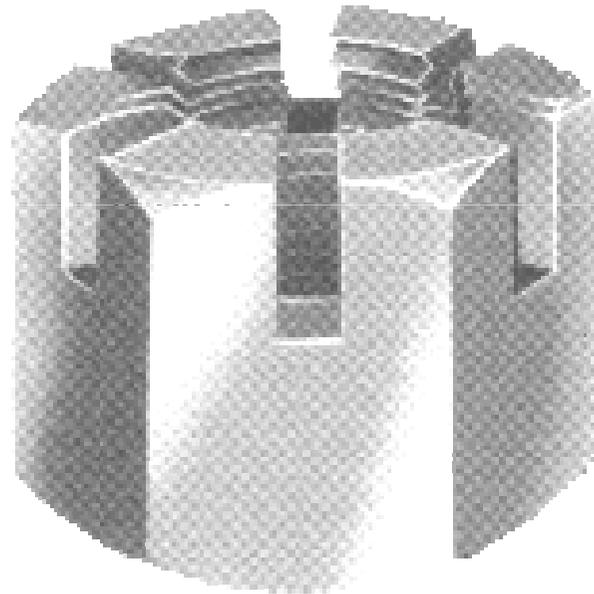
# Sistemas de Travamento

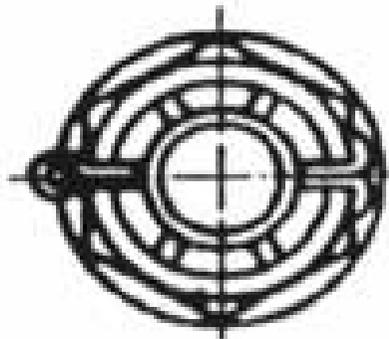
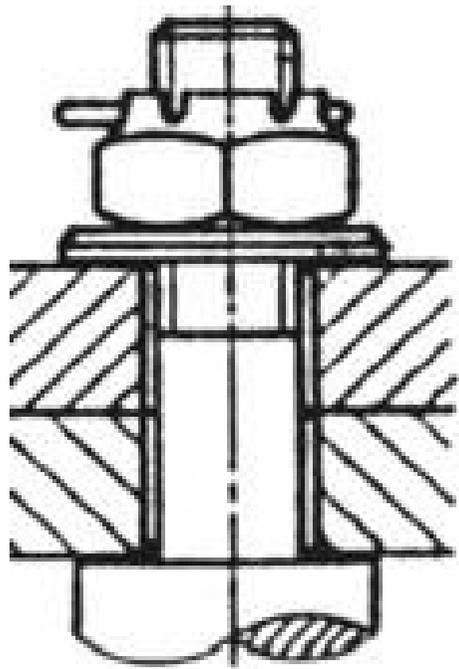
## **TRAVAMENTO MECÂNICO:**

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

# Sistemas de Travamento

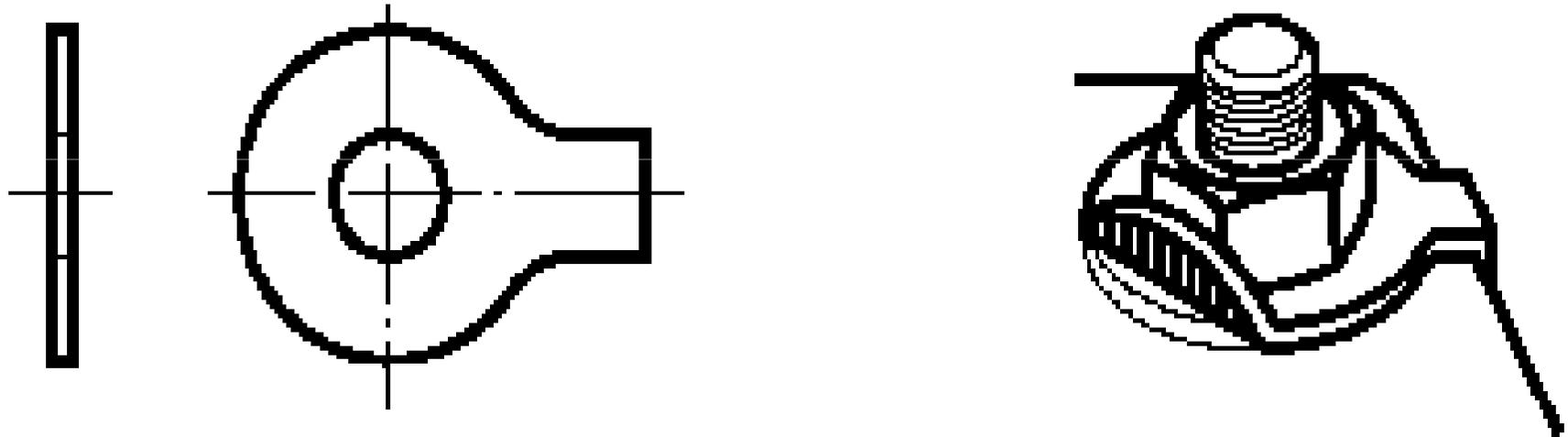
## Porca - Castelo





# Sistemas de Travamento

## Arruela Deformável

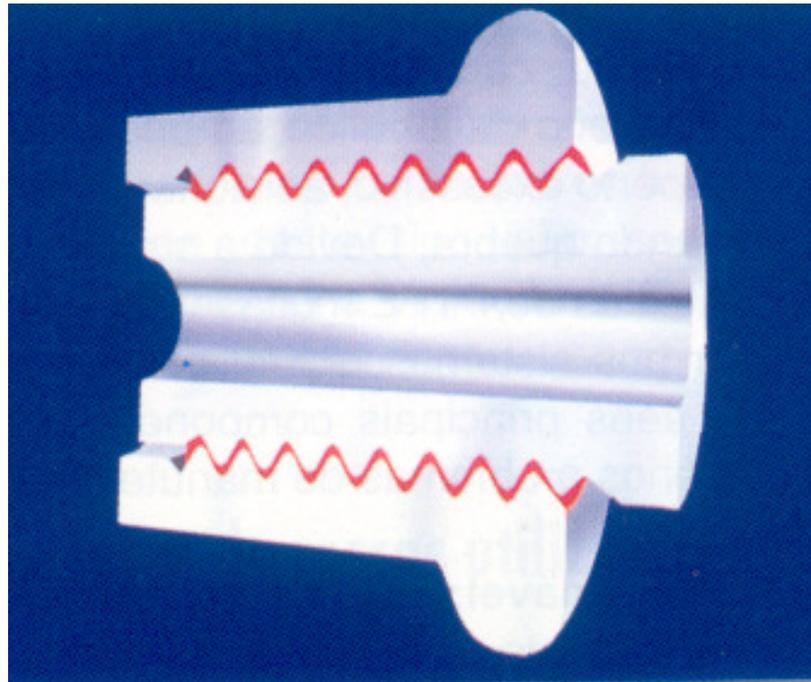


# Sistemas de Travamento

## **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

