

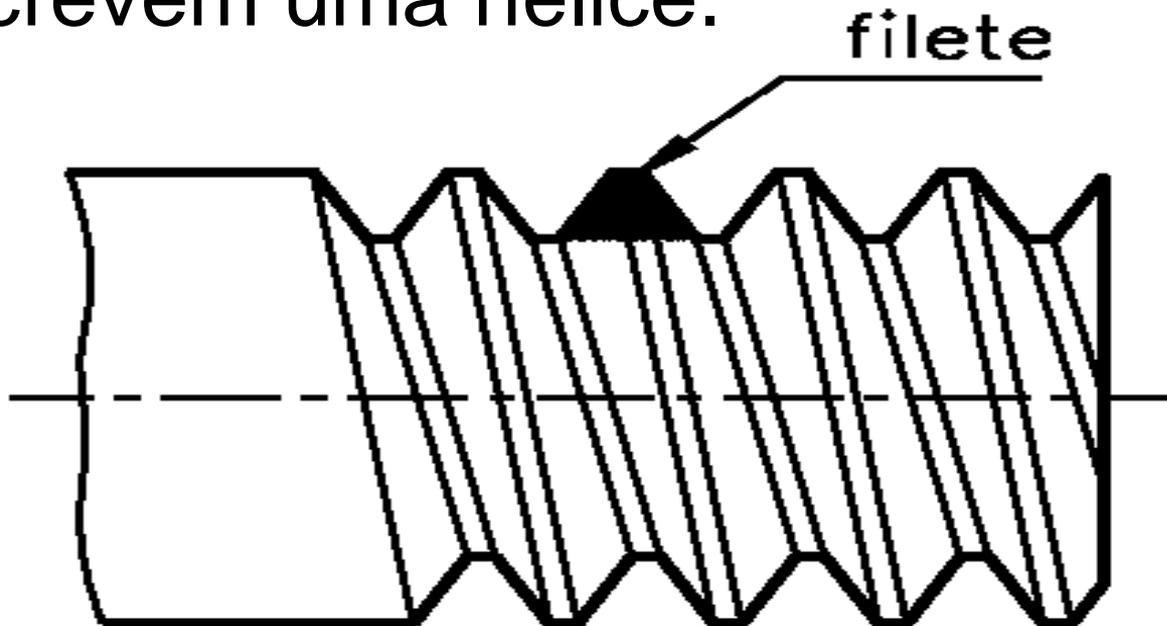
**PMR 3103**

**FIXAÇÃO**

**Elementos Rosqueados**

# 1. Definições

As roscas, dos elementos rosqueados, podem ser definidas como um conjunto de filetes em torno de uma superfície cilíndrica, quando todos os seus pontos descrevem uma hélice.

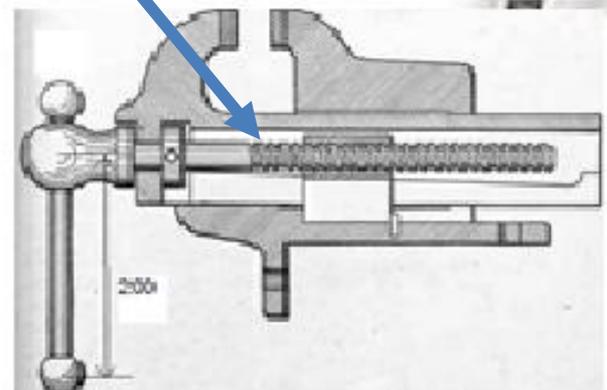




## 2. Tipos de Roscas

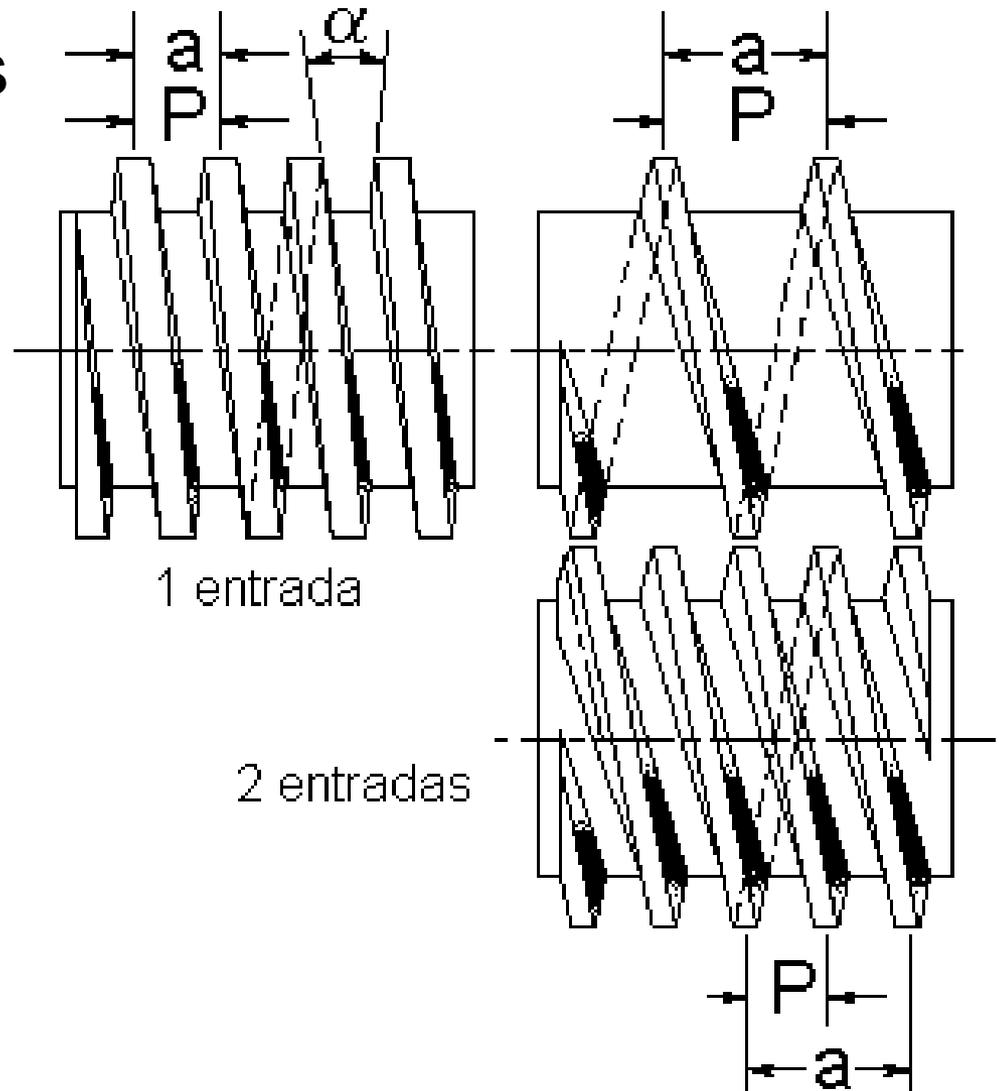
TIPOS DE ROSCAS (PERFIS) PERFIL DE FILETE	APLICAÇÃO
 <p>triangular</p>	Parafusos e porcas de fixação na união de peças. Ex.: Fixação da roda do carro.
 <p>trapezoidal</p>	Parafusos que transmitem movimento suave e uniforme. Ex.: Fusos de máquinas.
 <p>redondo</p>	Parafusos de grandes diâmetros sujeitos 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

# Parafusos de Movimento e Retenção



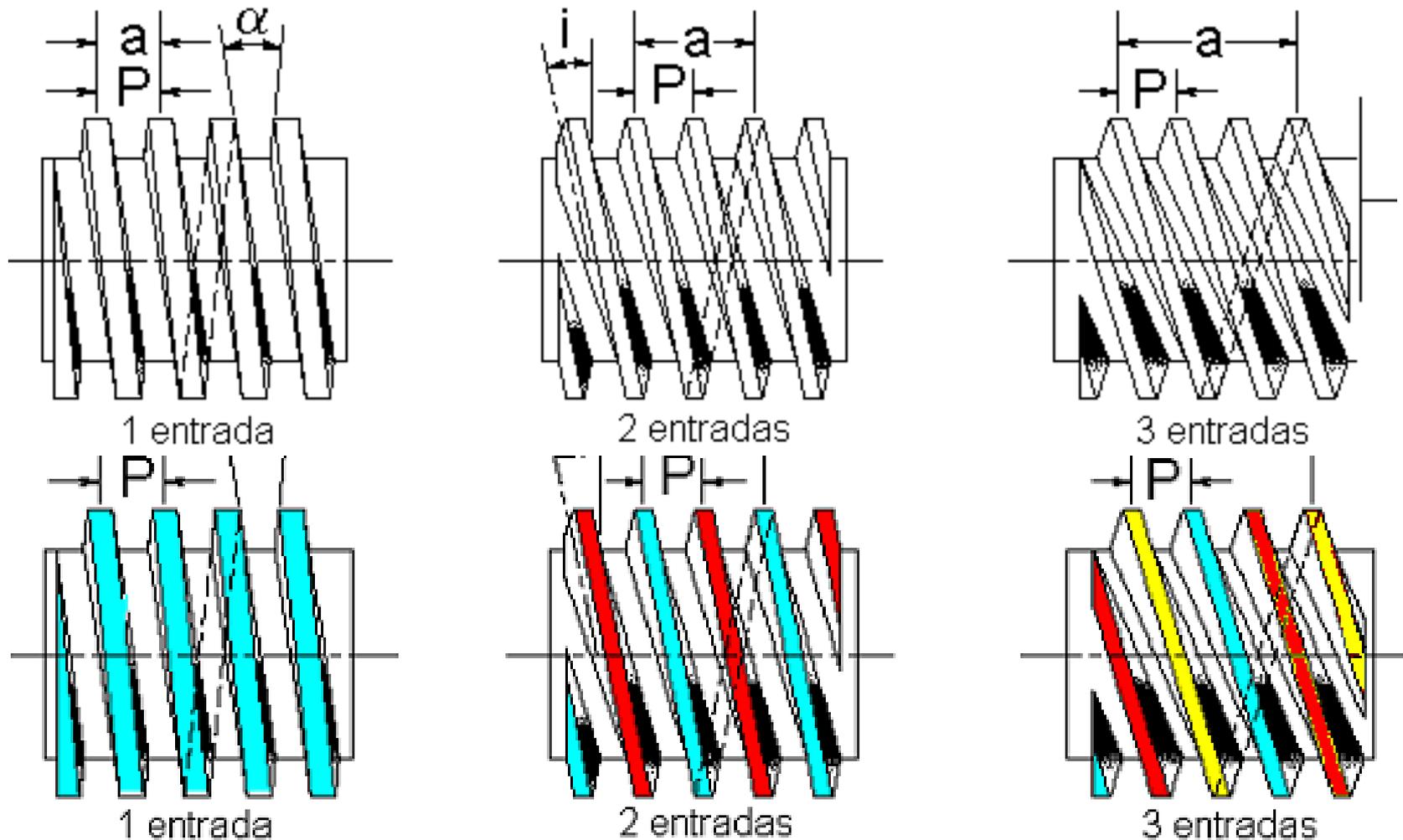
### 3. Nomenclatura

- **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.



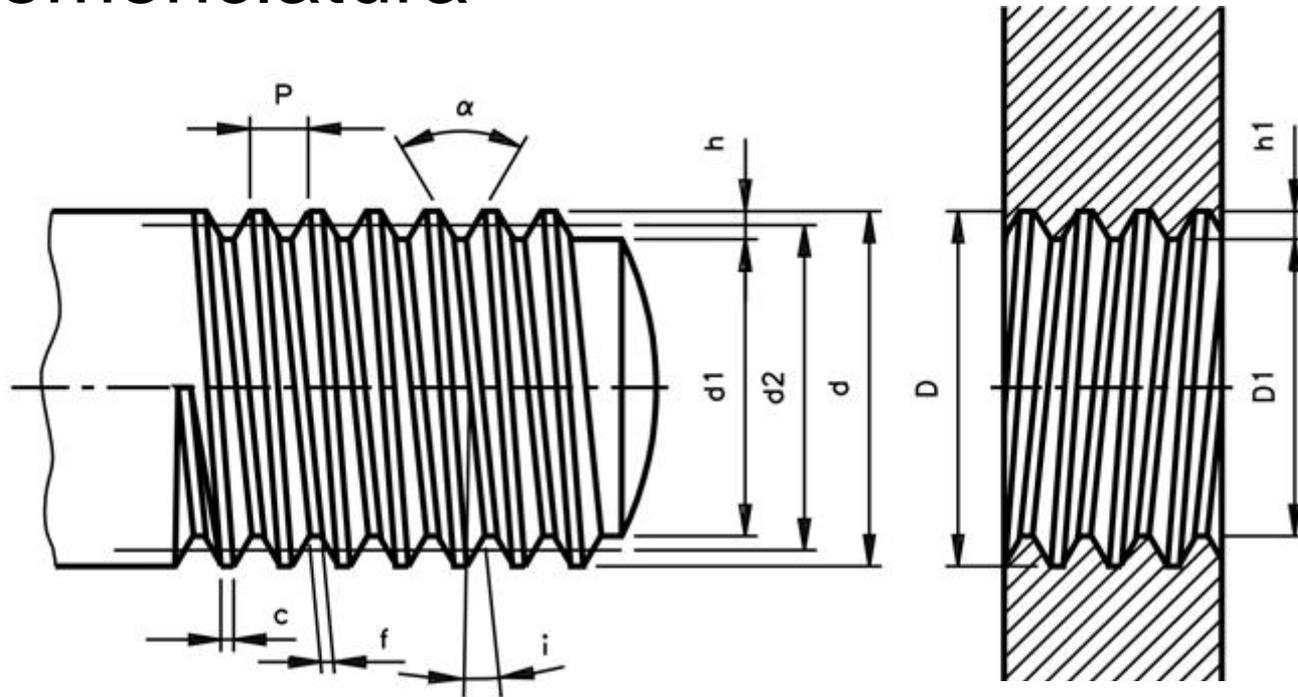
# 3. Nomenclatura

$i$  = ângulo da hélice     $\alpha$  = ângulo do filete



**Avanço (a) = Passo (P) x número de entradas**

### 3. Nomenclatura



Rosca Externa

Rosca Interna

$P$  = 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 da Hélice:** no caso da rosca cilíndrica, é o ângulo formado pela hélice da rosca com o plano perpendicular ao eixo.
- **Direita ou Esquerda:** 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



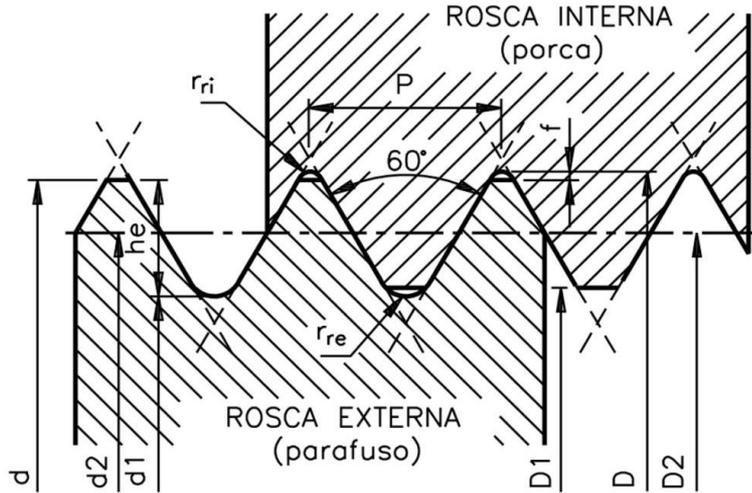
Rosca Direita



Rosca Esquerda

# 4. Perfis de Roscas Triangulares

## Rosca Métrica (SI) e UN (americana)



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):

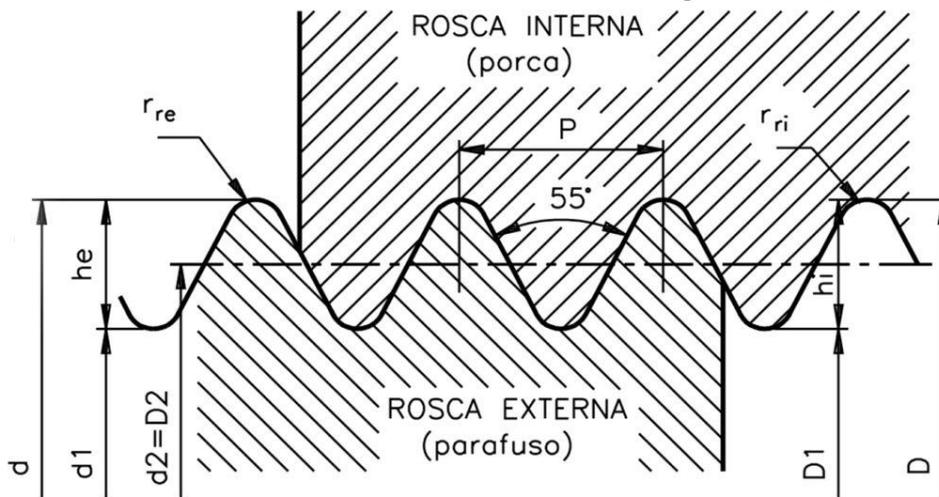
$$d_2 = D_2 = d - 0,6495P.$$

Folga entre a raiz do filete da  
porca e a crista do filete do  
parafuso:

$$f = 0,045P.$$

$h_e$  = altura do filete do parafuso

## Rosca Whitworth (inglesa)



$$a = 55^\circ$$

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

$$h_1 = h_e = 0,6403P$$

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

$$d = D$$

$$d_1 = d - 2h_e$$

$$D_2 = d_2 = d - h_e$$

# 5. Dimensões Padrão

## Série Normal

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

# Série Fina

## 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 Rosqueados

- Rosca Métrica

**M6** - rosca métrica de diâmetro nominal 6 mm e passo normal

**M6x0,75** - rosca métrica de diâmetro nominal 6 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: **M6x0,75x70**

- 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. Coarse

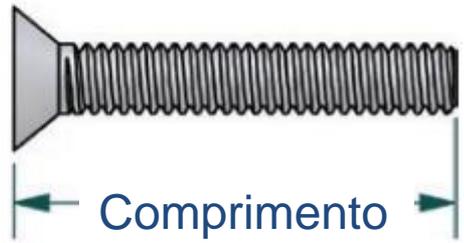
**1/2"- 20 UNF** - rosca padrão americano com diâmetro nominal de 0,5 polegadas, padrão fino, com 20 filetes/fios por polegada. Fine

# Medindo o Comprimento

Fastener length is usually measured from where the material is assumed to be to the end of the fastener.

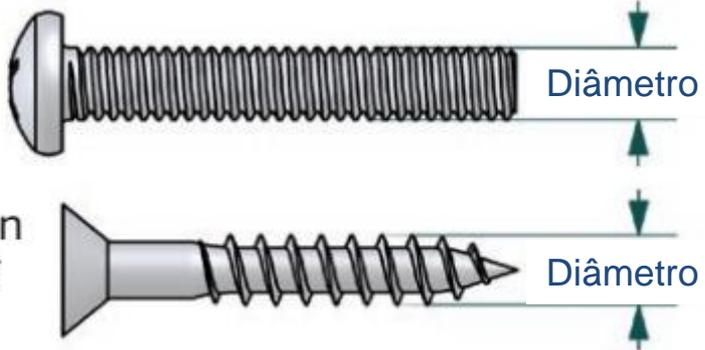


Thus, countersunk fasteners are measured overall and non-countersunk fasteners are measured from under the head.



# Medindo o Diâmetro

For most types of fasteners, the diameter is measured on the **outside of the threads**.



# DIÂMETROS PREFERENCIAIS

## Para Parafusos e Barras Rosqueadas

### Primeira Escolha

M2 2.5 3 4 5 6 8 10 12 16 20 24 30 36 42

### Segunda Escolha

M3.5 14 18 22 27 33 39 45

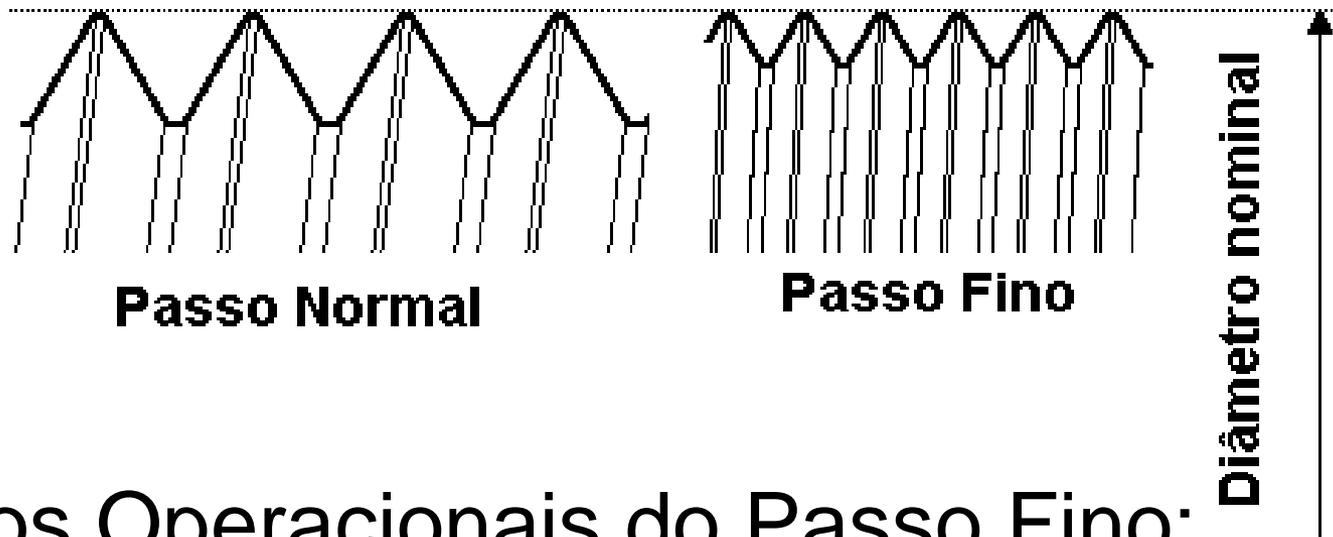
### Terceira Escolha

M15 17 25 40

### Evitar

M7 9 11 26 28 32 35 38

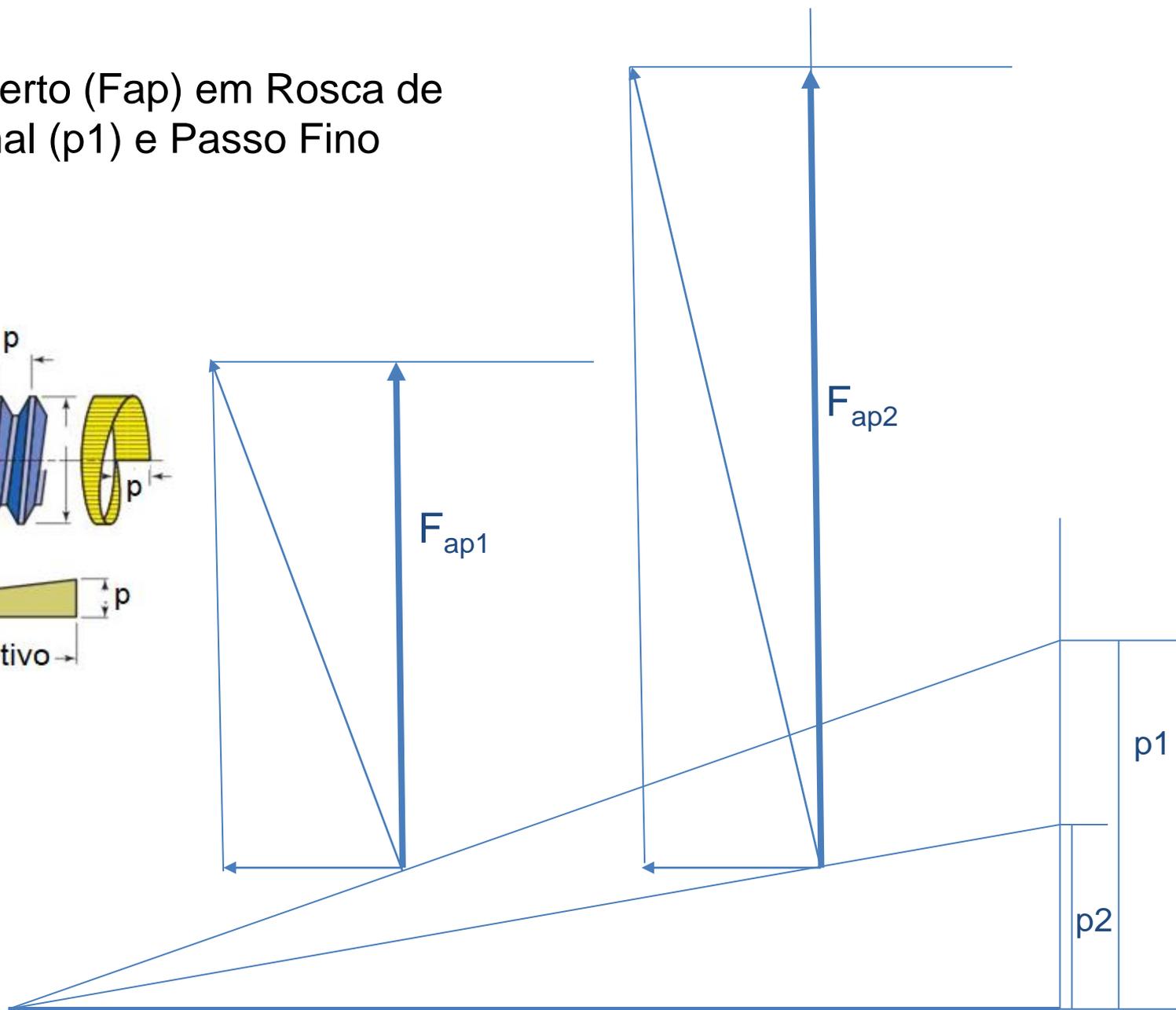
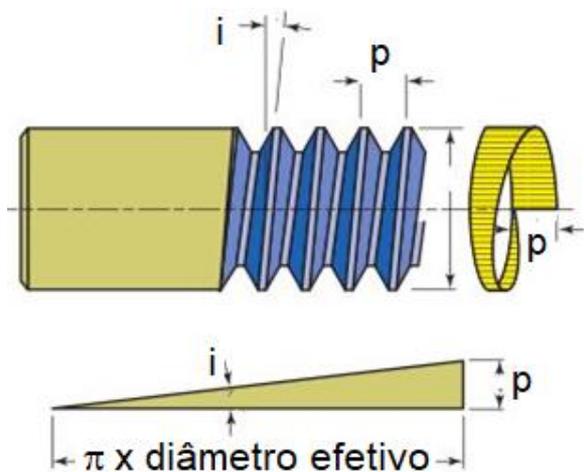
- Rosca de Passo Normal e Passo Fino



### Aspectos Operacionais do Passo Fino:

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

# Força de Aperto ( $F_{ap}$ ) em Rosca de Passo Normal ( $p_1$ ) e Passo Fino ( $p_2$ )



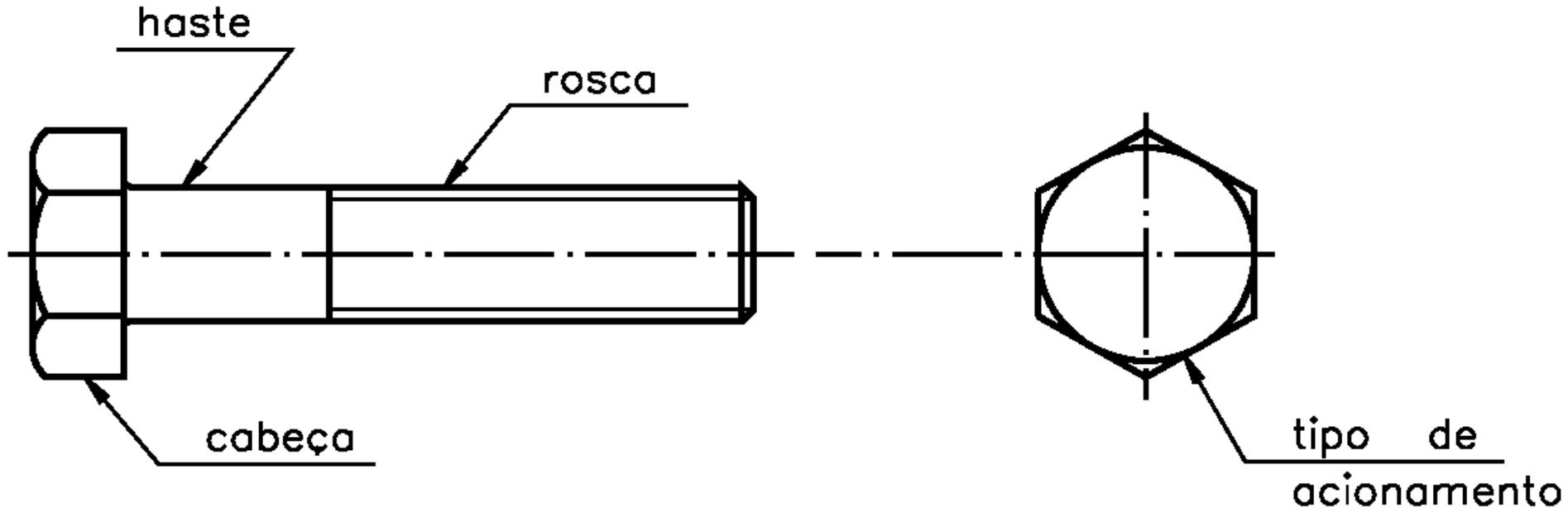
# PARAFUSOS

Dentre os elementos de máquinas, o parafuso é o que se utiliza com maior frequência. Os parafusos são empregados sob várias formas:

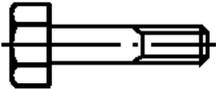
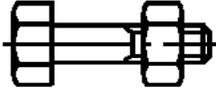
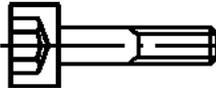
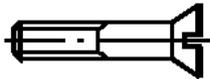
- Como parafusos de fixação, para uniões desmontáveis
- Como parafusos de protensão, para se aplicarem pré-cargas
- Como parafusos obturadores, para tapar orifícios
- Como parafusos de ajustagem, para ajustes iniciais ou ajustes de eliminação de folgas ou compensação de desgastes
- Como parafusos micrométricos, para obter deslocamentos mínimos ( micrômetro)
- Como parafusos transmissores de forças, para obter grandes forças axiais com a aplicação de pequenas forças tangenciais ( prensa de parafuso, morsa)
- Como parafusos de movimento, para a transformação de movimentos rotativos em movimentos retilíneos ou de movimentos retilíneos em movimentos rotativos
- Como parafusos diferenciais para obtenção de pequenos deslocamentos com roscas grossas

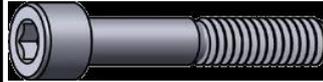
## 7. Tipos de Parafusos

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

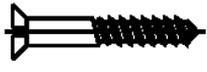


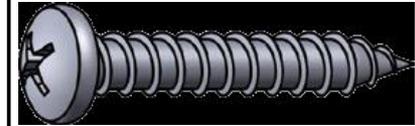
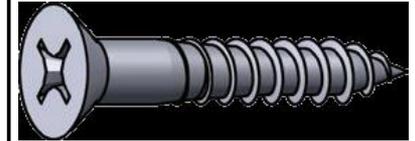
## Cabeça

	parafuso sextavado			parafuso sextavado com rosca total
	parafuso sextavado com porca			parafuso auto-atarraxante de cabeça sextavada
	parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interno			
	parafuso de cabeça quadrada			
	parafuso de cabeça cilíndrica com fenda			parafuso de cabeça redonda com fenda
	parafuso de cabeça cilíndrica abaulada com fenda			parafuso de cabeça escareada com fenda
	parafuso de cabeça escareada abaulada com fenda			parafuso sem cabeça com fenda



# Cabeça

	<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>			

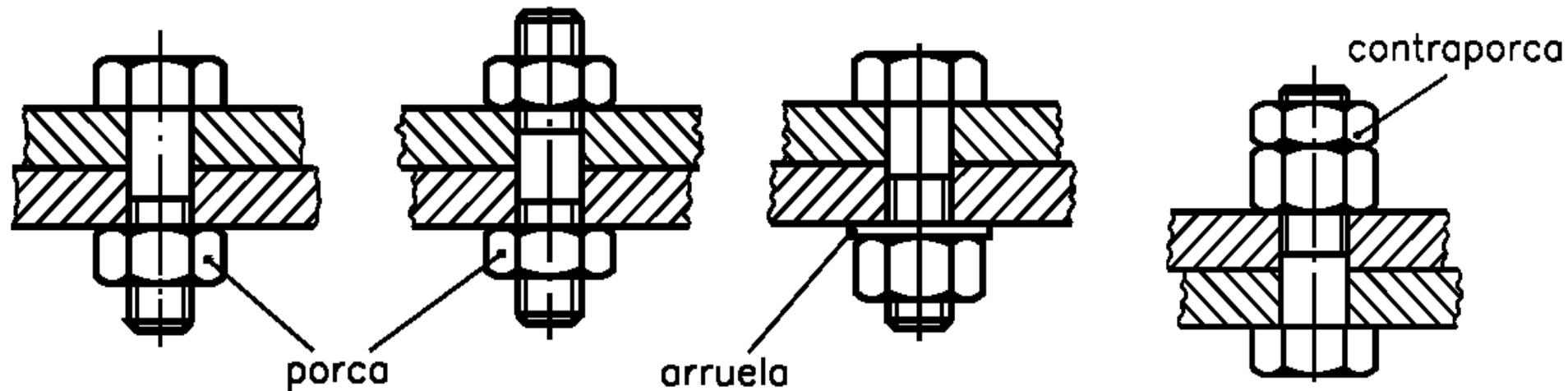
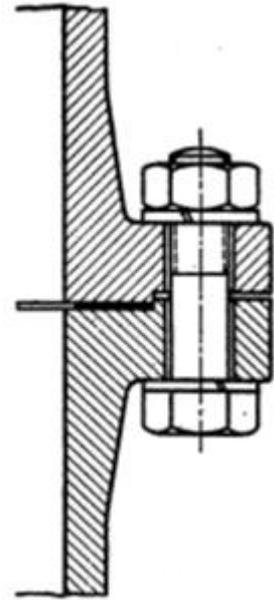


## 8. Tipos de Uniões Parafusadas

- Parafusos Passantes (“Bolt”)

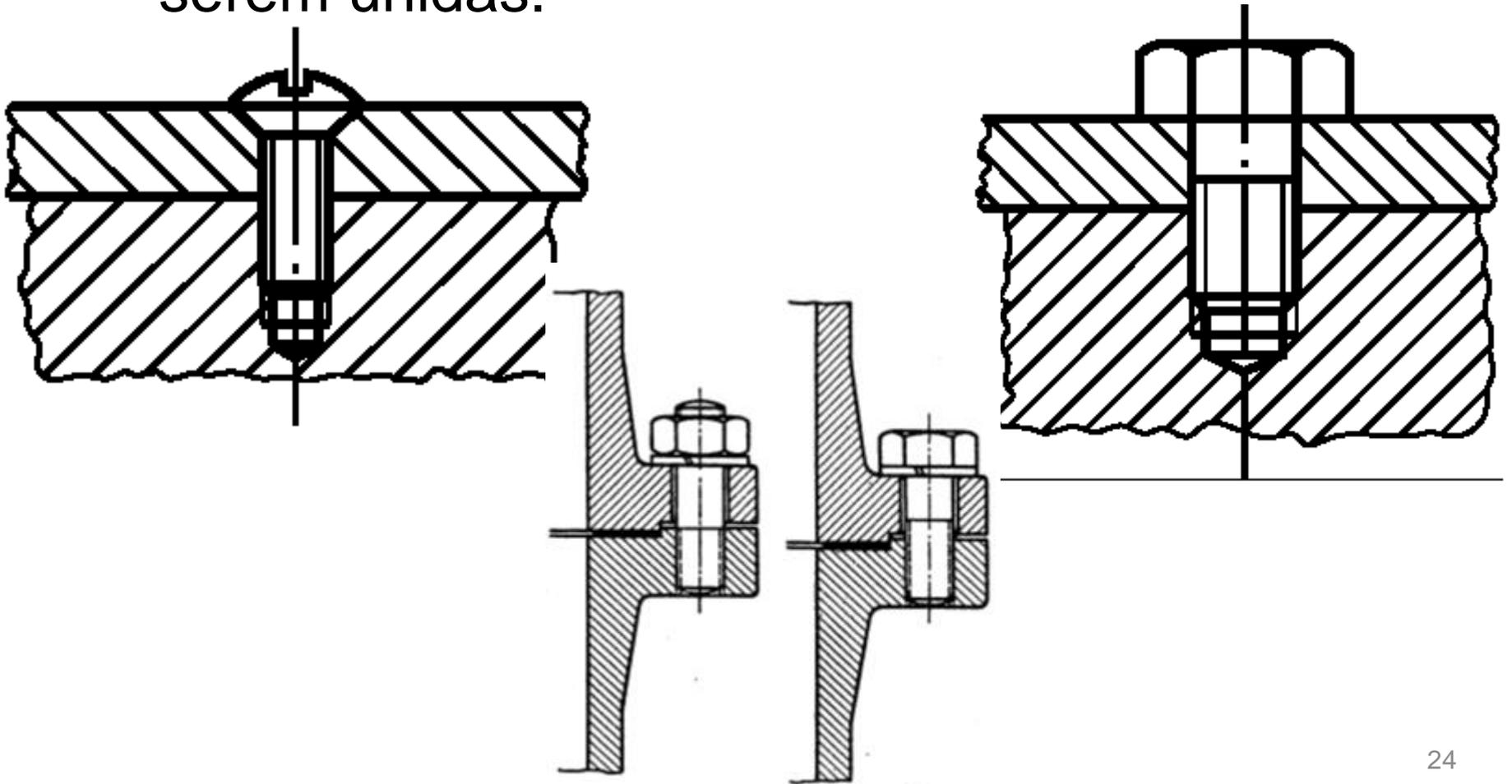
Atravessam de lado a lado as peças a serem unidas, passando livremente nos furos.

São utilizadas porcas e outros elementos na união.

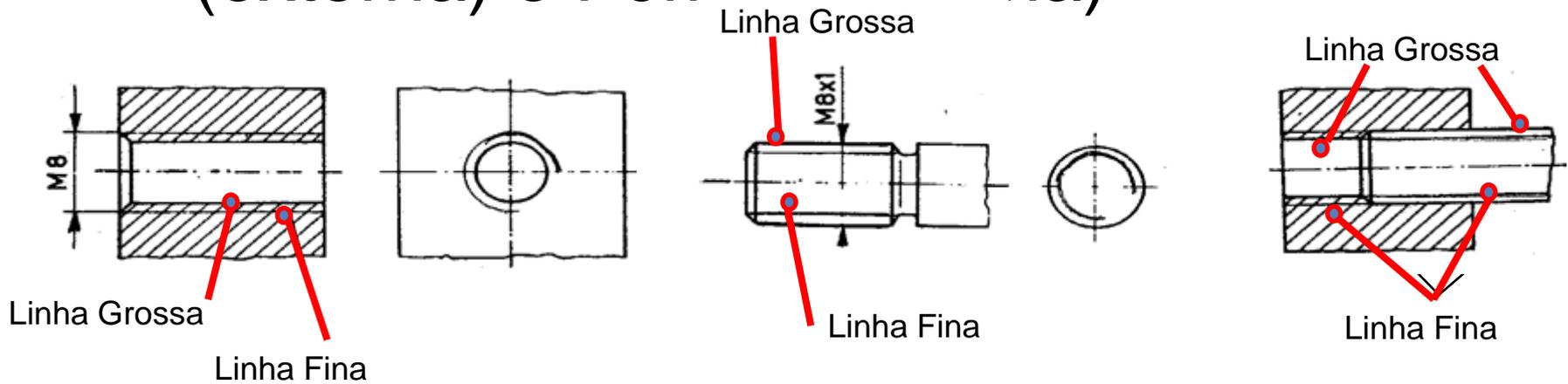


- Parafusos Não-Passantes (“Screw”)

O papel de porca é desempenhado pelo furo roscado, executado em uma das peças a serem unidas.



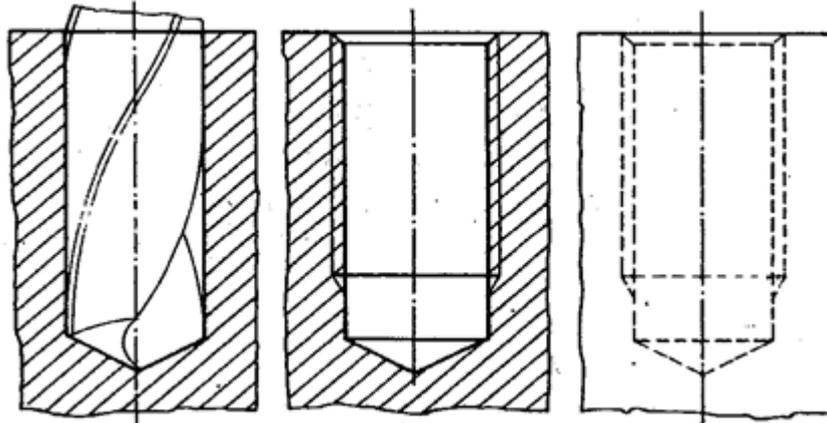
- Representação de Roscas Macho (externa) e Fêmea (interna)



Furação com Broca

Usinagem da Rosca

Usinagem de Furo com Rosca



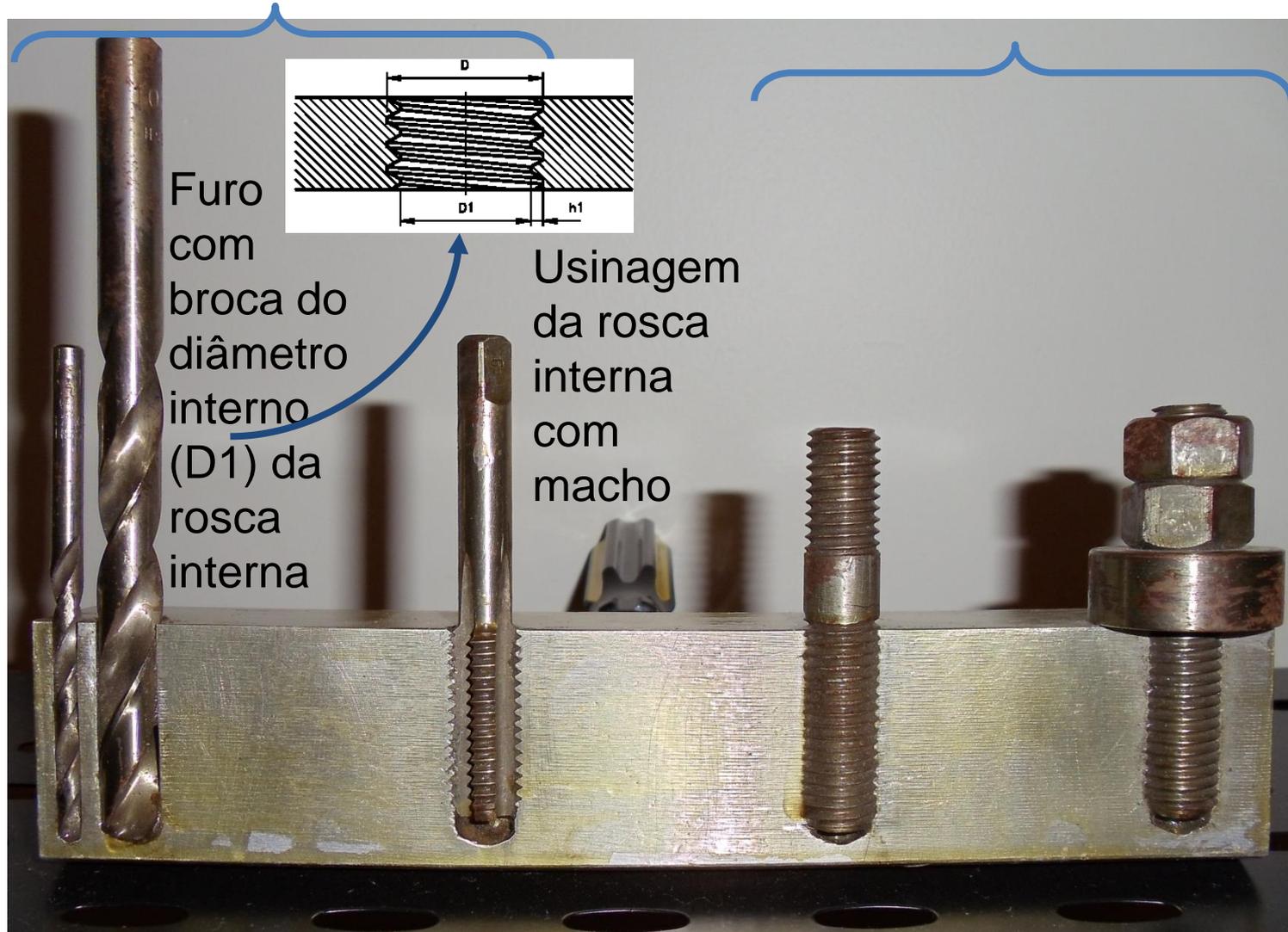
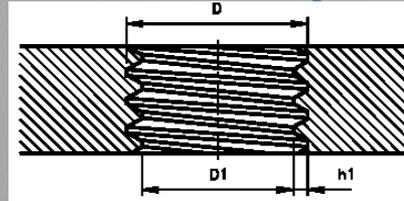
# Sequencia de usinagem de furo com rosca

# Fixação de peça com prisioneiro e porca e contra porca

Pré-furo

Furo com broca do diâmetro interno ( $D1$ ) da rosca interna

Usinagem da rosca interna com macho



# Fabricação da Rosca

Machos (rosca interna)

Manuais



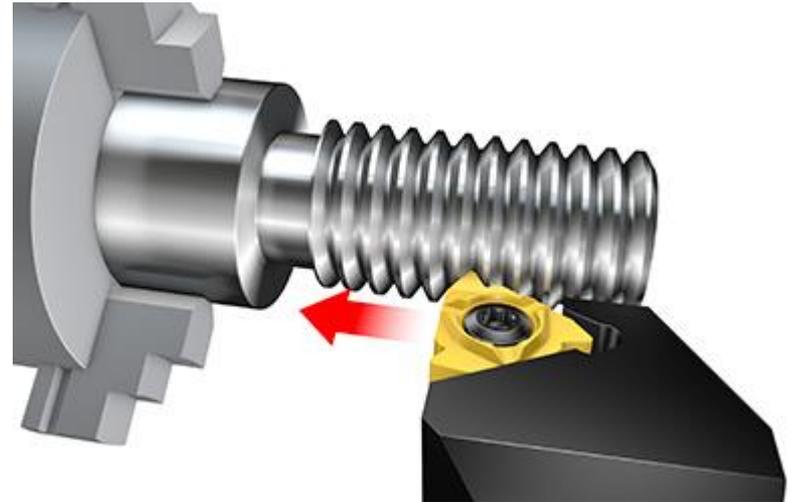
Máquina



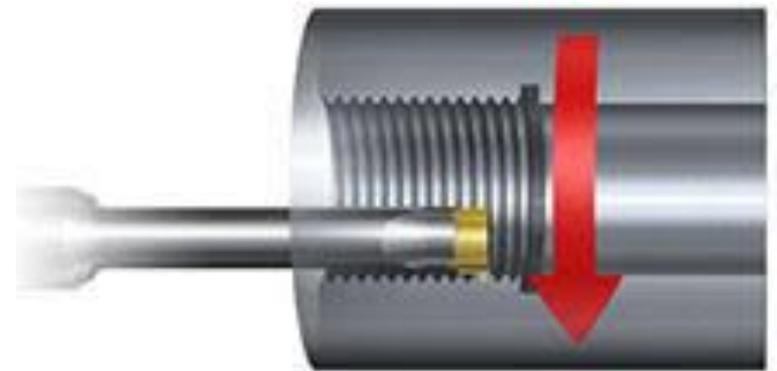
Cossinete  
(rosca externa)



Torneamento Rosca Externa

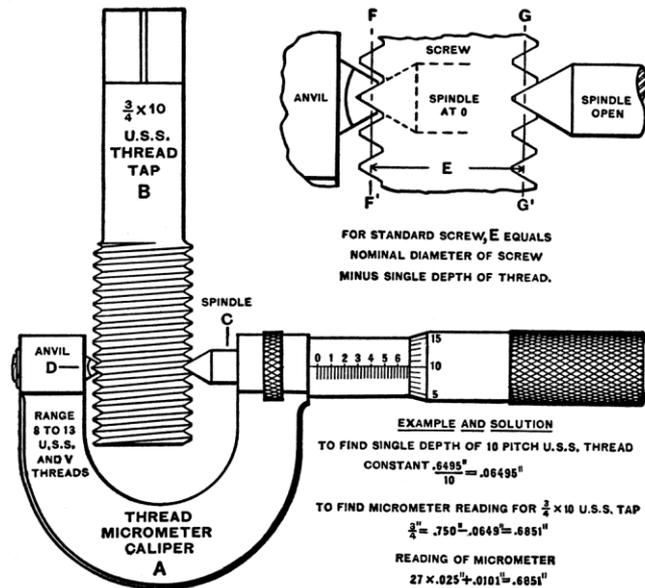


Torneamento Rosca Interna

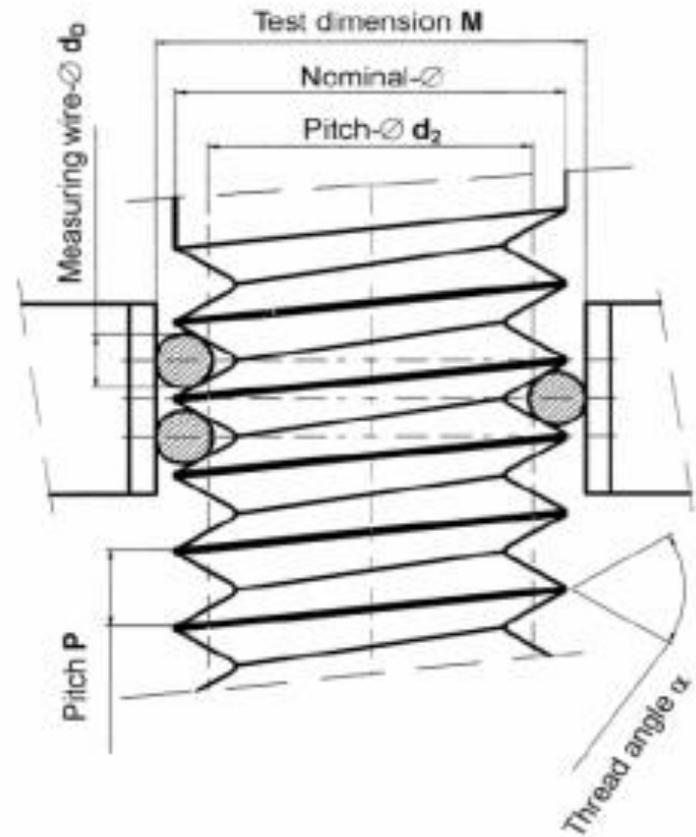


# Medição da Rosca

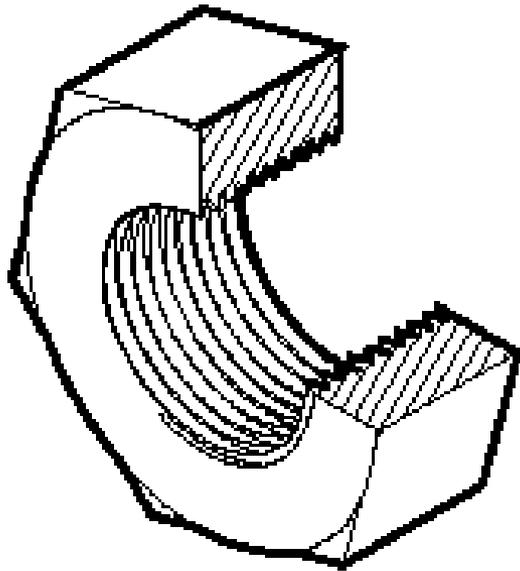
## Micrômetro Especial



## Medição com 3 Pinos



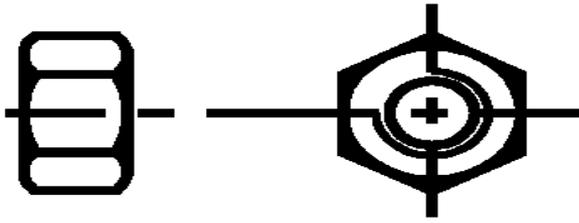
# Porcas



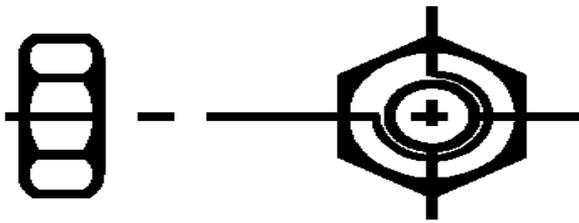
# Porcas - Classificação

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

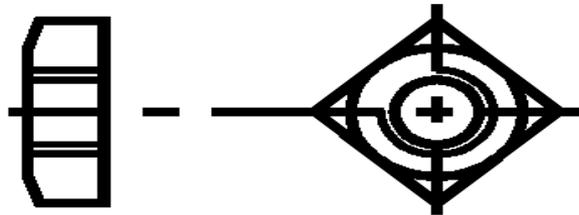
# Porcas - Classificação



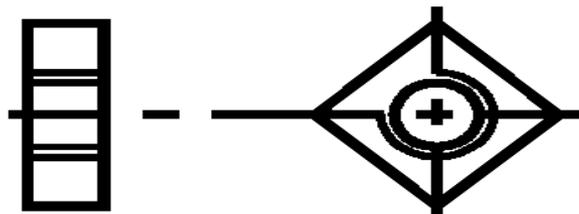
porca sextavada



porca sextavada chata

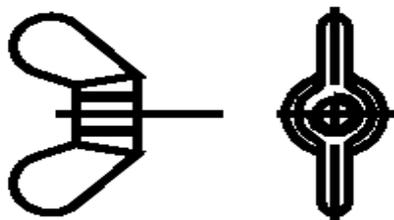


porca quadrada

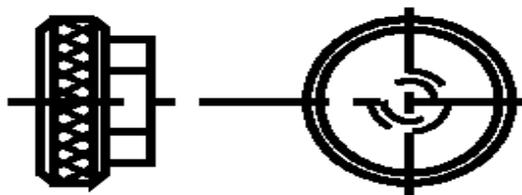


porca quadrada chata

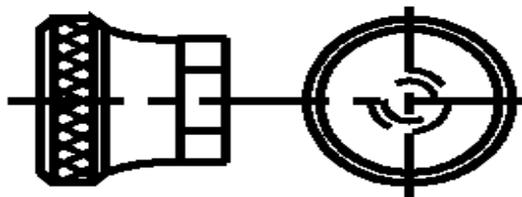
# Porcas - Classificação



porca borboleta

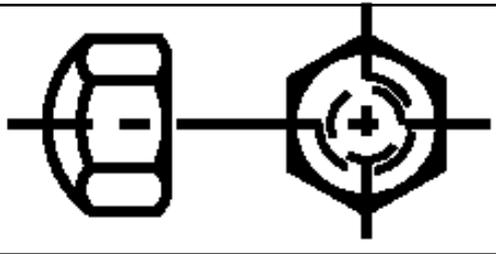
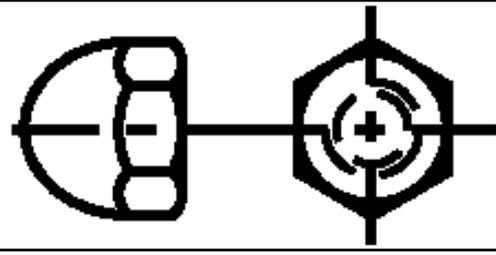
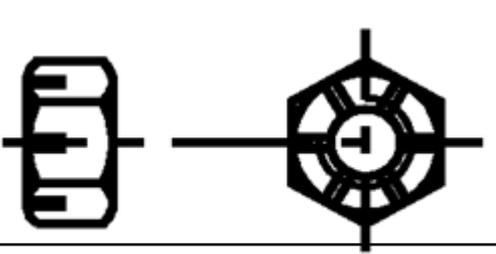
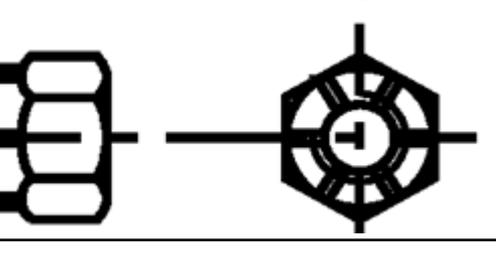
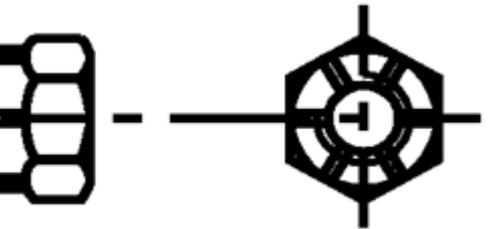


porca recartilhada baixa



porca recartilhada alta

# Porcas - Classificação

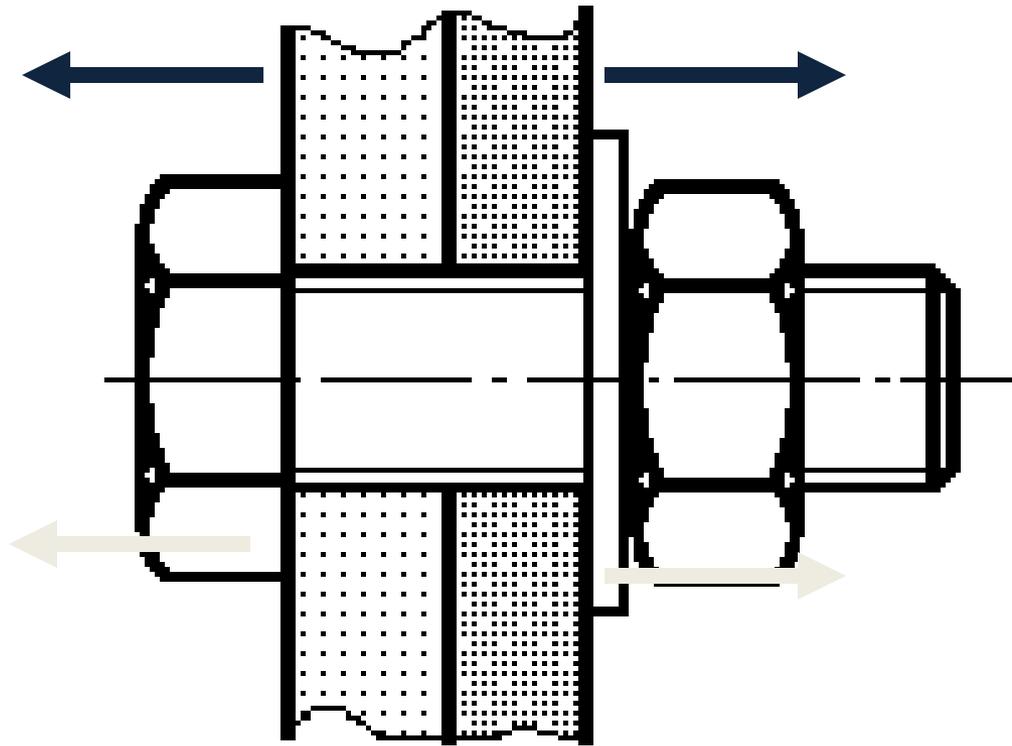
 <p>The drawing shows a low blind nut. On the left is a perspective view of a cylindrical nut with a flat top and a slightly recessed bottom. On the right is a top-down view of a hexagonal nut with a central hole and a cross symbol (+) in the center.</p>	Porca Cega Baixa
 <p>The drawing shows a high blind nut. On the left is a perspective view of a cylindrical nut with a flat top and a slightly recessed bottom, similar to the low blind nut but taller. On the right is a top-down view of a hexagonal nut with a central hole and a cross symbol (+) in the center.</p>	Porca Cega Alta
 <p>The drawing shows a slotted hex nut. On the left is a perspective view of a hexagonal nut with a central hole and six radial slots. On the right is a top-down view of a hexagonal nut with a central hole and a cross symbol (+) in the center.</p>	Porca Sextavada com Fendas
 <p>The drawing shows a castle nut. On the left is a perspective view of a hexagonal nut with a central hole and six radial slots. On the right is a top-down view of a hexagonal nut with a central hole and a cross symbol (+) in the center.</p>	Porca Castelo
 <p>The drawing shows a flat castle nut. On the left is a perspective view of a hexagonal nut with a central hole and six radial slots. On the right is a top-down view of a hexagonal nut with a central hole and a cross symbol (+) in the center.</p>	Porca Castelo Chata

# Cargas Preferenciais

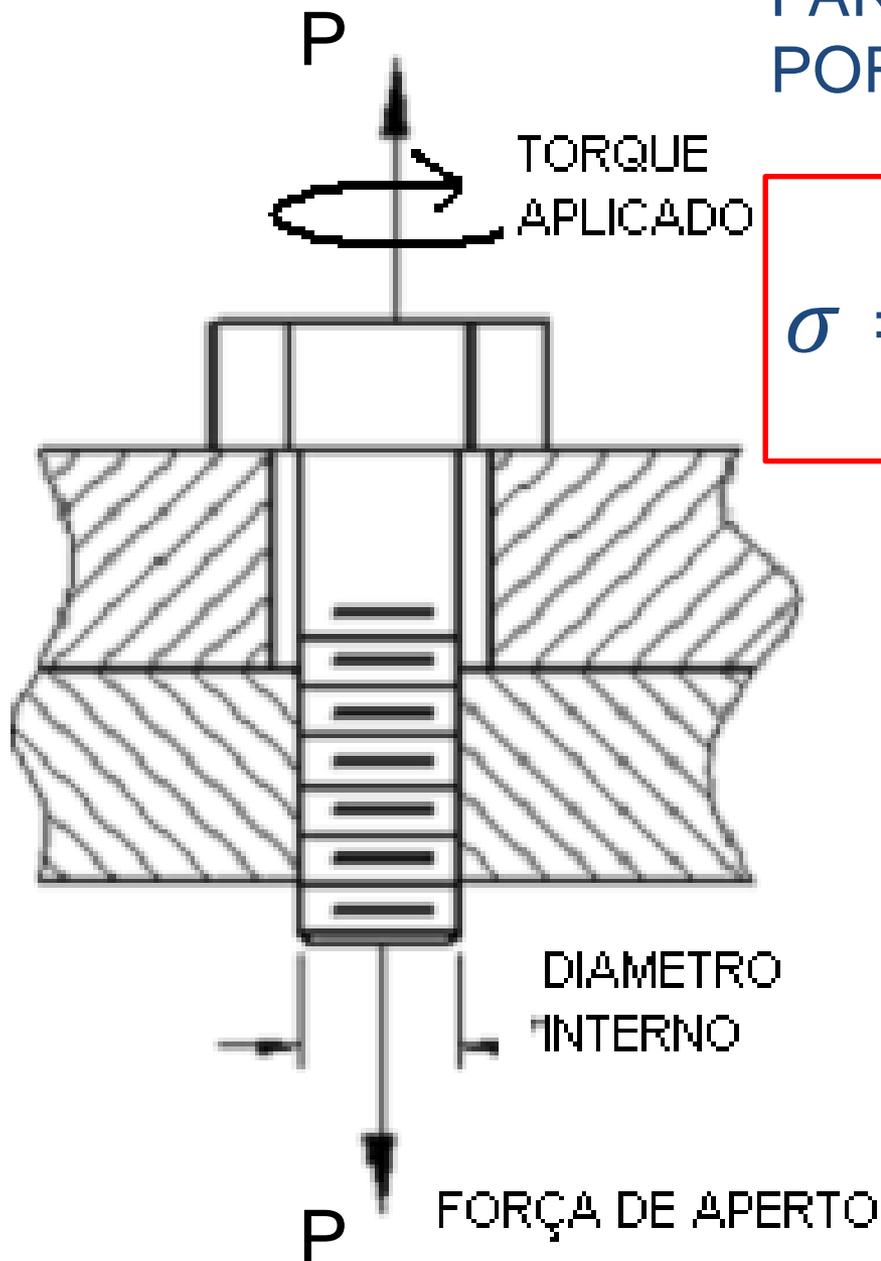
- **TRAÇÃO** LONGITUDINAL
- **CISALHAMENTO** - Apenas em parafusos com corpo liso

# Cargas Preferenciais

## Tração Longitudinal



# PARAFUSOS- SOLICITAÇÃO POR TRAÇÃO LONGITUDINAL



$$\sigma = \frac{P}{S_1 \cdot z} = \frac{P \cdot 4}{\pi \cdot d_1^2} \leq \sigma_{1ad}$$

$\sigma$  = tensão de tração no parafuso

$P$  = carga axial no parafuso

$S_1$  = área de trabalho

$d_1$  = diâmetro interno do parafuso

$z$  = número de parafusos para a carga  $P$

$\sigma_{1ad}$  = tensão de tração admissível no parafuso

# Classes de Resistência de Parafusos

Fastener **Grade** (US) or **Class** (metric) refers to the mechanical properties of the fastener material. Generally, a higher number indicates a stronger, more hardened (but also more brittle) fastener.

For a chart of fastener grades, head markings and mechanical properties, see Bolt Depot's Grade markings and Strength Chart at <http://boltdepot.com/info>

## US bolt head markings



Low Carbon

Grade 5

Grade 8

## Metric bolt head markings



Class 8.8

Class 10.9

Class 12.9

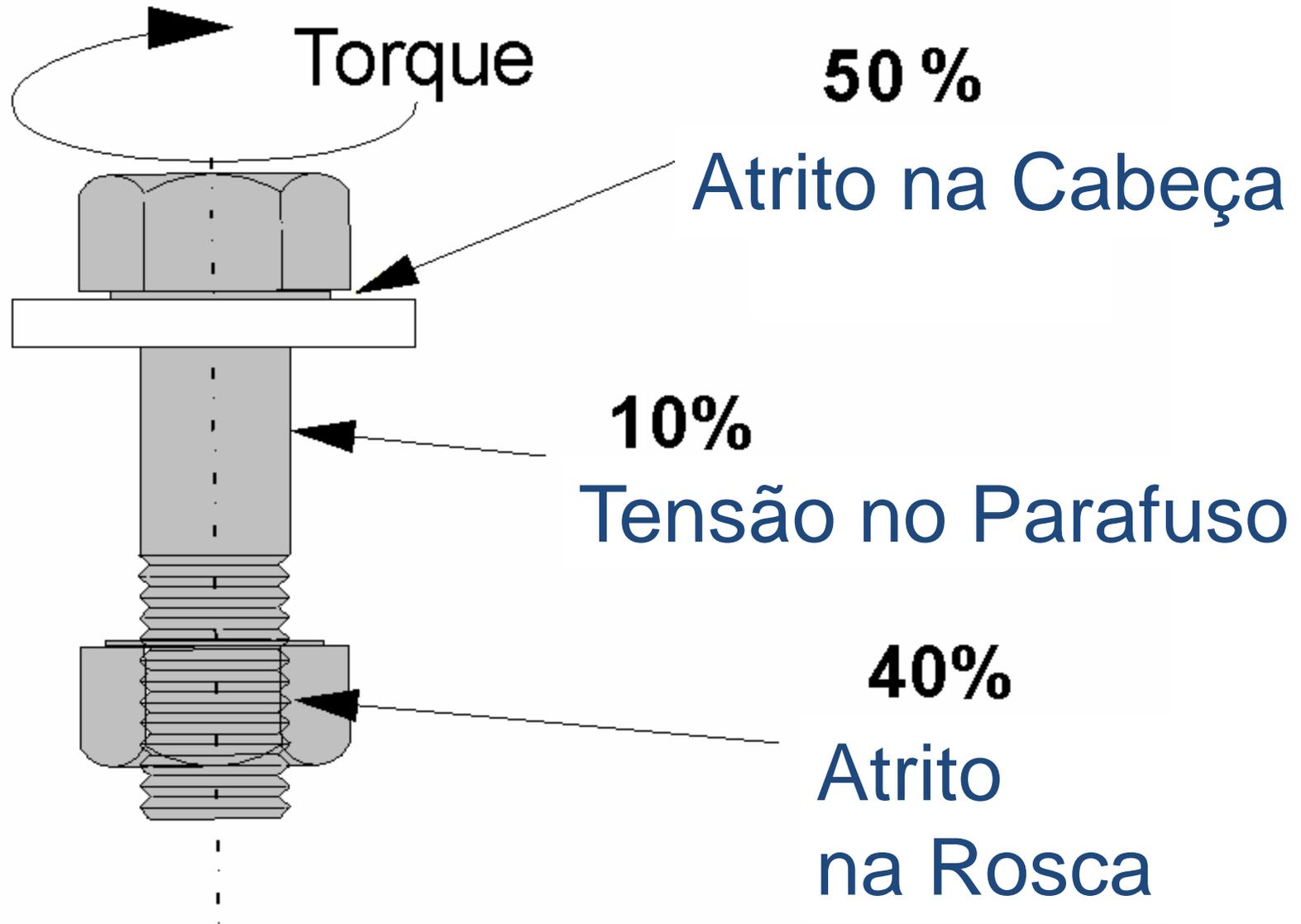
**Note:** In addition to these markings, the head will often have a manufacturer stamp.

Consultar: [www.boltdepot.com](http://www.boltdepot.com)  
ISO 898-1

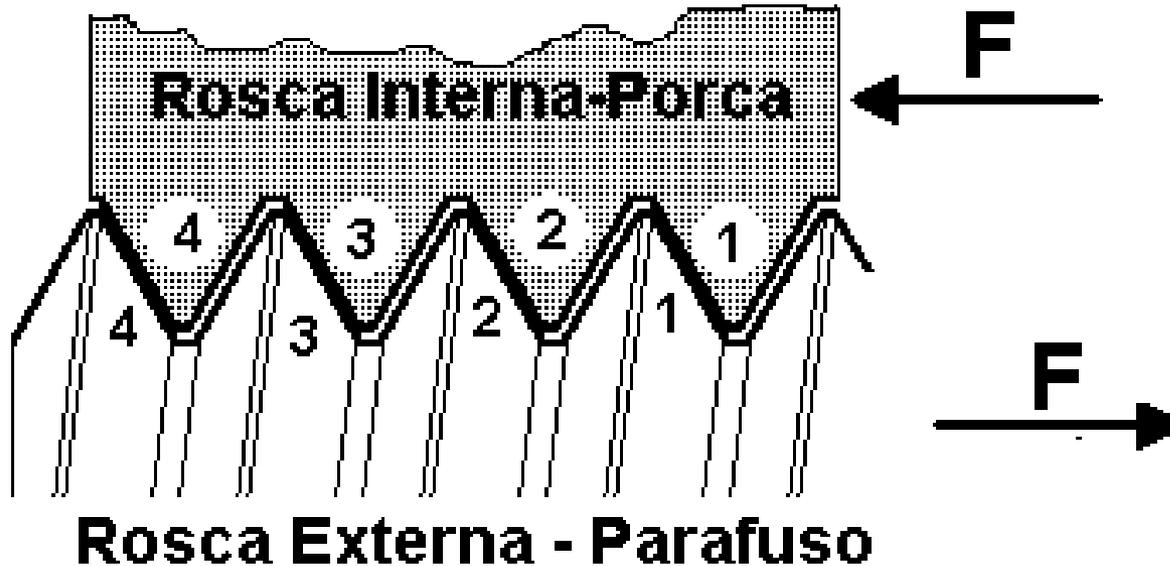
# PROPRIEDADES DE PARAFUSOS CLASSIFICADOS

MARCAÇÃO NA CABEÇA	CLASSE E MATERIAL	MEDIDA NOMINAL (mm)	PROPRIEDADES MECÂNICAS		
			Proof Load (MPa)	Min. Yield Strength (MPa)	Min. Tensile Strength (MPa)
	Class 8.8 Medium carbon steel, quenched and tempered	All Sizes below 16mm	580	640	800
		16mm - 72mm	600	660	830
	Class 10.9 Alloy steel, quenched and tempered	5mm - 100mm	830	940	1040
	Class 12.9 Alloy steel, quenched and tempered	1.6mm - 100mm	970	1100	1220
Stainless markings vary. Most stainless is non-magnetic. Usually stamped A-2.	A-2 Stainless Steel alloy with 17-19% chromium and 8-13% nickel	All Sizes thru 20mm		210 Min. 450 Typical	500 Min. 700 Typical

# Distribuição do Torque Aplicado (Típica)

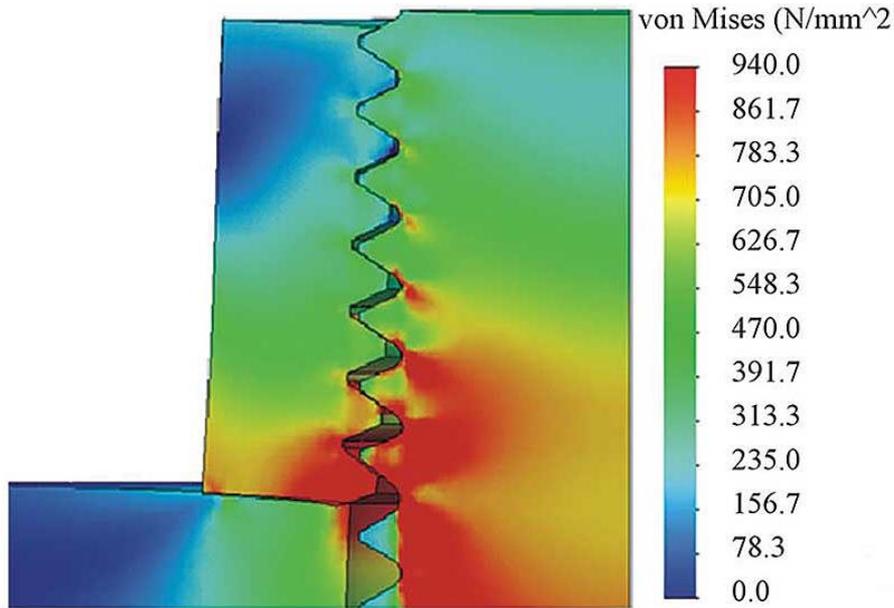


# Interação Porca-Parafuso sob Carga

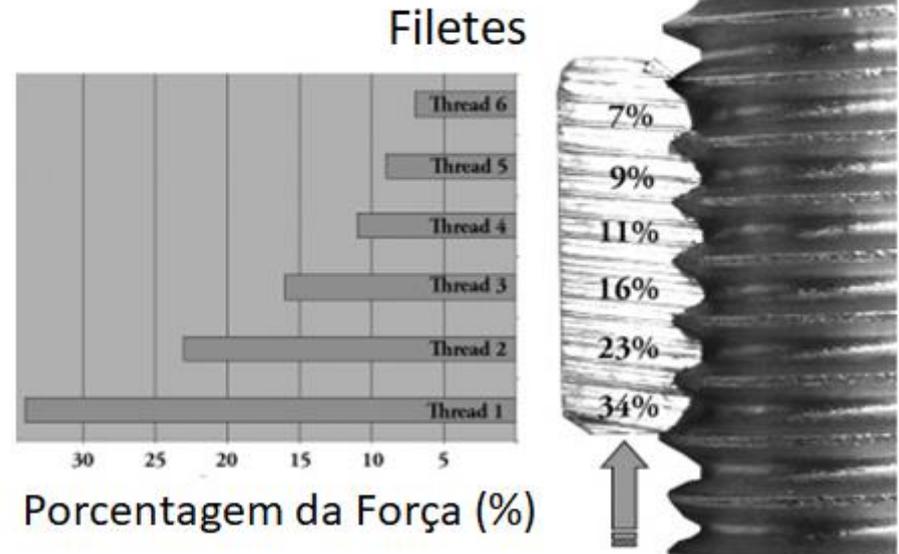


- A carga axial se distribui preponderantemente nos 3 primeiros filetes
- A ruptura dos filetes ocorre, basicamente, por cisalhamento
- Sempre há folga entre os filetes

# Distribuição da Força da União pelos Filetes da Rosca



Rosca de diâmetro 22 mm



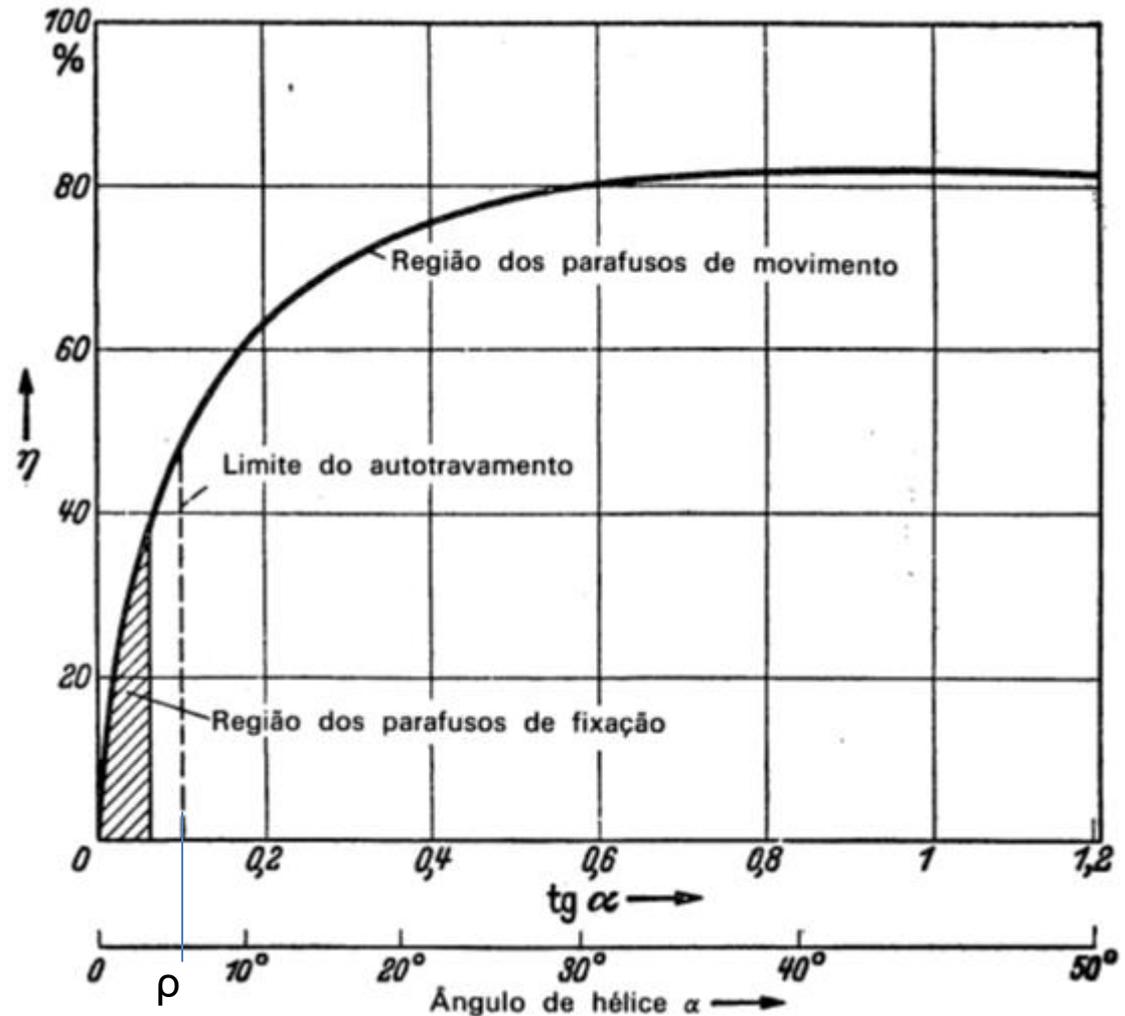
# Rendimento do Parafuso e Autotravamento

$$\eta = F.p / (T.2.\pi)$$

F=força axial resultante

T=torque aplicado

p= passo da rosca

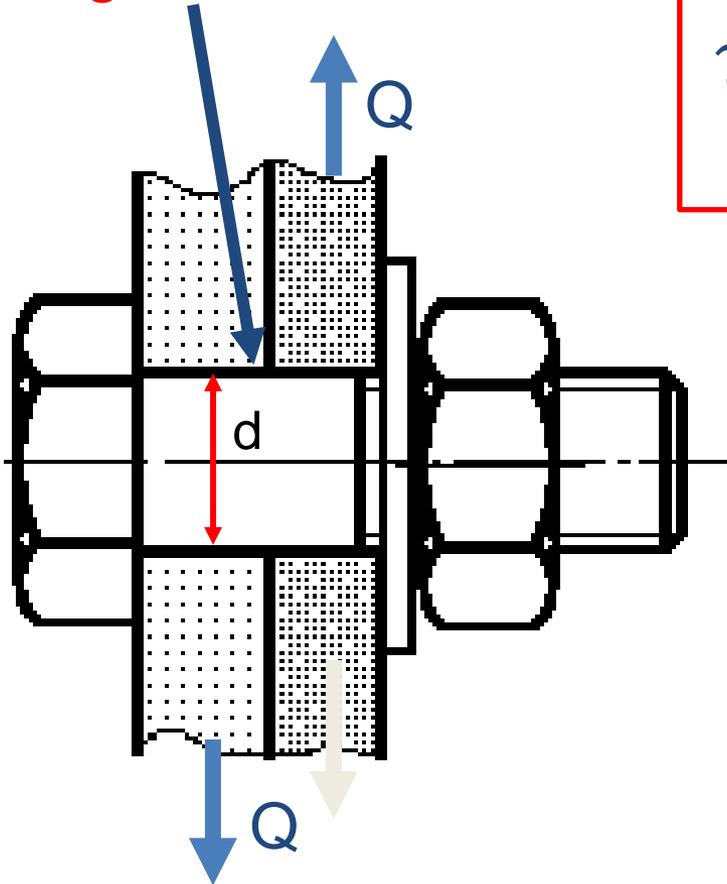


Rendimento do parafuso em função do ângulo de hélice  $\alpha$ , para um coeficiente de atrito  $\mu = \tan \rho = 0,1$  o que significa  $\rho = 5^{\circ}40'$

# Cargas Preferenciais - Cisalhamento

Atenção:

Parafuso deve ter Haste Lisa na região cisalhada na região cisalhada



$$\tau = \frac{Q}{S \cdot z} = \frac{Q \cdot 4}{z \cdot \pi \cdot d^2} \leq \tau_{ad}$$

$\tau$  = tensão de cisalhamento no parafuso

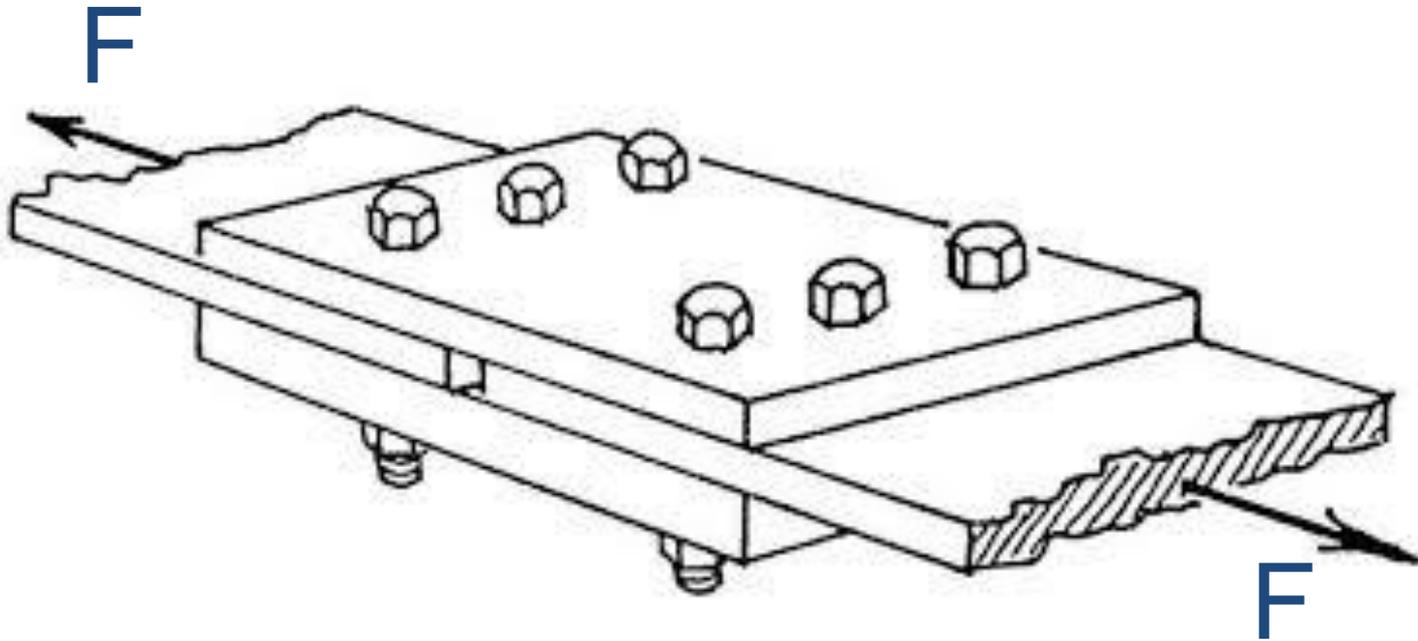
$Q$  = carga de cisalhamento aplicada

$S$  = área de cisalhamento do parafuso

$z$  = número de parafusos para a carga  $Q$

$\tau_{ad}$  = tensão de cisalhamento admissível do parafuso

Qual a carga de cisalhamento por parafuso?



Qual a tensão de cisalhamento por secção de ruptura do parafuso (haste lisa)?

# Perda de Pré Carga de Parafuso por Vibração



<https://www.youtube.com/watch?v=4-A9MMnAwA8>

<https://youtu.be/IKwWu2w1gGk>

# Sistemas de Travamento

## PRINCÍPIOS:

- **Aumentar atrito entre os filetes**
- **Travamento Mecânico**
- **Travamento químico - adesivos**

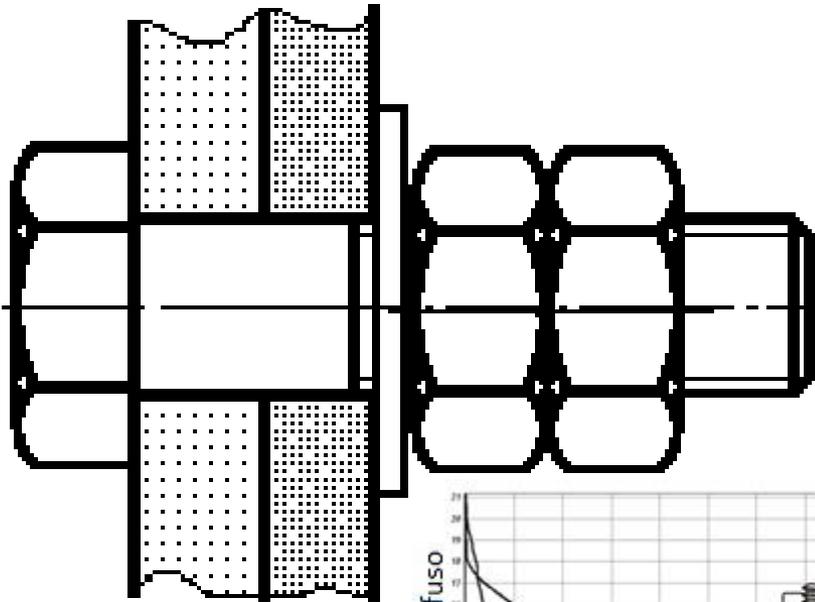
# Sistemas de Travamento

## **ATRITO:**

- PORCA/CONTRA-PORCA
- ARRUELAS
- INSERTOS PLÁSTICOS

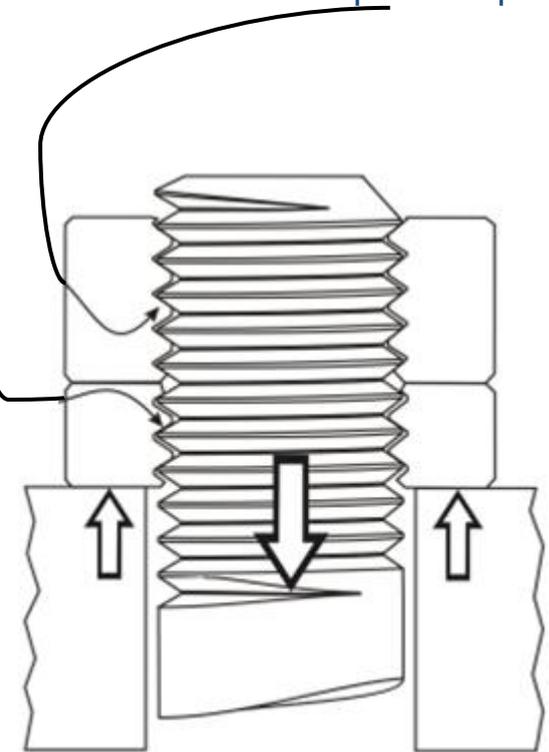
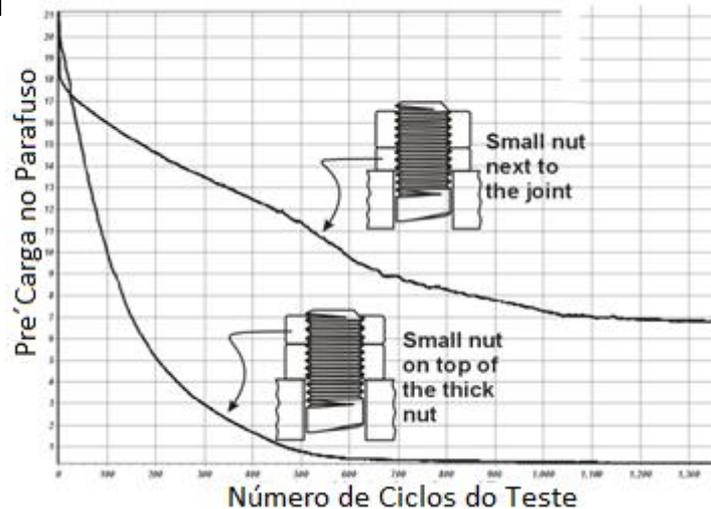
# Sistemas de Travamento - Atrito

## Porca + Contra-porca



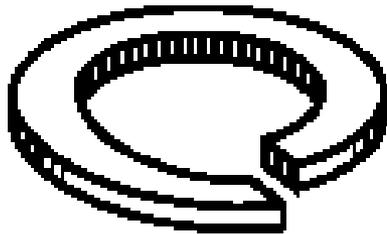
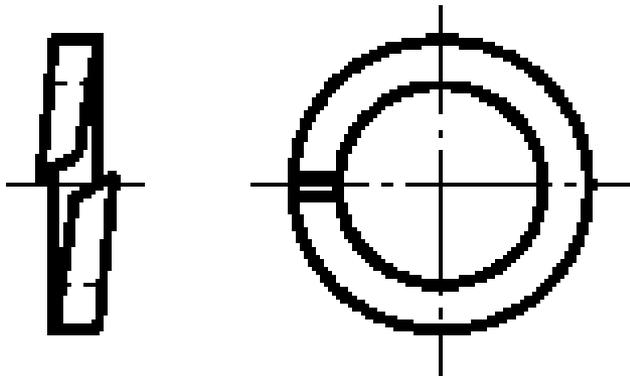
Parafuso contacta flanco superior da porca inferior

Parafuso contacta flanco inferior da porca superior

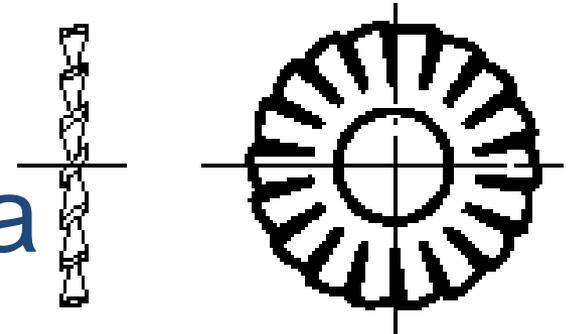


# Sistemas de Travamento- Atrito

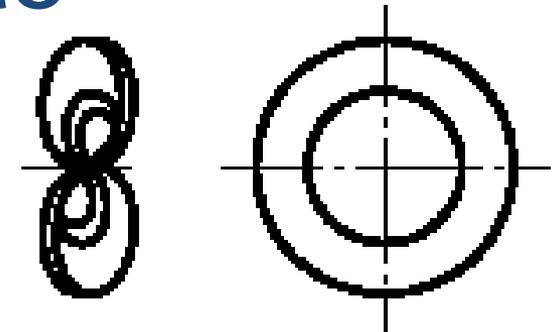
Arruela de Pressão



Arruela Serrilhada

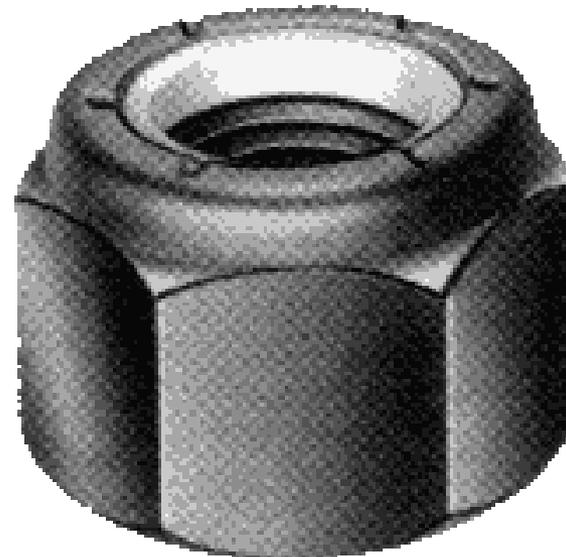
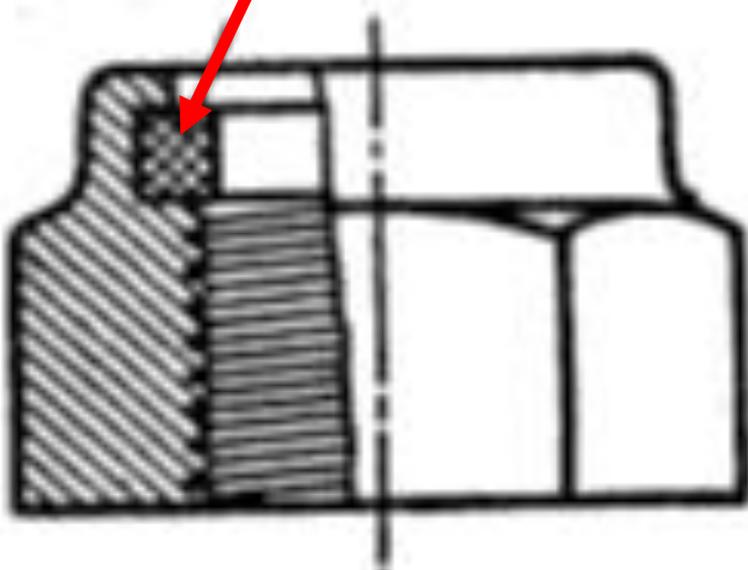


Arruela tipo Mola Prato



# Sistemas de Travamento – Atrito

Inserto plástico – “parlock”



# Sistemas de Travamento

## **TRAVAMENTO MECÂNICO:**

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

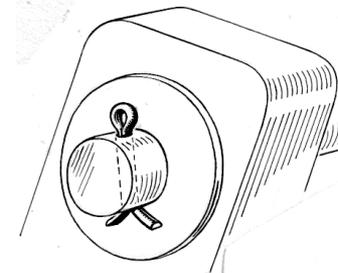
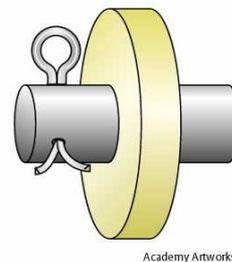
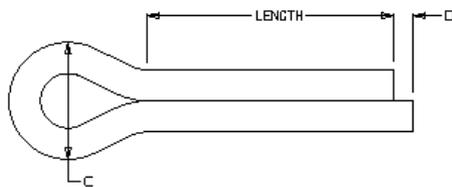
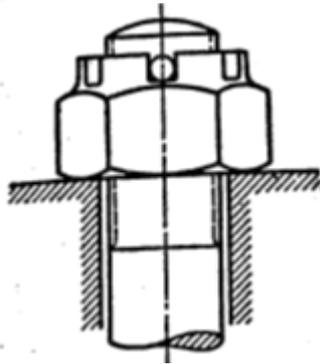
# Sistemas de Travamento

## Porca Castelo + Cupilha

Porca Castelo

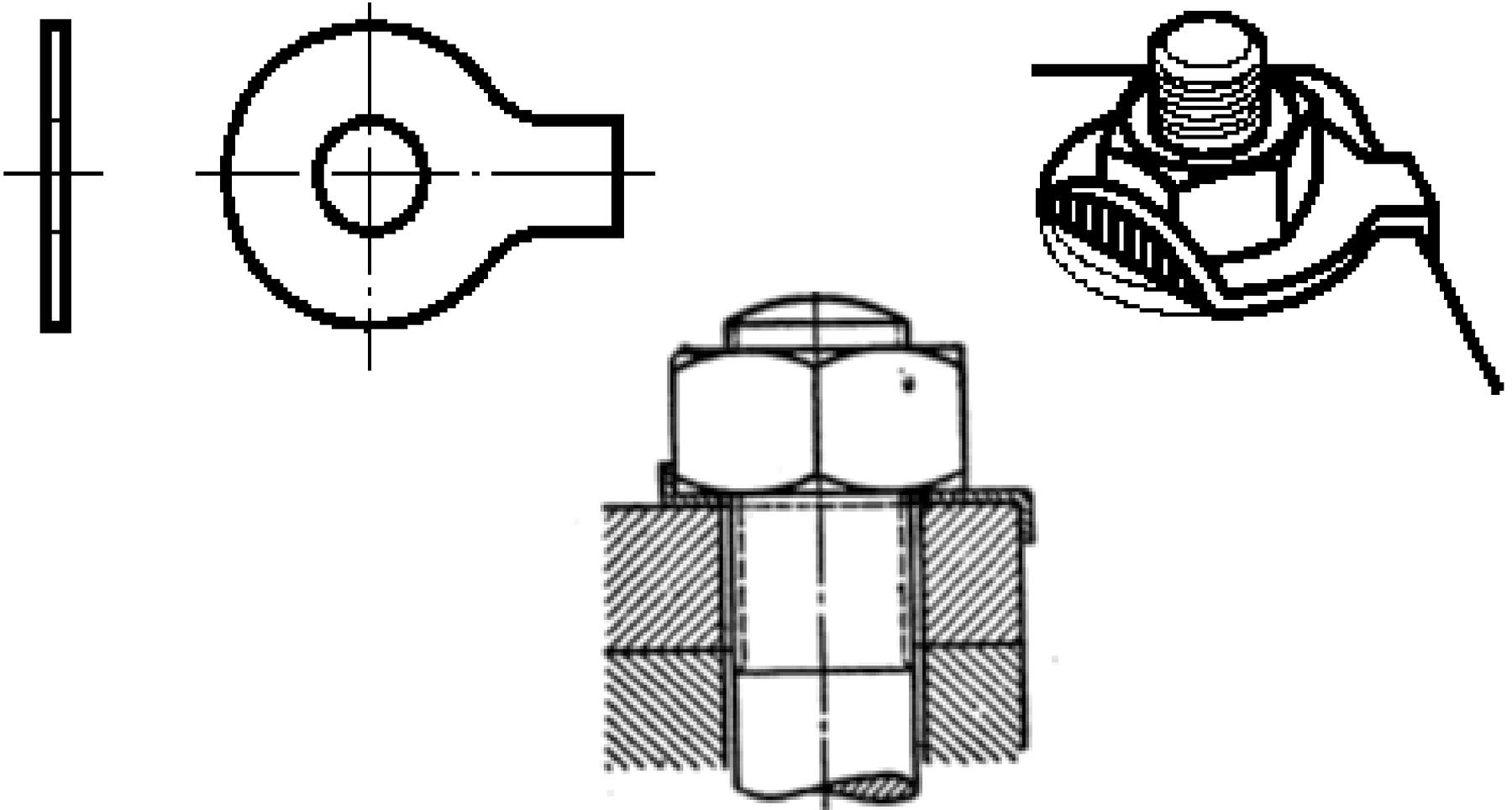


Cupilha



# Sistemas de Travamento

## Arruela Deformável

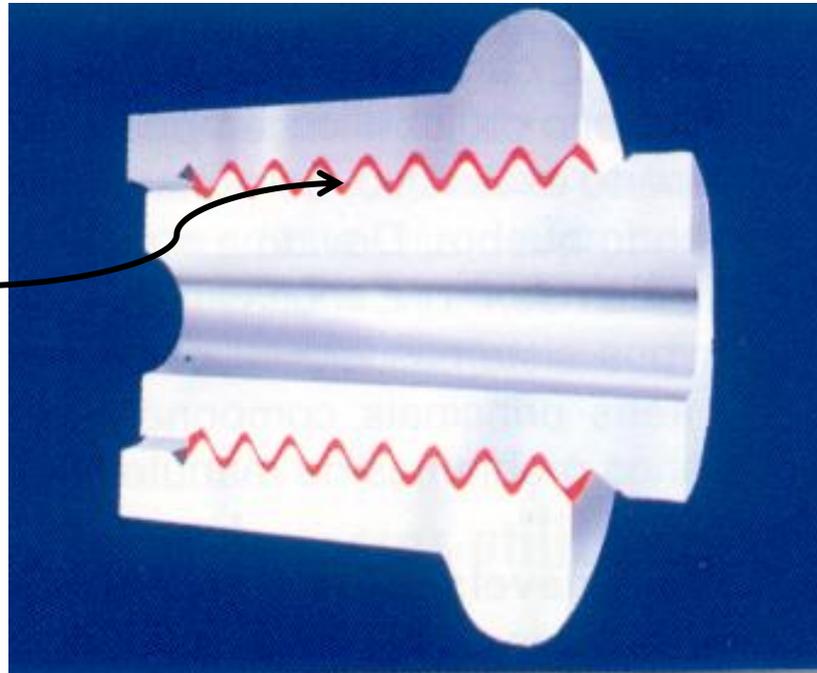


# Sistemas de Travamento

## **TRAVAMENTO QUÍMICO:**

- ADESIVOS ESPECÍFICOS

Adesivo



# ANÁLISE COMPARATIVA

## Fixação por Parafuso

### 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

# ANÁLISE COMPARATIVA

## Fixação por Parafuso

### **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