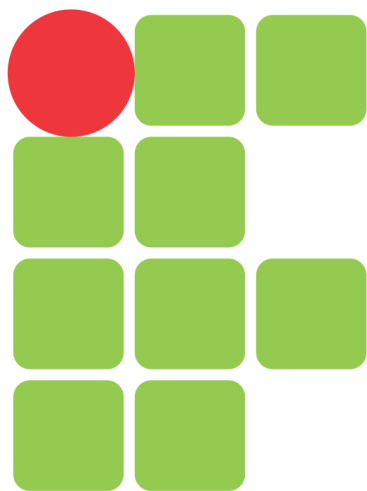


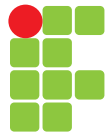


INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Elementos de Fixação

Veremos, nesta aula, o que são e para que servem os elementos de fixação. Conheceremos também os principais elementos de fixação:

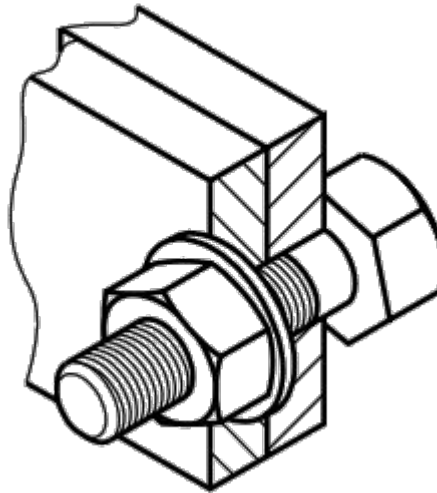
- Rebites;
- Pinos e cupilhas;
- Parafusos e roscas;
- Cálculos de roscas;
- Porcas;
- Arruelas;
- Anéis elásticos;
- Chavetas.

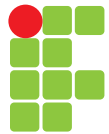


Elementos de Fixação

Na mecânica é muito comum a necessidade de unir peças como chapas, perfis e barras. Qualquer construção, por mais simples que seja, exige união de peças entre si.

Entretanto, em mecânica, as peças a serem unidas exigem elementos próprios de união que são denominados **elementos de fixação**.

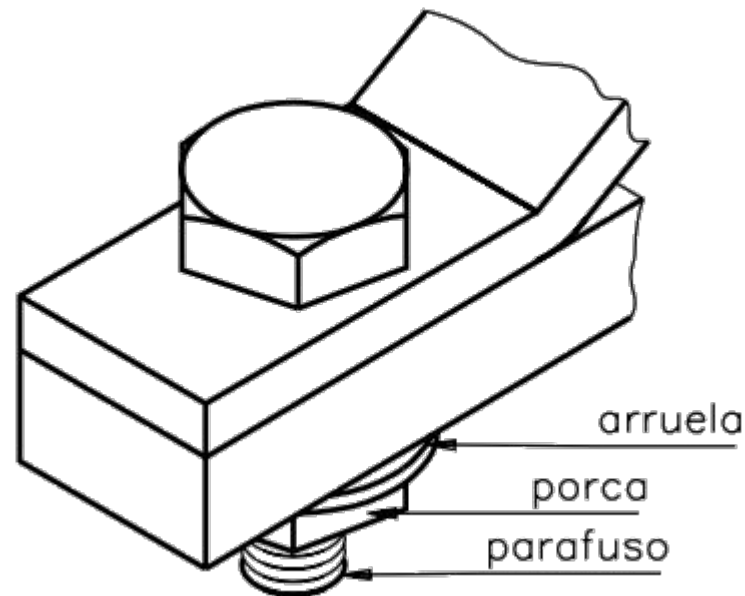


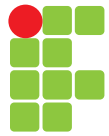


Elementos de Fixação

A união de peças feita pelos elementos de fixação pode ser de dois tipos: **móvel** ou **permanente**.

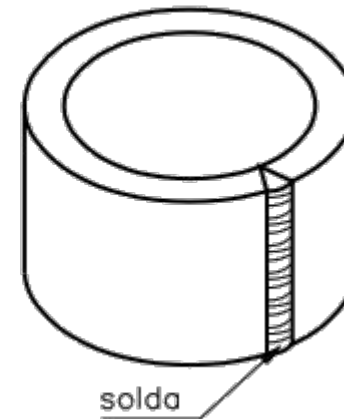
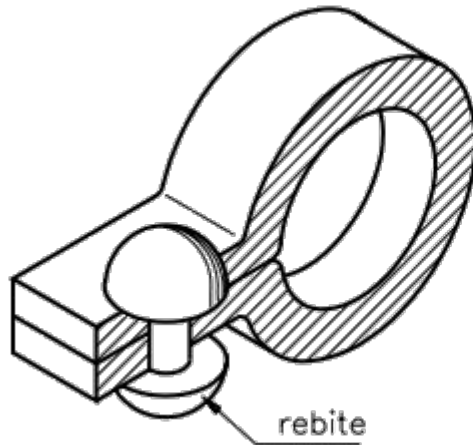
Na união do tipo **móvel** os elementos de fixação podem ser colocados ou retirados do conjunto sem causar qualquer dano às peças que foram unidas. É o caso, por exemplo, de uniões feitas com parafusos, porcas e arruelas.

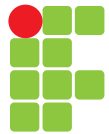




Elementos de Fixação

No tipo de **união permanente**, os elementos de fixação – uma vez instalados – não podem ser retirados sem que sofram danos ou fiquem inutilizados. É o caso, por exemplo, de uniões feitas com rebites e soldas.

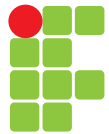




Elementos de Fixação

Tanto os elementos de **fixação móvel** quanto os elementos de **fixação permanente** devem ser usados com sabedoria e cuidado porque costumam ser, em geral, os componentes mais frágeis de uma máquina.

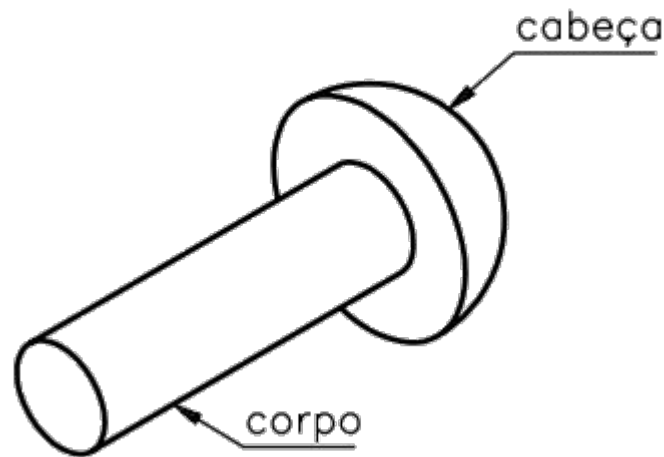
Assim, para projetar um conjunto mecânico é preciso escolher o elemento de fixação adequado ao tipo de peças que irão ser unidas ou fixadas. Se, por exemplo, unirmos peças robustas com elementos de fixação fracos e mal planejados, o conjunto apresentará falhas e poderá ficar inutilizado; ocasionando desperdício de tempo, materiais e recursos financeiros.

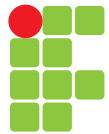


Elementos de Fixação

Os principais elementos de fixação serão apresentados de maneira sucinta, antes de vermos em detalhes todos eles.

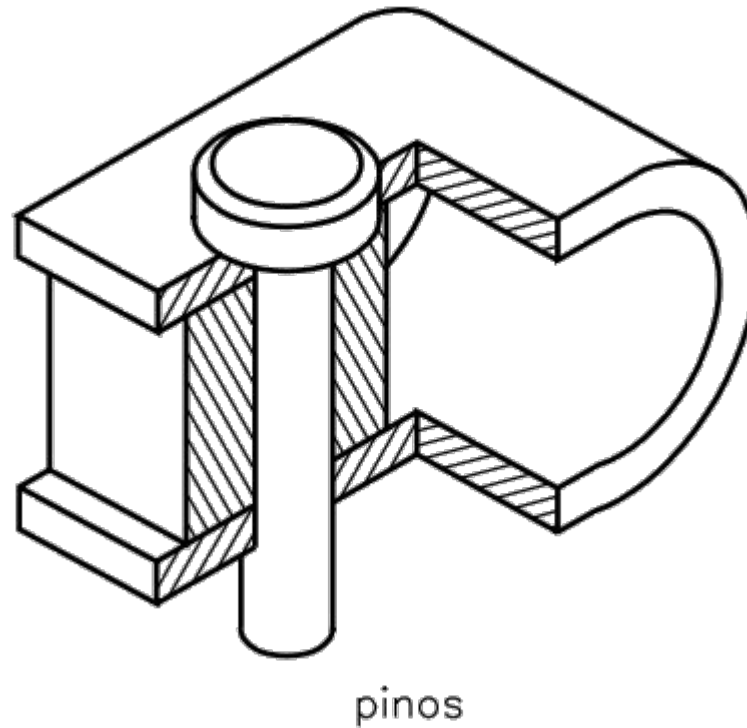
O **rebite** é formado por um corpo cilíndrico e uma cabeça. É fabricado em aço, alumínio, cobre ou latão. É utilizado para fixação permanente de duas ou mais peças.

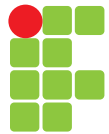




Elementos de Fixação

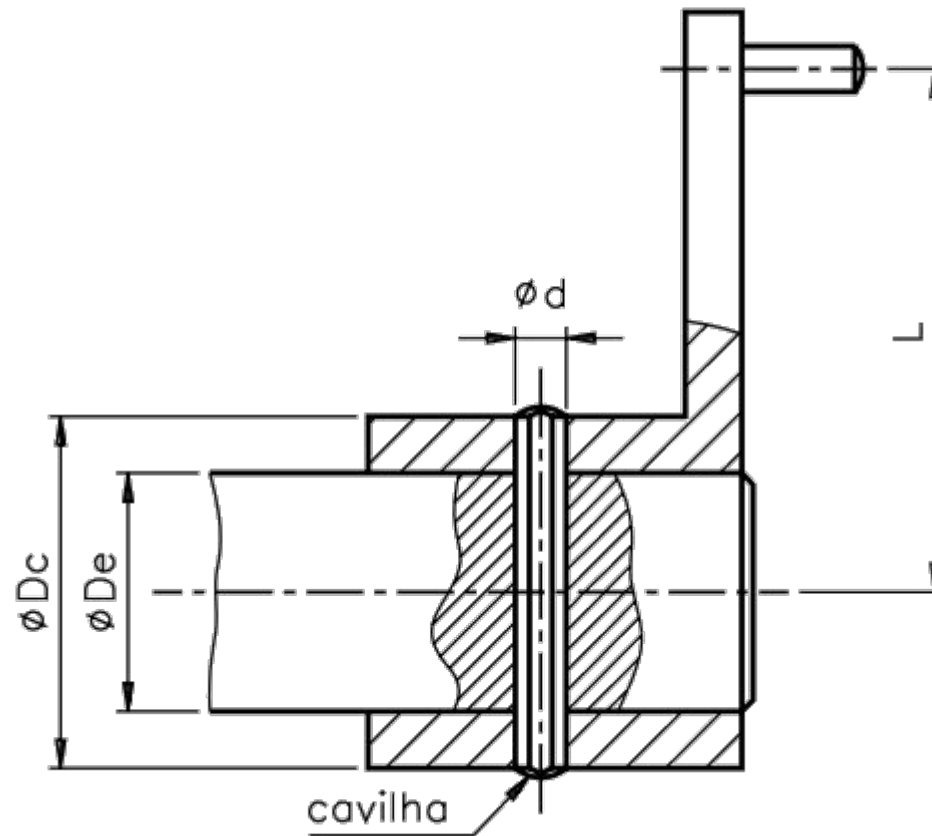
O **pino** une peças articuladas. Neste tipo de união, uma das peças pode se movimentar por rotação.

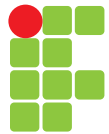




Elementos de Fixação

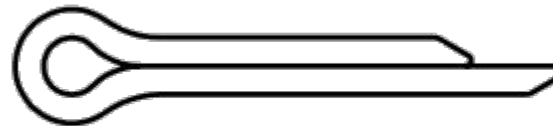
A **cavilha** une peças que não são articuladas entre si.



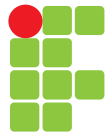


Elementos de Fixação

O **contrapino** ou **cupilha** é uma haste ou arame com forma semelhante à de um meio-cilindro, dobrado de modo a fazer uma cabeça circular e tem duas pernas desiguais. Introduz-se o contrapino ou cupilha num furo na extremidade de um pino ou parafuso com porca castelo. As pernas do contrapino são viradas para trás e, assim, impedem a saída do pino ou da porca durante vibrações das peças fixadas.



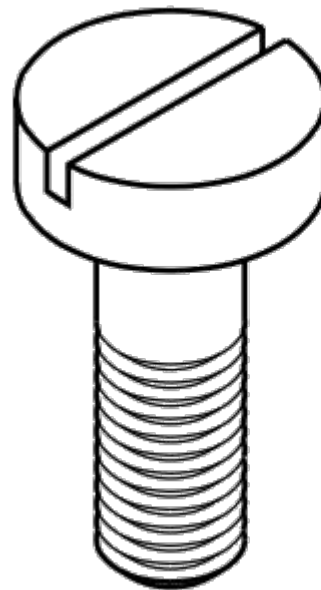
cupilha ou contrapino



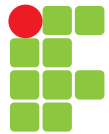
INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Elementos de Fixação

O **parafuso** é uma peça formada por um corpo cilíndrico roscado e uma cabeça, que pode ter várias formas.



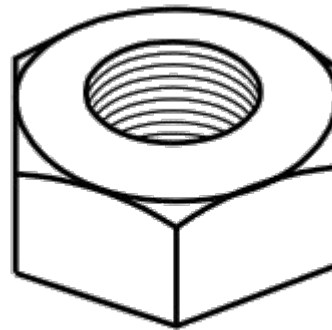
parafuso de
cabeça cilíndrica
com fenda



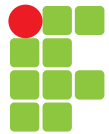
INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Elementos de Fixação

A **porca** pode ter diversas formas, sempre apresentando um furo roscado. Através deste furo a porca é atarraxada ao parafuso.



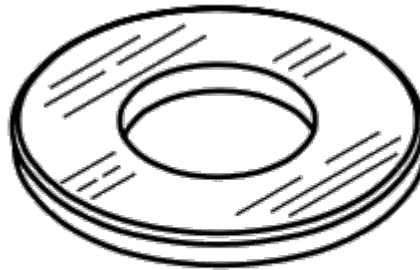
porca sextavada



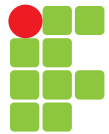
INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Elementos de Fixação

A **arruela** é um disco metálico com um furo no centro. O corpo do parafuso passa por esse furo.

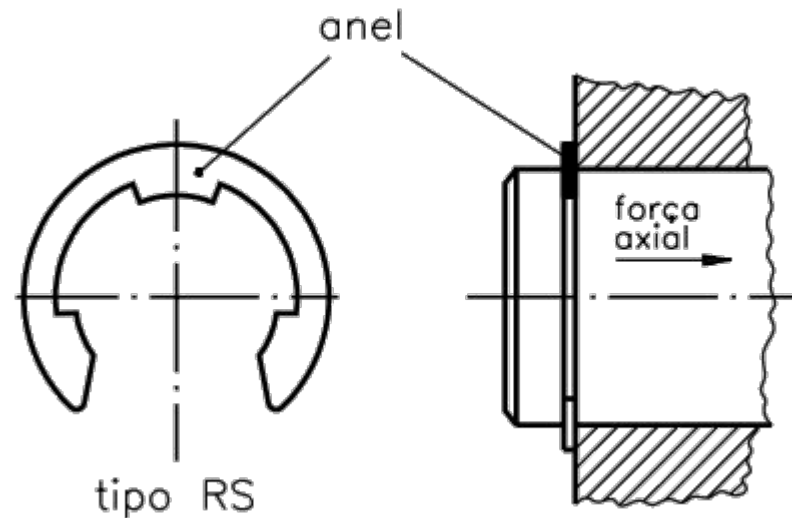


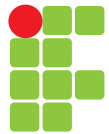
arruela chanfrada



Elementos de Fixação

O **anel elástico** é usado para impedir deslocamento de eixos. Serve também para posicionar ou limitar o movimento de uma peça que desliza sobre um eixo.

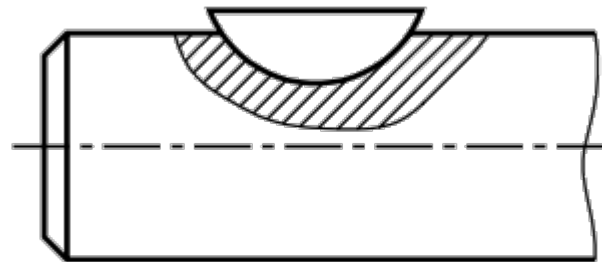




Elementos de Fixação

A **chaveta** tem corpo em forma prismática ou cilíndrica que pode ter faces paralelas ou inclinadas, em função da grandeza do esforço e do tipo de movimento que deve transmitir.

Alguns autores classificam a chaveta como elemento de fixação, e outros como elemento de transmissão. Na verdade, a chaveta desempenha ambas as funções.

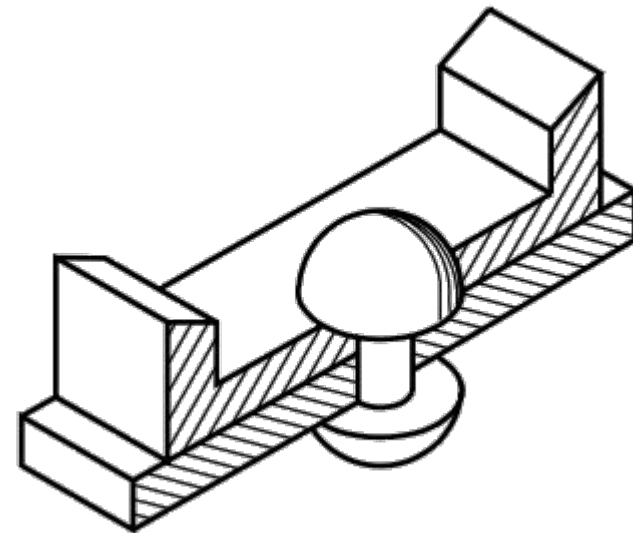
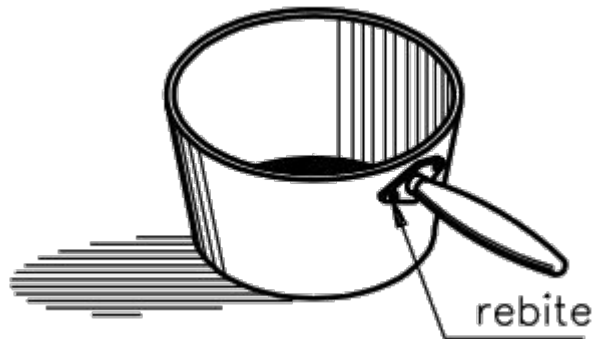


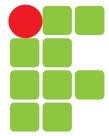
chaveta



Rebites

A fixação por rebites é um meio de união permanente. É o meio de fixação escolhido quando não desejamos causar alterações na superfície das peças unidas ou correr o risco de alterar algum tratamento térmico devido ao calor – como aconteceria com a soldagem.



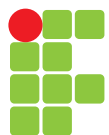


INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Rebites

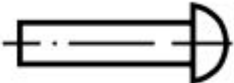
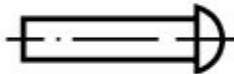
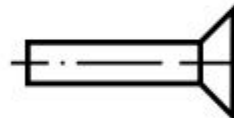
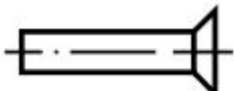
Um rebite é composto de um corpo em forma de eixo cilíndrico e de uma cabeça. A cabeça pode apresentar vários formatos.

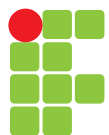
Os rebites são peças que podem ser fabricadas em aço, alumínio, cobre ou latão. Unem rigidamente peças ou chapas, principalmente em estruturas metálicas tais como: reservatórios, caldeiras, máquinas, indústria naval, indústria aeronáutica, treliças, etc...



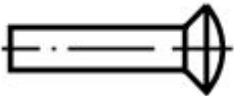
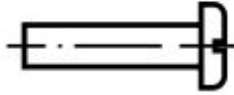
Rebites

Uma classificação geral dos rebites em função do formato da cabeça e seu emprego é apresentado.

TIPOS DE REBITE	FORMATO DA CABEÇA	EMPREGO
	Cabeça redonda larga	Largamente utilizados devido à resistência que oferecem.
	Cabeça redonda estreita	
	Cabeça escareada chata larga	Empregados em uniões que não admitem saliências.
	Cabeça escareada chata estreita	



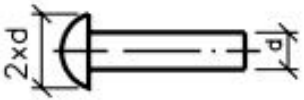
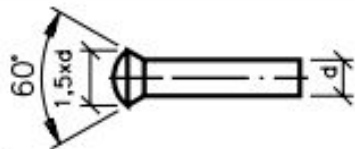
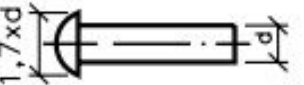
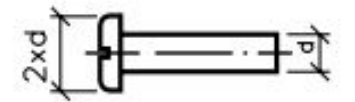
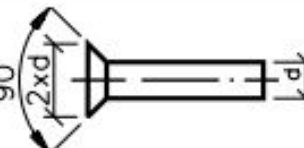
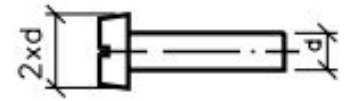
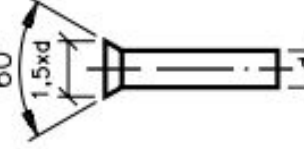
Rebites

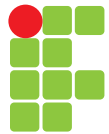
	Cabeça escareada com calota	Empregados em uniões que admitem pequenas saliências.
	Cabeça tipo panela	
	Cabeça cilíndrica	Usados nas uniões de chapas com espessura máxima de 7 mm.



Rebites

A fabricação dos rebites é padronizada, ou seja, seguem normas técnicas que indicam medidas da cabeça, do corpo e do comprimento útil dos rebites.

	Cabeça redonda larga		Cabeça escareada com calota
	Cabeça redonda estreita		Cabeça tipo panela
	Cabeça escareada chata larga		Cabeça cilíndrica
	Cabeça escareada chata estreita		

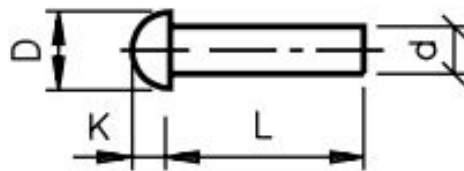


Rebites

Em estruturas metálicas utiliza-se rebites de aço de cabeça redonda, possuindo-se diâmetros padronizados de 10 até 36 mm e comprimentos úteis padronizados de 10 até 150 mm.

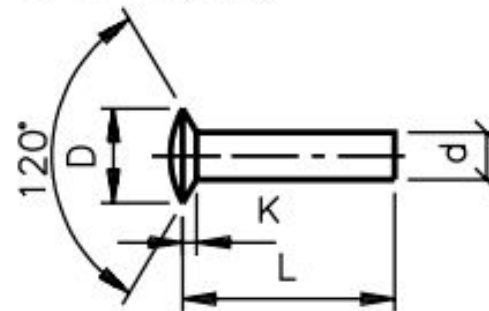
Em serviços de funilaria emprega-se principalmente rebites com cabeça redonda ou com cabeça escareada.

$$\begin{aligned}d &= 1,6 \text{ até } 6\text{mm} \\L &= 3 \text{ até } 40\text{mm} \\D &= 1,6 d \\K &= 0,7 d\end{aligned}$$



cabeça redonda

$$\begin{aligned}d &= 3 \text{ até } 5\text{mm} \\L &= 3 \text{ até } 40\text{mm} \\D &= 2,4 \text{ até } 1,8 d \\K &= \sim 0,3 d\end{aligned}$$

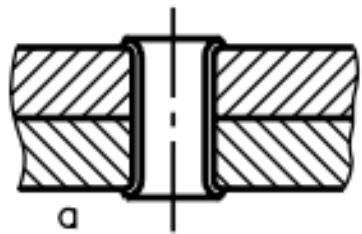


cabeça escareada

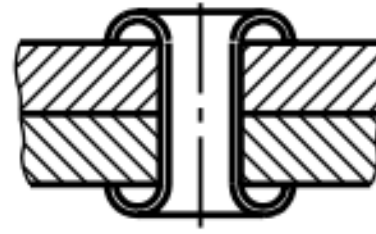
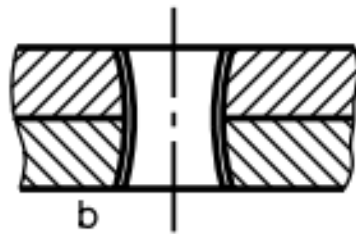


Rebites

Alguns tipos de rebites especiais, menos utilizados, são apresentados:



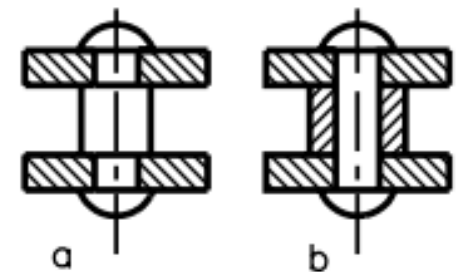
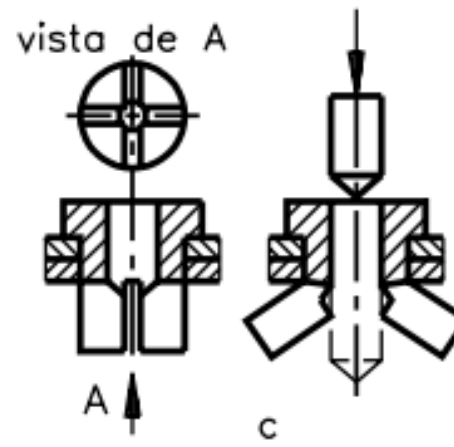
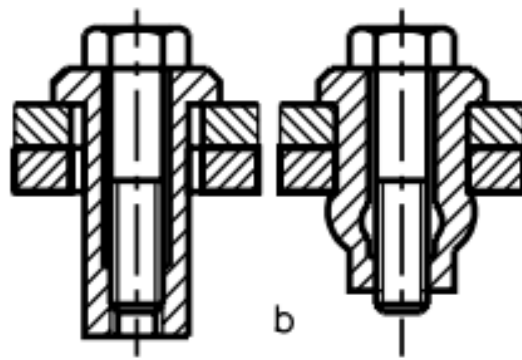
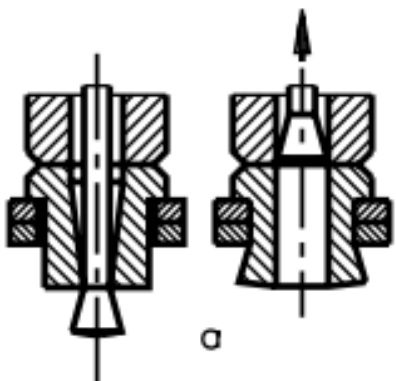
rebites de tubo



rebite explosivo



rebite de semi-tubo



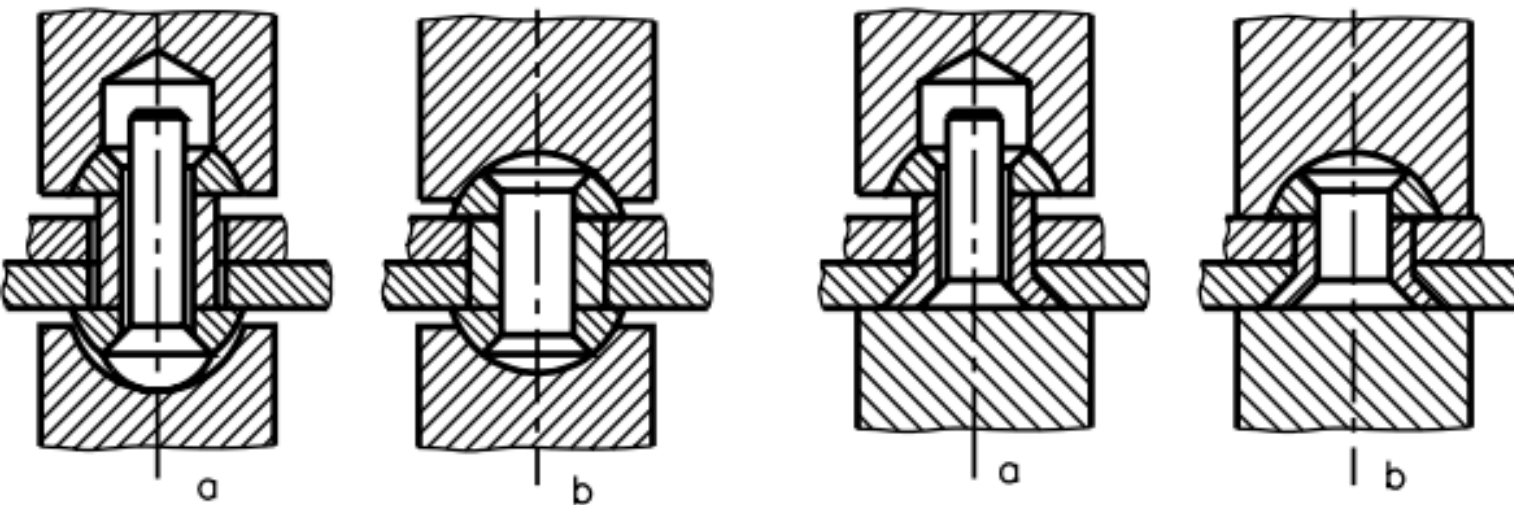
rebites distanciadores

r e b i t e s c o m a l o j a m e n t o



Rebites

Alguns tipos de rebites especiais, menos utilizados, são apresentados:



rebites para uma rebitagem a frio com elevado esforço cortante

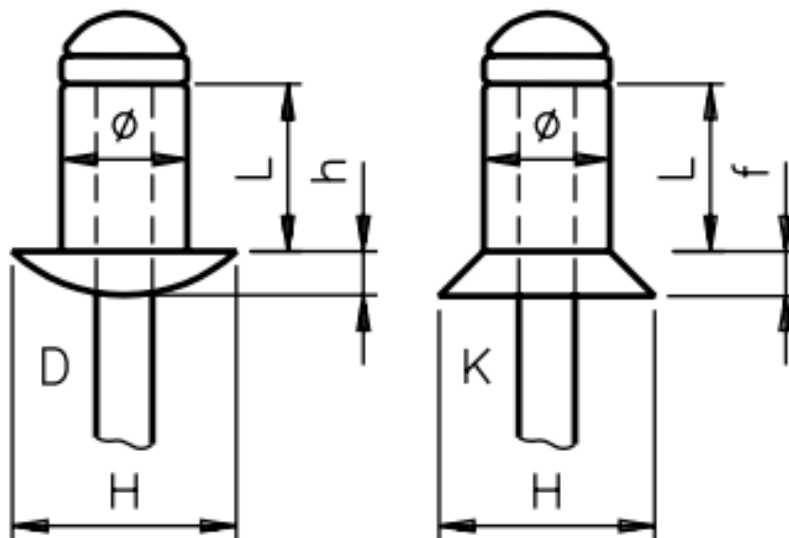


rebites com
seções diferentes

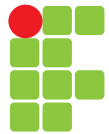


Rebites

Além destes rebites cabe também destacar, pela sua importância, o **rebite de repuxo** também conhecido como **rebite pop**. É um elemento especial de união, empregado para fixar peças com rapidez, economia e simplicidade. É aquele que normalmente vemos sendo utilizado no dia a dia. Costumam ser fabricados de aço-carbono, aço inoxidável, alumínio, cobre, etc...



D=aba abaulada
K=aba escareada
 ϕ =diâmetro do rebite
H=diâmetro da aba
h=altura da aba
f=altura da aba escareada
L=comprimento do rebite



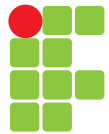
Rebites

Para se especificar o rebite adequado, é necessário saber:

- De quê material o rebite é feito;
- Qual o tipo de cabeça adequada;
- O diâmetro do corpo;
- O comprimento útil.

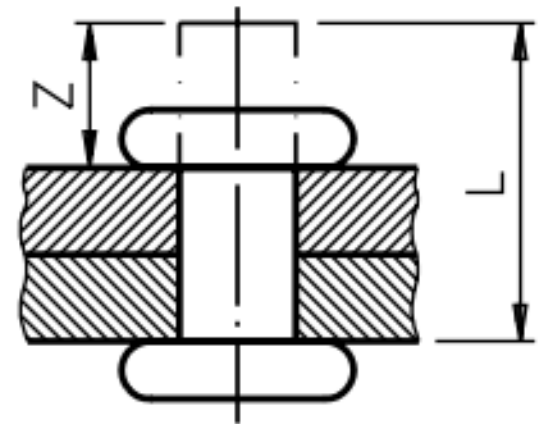
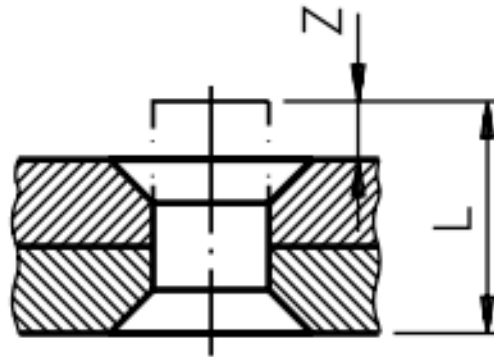
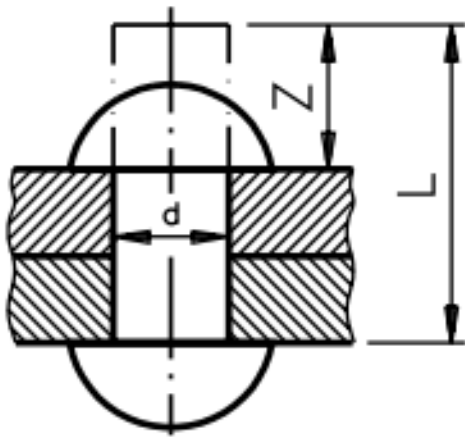
O comprimento útil do rebite corresponde à parte do corpo que vai formar a união. A parte que fica fora da união é chamada de **sobra necessária** e é utilizada para formar a outra cabeça do rebite. Na especificação do rebite é importante saber qual será o comprimento útil **L** e a sobra necessária **z**. Assim leva-se em conta:

- O diâmetro do rebite;
- O tipo de cabeça a ser formado;
- O modo como vai ser fixado o rebite: a frio ou a quente.



Rebites

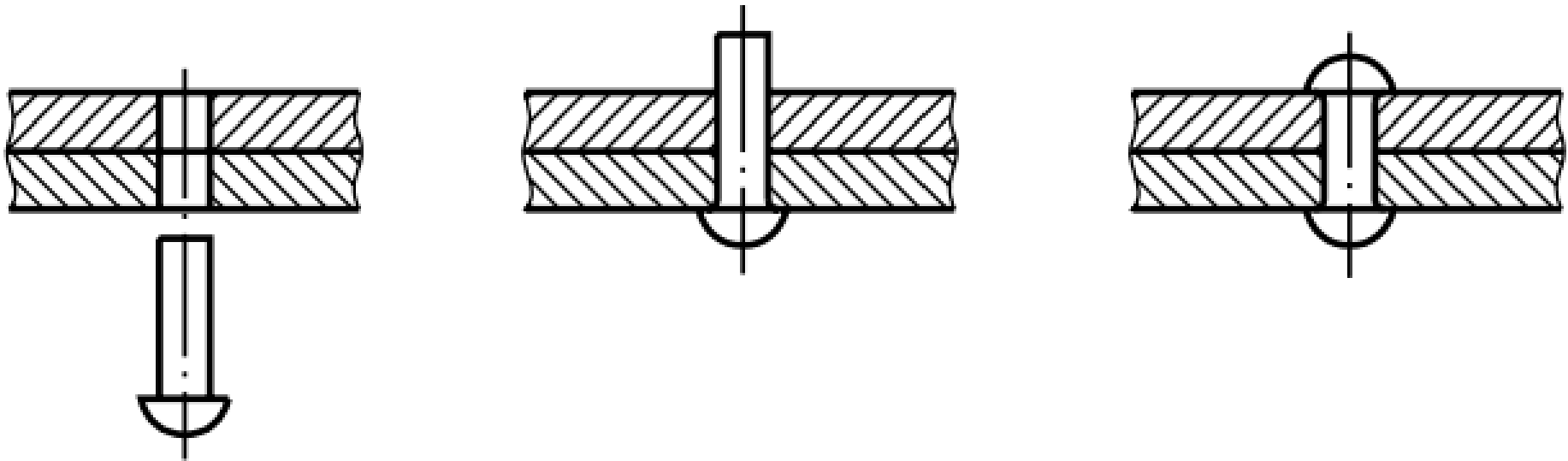
As figuras mostram o excesso de material z necessário para se formar a segunda cabeça do rebite em função dos formatos da cabeça, do comprimento útil L e do diâmetro do rebite d .

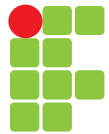




Rebites

Na rebitagem, coloca-se os rebites em furos já feitos nas peças a serem unidas. Depois dá-se forma de cabeça ao corpo dos rebites, conforme ilustrado abaixo.

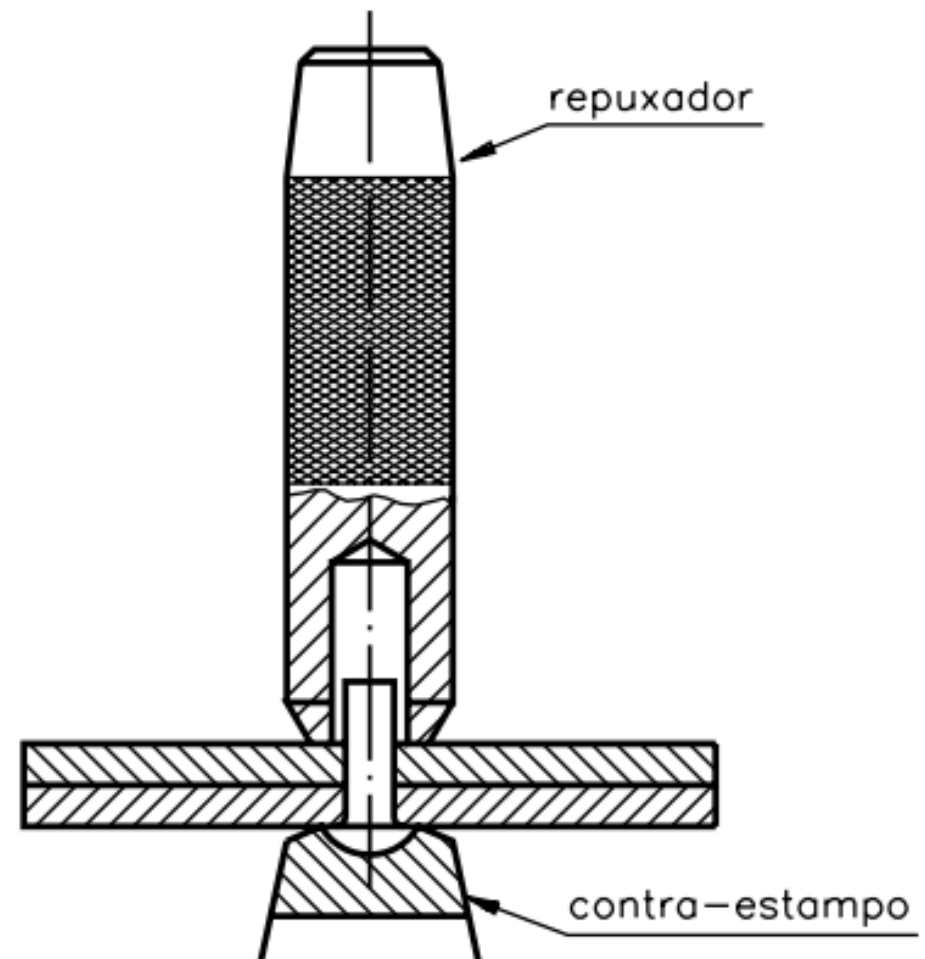




Rebites

A segunda cabeça do rebite pode ser feita através de dois processos: **manual** e **mecânico**.

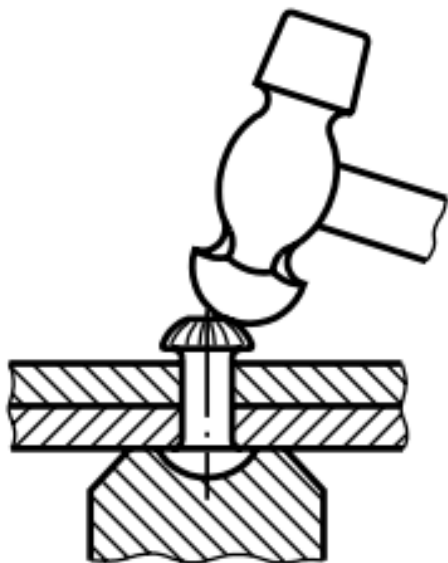
O **processo manual** é feito à mão, com pancadas de martelo. Antes de iniciar o processo, é preciso comprimir as duas superfícies metálicas a serem unidas com o auxílio de duas ferramentas: o contra-estampo – que fica sob as chapas; e o repuxador – que é uma peça de aço com furo interno, no qual é introduzida a ponta saliente do rebite.



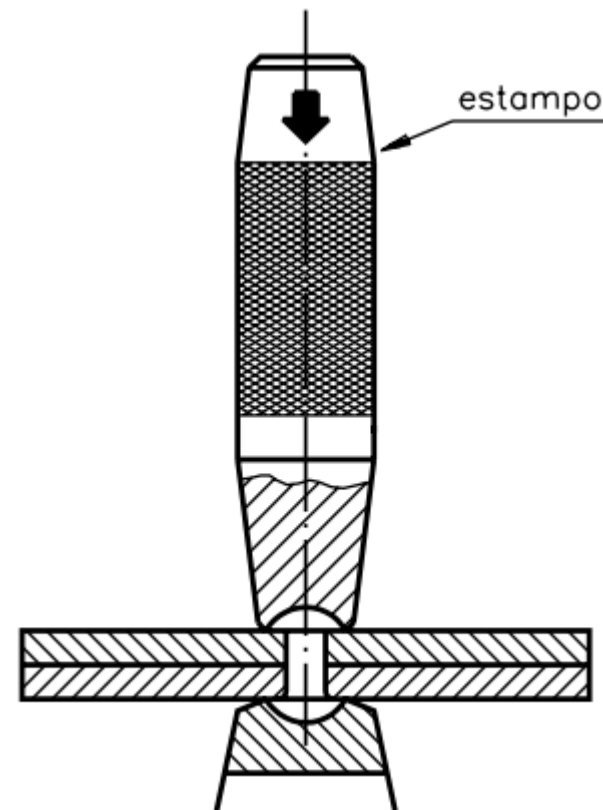


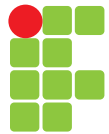
Rebites

Após as chapas serem prensadas, o rebite é martelado até encorpar, isto é: dilatar e preencher totalmente o furo. Depois, com o martelo de bola, o rebite é **boleado**, ou seja, é martelado até começar a se arredondar.



Em seguida o formato da segunda cabeça é feito por meio de outra ferramenta chamada de **estampo**, em cuja ponta existe uma cavidade que será usada como matriz para a cabeça redonda.



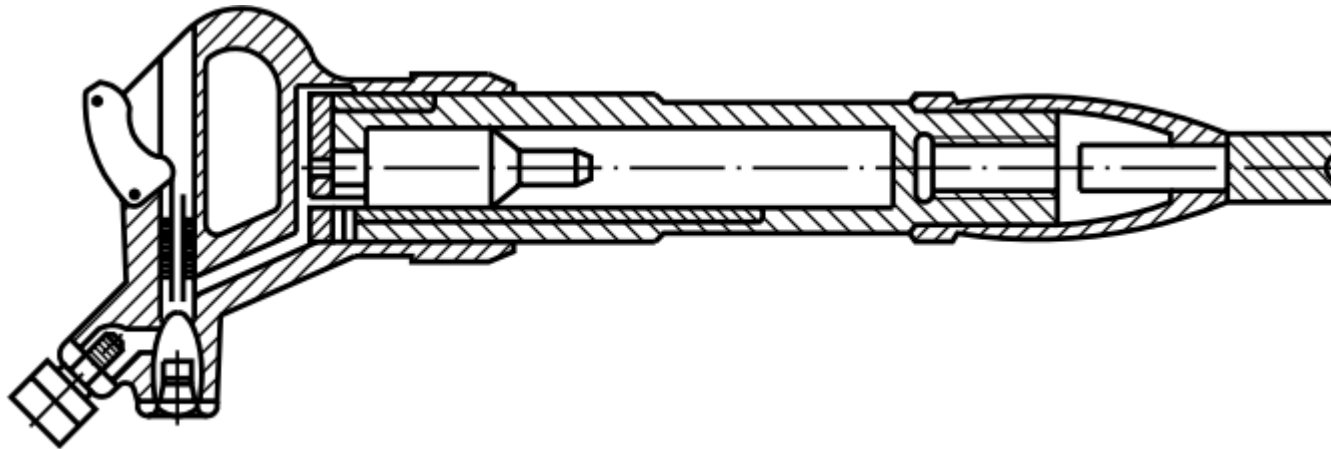


Rebites

Já o **processo mecânico** é feito por meio de martelo pneumático ou rebitadeiras pneumáticas ou hidráulicas.

O martelo costuma funcionar por meio de um pistão ou êmbolo que impulsiona a ferramenta existente na sua extremidade. Esta ferramenta é o estampo, que dá forma à cabeça do rebite e pode ser trocado conforme a necessidade.

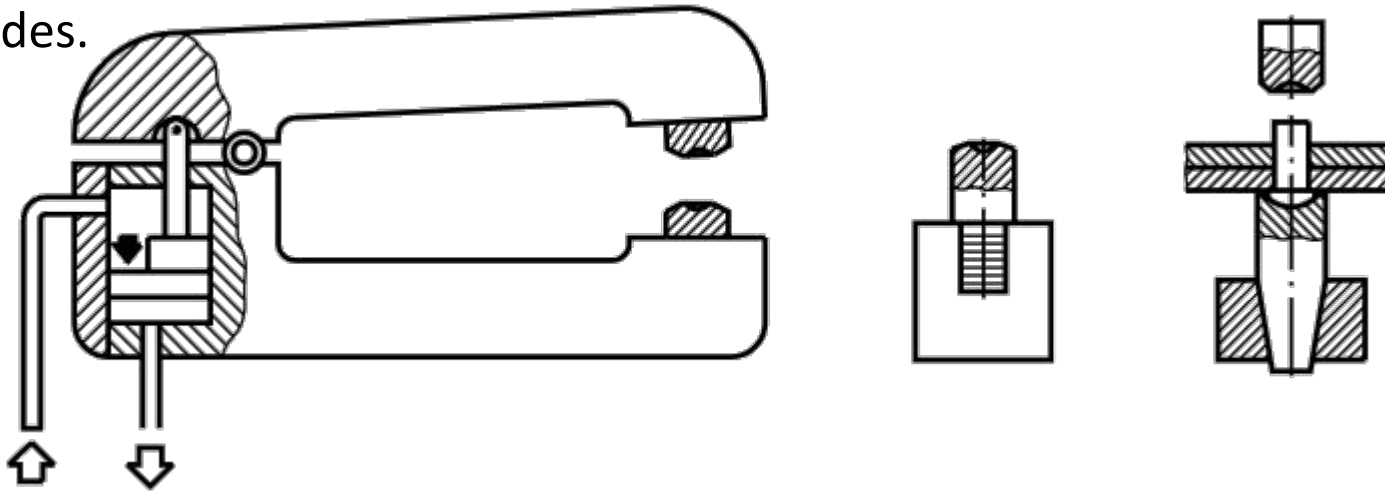
Uma vista em corte de um martelo pneumático para rebitagem é mostrada.



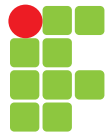


Rebites

A rebiteadeira pneumática ou hidráulica funciona por meio de pressão contínua. Esta máquina tem a forma de um C e é constituída de duas garras, uma fixa e outra móvel com estampos nas extremidades.



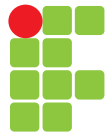
Se compararmos o sistema manual com o mecânico veremos que o sistema manual é utilizado para rebitar em locais de difícil acesso ou peças pequenas. A rebiteagem por processo mecânico apresenta vantagens, principalmente quando é utilizada a rebiteadeira pneumática ou hidráulica. A máquina é silenciosa, trabalha com rapidez e permite rebiteamento mais resistente pois o rebite preenche totalmente o furo, sem deixar espaço.



Rebites

Entretanto as rebiteadeiras costumam ser máquinas grandes e fixas e não trabalham em qualquer posição. Nos casos em que é necessário o deslocamento da pessoa e da máquina é preferível o uso do martelo pneumático.



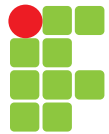


Rebites

Tanto a rebitagem manual quanto a mecânica podem ser feitas **a quente** ou **a frio**. Na rebitagem a quente o rebite é aquecido por meio de fornos até que fique **rubro**.

A **rebitagem a quente** é indicada para rebites com diâmetro superior a 6,35 mm, sendo aplicada principalmente em rebites de aço.

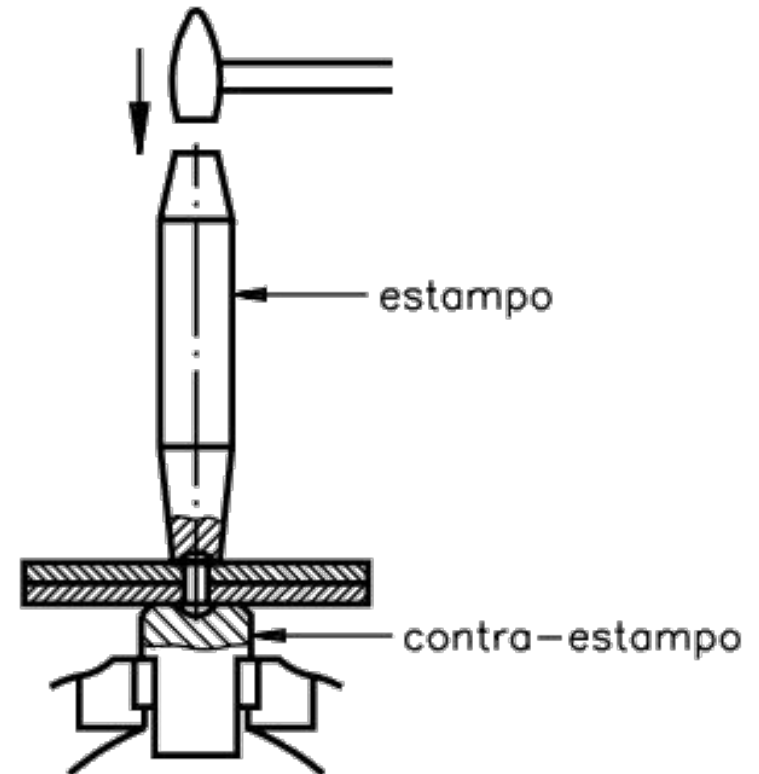
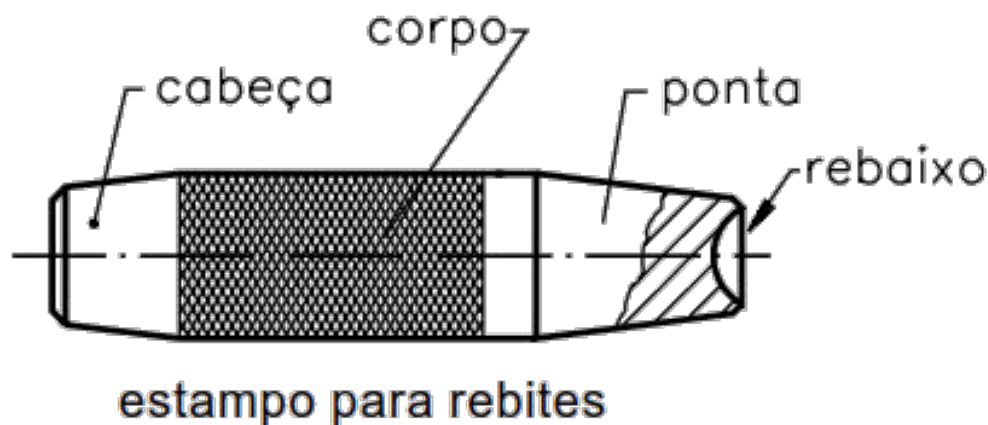
A **rebitagem a frio** é feita por martelamento simples, sem utilizar qualquer fonte de calor. É indicada para rebites com diâmetro de até 6,3 mm se o trabalho for a mão, e até 10 mm se for à máquina.

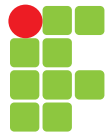


Rebites

Conforme mencionado anteriormente, a rebiteagem necessita de algumas ferramentas.

O **estampo** é uma ferramenta usada para dar forma a uma peça. O estampo utilizado na rebiteagem manual é feito de aço temperado e apresenta três partes: cabeça, corpo e ponta. A ponta possui um rebaixo utilizado para dar formato final à segunda cabeça do rebite.

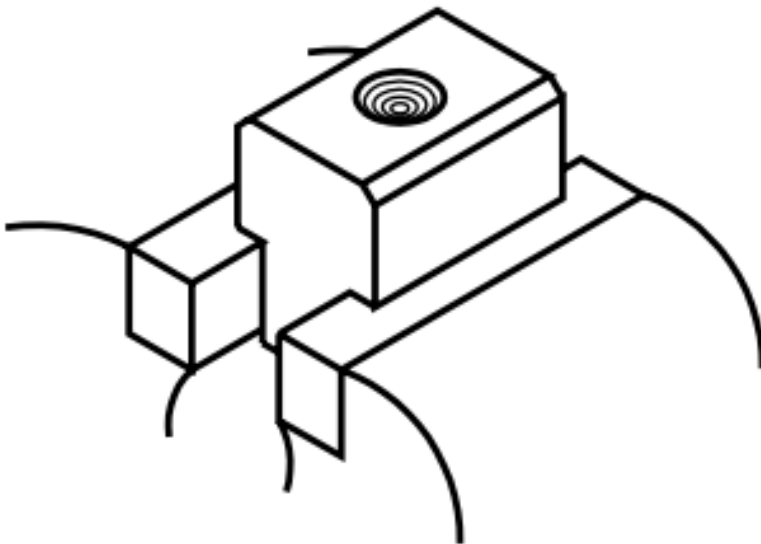


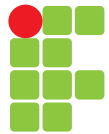


Rebites

O **contra-estampo** é na verdade um estampo colocado em posição oposta à do estampo. Também é de aço temperado e apresenta um rebaixo semi-esférico no qual é introduzida a cabeça do rebite.

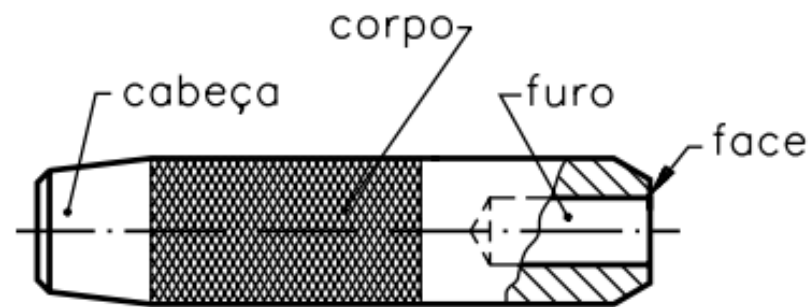
No caso de peças pequenas pode-se utilizar o contra-estampo fixo a uma morsa; no caso de peças grandes o contra-estampo pode ser apoiado no piso, sobre uma chapa de proteção.



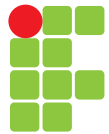


Rebites

O **repuxador** comprime as chapas a serem rebitadas. É feito de aço temperado e apresenta três partes: cabeça, corpo e face. Na face existe um furo que aloja a extremidade livre do rebite.



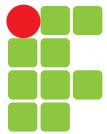
repuxador para rebites



Rebites

No processo de rebitagem deve-se seguir aos seguintes passos:

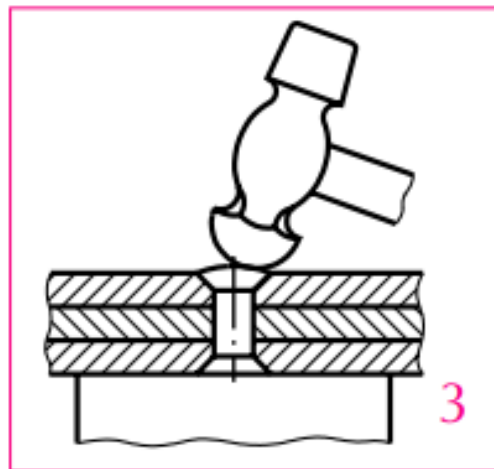
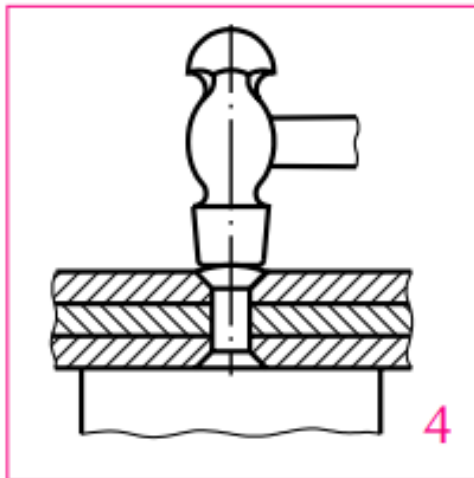
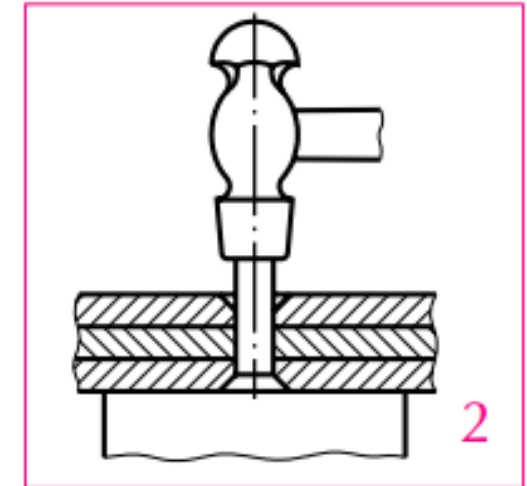
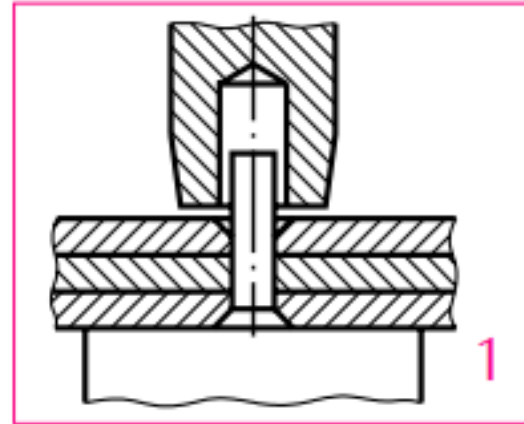
- Preparo do material: elimine as rebarbas dos furos a fim de assegurar uma boa aderência entre as chapas;
- Alinhe as chapas: elas podem ser presas com grampos, alicates de pressão ou morsa manual. Caso existam furos não alinhados, um alargador pode ser utilizado.
- Prepare os rebites: Calcule o comprimento do rebite de acordo com o formato da peça. Caso necessário, corte o rebite e rebarbe-o.
- Rebite: Inicie a rebitagem pelos extremos da linha de rebitagem.



Rebites

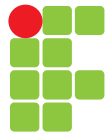
Apoie as chapas sobre uma base sólida e repuxe os rebites. A base sólida deve sempre estar limpa.

As pancadas iniciais sobre os rebites devem ser aplicadas com a face de impacto do martelo e devem ser perpendiculares em relação aos rebites.



Boleie os rebites com a bola do martelo a fim de preencher o escareado.

Termine a rebitagem dando pancadas com a face do martelo. Evite pancadas desnecessárias sobre os rebites, pois isto torna-os duros e frágeis.

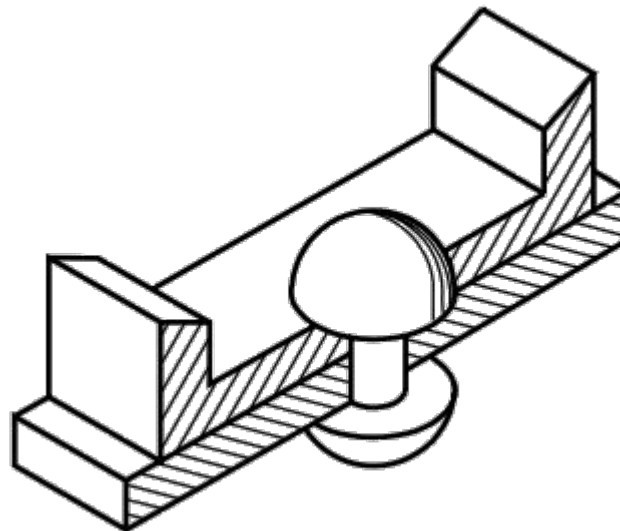


Rebites

Existem, basicamente, três tipos de rebitagem:

- **Rebitagem de recobrimento;**
- **Rebitagem de recobrimento simples;**
- **Rebitagem de recobrimento duplo.**

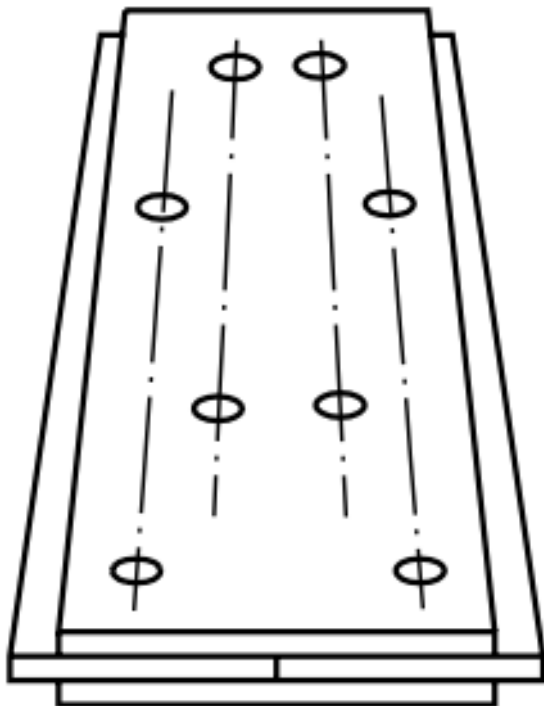
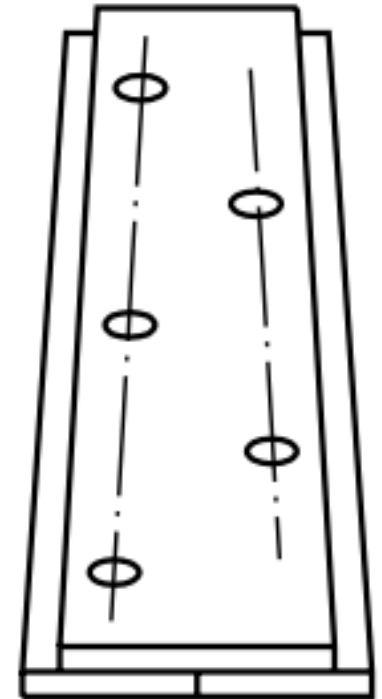
Na **rebitagem de recobrimento**, as chapas são apenas sobrepostas e rebitadas. Este tipo destina-se somente a suportar esforços e é empregado na fabricação de vigas e estruturas metálicas.



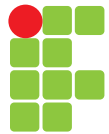


Rebites

A **rebitagem de recobrimento simples** é destinada a suportar esforços e permitir fechamento ou vedação. É empregada na construção de caldeiras a vapor e recipientes de ar comprimento. As chapas se justapõem e sobre elas estende-se uma outra chapa para cobri-las.

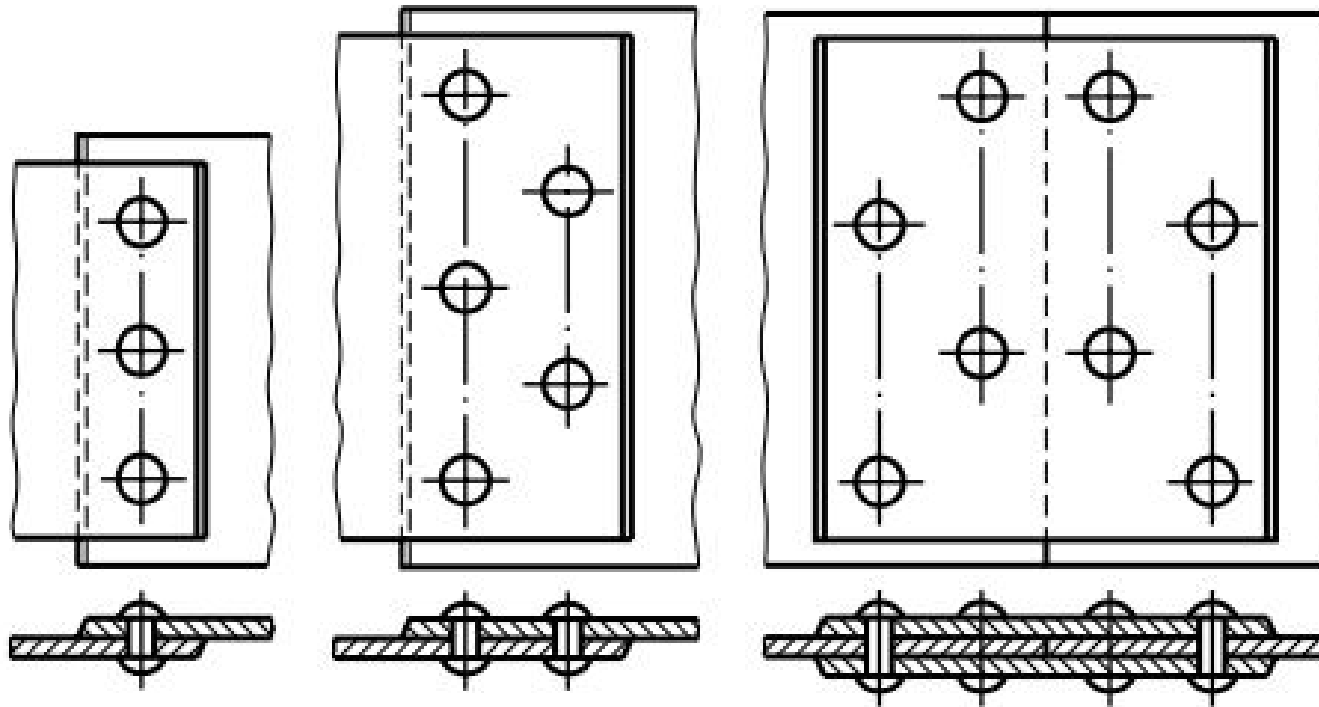


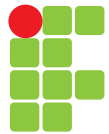
A **rebitagem de recobrimento simples duplo** é usada, basicamente, para uma perfeita vedação. É empregada na construção de chaminés e recipientes de gás. As chapas são justapostas e envolvidas por duas outras chapas que as recobrem dos dois lados.



Rebites

A quantidade de rebites que devem ser utilizados para uma união depende da largura das chapas ou do número de chapas que recobrem a junta. Pode-se utilizar, uma, duas ou mais fileiras de rebites.





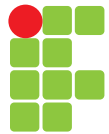
Rebites

Quanto à distribuição de rebites, existem vários fatores a considerar: o comprimento da chapa, a distância entre a borda e o rebite mais próximo o diâmetro do rebite e o **passo**.

O **passo** é a distância entre os eixos dos rebites de uma mesma fileira. Ele deve ser bem calculado para não ocasionar empenamento das chapas.

No caso de junções que exijam boa vedação, o passo deve ser equivalente a duas vezes e meia ou três vezes o diâmetro do corpo do rebite. A distância entre os rebites e a borda das chapas deve ser igual a pelo menos uma vez e meia o diâmetro do corpo dos rebites mais próximos a esta borda.

O cálculo de distribuição dos rebites é feito por projetistas que deverão levar em conta a finalidade da rebitagem, o esforço que as chapas sofrerão, o tipo de junta necessário e a dimensão das chapas – entre outros dados do projeto. Assim o profissional encarregado da rebitagem receberá os cálculos já prontos junto com o projeto a ser executado.

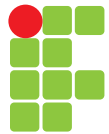


Rebites

Cálculo do diâmetro do rebite: a escolha do rebite é feita de acordo com a espessura das chapas que se quer rebitar. A prática recomenda que se considere a chapa de menor espessura e se multiplique esse valor por 1,5:

$$d = 1,5 \cdot S$$

Exemplo: Para rebitar duas chapas de aço, uma com espessura de 5 mm e outra com espessura de 4 mm, qual o diâmetro do rebite?

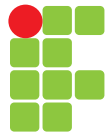


Rebites

Cálculo do diâmetro do furo: o diâmetro do furo pode ser calculado multiplicando-se o diâmetro do rebite pela constante 1,06. Matematicamente escreve-se:

$$dF = dR \cdot 1,06$$

Exemplo: Qual o diâmetro do furo para um rebite com diâmetro de 6,35 mm?



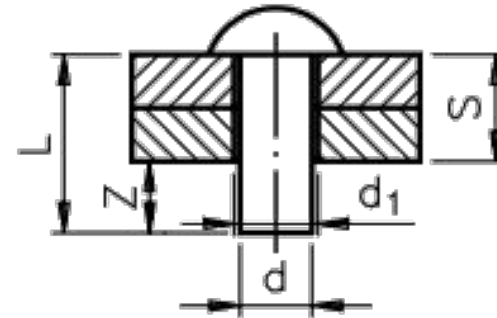
Rebites

Cálculo do comprimento útil do rebite: O cálculo deste comprimento é feito através da seguinte fórmula:

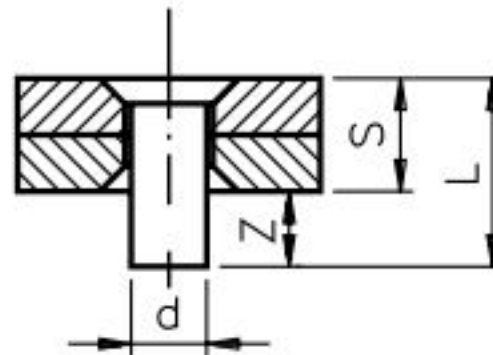
$$L = y \cdot d + S$$

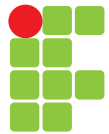
L é o comprimento útil do rebite; **y** é uma constante determinada pelo formato da cabeça do rebite; **d** é o diâmetro do rebite e **S** é a soma das espessuras das chapas.

Para rebites de cabeça redonda e cilíndrica **y=1,5**.



Para rebites de cabeça escareada **y=1,0**.





Rebites

Exemplo: Calcular o comprimento útil de um rebite de cabeça redonda com diâmetro de 3,175 mm para rebitar duas chapas, uma com 2 mm de espessura e outra com 3 mm.

Exemplo: Calcular o comprimento útil de um rebite de cabeça escareada com diâmetro de 4,76 mm para rebitar duas chapas, uma com 3 mm de espessura e outra com 7 mm de espessura.

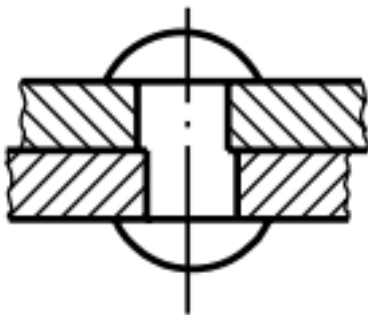


Defeitos de rebitagem

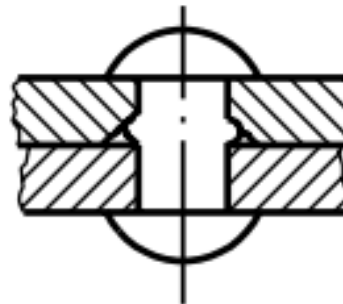
Uma boa rebitagem assegura a resistência e vedação necessárias às peças unidas. Os defeitos, por menores que sejam, representam enfraquecimento e instabilidade da união. Alguns defeitos somente são percebidos com o passar do tempo.

Os principais defeitos devem-se, principalmente, ao mau preparo das chapas e à má execução das operações de rebitagem. Os defeitos causados pelo mau preparo são:

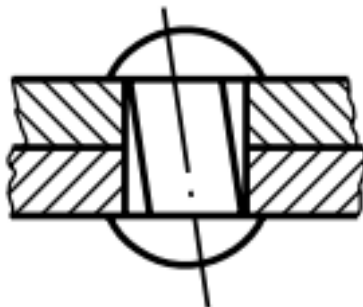
Furos fora do eixo, formando degraus

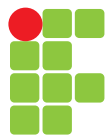


Chapas mal encostadas (não uso do repuxador)



Diâmetro do furo muito maior em relação ao diâmetro do rebite

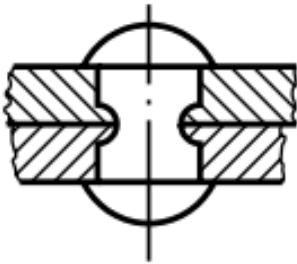




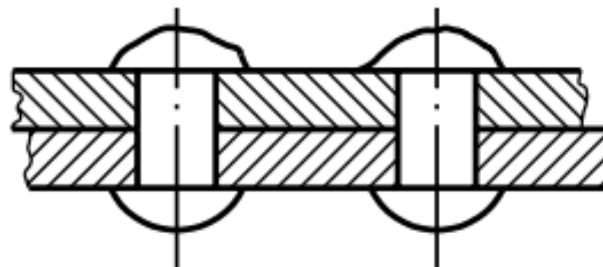
Defeitos de Rebitagem

Os defeitos causados pela má execução das diversas operações e fases durante a rebitagem são:

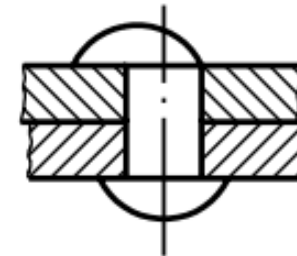
Aquecimento excessivo do rebite



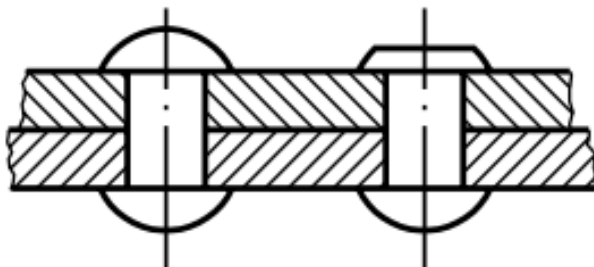
Mal uso das ferramentas
para fazer a cabeça

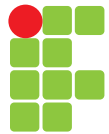


Rebitagem descentralizada



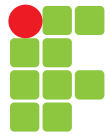
Comprimento insuficiente do corpo





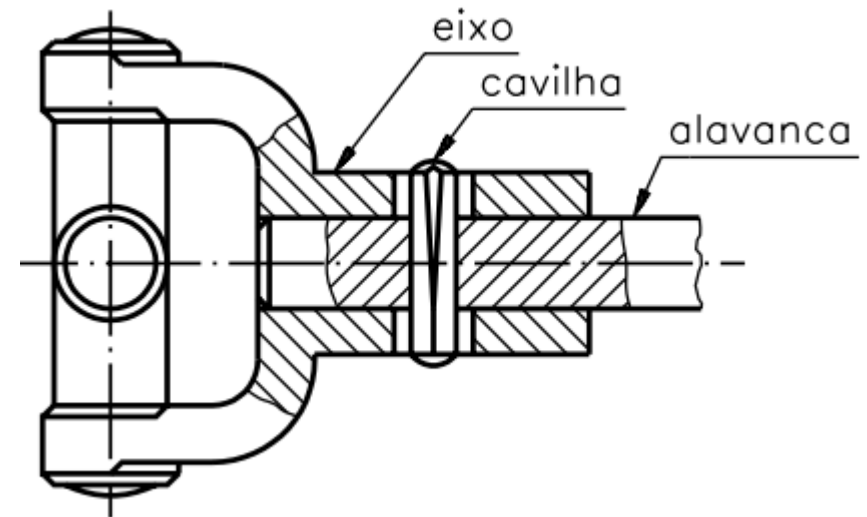
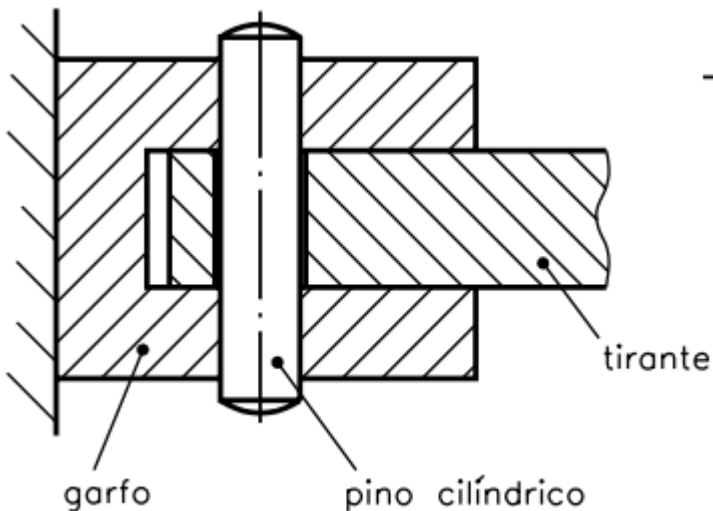
Exercícios de Rebitagem

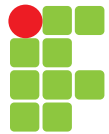
- 1)** Calcular o diâmetro do rebite para unir duas chapas de aço: uma com 3 mm de espessura e outra com 6 mm de espessura.
- 2)** Qual deve ser o diâmetro do furo que vai receber um rebite com $5/16''$ de diâmetro? Uma polegada vale 25,4 mm.
- 3)** Calcular o comprimento útil de um rebite de cabeça redonda com diâmetro de $1/4''$ para rebitar duas chapas, uma com $3/16''$ de espessura e a outra com $1/4''$.
- 4)** Calcular o comprimento útil de um rebite de cabeça escareada com diâmetro de $1/8''$ para rebitar duas chapas, uma com $1/16''$ de espessura e outra com $3/16''$.



Pinos e Cupilhas

Pinos e cavilhas têm a finalidade de alinhar ou fixar os elementos de máquinas, permitindo uniões mecânicas, ou seja, uniões em que se juntam duas ou mais peças – estabelecendo uma conexão entre elas.





Pinos e Cupilhas

As cavilhas também são chamadas de: pinos estriados, pinos entalhados, pinos ranhurados ou, rebite entalhado. A diferença entre pino e cavilha leva em conta o formado dos elementos e suas aplicações.

Pinos são usados para junções de peças que se articulam entre si, ou seja, que permitem o movimento de giro entre as peças unidas.

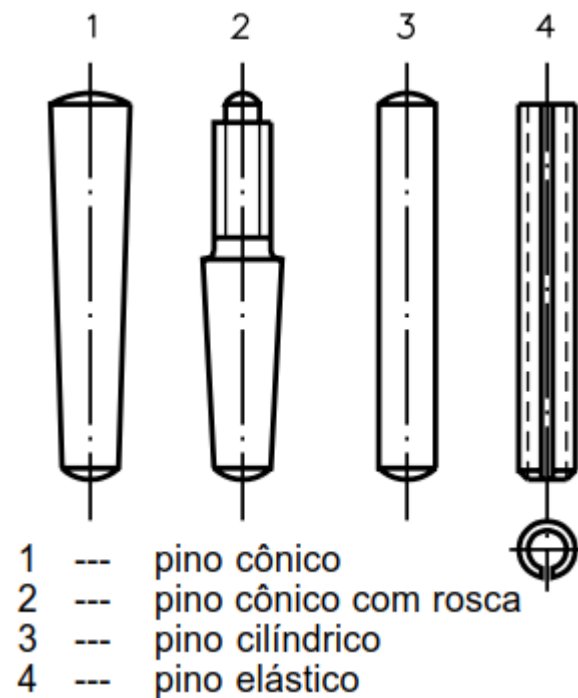
As cavilhas são utilizadas em conjuntos sem articulações, indicando pinos com detalhes externos na sua superfície. Esses detalhes é que fazem com que o conjunto não se movimente. A forma e o comprimento dos entalhes determinam os tipos de cavilha.

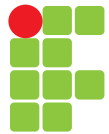


Pinos e Cupilhas

Existem diversos tipos de pinos, cada um com uma função específica.

TIPO	FUNÇÃO
1. Pino cônico	Ação de centragem.
2. Pino cônico com haste rosca	A ação de retirada do pino de furos cegos é facilitada por um simples aperto da porca.
3. Pino cilíndrico	Requer um furo de tolerâncias rigorosas e é utilizado quando são aplicadas as forças cortantes.
4. Pino elástico ou pino tubular partido	Apresenta elevada resistência ao corte e pode ser assentado em furos, com variação de diâmetro considerável.
5. Pino de guia	Serve para alinhar elementos de máquinas. A distância entre os pinos deve ser bem calculada para evitar o risco de ruptura.





INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Pinos e Cupilhas

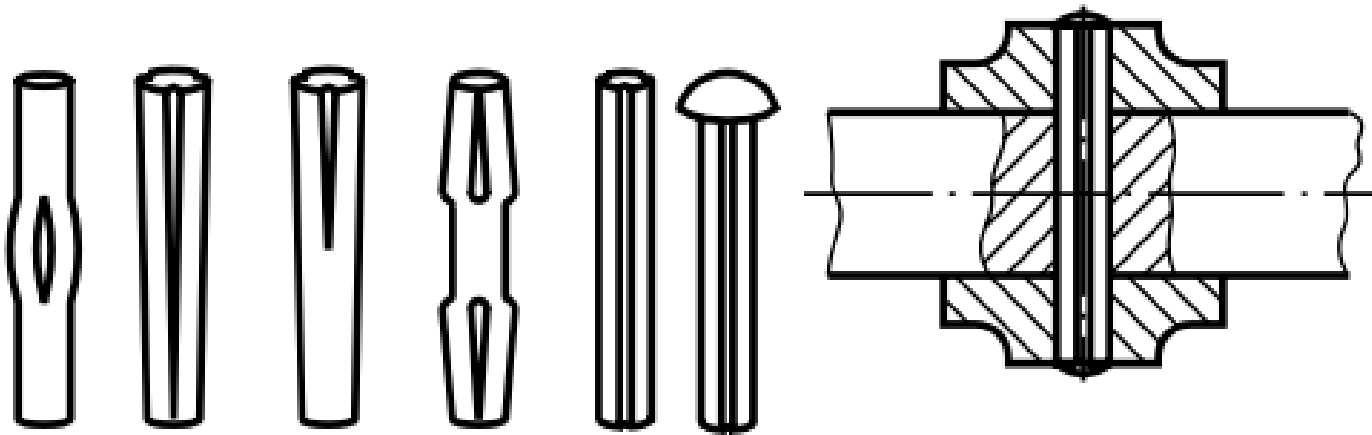
Para especificar pinos e cavilhas deve-se levar em conta seu diâmetro nominal, seu comprimento e função do pino, indicada pela respectiva norma.

Um pino de diâmetro nominal de 15 mm, com comprimento de 20 mm, a ser utilizado para centragem, é designado como: pino cônico 10 x 60 DIN 1.



Pinos e Cupilhas

A cavilha é uma peça cilíndrica, fabricada em aço, cuja superfície externa recebe três entalhes que formam ressaltos. A forma e o comprimento dos entalhes determinam os tipos de cavilha. Sua fixação é feita diretamente no furo aberto por broca, dispensando-se o acabamento e a precisão do furo alargado.



cavilhas

fixação com cavilhas



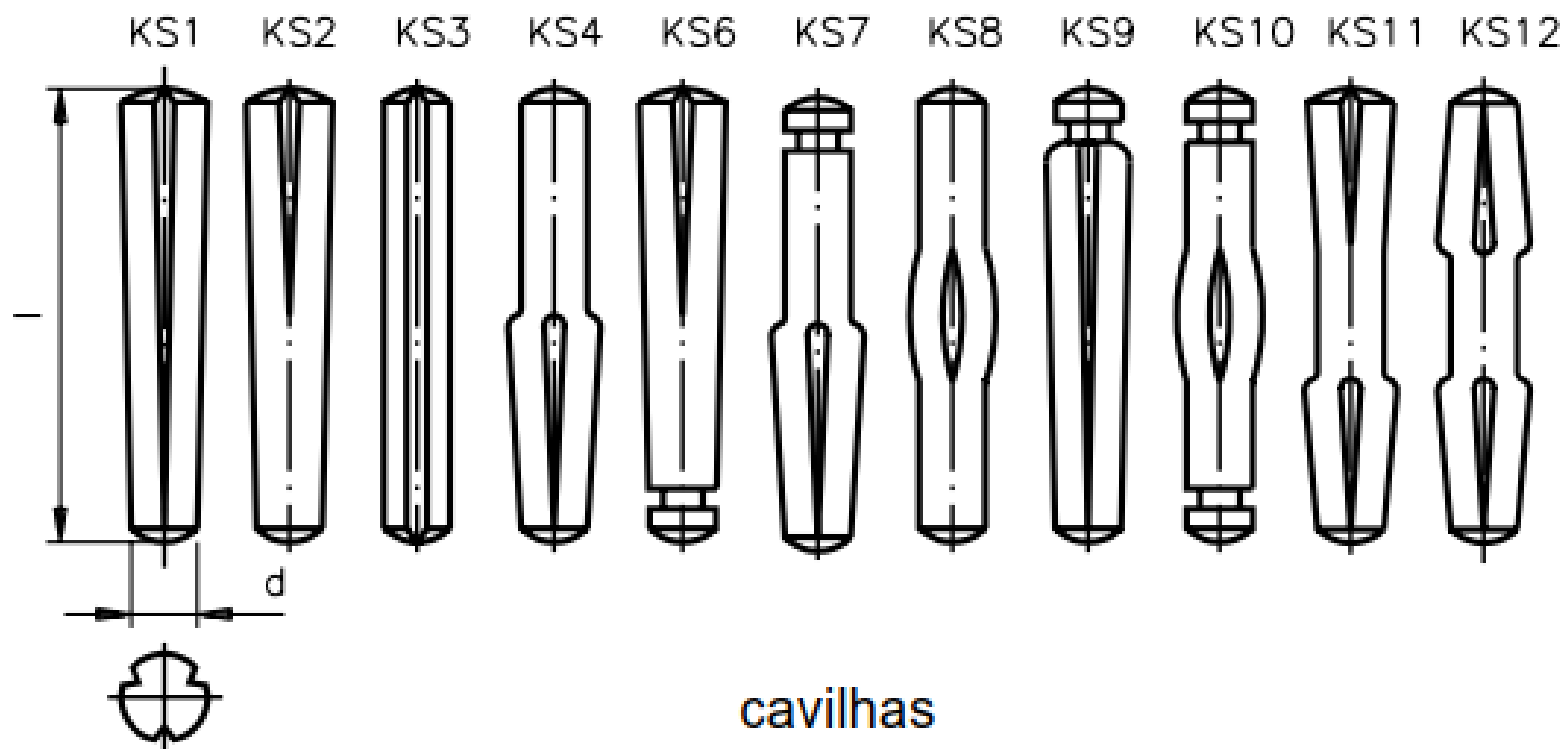
Pinos e Cupilhas

As cavilhas também possuem classificação própria.

TIPO	NORMA	UTILIZAÇÃO
KS 1	DIN 1471	Fixação e junção.
KS 2	DIN 1472	Ajustagem e articulação.
KS 3	DIN 1473	Fixação e junção em casos de aplicação de forças variáveis e simétricas, bordas de peças de ferro fundido.
KS 4	DIN 1474	Encosto e ajustagem.
KS 6 e 7	–	Ajustagem e fixação de molas e correntes.
KS 9	–	Utilizado nos casos em que se tem necessidade de puxar a cavilha do furo.
KS 10	–	Fixação bilateral de molas de tração ou de eixos de roletes.
KS 8	DIN 1475	Articulação de peças.
KS 11 e 12	–	Fixação de eixos de roletes e manivelas.
KN 4	DIN 1476	Fixação de blindagens, chapas e dobradiças sobre metal
KN 5	DIN 1477	
KN 7	–	Eixo de articulação de barras de estruturas, tramelas, ganchos, roletes e polias.



Pinos e Cupilhas

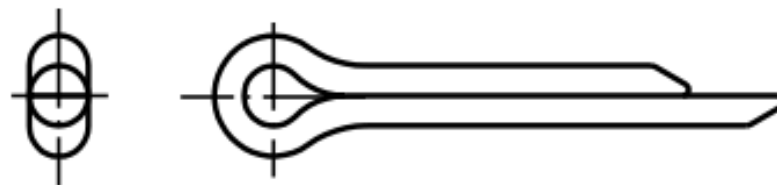


cavilhas

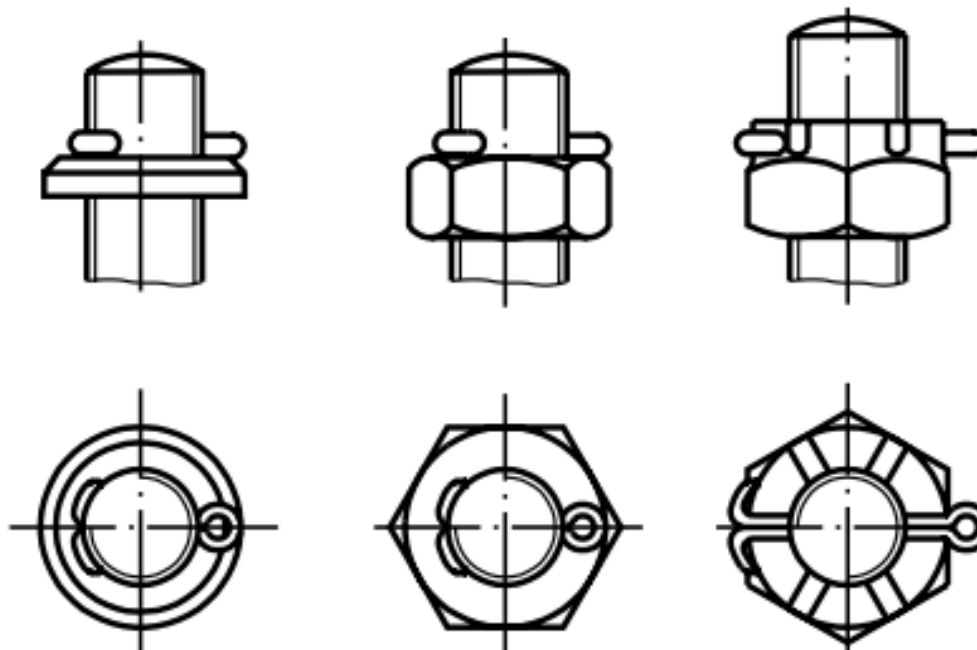


Pinos e Cupilhas

A cupilha, ou contrapino, é um arame de secção semi-circular, dobrado de modo a formar um corpo cilíndrico e uma cabeça.



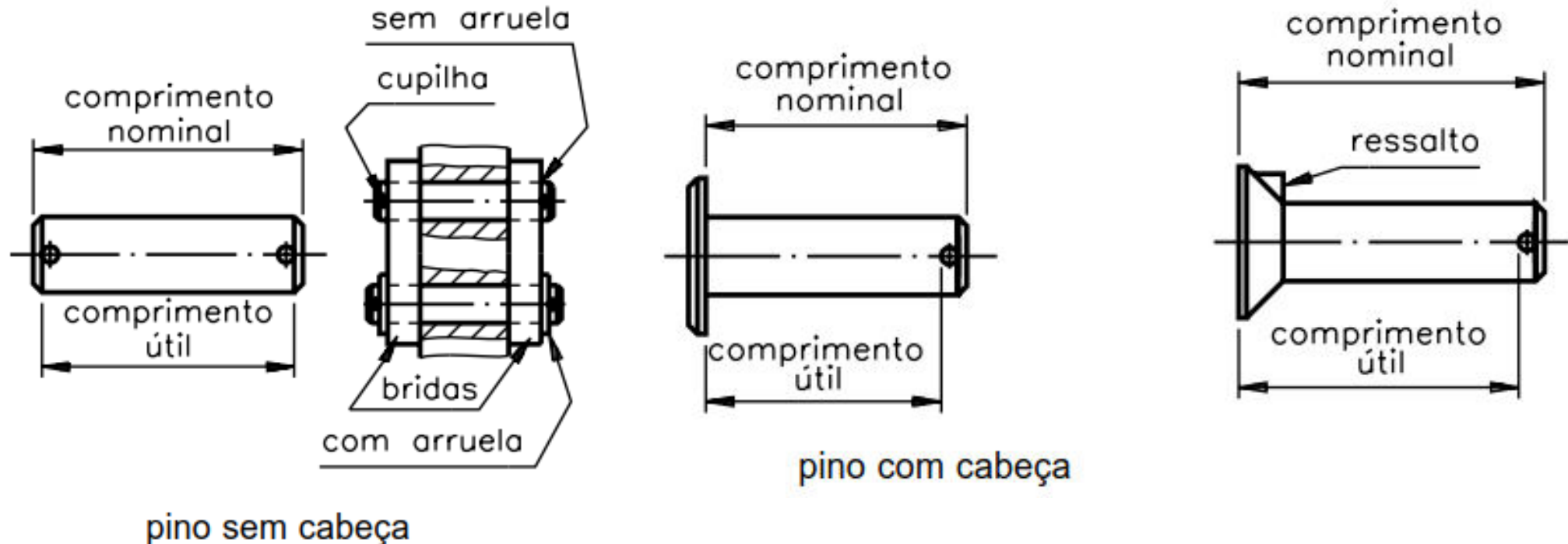
Sua função principal é a de travar outros elementos de máquinas, como porcas.





Pinos e Cupilhas

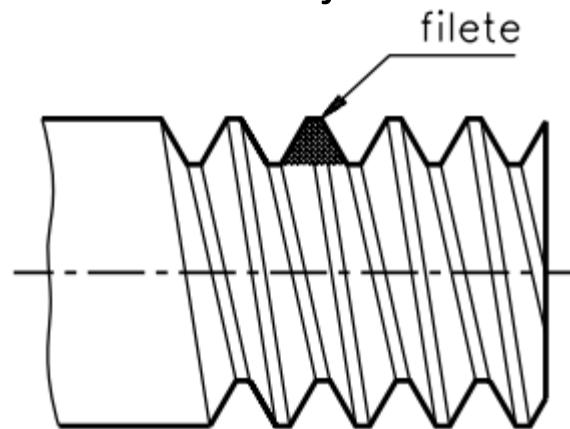
Existem pinos cupilhados, e a cupilha – neste caso – não entra no eixo, mas no próprio pino. O pino cupilhado é utilizado como eixo curto para uniões articuladas ou para suportar rodas, polias, cabos, etc...



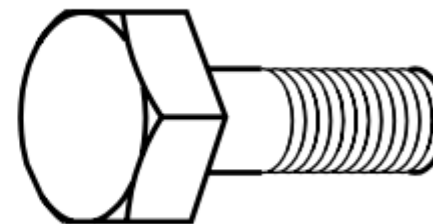
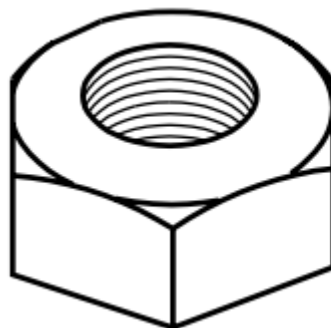


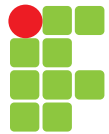
Parafusos

O parafuso é um elemento de fixação importantíssimo. Antes de trabalharmos melhor o parafuso, veremos a rosca. Rosca é um conjunto de filetes em torno de uma superfície cilíndrica.



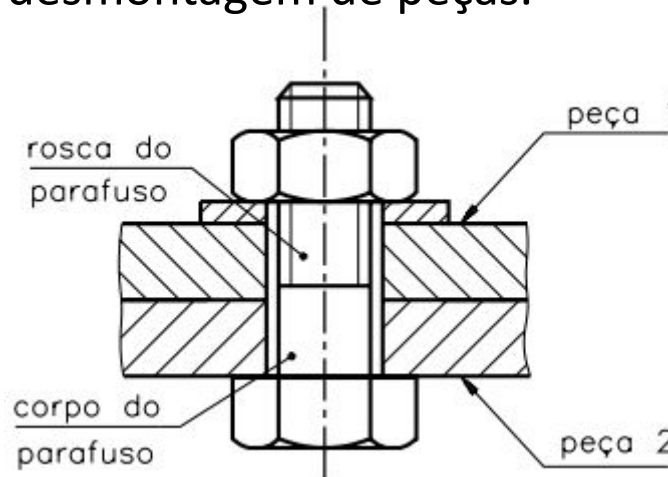
As roscas podem ser internas ou externas. As roscas internas encontram-se no interior das porcas. As roscas externas encontram-se no corpo dos parafusos.



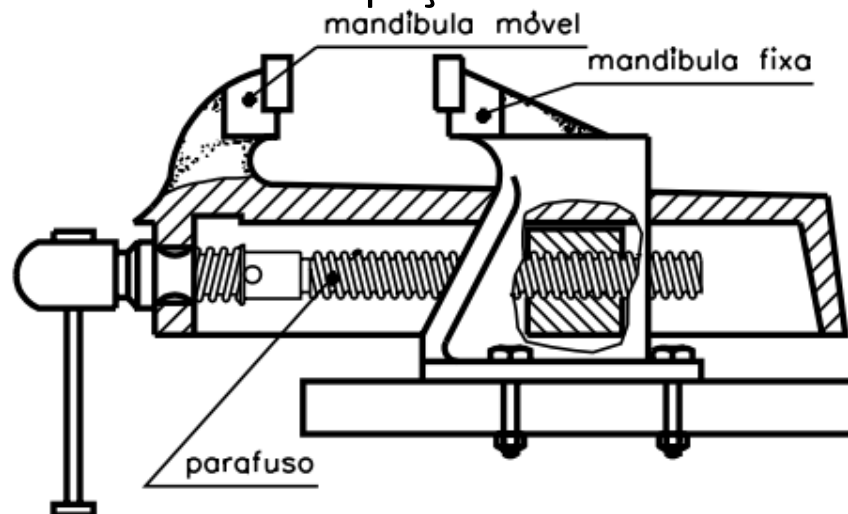


Parafusos

As roscas permitem a união e desmontagem de peças.



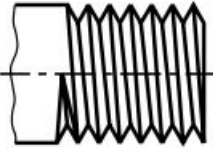
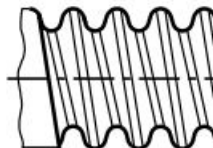
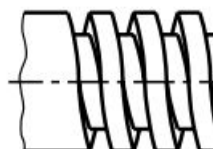
Permitem, também, o movimento de peças. O parafuso que movimenta a mandíbula da morsa é um exemplo de movimento de peças.

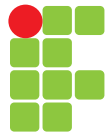




Parafusos

Os filetes das roscas apresentam vários perfis. Esses perfis, sempre uniformes, dão nome às roscas e condicionam sua aplicação.

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

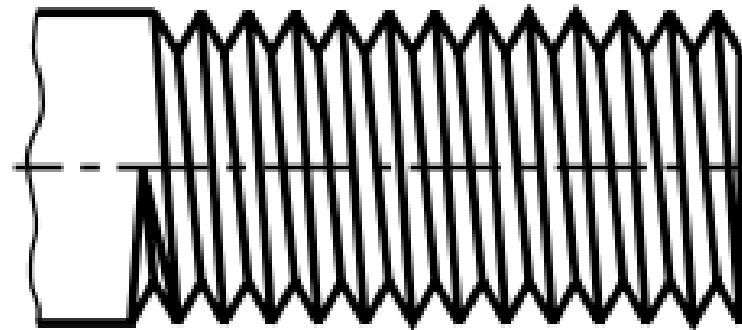


INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

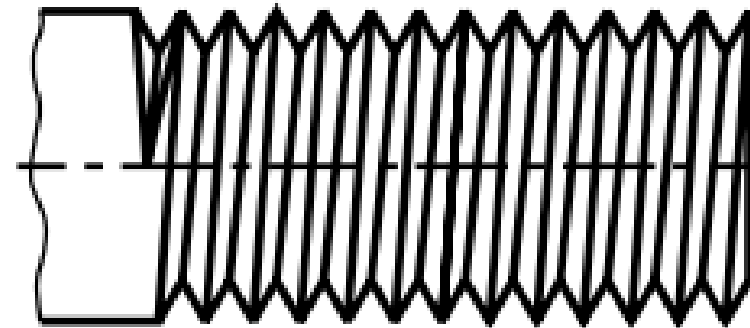
Parafusos

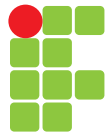
Dependendo da inclinação dos filetes em relação ao eixo do parafuso, as roscas ainda podem ser direita e esquerda.

Na rosca direita, o filete sobe da **D** para **E**



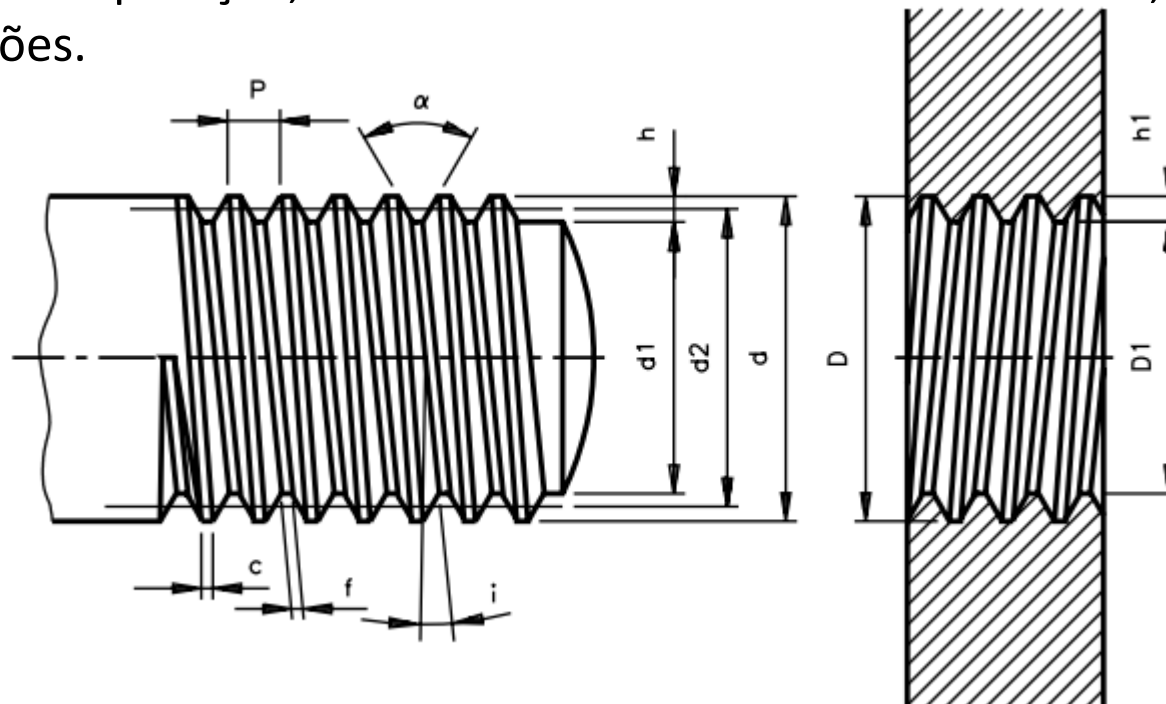
Na rosca esquerda, o filete sobe da **E** para **D**





Parafusos

Independente da sua aplicação, as roscas têm os mesmos elementos, variando apenas os formatos e dimensões.



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

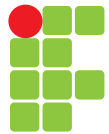
c = crista

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



Parafusos

Dentre os diversos perfis de rosca, um dos mais utilizados é o triangular. O perfil triangular possui três tipos:

- Rosca métrica;
- Rosca whitworth;
- Rosca americana.

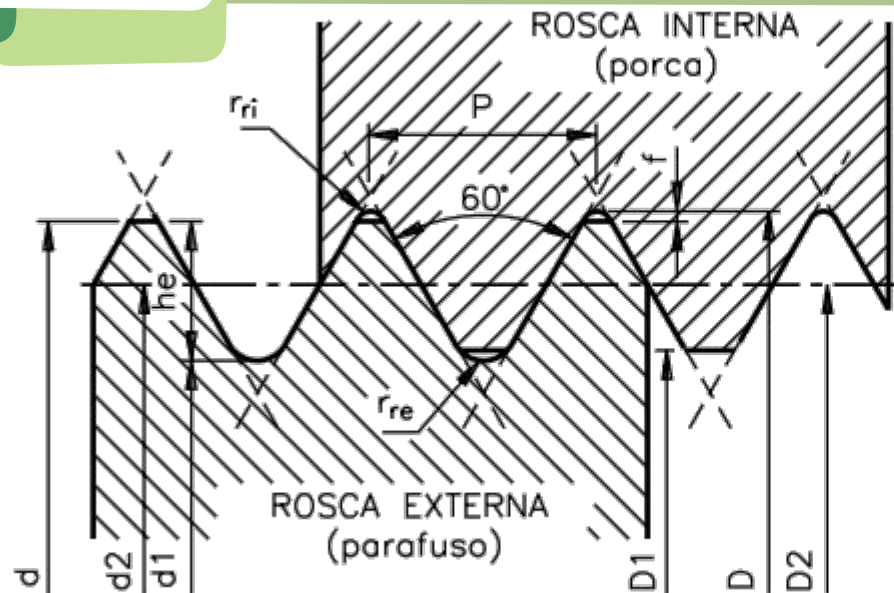
Veremos, neste curso, a rosca métrica e whitworth.

A rosca métrica pode ser a ISO normal ou a ISO fina NBR 9527.



Parafusos

Rosca métrica



Ângulo do perfil da rosca:
 $\alpha = 60^\circ$.

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:

$$f = 0,045P.$$

Diâmetro maior da porca:

$$D = d + 2f.$$

Diâmetro menor da porca (furo):

$$D_1 = d - 1,0825P;$$

Diâmetro efetivo da porca ($\varnothing$ médio):

$$D_2 = d_2.$$

Altura do filete do parafuso:

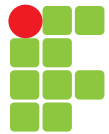
$$h_e = 0,61343P.$$

Raio de arredondamento da raiz do filete do parafuso:

$$r_{re} = 0,14434P.$$

Raio de arredondamento da raiz do filete da porca:

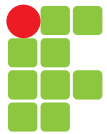
$$r_{ri} = 0,063P.$$



INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Parafusos

A rosca métrica fina, num determinado comprimento, possui maior número de filetes do que a rosca normal. Permite melhor fixação da rosca, evitando afrouxamento do parafuso, em caso de vibração de máquinas.



Parafusos

Fórmulas:

$$\alpha = 55^\circ$$

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

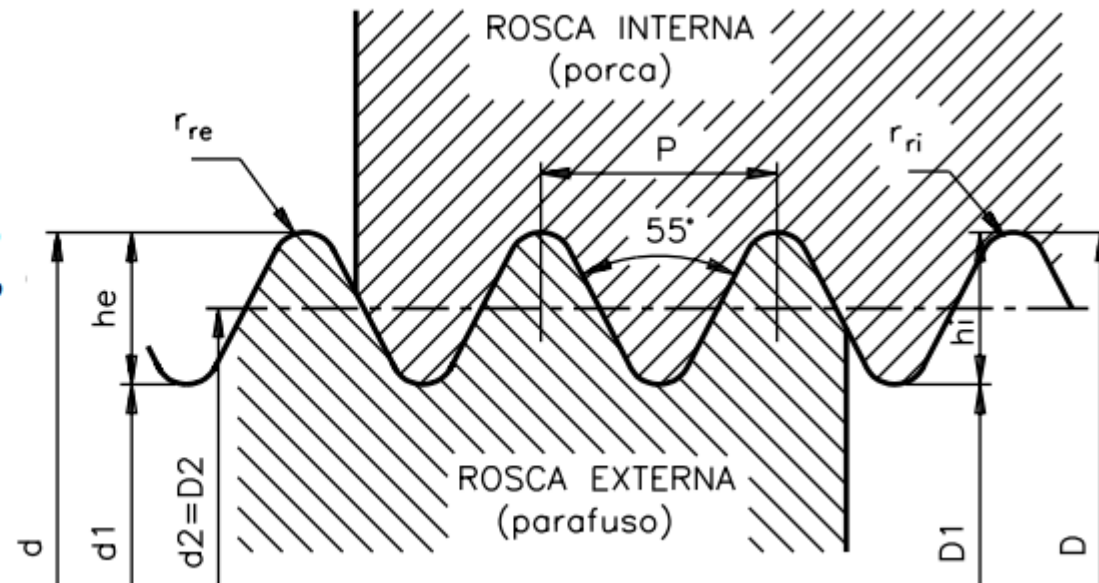
$$h_i = h_e = 0,6403P$$

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

$$d = D$$

$$d_1 = d - 2h_e$$

$$D_2 = d_2 = d - h_e$$



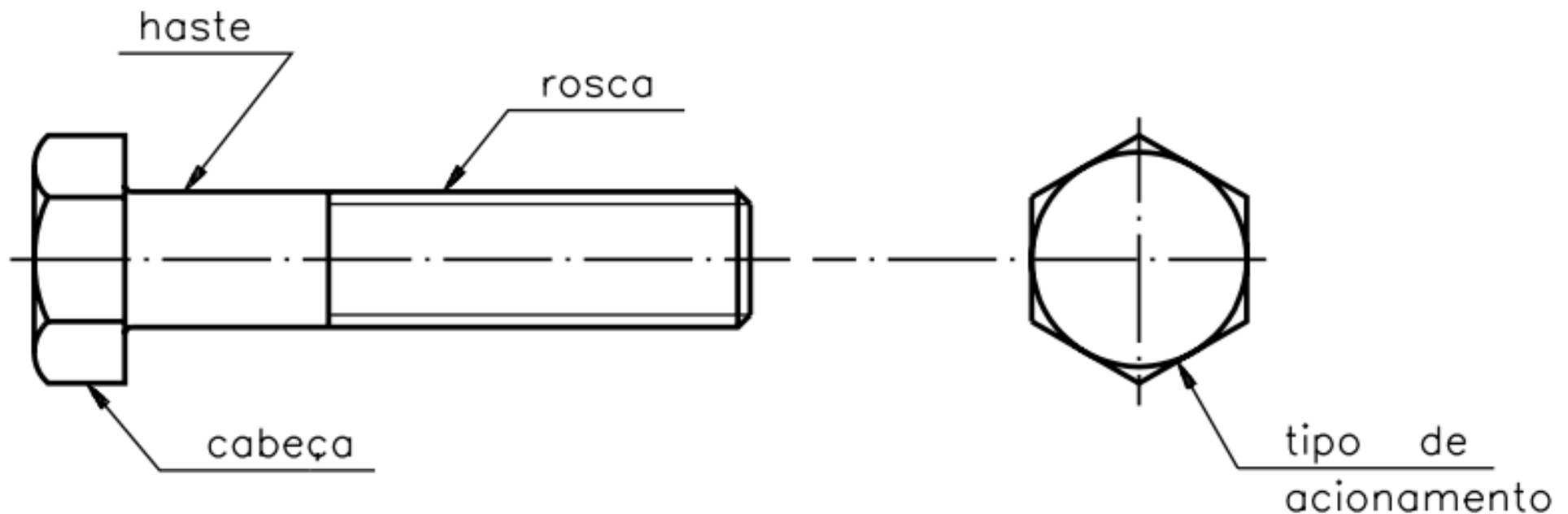
A fórmula para confecção das roscas Whitworth normal e fina é a mesma. Apenas variam os números de filetes por polegada.

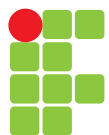


Parafusos

Os parafusos são elementos de fixação, empregados na união não permanente de peças, isto é, as peças podem ser montadas e desmontadas facilmente, bastando apertar e desapertar os parafusos que as mantêm unidas.

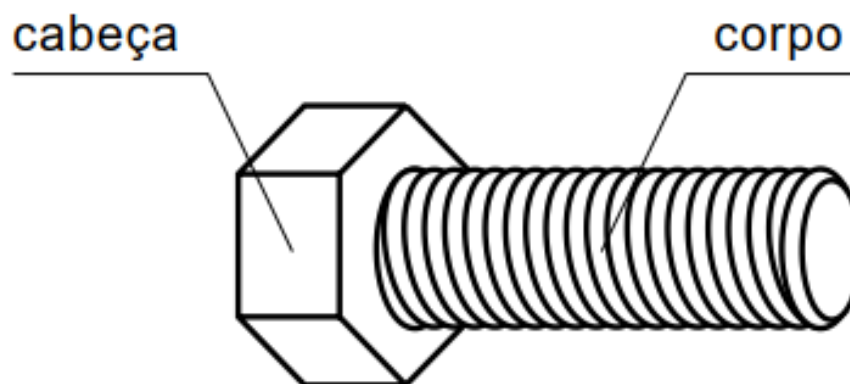
Os parafusos se diferenciam pela forma da rosca, da cabeça, da haste e do tipo de acionamento. O tipo de acionamento está relacionado com o tipo de cabeça do parafuso. Um parafuso de cabeça sextava é acionado por chave de boca ou de estria.



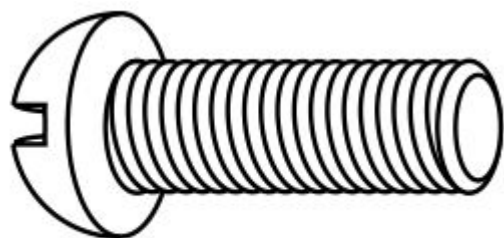


Parafusos

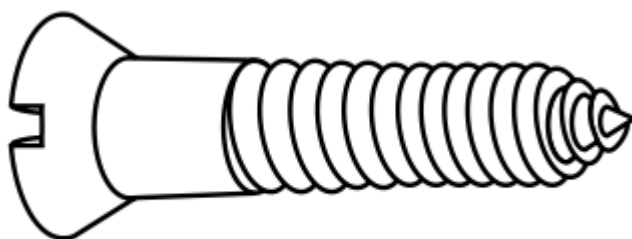
Em geral, o parafuso é composto de duas partes: cabeça e corpo.



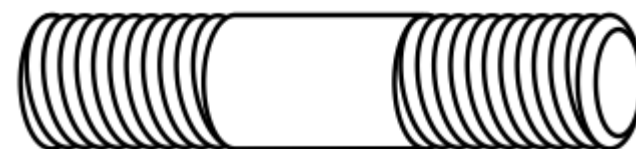
O corpo do parafuso pode ser cilíndrico ou cônico, totalmente roscado ou parcialmente roscado. A cabeça pode apresentar vários formatos; porém, há parafusos sem cabeça.



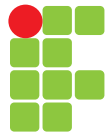
cilíndrico



cônico



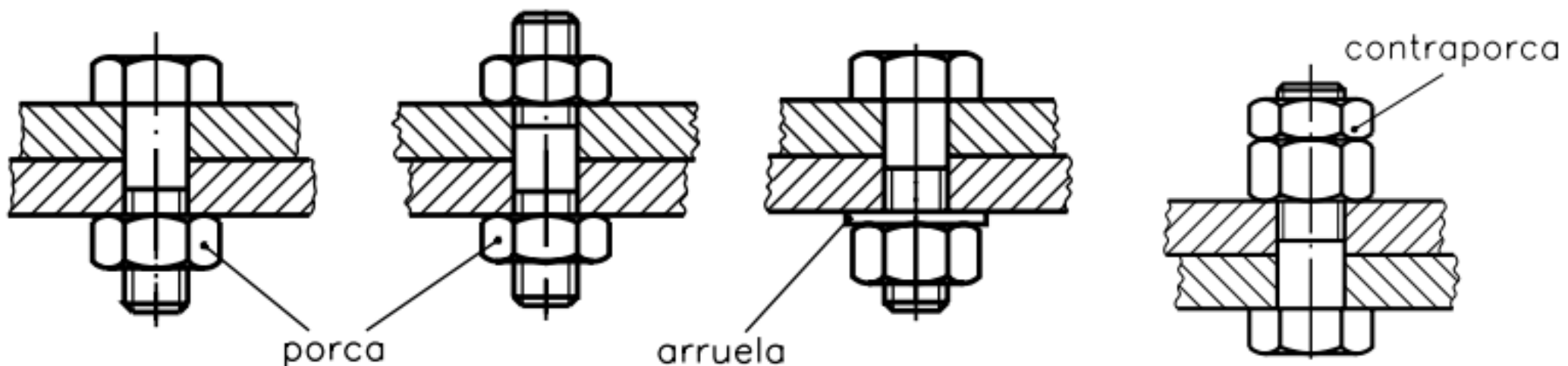
prisioneiro

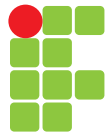


Parafusos

Há uma enorme variedade de parafusos que podem ser diferenciados pelo formato da cabeça, do corpo e da ponta. Essas diferenças, determinadas pela função dos parafusos, permite classificá-los em quatro grandes grupos: parafusos passantes, parafusos não-passantes, parafusos de pressão, parafusos prisioneiros.

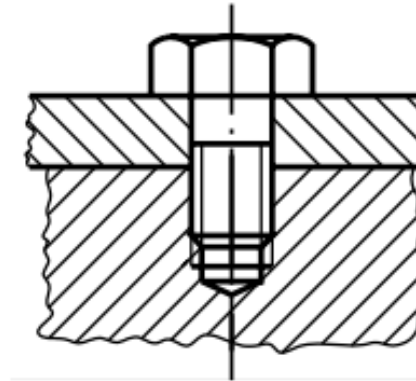
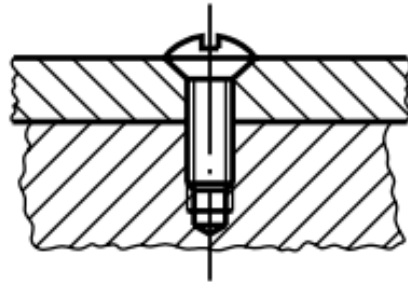
Os **parafusos passantes** atravessam, de lado a lado, as peças a serem unidas, passando livremente nos furos. Dependendo do serviço esses parafusos, além das porcas, utilizam arruelas e contraporcas como acessórios. Os parafusos passantes podem ser com ou sem cabeça.



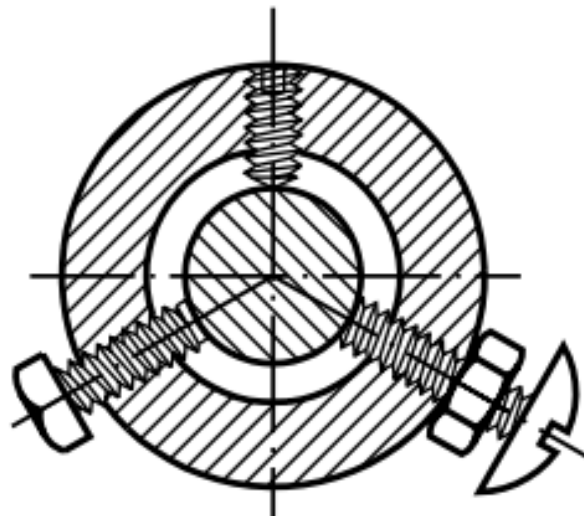


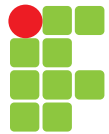
Parafusos

Os parafusos **não passantes** não utilizam porcas. O papel de porca é desempenhado pelo furo roscado, feito numa das peças a ser unida.



Os **parafusos de pressão** são aqueles que fixam por meio de pressão. Esta pressão é exercida pelas pontas dos parafusos contra a peça a ser fixada. Os parafusos de pressão podem apresentar cabeça ou não.



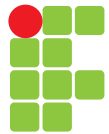


Parafusos

Os **parafusos prisioneiros** não apresentam cabeça, possuem rosca em ambas as extremidades e são recomendados nas situações que exigem montagens e desmontagens frequentes. Em tais situações, o uso de outros tipos de parafusos acaba danificando a rosca dos furos.

As roscas dos parafusos prisioneiros podem ter passos ou sentidos diferentes entre si. Para fixarmos o prisioneiro no furo da máquina, utilizamos uma ferramenta especial. Caso não haja esta ferramenta, improvisa-se um apoio com duas porcas travadas numa das extremidades do prisioneiro. Após a fixação do prisioneiro pela outra extremidade, retiram-se as porcas.

A segunda peça é apertada mediante uma porca e arruela, aplicadas à extremidade livre do prisioneiro.

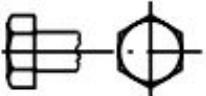
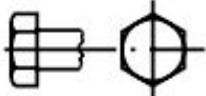
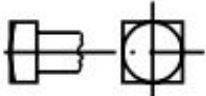
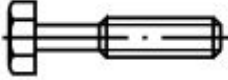
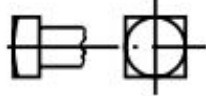
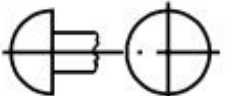
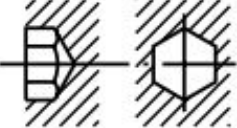
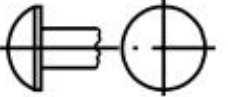
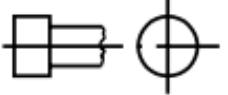
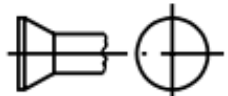
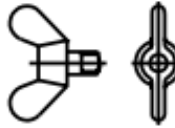
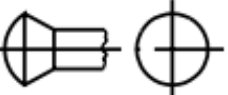
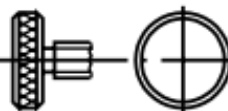


INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

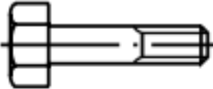
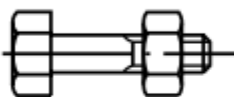
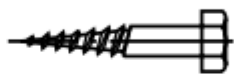
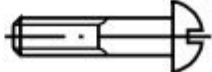
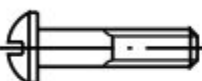
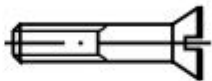
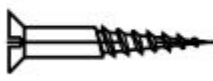
Parafusos

Vimos uma classificação dos parafusos quanto à função que eles exercem. Veremos – no slide a seguir - uma síntese – resumo – com características da cabeça, corpo e das pontas e acionamento.

E na sequência seguem dois slides com ilustração de alguns tipos de parafuso em sua forma completa.

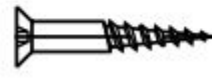
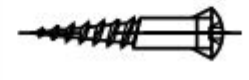
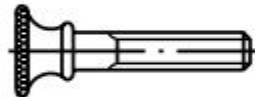
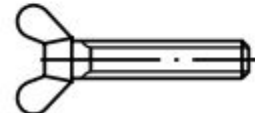
Formas de cabeça	Formatos do corpo	Pontas	Dispositivos de atarraxamento
 sextavada	 com a parede rosca de diâmetro igual ao da não rosca	 cônica	 sextavado
 quadrada	 com a parede rosca de diâmetro maior que o da não rosca	 arredondada	 quadrado
 redonda		 plana com chanfro	 sextavado interno
 abaulada		 plana	 fenda
 cilíndrica			 fenda cruzada
 escareada			 borboleta
 escareada abaulada			 recartilhado

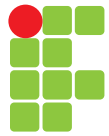


	parafuso sextavado			parafuso sextavado com rosca total
	parafuso sextavado com porca			parafuso auto-atarraxante de cabeça sextavada
	parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interno			
	parafuso de cabeça quadrada			
	parafuso de cabeça cilíndrica com fenda			parafuso de cabeça redonda com fenda
	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
	parafuso para madeira de cabeça escareada com fenda			parafuso sem cabeça com rosca total e fenda
	parafuso tipo prego de cabeça escareada			



Parafusos

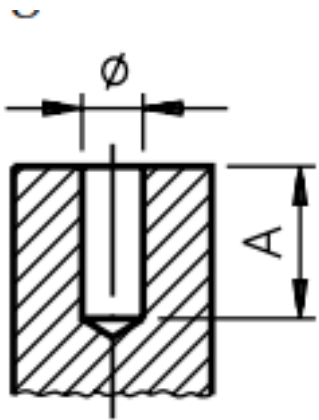
	parafuso de cabeça panela com fenda cruzada			parafuso de cabeça escareada com fenda cruzada
	parafuso de cabeça redonda com fenda cruzada			parafuso de cabeça escareada abaulada com fenda cruzada
	parafuso para madeira de cabeça escareada com fenda cruzada			parafuso para madeira de cabeça escareada abaulada com fenda cruzada
	prisioneiro			
	parafuso de cabeça recartilhada			
	parafuso borboleta			



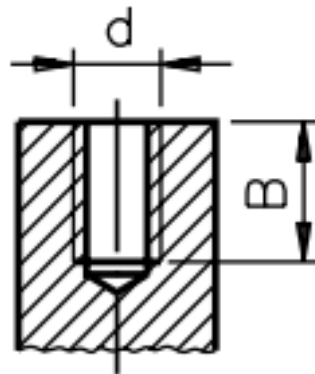
Parafusos

Ao unir peças com parafusos o profissional precisa levar em consideração quatro fatores de extrema importância:

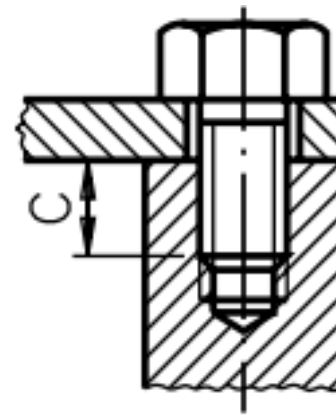
- Profundidade do furo broqueado;
- Profundidade do furo roscado;
- Comprimento útil de penetração do parafuso;
- Diâmetro do furo passante.



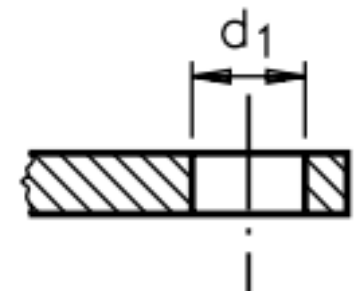
furo broqueado



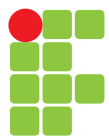
furo roscado



parafuso inserido
no furo roscado



diâmetro do furo
passante



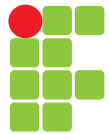
Parafusos

A depender dos materiais a serem unidos com parafusos, existem alguns fatores que devem ser considerados.

Tabela: Fatores a considerar ao unir peças com parafusos

Material	Profundidade do furo broqueado A	Profundidade da parte roscada B	Comprimento de penetração do parafuso C	Diâmetro do furo passante d1
aço	2 d	1,5 d	1 d	1,06 d
ferro fundido	2,5 d	2 d	1,5 d	
bronze, latão	2,5 d	2 d	1,5 d	
alumínio	3 d	2,5 d	2 d	

As considerações sempre são feitas levando-se em consideração o material que receberá a rosca.

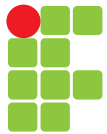


Parafusos

Exemplo: Duas peças de alumínio devem ser unidas com um parafuso de 6 mm de diâmetro. Qual deve ser a profundidade do furo broqueado? Qual deve ser a profundidade do furo roscado? Quanto o parafuso deverá penetrar? Qual é o diâmetro do furo passante?

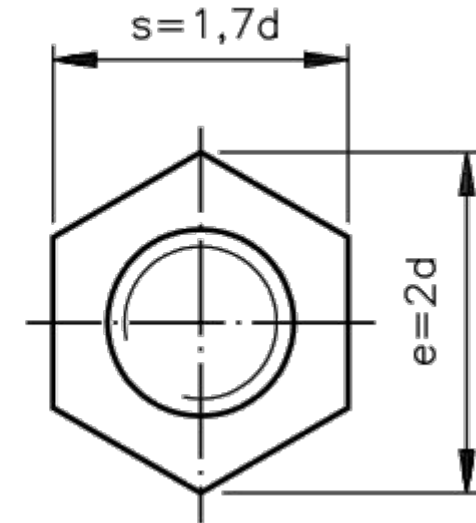
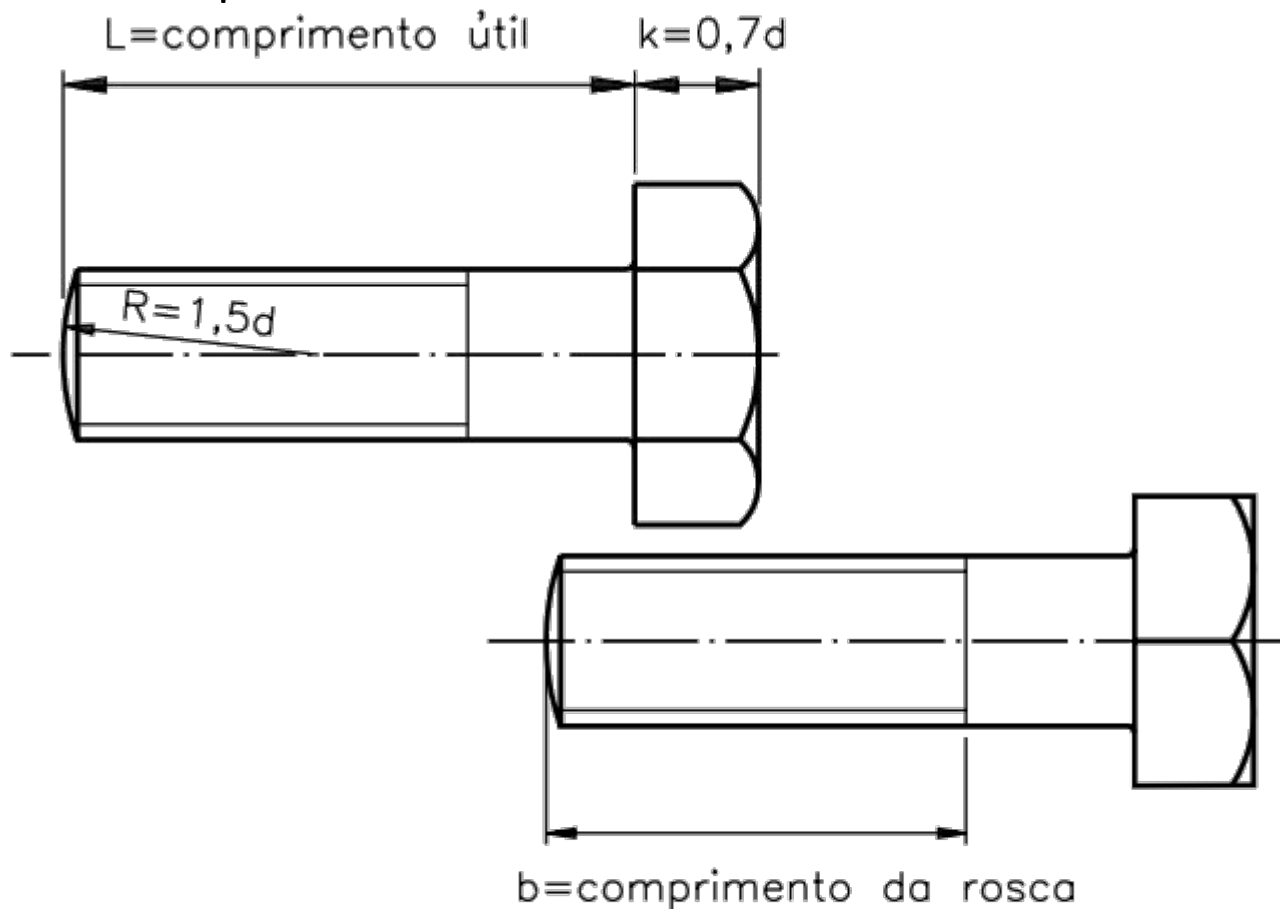
Exercício: Duas peças de ferro fundido devem ser unidas com um parafuso de 8 mm de diâmetro. Qual deve ser a profundidade do furo broqueado? Qual deve ser a profundidade do furo roscado? Quanto o parafuso deverá penetrar? Qual é o diâmetro do furo passante?

Exercício: Uma peça de alumínio deverá ser unido à outra de aço com um parafuso de 5 mm de diâmetro, sendo que a peça de aço receberá a rosca. Qual deve ser a profundidade do furo broqueado? Qual deve ser a profundidade do furo roscado? Quanto o parafuso deverá penetrar? Qual é o diâmetro do furo passante?

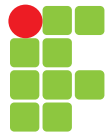


Parafusos

Dentro os parafusos mais utilizados está o sextavado:

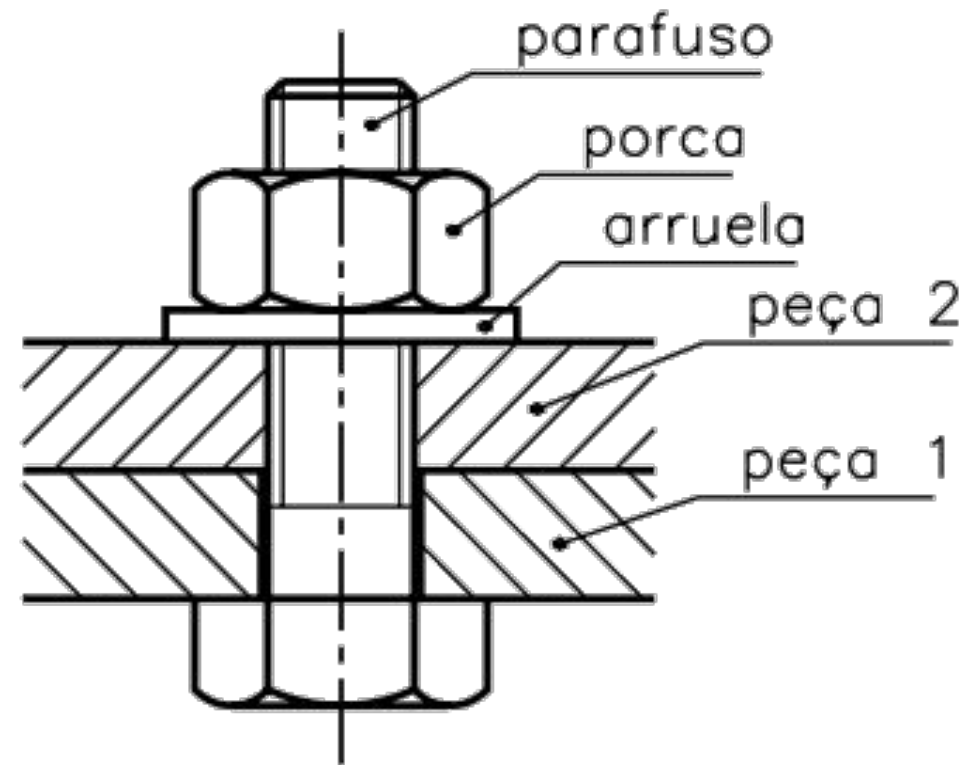
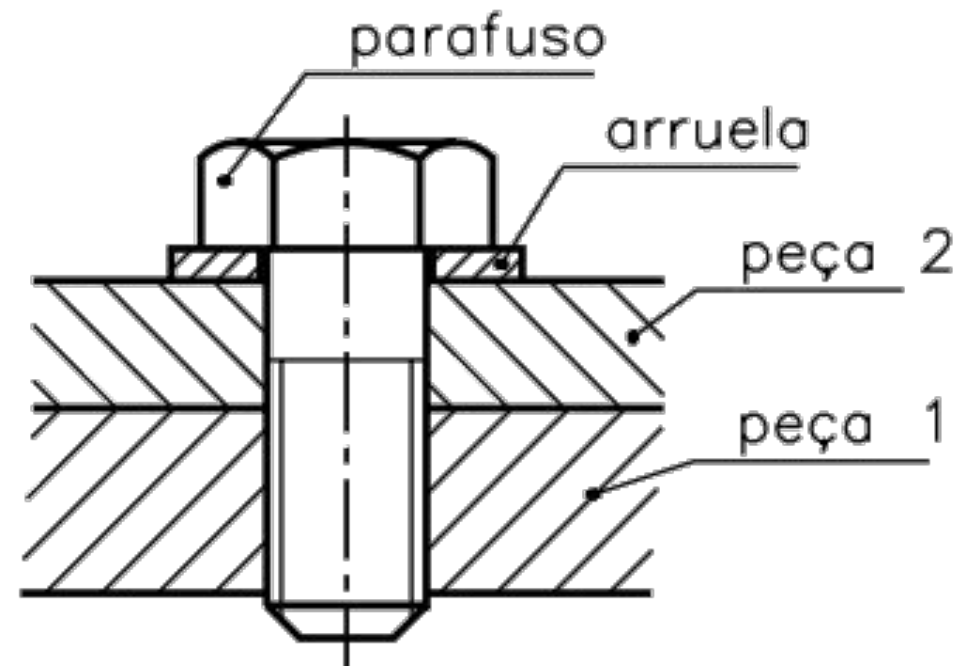


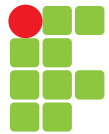
d = diâmetro do parafuso;
 k = altura da cabeça ($0,7 d$);
 s = medida entre as faces paralelas do sextavado ($1,7 d$);
 e = distância entre os vértices do sextavado ($2 d$);
 L = comprimento útil (medidas padronizadas);
 b = comprimento da rosca (medidas padronizadas);
 R = raio de arredondamento da extremidade do corpo do parafuso.



Parafusos

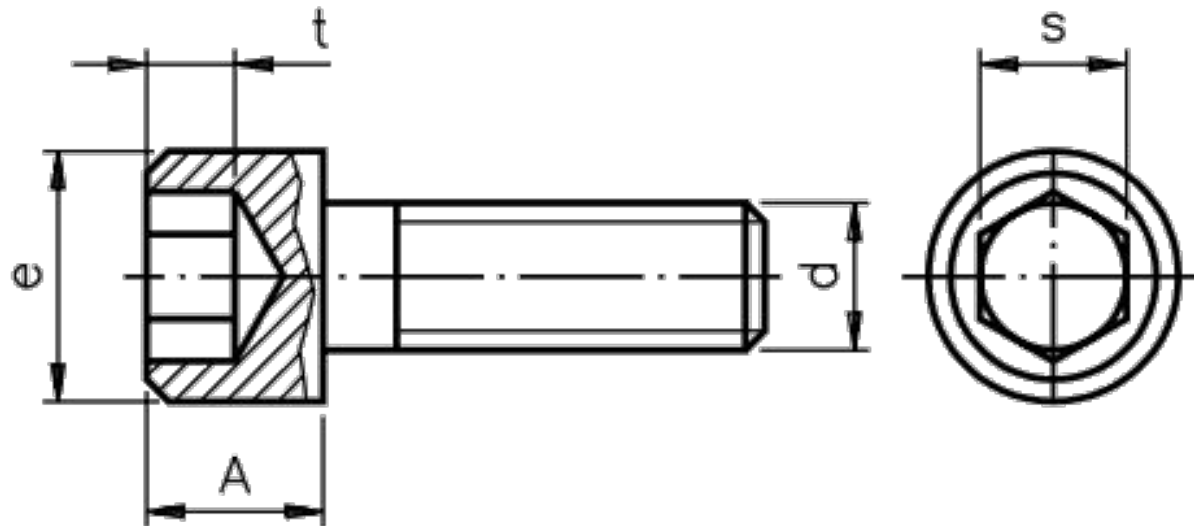
O parafuso sextavado normalmente é utilizado nas uniões onde se necessita de um forte aperto da chave de boca. O parafuso pode ser utilizado com ou sem porca. Quando usado sem porca, o rosqueamento é feito na peça.





Parafusos

Dentre os parafusos com sextavado interno, temos o de cabeça cilíndrica com sextavado interno (Allen). Ele tem a seguinte representação:



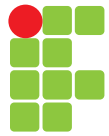
$A = d$ = altura da cabeça do parafuso;

$e = 1,5 d$ = diâmetro da cabeça;

$t = 0,6 d$ = profundidade do encaixe da chave;

$s = 0,8 d$ = medida do sextavado interno;

d = diâmetro do parafuso.

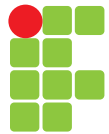


INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Parafusos

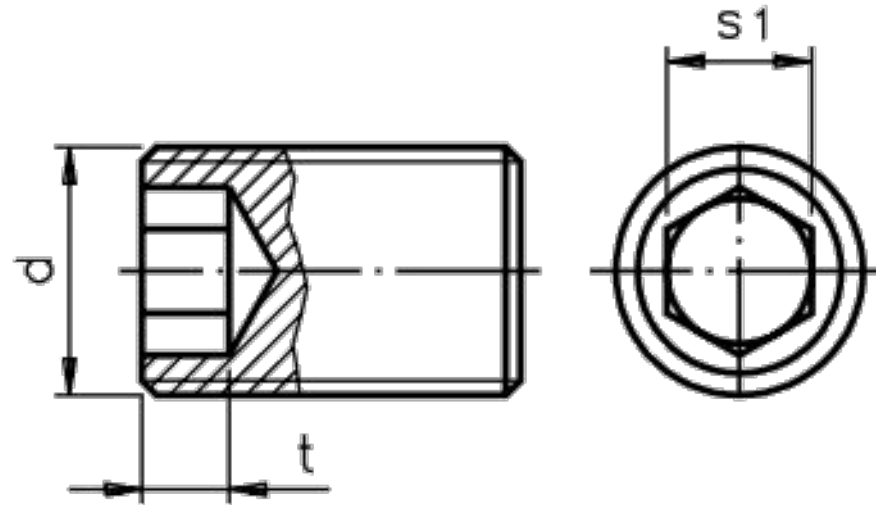
O parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interno é utilizado em uniões que exigem um bom aperto e que o local é difícil para o manuseio de ferramentas devido à falta de espaço.

Estes parafusos costumam ser fabricados em aço e tratados termicamente para aumentar a sua resistência à torção.



Parafusos

Existe, também, o parafuso sem cabeça com sextavado interno. Ele possui a seguinte representação:



d = diâmetro do parafuso;

t = $0,5 d$ = profundidade do encaixe da chave;

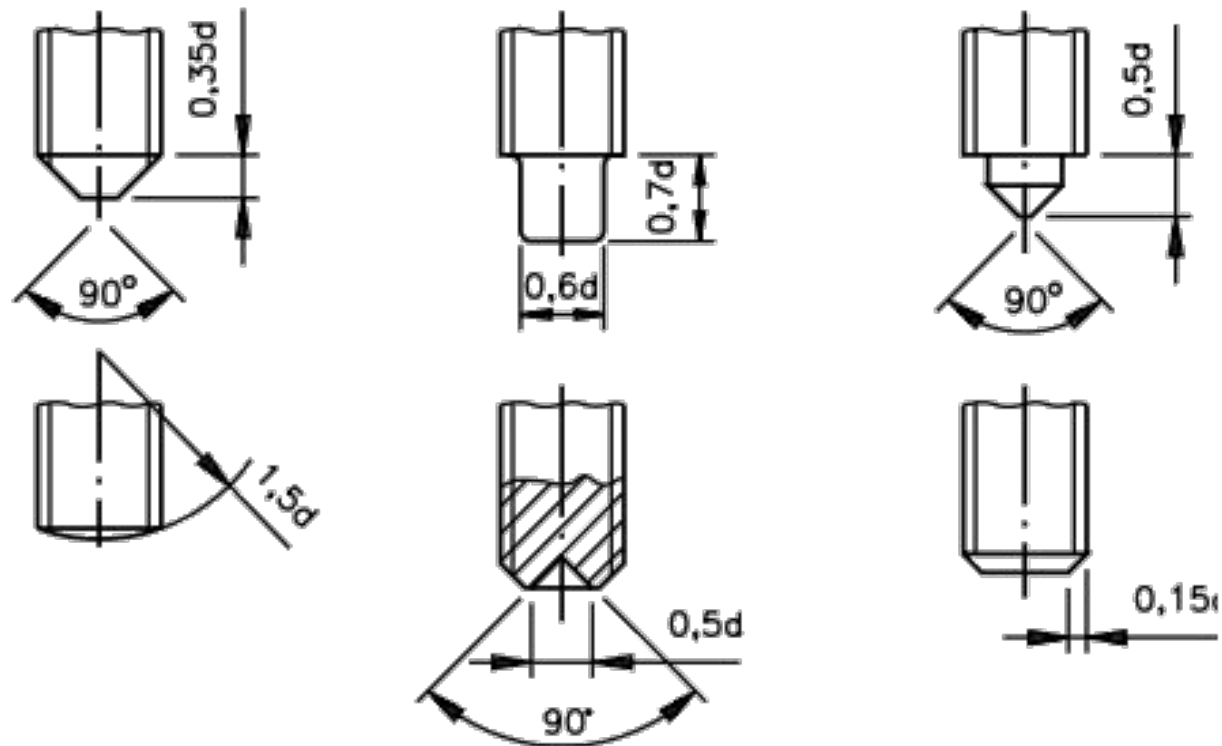
s_1 = $0,5 d$ = medida do sextavado interno.

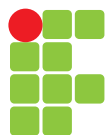


Parafusos

O parafuso sem cabeça com sextavado interno costuma ser utilizado para travar elementos de máquinas. Devido a esta finalidade eles são fabricados com diversos tipos de pontas, de acordo com sua utilização específica.

Tipos de pontas de parafusos

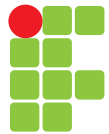




Parafusos

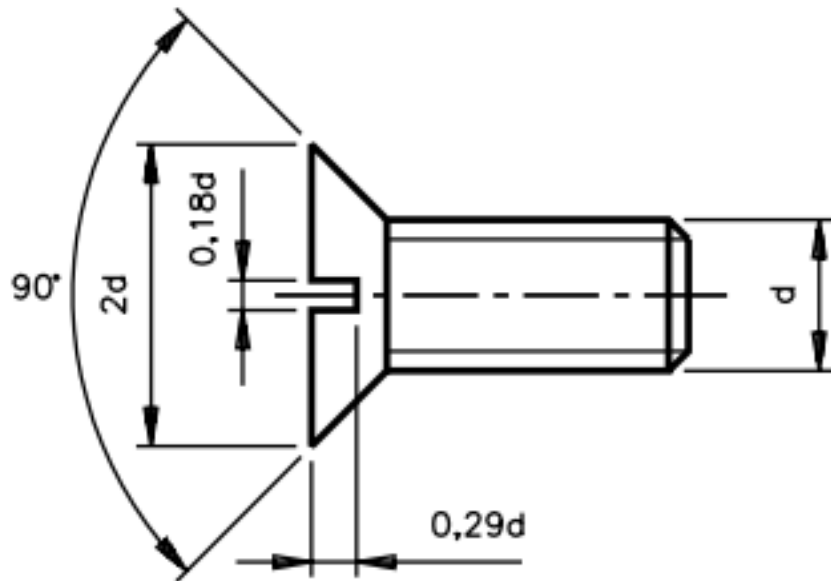
Medidas padronizadas para os parafusos com sextavado interno (com e sem cabeça) são apresentadas em função do diâmetro.

d	mm	A	e	A ₁	B ₁	d ₁	t	s	s ₁
3/16"	4,76	4,76	8,0	6	8,5	5,0	3,0	5/32"	
1/4"	6,35	6,35	9,52	8	10	6,5	4,0	3/16"	1/8"
5/16"	7,94	7,94	11,11	9	12	8,2	5,0	7/32"	5/32"
3/8"	9,53	9,53	14,28	11	14,5	9,8	5,5	5/16"	5/16"
7/16"	11,11	11,11	15,87	12	16,5	11,4	7,5	5/16"	7/32"
1/2"	12,70	12,70	19,05	14	19,5	13	8,0	3/8"	1/4"
5/8"	15,88	15,88	22,22	17	23	16,1	10	1/2"	5/16"
3/4"	19,05	19,05	25,4	20	26	19,3	11	9/16"	3/8"
7/8"	22,23	22,2	28,57	23	29	22,5	13	9/16"	1/2"
1"	25,40	25,4	33,33	27	34	25,7	15	5/8"	9/16"



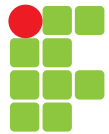
Parafusos

Dentre os parafusos de cabeça com fenda temos o de cabeça escareada chata. Sua representação é mostrada:



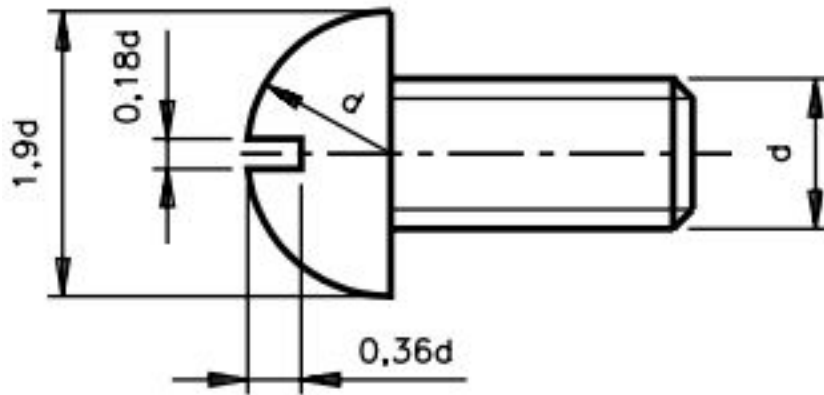
- diâmetro da cabeça do parafuso = $2 d$;
- largura da fenda = $0,18 d$;
- profundidade da fenda = $0,29 d$;
- medida do ângulo do escareado = 90° .

São fabricados em aço, aço inox, cobre, latão, etc... É muito empregado em montagens que não sofrem grandes esforços e onde a cabeça do parafuso não pode exceder a superfície da peça.



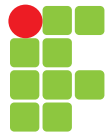
Parafusos

Temos também o parafuso de cabeça redonda com fenda, cuja representação é dada por:



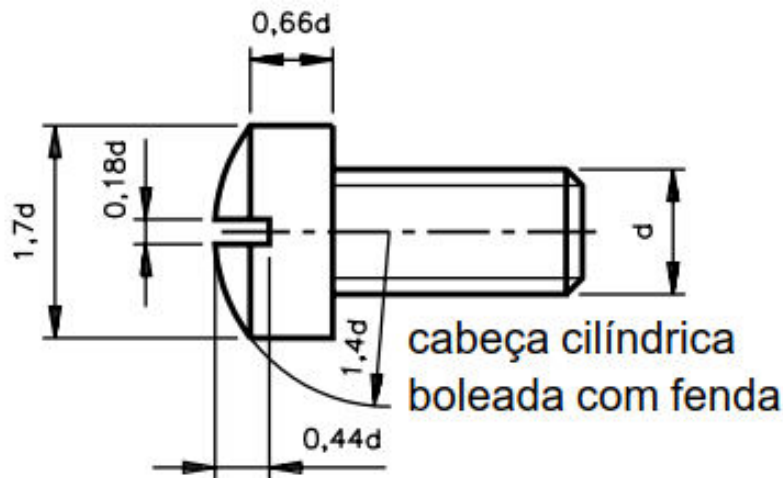
- diâmetro da cabeça do parafuso = $1,9 d$;
- raio da circunferência da cabeça = d ;
- largura da fenda = $0,18 d$;
- profundidade da fenda = $0,36 d$.

Este tipo de parafuso também é empregado em montagens que não sofrem grandes esforços. Possibilita melhor acabamento na superfície. São fabricados em aço, cobre e ligas.



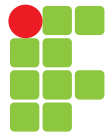
Parafusos

O parafuso de cabeça cilíndrica boleada com fenda tem a seguinte representação:



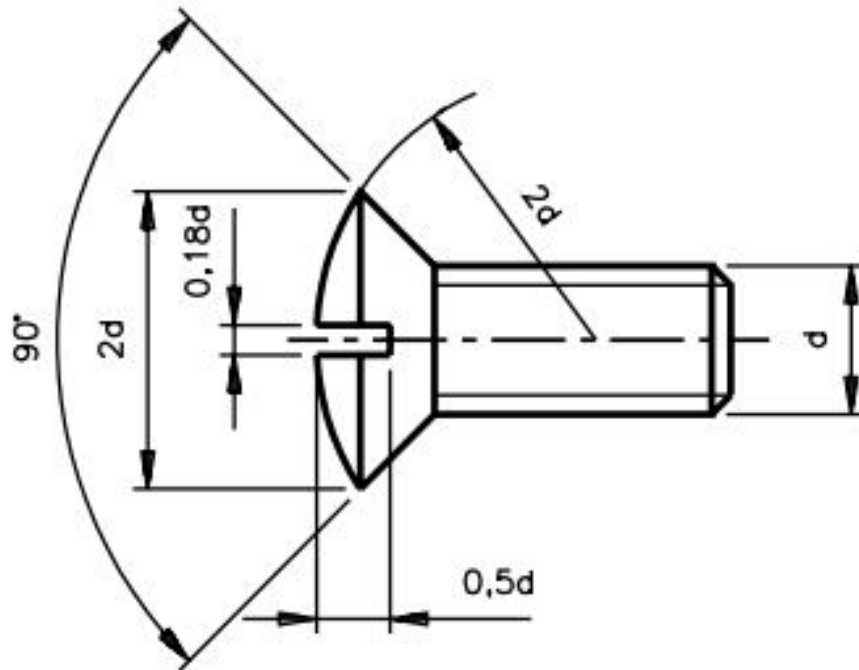
- diâmetro da cabeça do parafuso = $1,7 d$;
- raio da cabeça = $1,4 d$;
- comprimento da parte cilíndrica da cabeça = $0,66 d$;
- largura da fenda = $0,18 d$;
- profundidade da fenda = $0,44 d$.

São utilizados na fixação de elementos no qual existe a possibilidade de se fazer um encaixe profundo para a cabeça do parafuso, e a necessidade de um bom acabamento na superfície dos componentes. Trata-se de um parafuso cuja a cabeça é mais resistente que as outras de sua classe. São fabricados em aço, cobre e ligas.



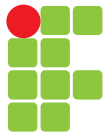
Parafusos

O parafuso de cabeça escareada boleada com fenda tem a seguinte representação:



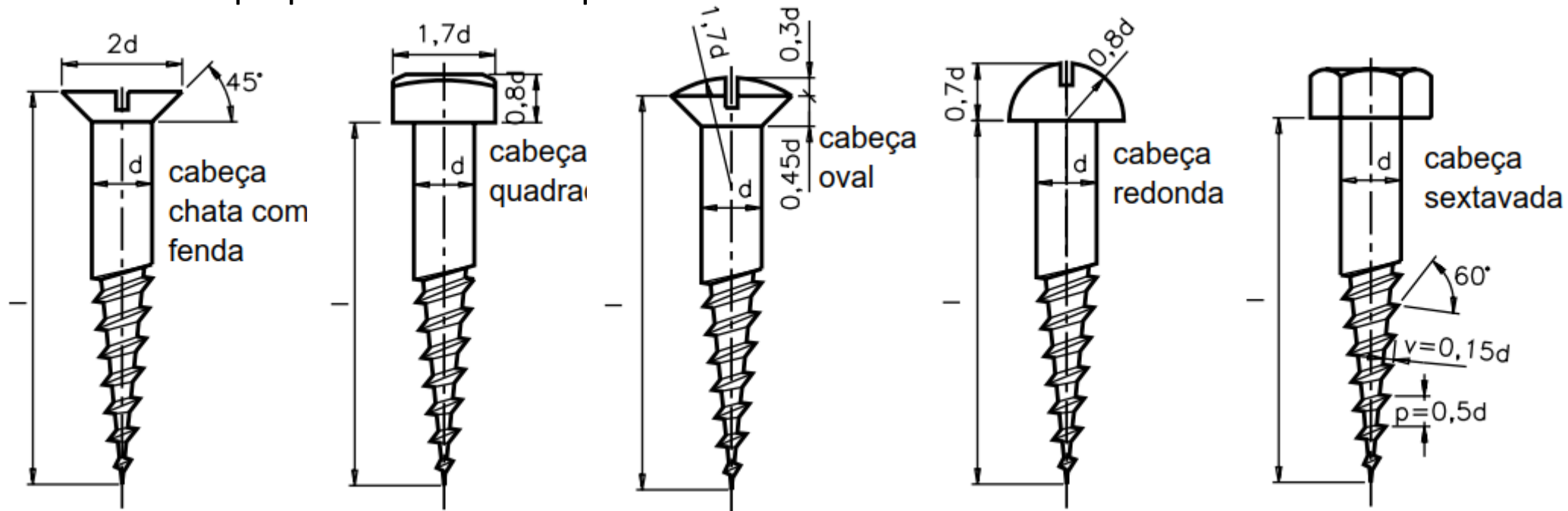
- diâmetro da cabeça do parafuso = $2 d$;
- raio da cabeça do parafuso = $2 d$;
- largura da fenda = $0,18 d$;
- profundidade da fenda = $0,5 d$.

São geralmente utilizados na união de elementos cujas espessuras sejam finas e quando é necessário que a cabeça do parafuso fique embutida no elemento. Permitem um bom acabamento na superfície. São fabricadas em aço, cobre e ligas.

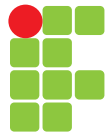


Parafusos

Existem vários tipos de parafusos para madeira, os quais dizemos que possuem **rosca soberba**. Um pequeno sumário é apresentado:



Esse tipo de parafuso também é utilizado com o auxílio de buchas plásticas. O conjunto **parafuso-bucha** é aplicado na fixação de elementos em bases de alvenaria. Para a escolha da cabeça leva-se em consideração a natureza da união a ser feita. São fabricados em aço e tratados superficialmente para evitar efeitos oxidantes de agentes naturais.



Cálculos de Roscas

Nem sempre os parafusos usados nas máquinas são padronizados, e, muitas vezes não se encontra o tipo de parafuso desejado no comércio.

Neste caso é necessário que a própria empresa faça os parafusos. Para isto é preciso por em prática alguns conhecimentos, como saber identificar o tipo de rosca do parafuso e calcular suas dimensões.

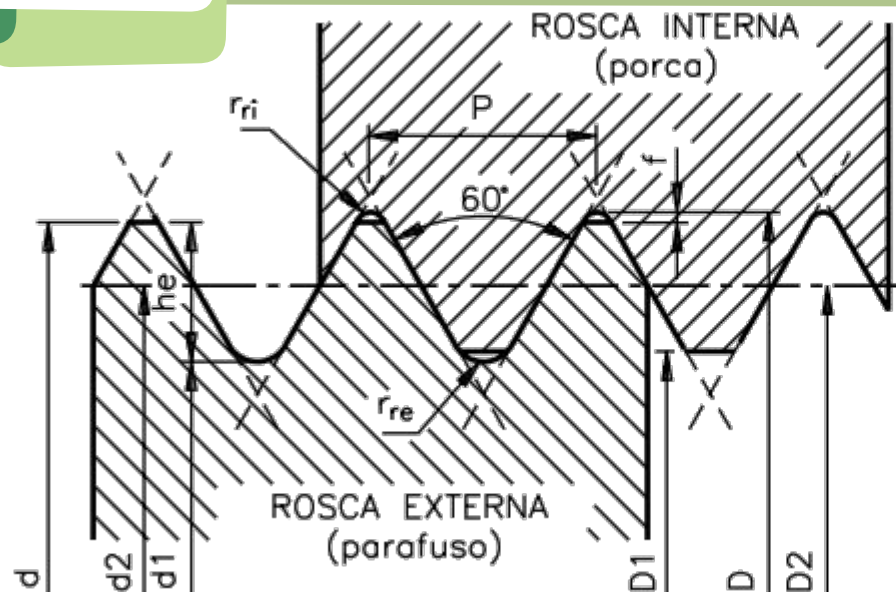
Várias informações a respeito do cálculo de roscas triangulares de parafusos comumente utilizados na fixação de componentes mecânicos serão apresentados.

Veremos as roscas triangulares métricas normal e fina; e a rosca whitworth normal (BSW) e fina (BSF).



Cálculos de Roscas

Rosca métrica



Ângulo do perfil da rosca:
 $\alpha = 60^\circ$.

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:

$$f = 0,045P.$$

Diâmetro maior da porca:

$$D = d + 2f.$$

Diâmetro menor da porca (furo):

$$D_1 = d - 1,0825P;$$

Diâmetro efetivo da porca ($\varnothing$ médio):

$$D_2 = d_2.$$

Altura do filete do parafuso:

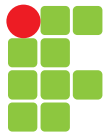
$$h_e = 0,61343P.$$

Raio de arredondamento da raiz do filete do parafuso:

$$r_{re} = 0,14434P.$$

Raio de arredondamento da raiz do filete da porca:

$$r_{ri} = 0,063P.$$



Cálculos de Roscas

Fórmulas:

$$\alpha = 55^\circ$$

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

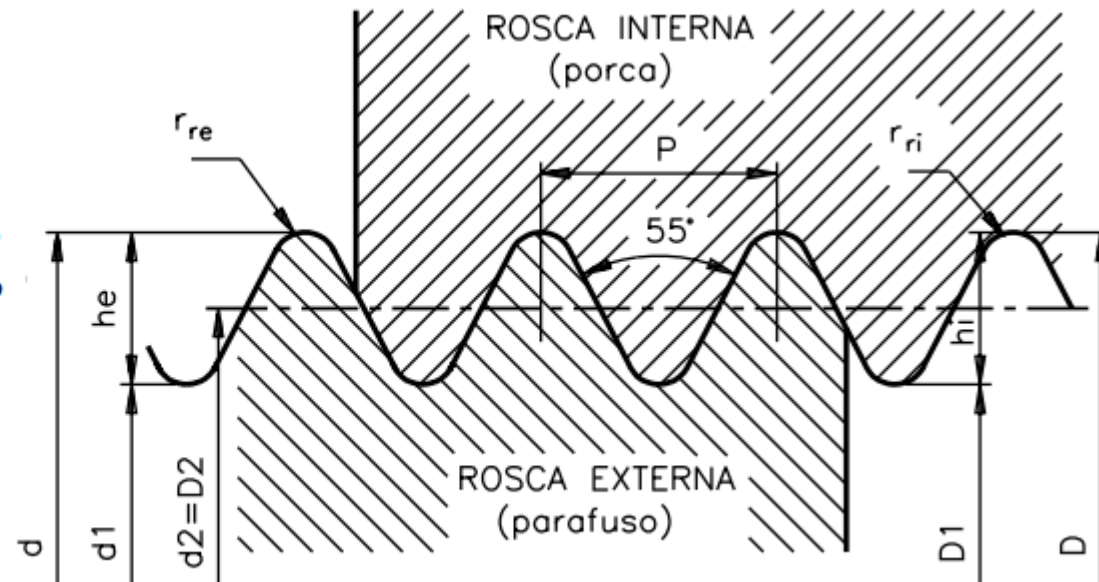
$$h_i = h_e = 0,6403P$$

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

$$d = D$$

$$d_1 = d - 2h_e$$

$$D_2 = d_2 = d - h_e$$



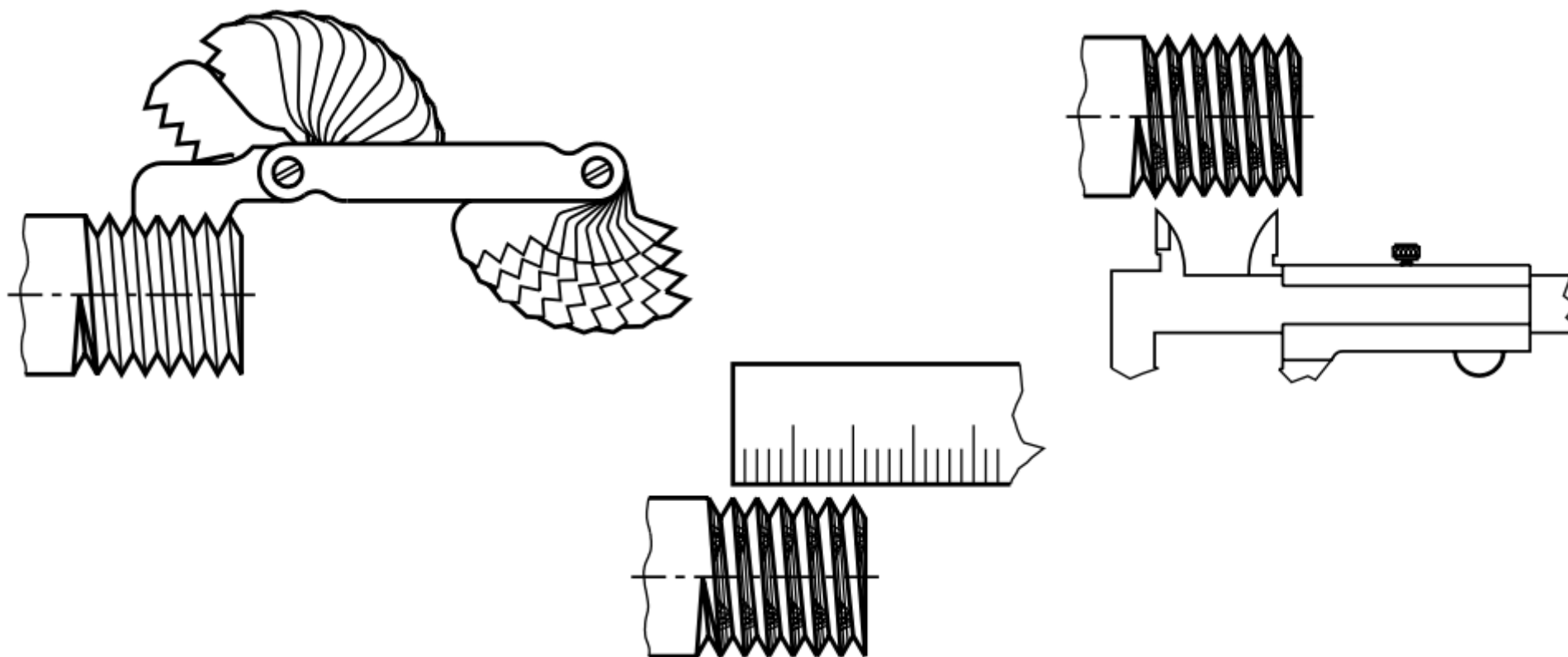
A fórmula para confecção das roscas Whitworth normal e fina é a mesma. Apenas variam os números de filetes por polegada.



Cálculo de Roscas

O primeiro procedimento para calcular roscas consiste na medição do passo da rosca. Para obter essa medida, podemos usar pende de rosca, escala ou paquímetro.

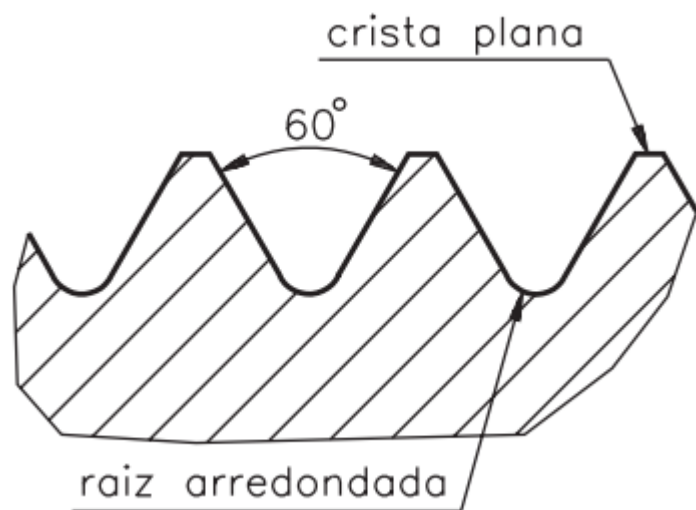
Estes instrumentos são chamados verificadores de roscas e fornecem a medida do passo em milímetro ou em filetes por polegada e, também, a medida do ângulo dos filetes.





Cálculo de Roscas

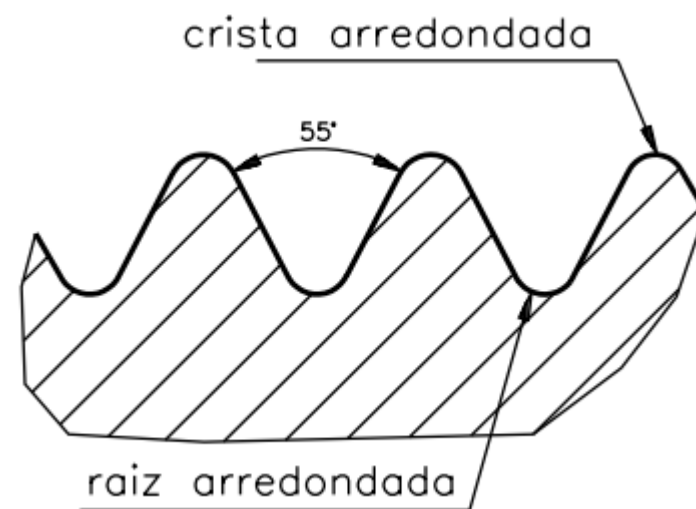
As roscas de perfil triangular são fabricadas segundo três sistemas normalizados: o sistema métrico ou internacional (ISO), o sistema inglês ou whitworth e o sistema americano.

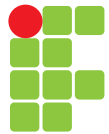


No **sistema métrico** as medidas das roscas são determinadas em milímetros. Os filetes têm forma triangular, ângulo de 60° , crista plana e raiz arredondada.

No sistema **whitworth** as medidas são dadas em polegadas. Nesse sistema o filete tem a forma triangular, ângulo de 55° , crista e raiz arredondadas.

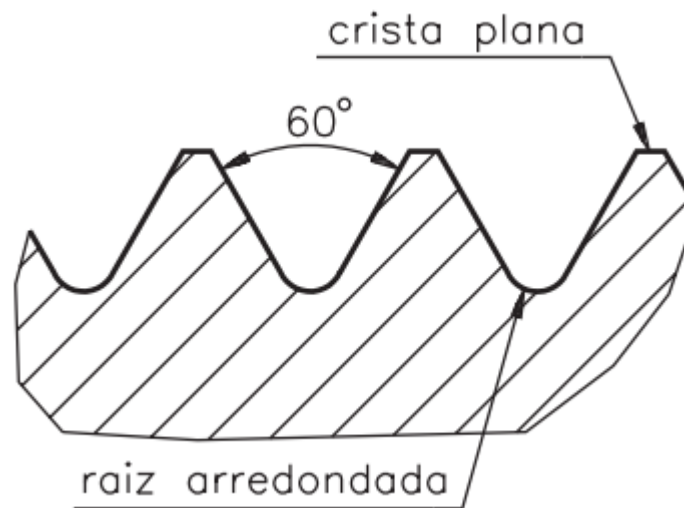
O passo é determinado dividindo-se uma polegada pelo número de filetes contidos em uma polegada.





Cálculo de Roscas

No **sistema americano** as medidas são expressas em polegadas. O filete tem a forma triangular, ângulo de 60° , crista plana e raiz arredondada. Neste sistema, assim como no whitworth, o passo também é determinado dividindo-se uma polegada pelo número de filetes contidos em uma polegada.



Nos três sistemas as roscas são fabricadas em dois padrões: normal e fina. A rosca normal tem menor número de filetes por polegada que a rosca fina. No sistema whitwrth a rosca normal é chamada de BSW e a fina é chamada de BSF.

No sistema americano a rosca normal é chamada de NC e a fina de NF.

Cálculo de Roscas

Revisando os procedimentos para determinar o passo da rosca ou número de fios por polegada:

- Com um pente de rosca, verificar qual lâmina do pente se encaixa perfeitamente nos filetes da rosca. A lâmina que se encaixar vai indicar o passo da rosca ou o número de fios por polegada.
- Alternativamente, pode-se utilizar uma escala ou régua e contar o número de filetes dentro de um intervalo. Caso você encontre 20 filetes em 10 milímetros, basta dividir 10 milímetros por 20 filetes para saber que o passo é 0,5 milímetro. Caso seja o sistema inglês, deve-se contar quantos filetes cabem em uma polegada.
- Deve-se medir o diâmetro externo da rosca com um paquímetro. Tendo a medida do diâmetro e a medida do passo – ou o número de fios por polegada – pode-se consultar tabelas ou efetuar os cálculos das dimensões da rosca.

Cálculo de Roscas

Exemplo 1 – Calcular o diâmetro menor de um parafuso (d_1) para uma rosca de diâmetro externo (d) de 10 mm e passo (p) de 1,5 mm.

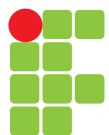
Exemplo 2 – Calcular o diâmetro efetivo de um parafuso ($\emptyset$ médio) com rosca métrica normal, cujo diâmetro externo é de 12 mm e o passo é de 1,75 mm.

Exemplo 3 – Calcular a folga (f) de uma rosca métrica normal de um parafuso cujo diâmetro maior (d) é de 14 mm e o passo (p) é de 2 mm.

Exemplo 4 – Calcular o diâmetro maior de uma porca com rosca métrica normal, cujo diâmetro maior do parafuso é de 8 mm e o passo é de 1,25 mm.

Exemplo 5 – Calcular o diâmetro menor de uma porca com rosca métrica normal cujo diâmetro maior do parafuso é de 6 mm e o passo é de 1 mm.

Exemplo 6 – Calcular a altura do filete de um parafuso com rosca métrica normal com diâmetro maior de 4 mm e o passo de 0,7 mm.



Cálculo de Roscas

Exercício 1 – Calcular o diâmetro menor de um parafuso (d_1) para uma rosca de diâmetro externo (d) de 6 mm e passo (p) de 1,0 mm.

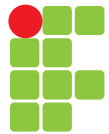
Exercício 2 – Calcular o diâmetro efetivo de um parafuso ($\emptyset$ médio) com rosca métrica normal, cujo diâmetro externo é de 8 mm e o passo é de 1,25 mm.

Exercício 3 – Calcular a folga (f) de uma rosca métrica normal de um parafuso cujo diâmetro maior (d) é de 10 mm e o passo (p) é de 1,5 mm.

Exercício 4 – Calcular o diâmetro maior de uma porca com rosca métrica normal, cujo diâmetro maior do parafuso é de 16 mm e o passo é de 2,0 mm.

Exercício 5 – Calcular o diâmetro menor de uma porca com rosca métrica normal cujo diâmetro maior do parafuso é de 18 mm e o passo é de 2,5 mm.

Exercício 6 – Calcular a altura do filete de um parafuso com rosca métrica normal com diâmetro maior de 20 mm e o passo de 2,5 mm.



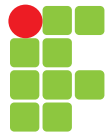
INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Cálculo de Roscas

É muito importante para o técnico saber o cálculo do diâmetro da broca que vai fazer o furo no qual a rosca será aberta por macho.

No cálculo do diâmetro da broca para abrir a rosca métrica triangular, normal ou fina, usa-se a seguinte fórmula

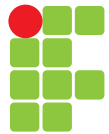
$$\varnothing \text{ broca} = d - P$$



Cálculo de Roscas

Exemplo 1 – Calcular diâmetro de broca para abrir o furo a ser roscado com rosca métrica, sabendo que o diâmetro maior do parafuso é de 10 mm e o passo é de 1,5 mm.

Exercício 1 - Calcular diâmetro de broca para abrir o furo a ser roscado com rosca métrica, sabendo que o diâmetro maior do parafuso é de 8 mm e o passo é de 1,0 mm.



Cálculo de Roscas

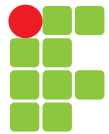
Exemplo 1 – Calcular o passo, em mm, de um parafuso com rosca whitworth, sabendo-se que a rosca tem 32 fios por polegada.

Exemplo 2 – Calcular a altura de filete (h_e) de uma rosca whitworth, sabendo-se que o passo é de 0,793 mm.

Exemplo 3 – Calcular o raio de arredondamento da raiz do filete do parafuso de uma rosca whitworth com 10 fios por polegada.

Exemplo 4 – Calcular o diâmetro menor de um parafuso com rosca whitworth, cujo diâmetro é de $\frac{1}{2}$ polegada (12,7 mm) e que tem 12 fios por polegada.

Exemplo 5 – Calcular o diâmetro efetivo do parafuso ($\emptyset$ médio) com rosca whitworth, cujo diâmetro externo é de $\frac{5}{16}$ polegadas (7,9375 mm) e tem 18 fios por polegada.



Cálculo de Roscas

Exercício 1 – Calcular o passo, em mm, de um parafuso com rosca whitworth, sabendo-se que a rosca tem 18 fios por polegada.

Exercício 2 – Calcular a altura de filete (h_e) de uma rosca whitworth, sabendo-se que a rosca tem 20 filetes por polegada.

Exercício 3 – Calcular o raio de arredondamento da raiz do filete do parafuso de uma rosca whitworth com 12 fios por polegada.

Exercício 4 – Calcular o diâmetro menor de um parafuso com rosca whitworth, cujo diâmetro é de $\frac{1}{4}$ " (6,35 mm) e que tem 26 fios por polegada.

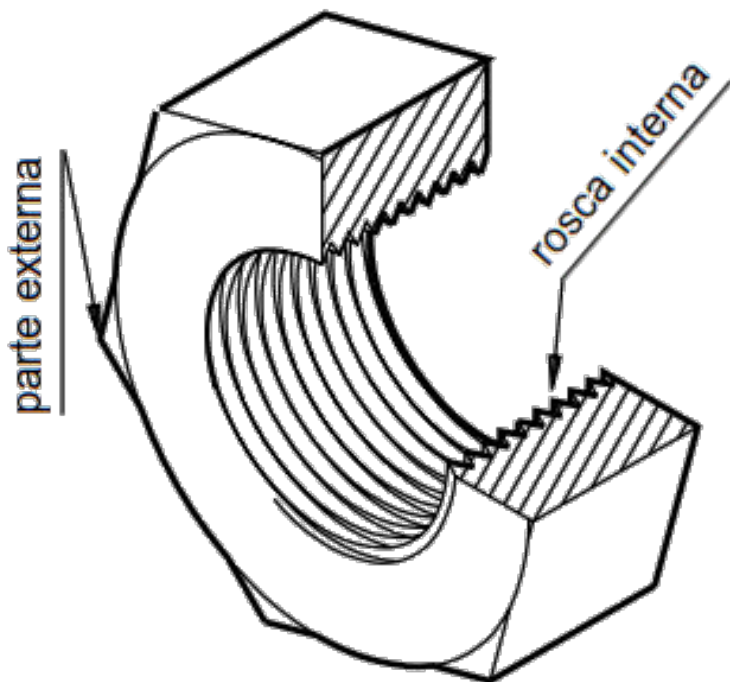
Exercício 5 – Calcular o diâmetro efetivo do parafuso ($\emptyset$ médio) com rosca whitworth, cujo diâmetro externo é de 1" (25,4 mm) e tem 8 fios por polegada.



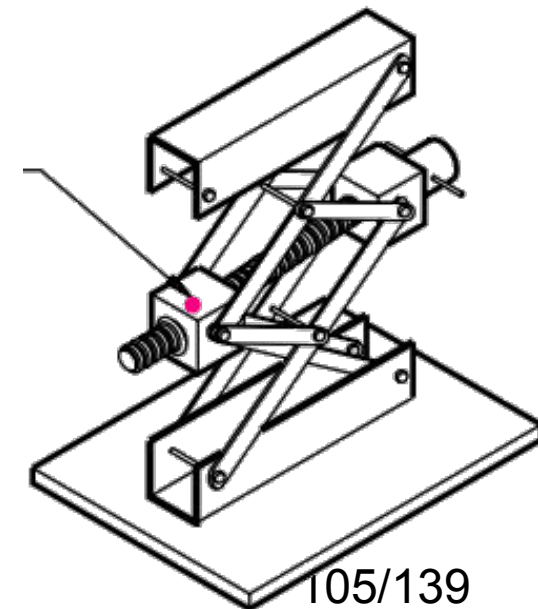
Porcas

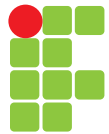
A porca é uma peça de forma prismática ou cilíndrica – geralmente metálica – com um furo roscado no qual se encaixa em um parafuso ou barra roscada. Em conjunto com um parafuso, a porca é um acessório amplamente utilizado na união de peças.

A porca está sempre ligada a um parafuso. A parte externa tem vários formatos para atender a diversos tipos de aplicação. Assim, existem porcas que servem tanto como elemento de fixação e como elemento de transmissão.



porca utilizada para
transmitir movimentos
no macaco para
levantar carros





Porcas

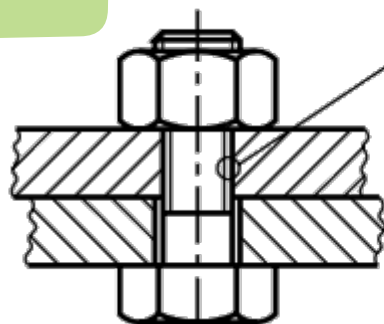
As porcas são fabricadas de diversos materiais: aço, bronze, latão, alumínio, plástico... Há casos especiais em que as porcas recebem banhos de galvanização, zincagem e bicromatização para protegê-las contra oxidação (ferrugem).

O perfil da rosca varia de acordo com o tipo de aplicação que se deseja. As porcas usadas para fixação geralmente têm roscas com perfil triangular.

As porcas para transmissão de movimentos têm roscas com perfis quadrados, trapezoidais, redondo e dente de serra.



Porcas



perfil triangular

É usado em parafusos de fixação, uniões e tubos

trapezoidal

É usado nos órgãos de comando das máquinas operatrizes (para transmissão de movimento suave e uniforme), nos fusos e nas prensas de estampar.



quadrado

Tipo em desuso, mas ainda aplicado em parafusos de peças sujeitas a choques e grandes esforços (morsas).



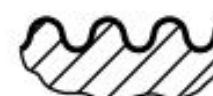
dente-de-serra

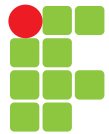
É usado quando o parafuso exerce grande esforço num só sentido, como nas morsas e nos macacos.



redondo

É usado em parafusos de grandes diâmetros e que devem suportar grandes esforços

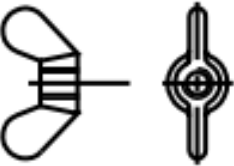
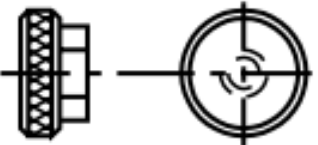
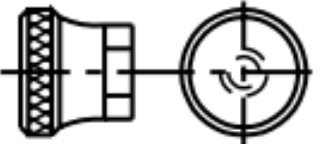




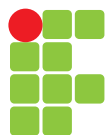
INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Porcas

Para aperto manual são mais usados os tipos de porca borboleta, recartilhada alta e recartilhada baixa.

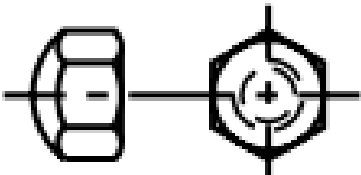
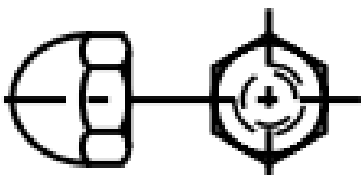
	porca borboleta
	porca recartilhada baixa
	porca recartilhada alta

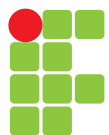




Porcas

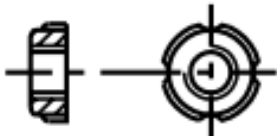
As porcas cega baixa e cega alta, além de propiciarem boa fixação, deixam as peças unidas com melhor aspecto.

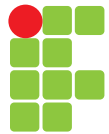
	porca cega baixa
	porca cega alta



Porcas

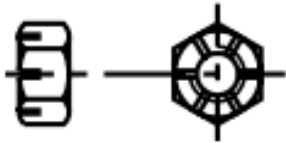
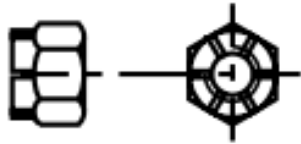
Para ajuste axial (eixos de máquinas) são usadas as seguintes porcas:

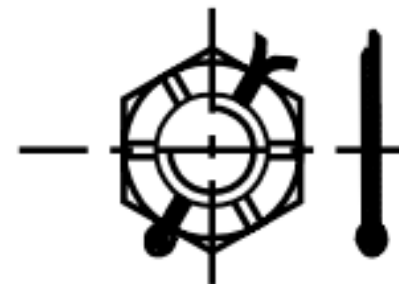
	porca redonda com fenda
	porca redonda com entalhes
	porca redonda com furos radiais
	porca redonda com dois furos paralelos

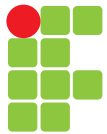


Porcas

Certos tipos de porcas apresentam ranhuras próprias para uso de cupilhas. Utilizamos cupilhas para evitar que a porca se solte com vibrações.

	porca sextavada com fendas
	porca castelo
	porca castelo chata





Porcas

Dentre os tipos mais comuns de porcas podemos elencar:

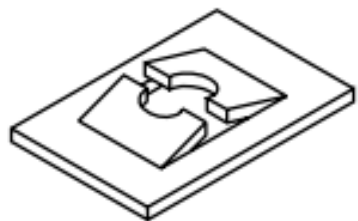
	porca sextavada
	porca sextavada chata
	porca quadrada
	porca quadrada chata



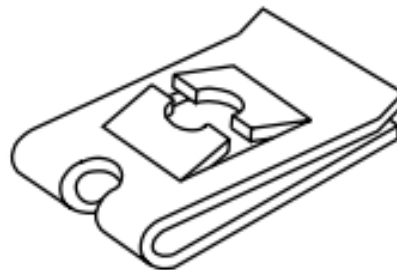
INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Porcas

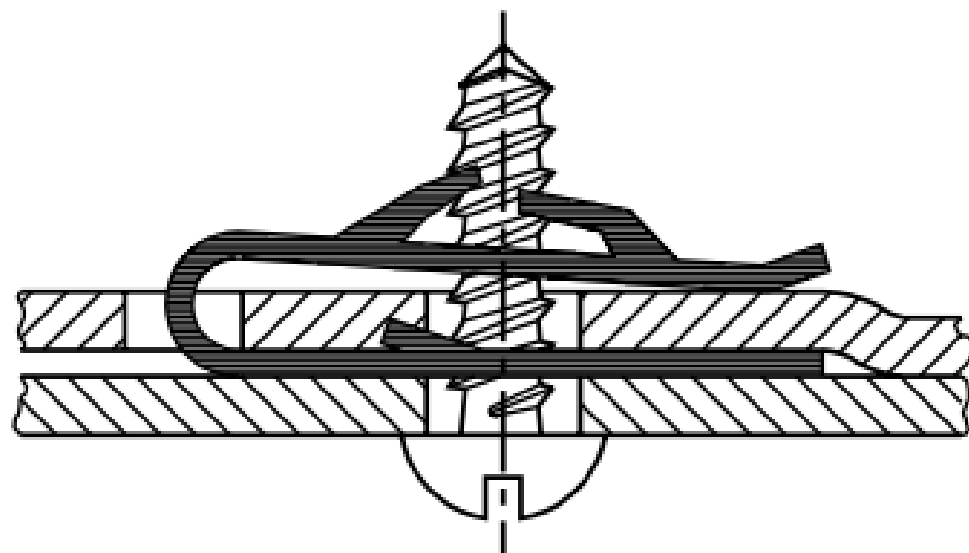
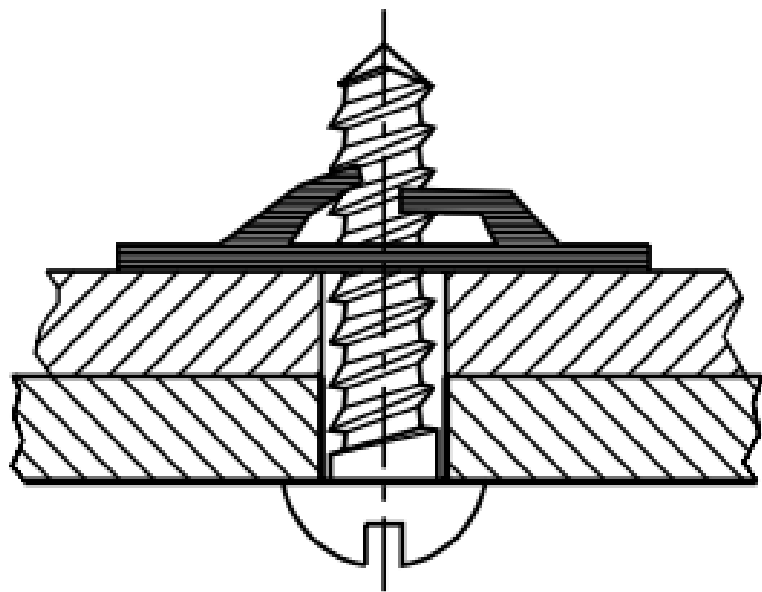
Para a montagem de chapas em locais de difícil acesso podem ser utilizadas estas porcas:

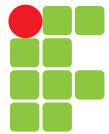


Porca rápida



Porca rápida dobrada

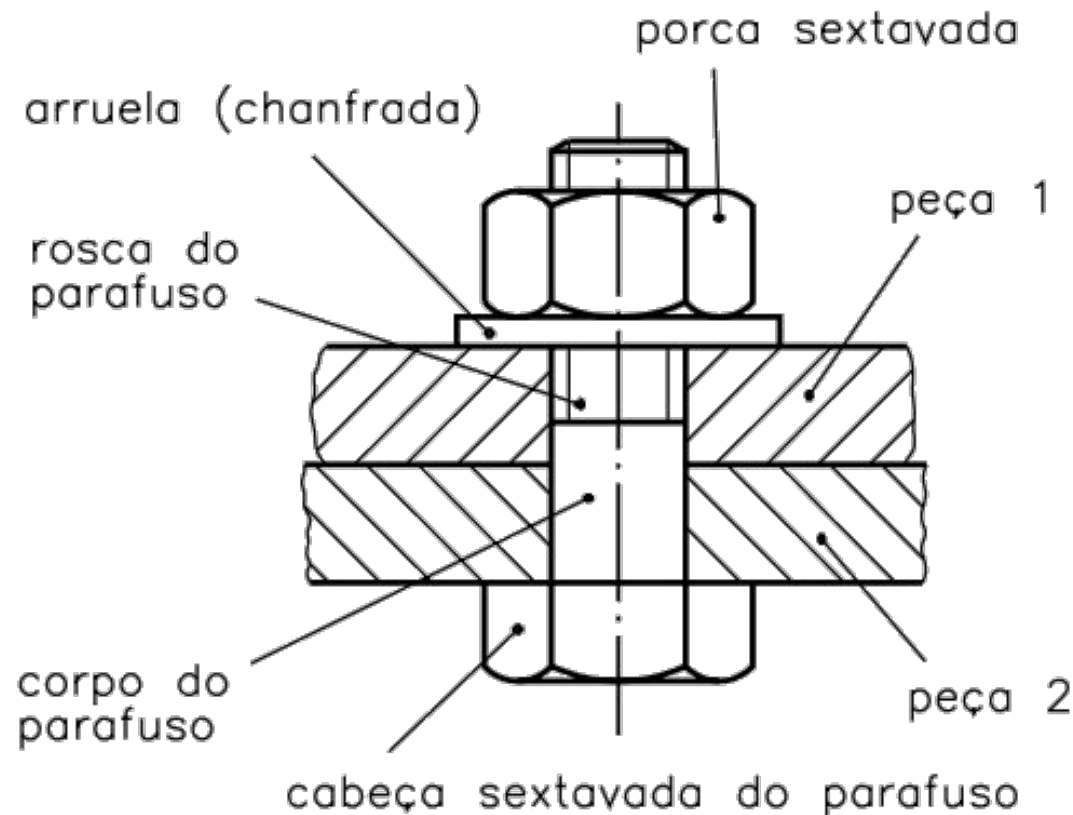


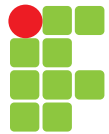


Arruelas

A maioria dos conjuntos mecânicos apresenta elementos de fixação. Onde quer que se usem esses elementos, seja em máquinas ou em veículos automotivos, existe o perigo de se produzir – em virtude das vibrações – um afrouxamento imprevisto no aperto do parafuso.

Para evitar esse inconveniente utilizamos um elemento de máquina chamado **arruela**.





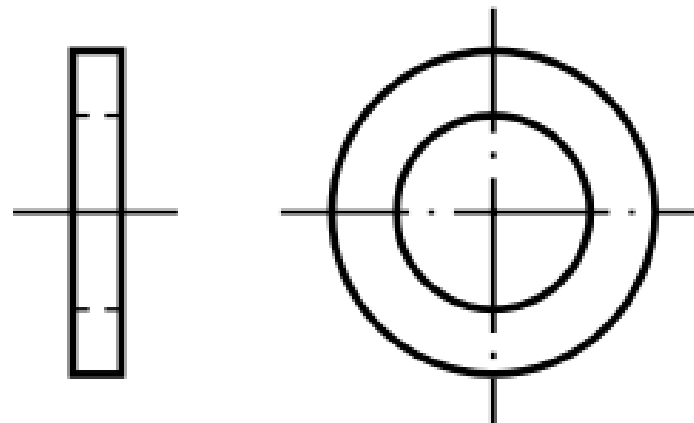
Arruelas

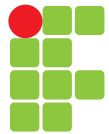
As arruelas têm a função de distribuir igualmente a força de aperto entre a porca, o parafuso e as partes montadas. Em algumas situações também funcionam como elementos de trava.

Os materiais mais utilizados na fabricação das arruelas são aço-carbono, cobre e latão.

Existem diversos tipos de arruela: lisa, de pressão, dentada, serrilhada, ondulada, de travamento com orelha e arruela para perfilados.

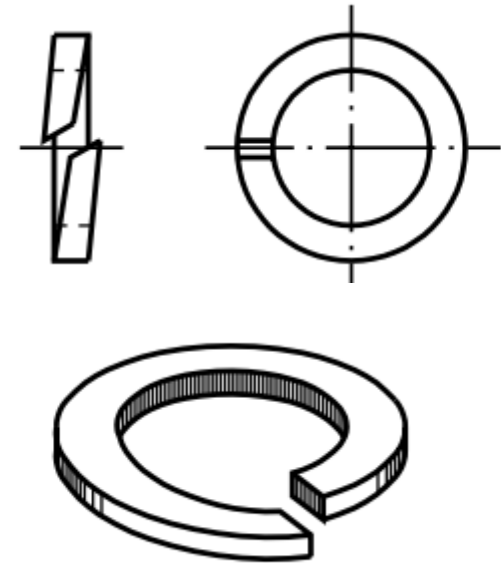
A **arruela lisa** distribui igualmente o aperto e também possui como função melhorar o aspecto do conjunto. A arruela lisa por não ter elemento de trava é utilizada em órgãos de máquinas que sofrem pequenas vibrações.



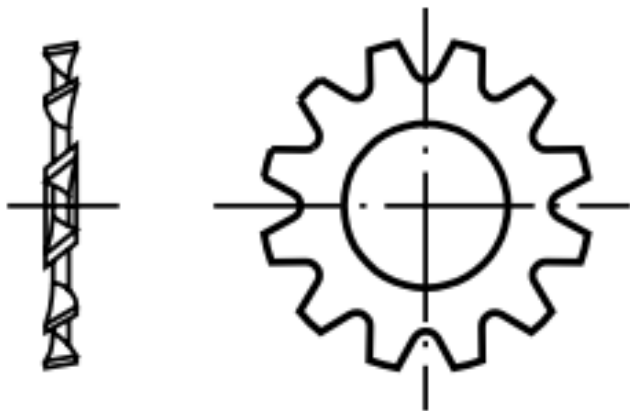


Arruelas

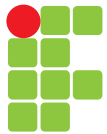
A **arruela de pressão** é utilizada na montagem de conjuntos mecânicos submetidos a grandes esforços e grandes vibrações. Ela funciona, também, como elemento de trava ao evitar o afrouxamento do parafuso e da porca. É também muito empregada em equipamentos que sofrem variação de temperatura (automóveis, prensas, etc...)



A **arruela dentada** é muito empregada em equipamentos sujeitos a grandes vibrações – mas com pequenos esforços – tais como eletrodomésticos, painéis automotivos, equipamentos de refrigeração, etc...

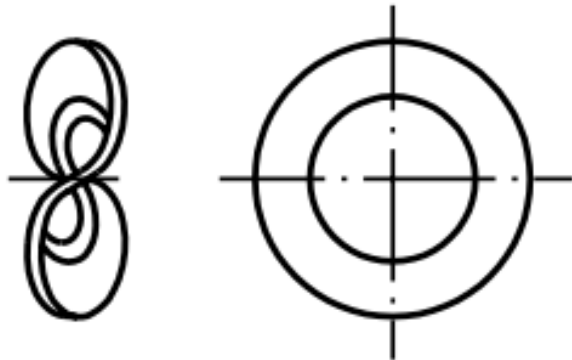
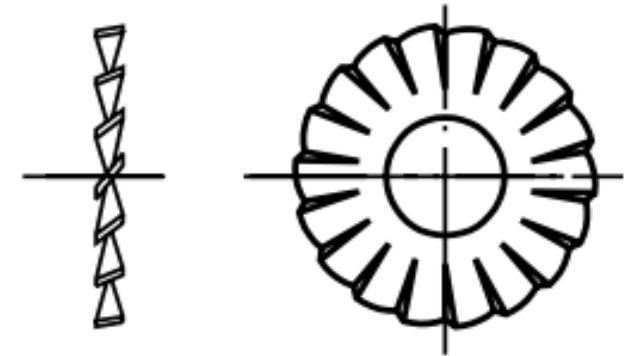


O travamento se dá entre o conjunto parafuso/porca. Os dentes inclinados das arruelas formam uma mola quando são pressionados e se encravam na cabeça do parafuso.



Arruelas

A **arruela serrilhada** tem, basicamente, as mesmas funções da arruela dentada. Apenas suporta esforços um pouco maiores. É usada nos mesmos tipos de trabalho que a arruela dentada.



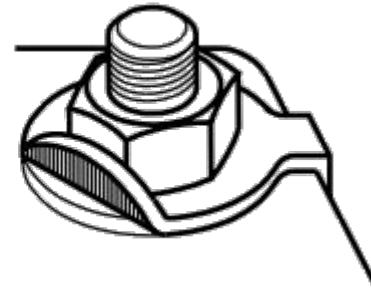
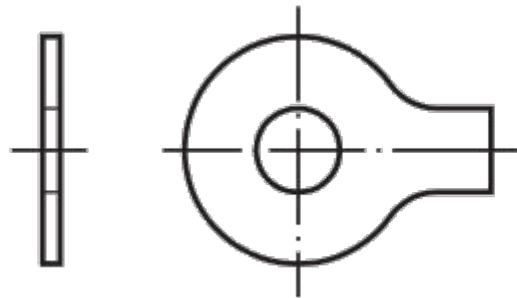
A **arruela ondulada** não tem cantos vivos. É indicada, especialmente, para superfícies pintadas – evitando a danificação do acabamento. É adequada para equipamentos que possuem acabamento externo constituído de chapas finas.



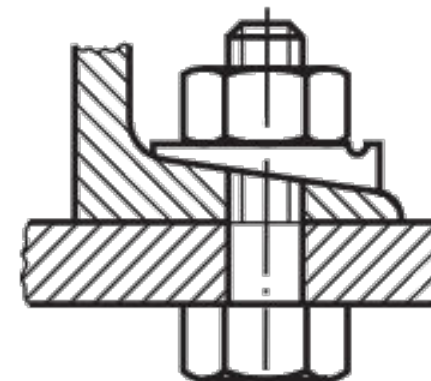
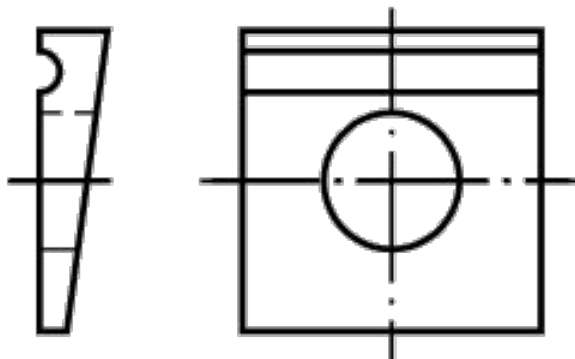


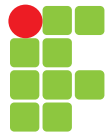
Arruelas

A **arruela de travamento com orelha** é utilizada dobrando-se a orelha sobre um canto vivo da peça. Em seguida dobra-se uma aba da orelha envolvendo um dos lados chanfrado do conjunto porca / parafuso.



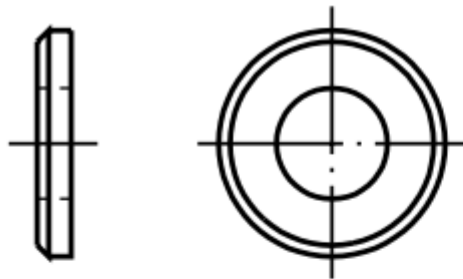
A **arruela para perfilados** é muito utilizada em montagens que envolvem cantoneiras ou perfis em ângulo. Devido ao seu formato de fabricação esta arruela compensa os ângulos e deixa as superfícies a serem parafusadas perfeitamente paralelas.



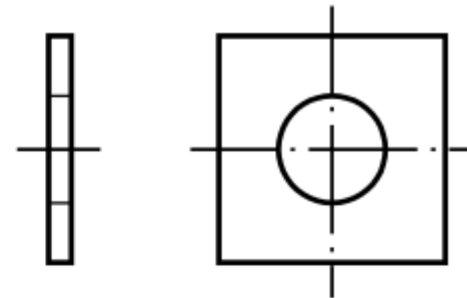


Arruelas

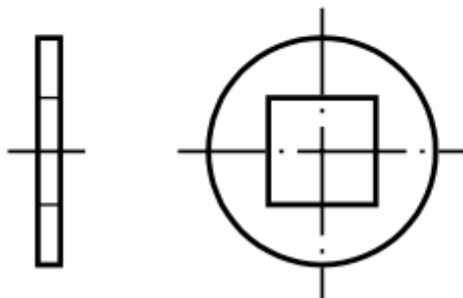
Vimos os tipos mais comuns de arruelas, mas cabe mencionar outras que são menos utilizadas:



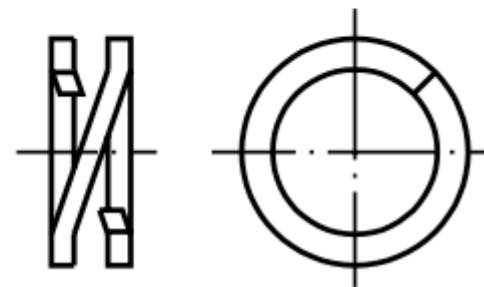
arruela chanfrada



arruela quadrada



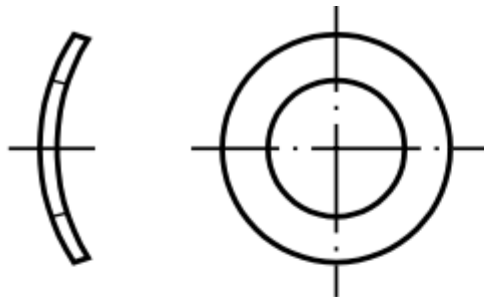
arruela de furo quadrado



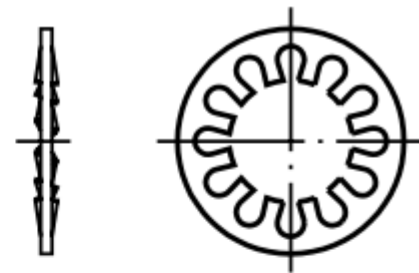
arruela dupla de pressão



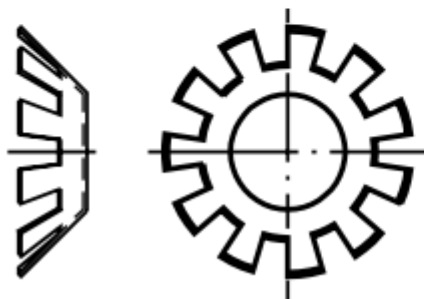
Arruelas



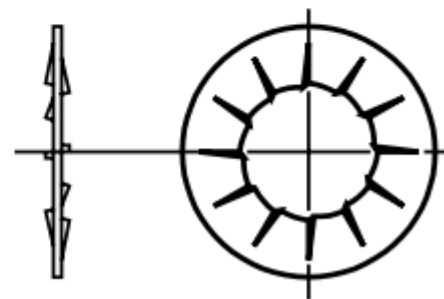
arruela curva de pressão



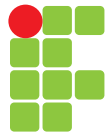
arruela com dentes internos



arruela com dentes cônicos



arruela com serrilhado interno

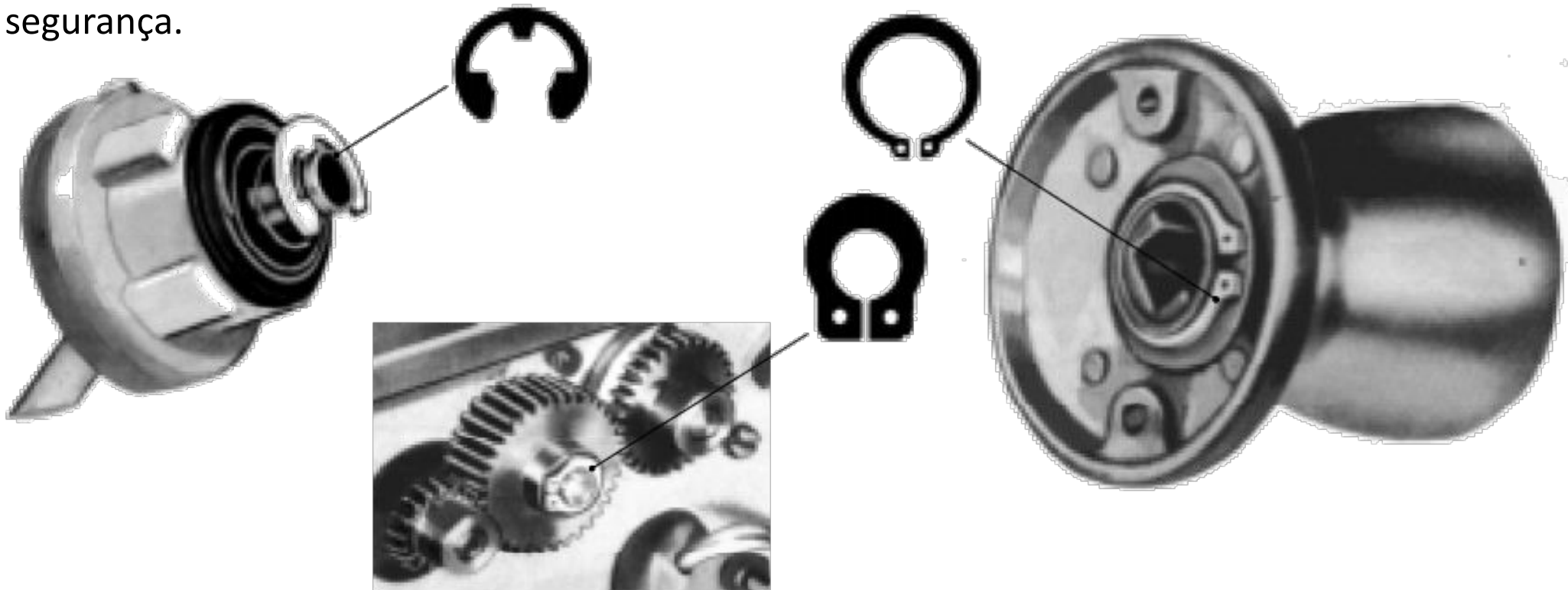


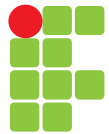
Anéis Elásticos

O anel elástico é um elemento usado em eixos ou furos, tendo como principais funções:

- Evitar o deslocamento axial de peças ou componentes;
- Posicionar ou limitar o curso de uma peça ou conjunto deslizante sobre o eixo.

Este elemento de máquina é conhecido também como anel de retenção, de trava ou de segurança.

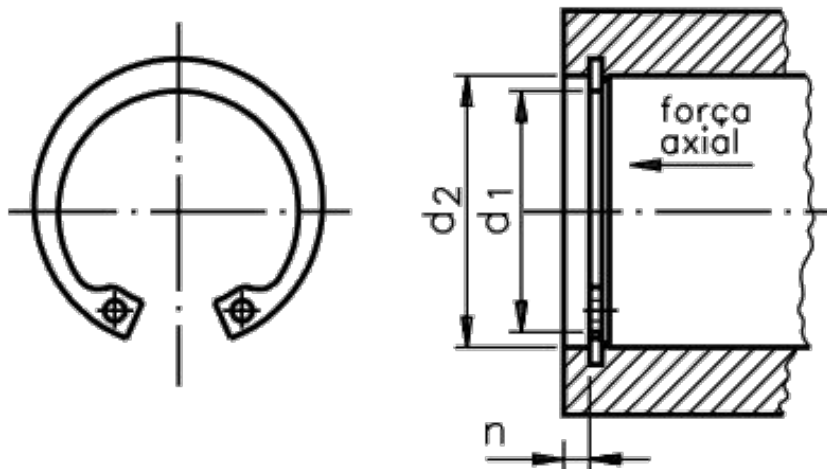




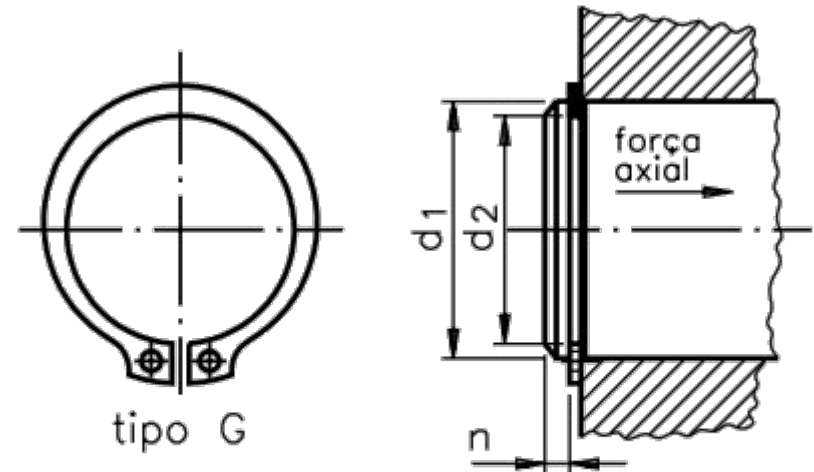
Anéis Elásticos

Os anéis elásticos são normalmente fabricados em aço-mola, tendo a forma de um anel incompleto e sendo alojado num canal circular construído conforme normalização.

Norma DIN 471 – Para eixos com $\varnothing$ entre 4 e 1000 mm, trabalho externo.

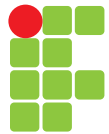


$$n = \frac{d2 - d1}{2} \cdot 3$$



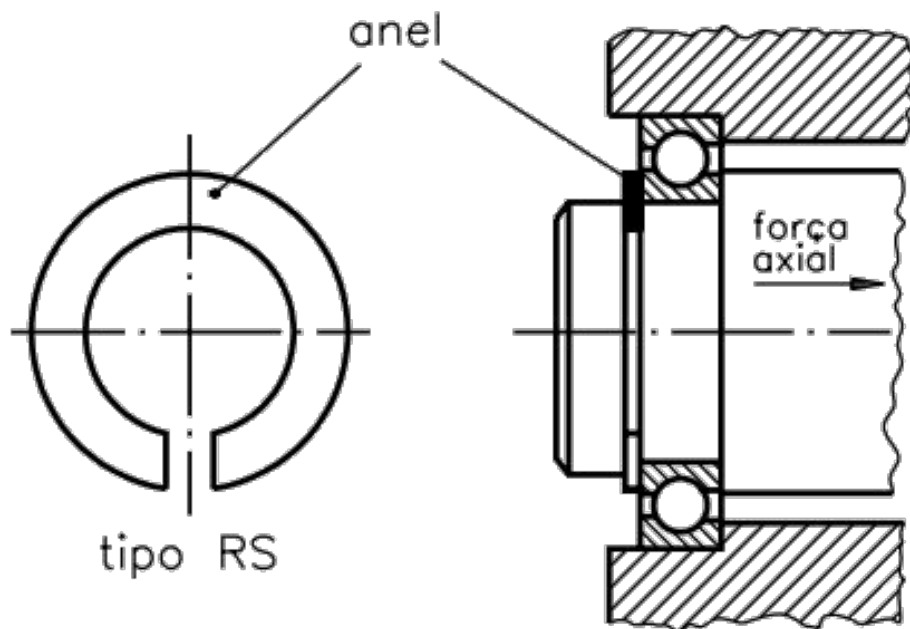
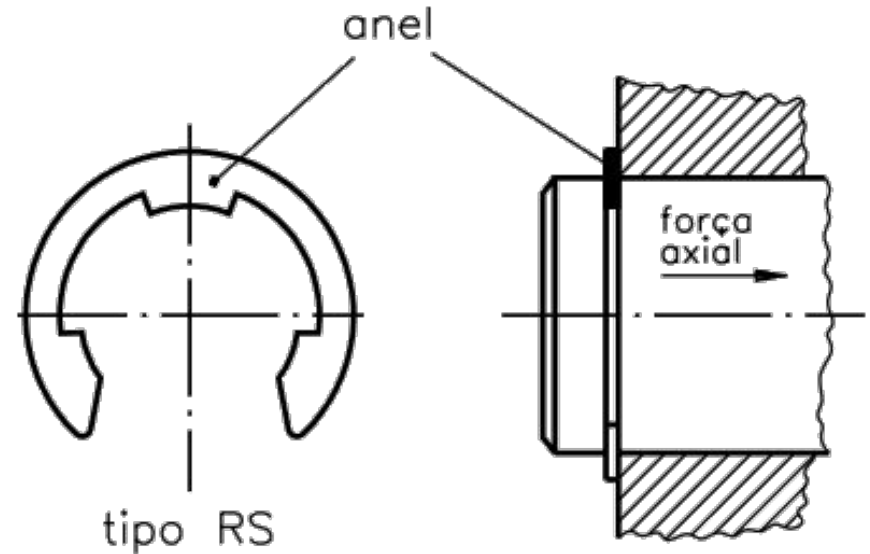
$$n = \frac{d1 - d2}{2} \cdot 3$$

Norma DIN 472 – Para eixos com $\varnothing$ entre 9,5 e 1000 mm, trabalho interno.

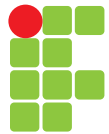


Anéis Elásticos

Norma DIN 6799 – Para eixos com $\varnothing$ entre 8 e 24 mm, trabalho externo.



Eixos com diâmetro entre 4 e 390 mm para rolamentos.



INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Anéis Elásticos

Existem diversas tabelas que permitem facilitar a escolha e seleção dos anéis em função dos tipos de trabalho ou operação.

Uma tabela será mostrada para conhecimento, deixando-se claro que existem muitas mais.

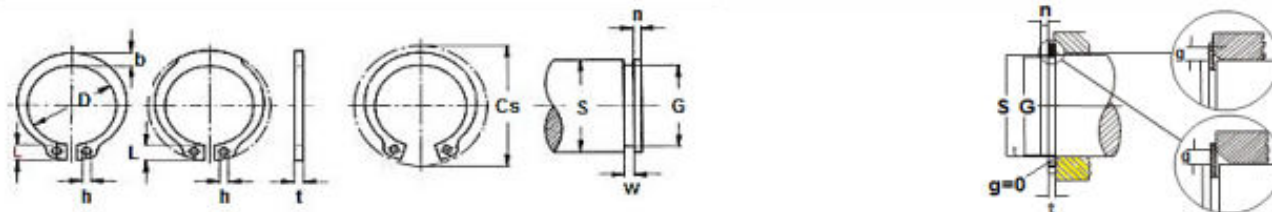


INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

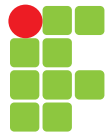
Anéis Elásticos

ANEL ELÁSTICO PARA EIXOS (EXTERNO) PADRÃO DIN 471

CIRCLIP FOR SHAFTS (EXTERNAL) STANDARD DIN 471



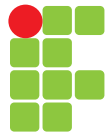
Eixo	Dimensões do Anel (todas as dimensões em mm)									Dimensões da ranhura (mm)				Dados adicionais			
	t	Tol	D	Tol	Cs	b	L	h	peso kg/1000 pc	G	Tol	W	n	P _N (Kgf)	P _R (Kgf)	g máx.	P _{RE} (Kgf)
Shaft	Circlip Dimensions (all dimensions in mm)									Groove Dimensions (mm)				Additional data			
	t	Tol	D	Tol	Cs	b	L	h	weight kg/1000 pc	G	Tol	W	n	P _N (Kgf)	P _R (Kgf)	g máx.	P _{RE} (Kgf)
3	0.40	+0,00 -0,05	2.7	+0,04 -0,15	7.0	0.8	1.9	1.0	0.017	2.8	+0,00 -0,04	0.5	0.3	15	47	0,5	27
4	0.40		3.7		8.6	0.9	2.2	1.0	0.022	3.8		0.5	0.3	20	50	0,5	30
5	0.60		4.7		10.3	1.1	2.5	1.0	0.066	4.8		0.7	0.3	26	190	0,5	130
6	0.70		5.6		11.7	1.3	2.7	1.2	0.084	5.7		0.8	0.5	46	340	0,5	210
7	0.80	+0,00 -0,06	6.5	+0,06 -0,18	13.5	1.4	3.1	1.2	0.121	6.7	+0,00 -0,06	0.9	0.5	54	516	0,5	290
8	0.80		7.4		14.7	1.5	3.2	1.2	0.158	7.6		1.1	0.6	81	520	0,5	290
9	1.00		8.4		16.0	1.7	3.3	1.2	0.300	8.6		1.1	0.6	92	1110	0,5	610
10	1.00		9.3		17.0	1.8	3.3	1.5	0.340	9.6		1.1	0.6	101	1060	1	340
11	1.00	+0,00 -0,11	10.2	+0,10 -0,36	18.0	1.8	3.3	1.5	0.410	10.5	+0,00 -0,11	1.1	0.8	140	1010	1	310
12	1.00		11.0		19.0	1.8	3.3	1.7	0.500	11.5		1.1	0.8	153	960	1	300
13	1.00		11.9		20.2	2.0	3.4	1.7	0.530	12.4		1.1	0.9	200	940	1	290
14	1.00		12.9		21.4	2.1	3.5	1.7	0.640	13.4		1.1	0.9	215	950	1	295
15	1.00	+0,00 -0,13	13.8	+0,13 -0,42	22.6	2.2	3.6	1.7	0.670	14.3	+0,00 -0,13	1.1	1.1	266	915	1	285
16	1.00		14.7		23.8	2.2	3.7	1.7	0.700	15.2		1.1	1.2	326	910	1	285
17	1.00		15.7		25.0	2.3	3.8	1.7	0.820	16.2		1.1	1.2	346	960	1,5	300
18	1.20		16.5		26.2	2.4	3.9	2.0	1.110	17.0		1.3	1.5	458	1700	1,5	375
19	1.20	+0,00 -0,21	17.5	+0,21 -0,42	27.2	2.5	3.9	2.0	1.220	18.0	+0,00 -0,21	1.3	1.5	484	1700	1,5	380
20	1.20		18.5		28.4	2.6	4.0	2.0	1.300	19.0		1.3	1.5	506	1710	1,5	385
21	1.20		19.5		29.6	2.7	4.1	2.0	1.420	20.0		1.3	1.5	536	1680	1,5	375
22	1.20		20.5		30.8	2.8	4.2	2.0	1.500	21.0		1.3	1.5	565	1690	1,5	380
23	1.20	+0,00 -0,06	21.5	+0,21 -0,42	32.0	2.9	4.3	2.0	1.630	22.0	+0,00 -0,21	1.3	1.5	590	1660	1,5	380
24	1.20		22.2		33.2	3.0	4.4	2.0	1.770	22.9		1.3	1.7	675	1610	1,5	365
25	1.20		23.2		34.2	3.0	4.4	2.0	1.900	23.9		1.3	1.7	705	1620	1,5	370
26	1.20		24.2		35.5	3.1	4.5	2.0	1.960	24.9		1.3	1.7	734	1610	1,5	370
27	1.20	+0,00 -0,06	24.9	+0,21 -0,42	36.7	3.1	4.6	2.0	2.080	25.6	+0,00 -0,21	1.3	2.1	963	1640	1,5	380
28	1.50		25.9		37.9	3.2	4.7	2.0	2.920	26.6		1.6	2.1	1000	3210	1,5	750
29	1.50		26.9		39.1	3.4	4.8	2.0	3.200	27.6		1.6	2.1	1037	3180	1,5	745
30	1.50		27.9		40.5	3.5	5.0	2.0	3.320	28.6		1.6	2.1	1073	3210	1,5	765



Anéis Elásticos

Alguns itens devem ser observados ao se utilizar um anel elástico:

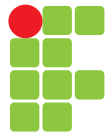
- A dureza do anel deve ser adequada aos elementos que trabalham com ele;
- Falhas no anel se dão por causa de defeitos de fabricação ou condições de operação, tais como: vibrações; impactos; flexão; alta temperatura ou atrito excessivo;
- A igualdade de pressão em volta da canaleta assegura aderência e resistência. O anel nunca deve estar solto, mas alojado no fundo da canaleta com certa pressão;
- A superfície do anel deve estar livre de rebarbas, fissuras e oxidações;
- Em aplicações sujeitas à corrosão, os anéis devem receber tratamento anticorrosivo;
- Deve-se utilizar ferramentas adequadas para evitar que o anel deforme;
- Montar o anel apontado com a abertura para os esforços menores.



INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Anéis Elásticos





INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Anéis Elásticos

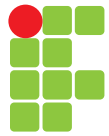




INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Anéis Elásticos

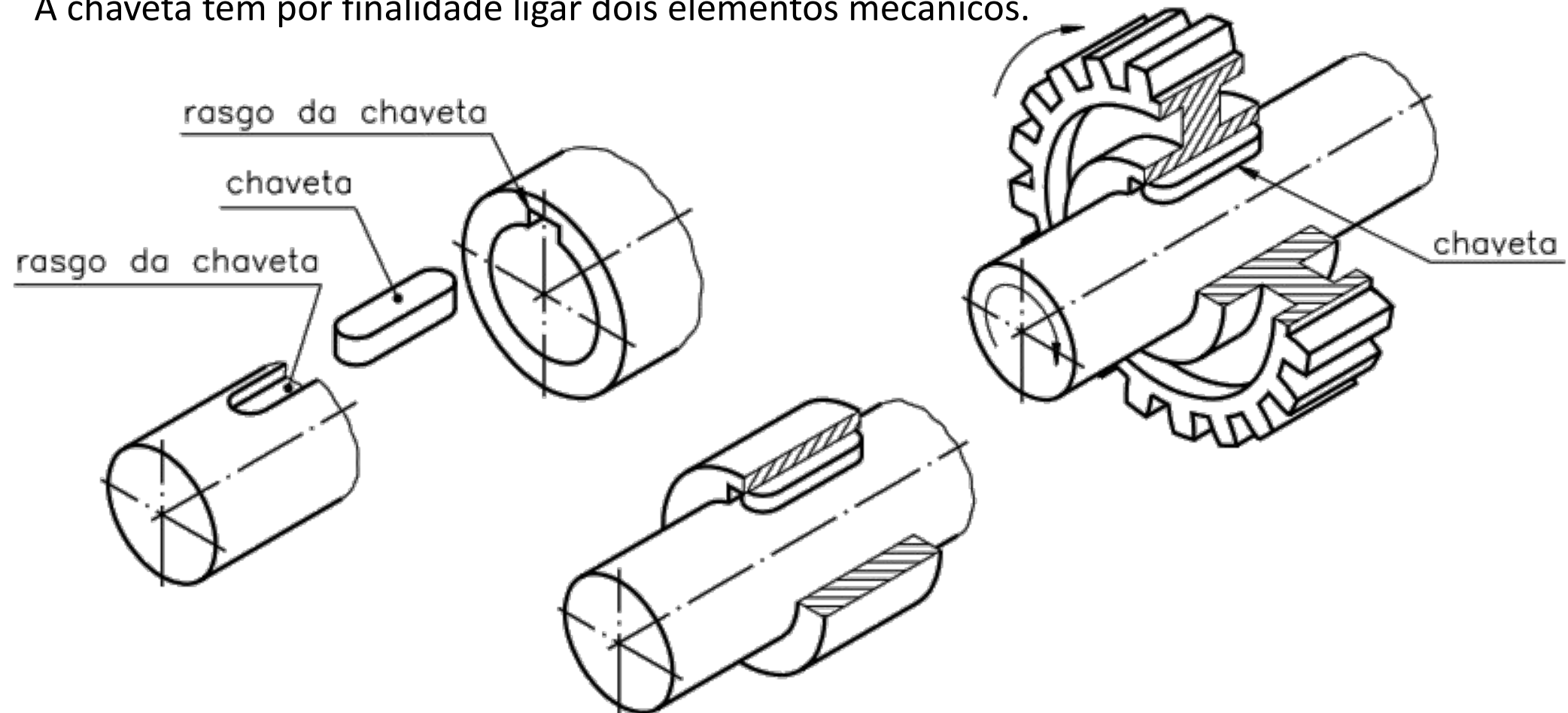


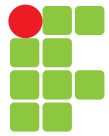


Chavetas

A chaveta é um elemento mecânico fabricado em aço. Sua forma – em geral – é retangular ou semicircular. A chaveta se interpõe numa cavidade de um eixo e de uma peça.

A chaveta tem por finalidade ligar dois elementos mecânicos.





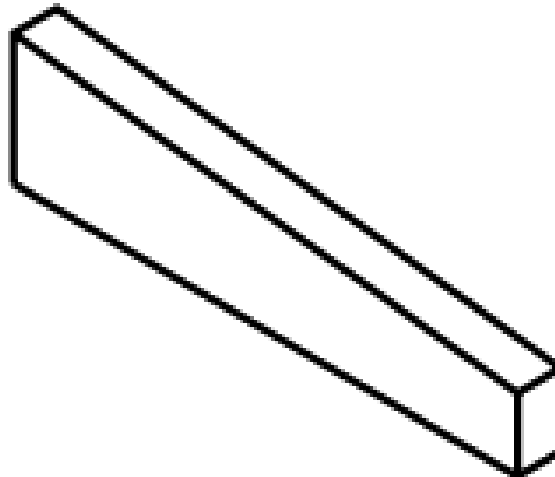
Chavetas

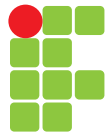
As chavetas se classificam em:

- Chavetas de cunha;
- Chavetas paralelas;
- Chavetas de disco.

As **chavetas de cunha** tem esse nome porque são parecidas com uma cunha. Uma de suas faces é inclinada para facilitar a união de peças.

As **chavetas de cunha** são classificadas em: **(i)** chavetas longitudinais e **(ii)** chavetas transversais.

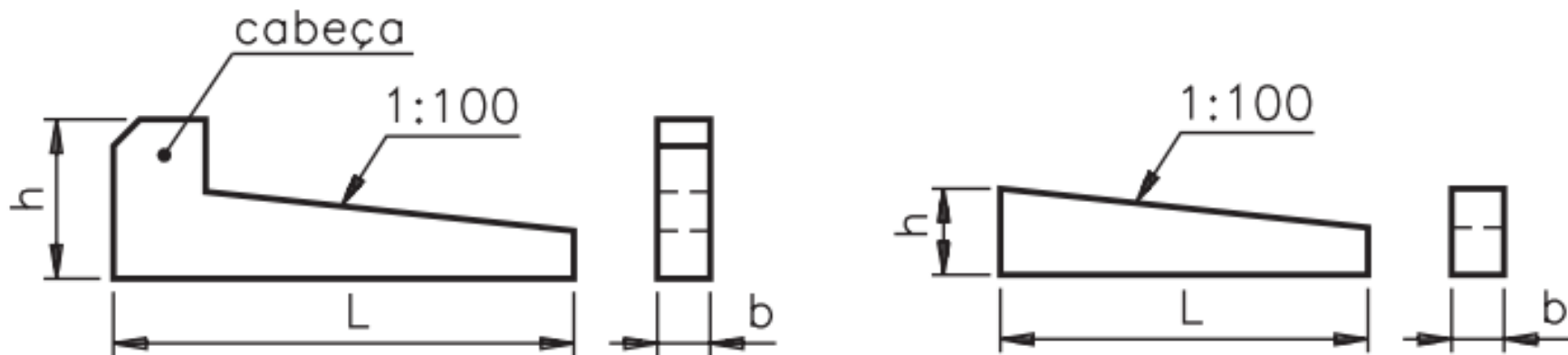




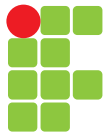
Chavetas

As **chavetas longitudinais** são colocadas ao longo da extensão do eixo para unir roldanas, rodas, volantes, etc... Podem ser com ou sem cabeça e são de montagem e desmontagem fácil.

Sua inclinação é de 1:100 e suas medidas principais são definidas quanto a altura (h), comprimento (L) e largura (b).

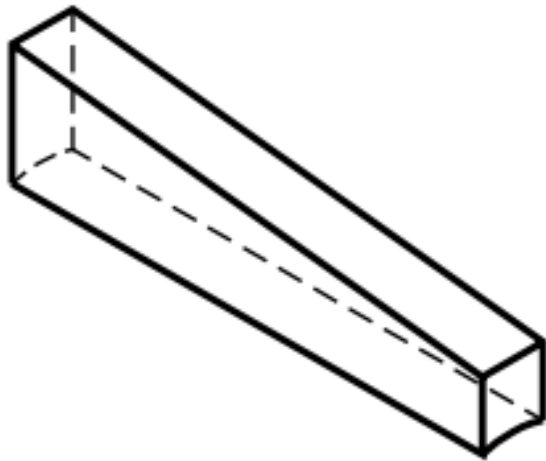


As chavetas longitudinais podem ser de diversos tipos: encaixada, meia-cana, plana, embutida e tangencial. Veremos a característica de cada um destes tipos.

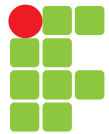


Chavetas

As **chavetas longitudinais encaixadas** são muito usadas. Sua forma corresponde à do tipo mais simples de chaveta de cunha. Para possibilitar seu emprego, o rasgo do eixo é sempre mais comprido que a chaveta.

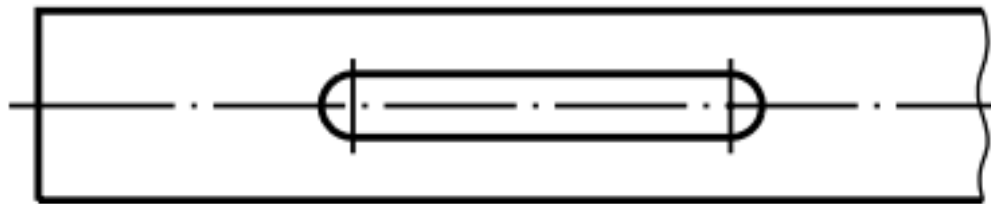
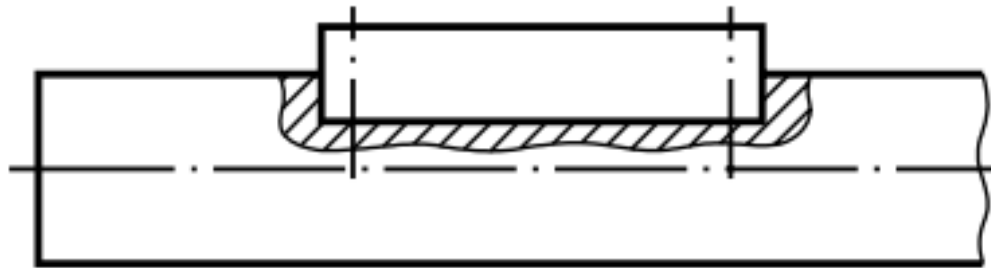
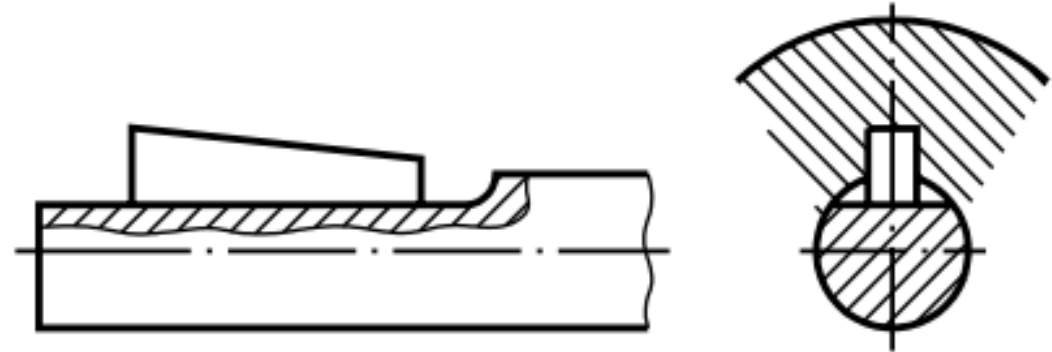


A **chaveta longitudinal meia -cana** possui uma base **côncava** (com o mesmo raio do eixo). Pode ou não ter cabeça. Não é necessário ter rasgo na árvore (eixo), pois a chaveta transmite o movimento por efeito do atrito. Desta forma quando o esforço no elemento conduzido for muito grande, a chaveta desliza sobre a árvore.

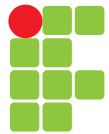


Chavetas

A **chaveta longitudinal plana** é similar à chaveta encaixada, porém, para sua montagem não se abre rasgo no eixo: é feito um rebaixo plano.



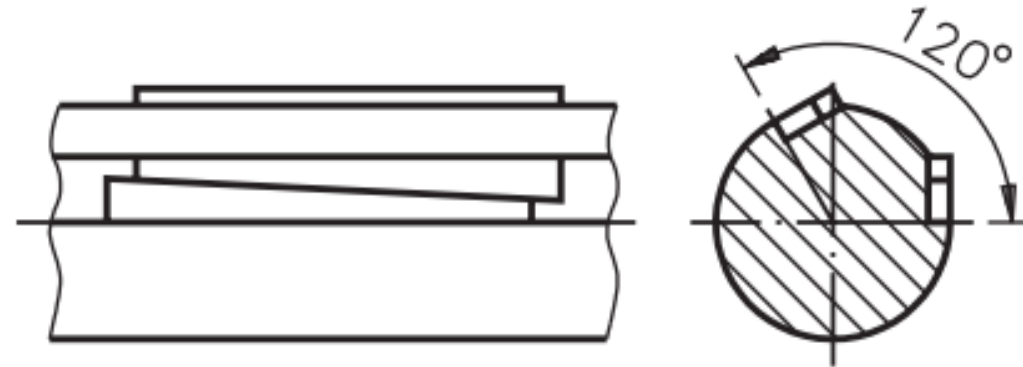
As **chavetas longitudinais embutidas** têm os extremos arredondados, conforme a vista superior mostra. O rasgo para seu alojamento no eixo possui o mesmo comprimento da chaveta. Esse tipo não admite cabeça.

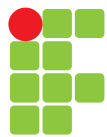


INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE

Chavetas

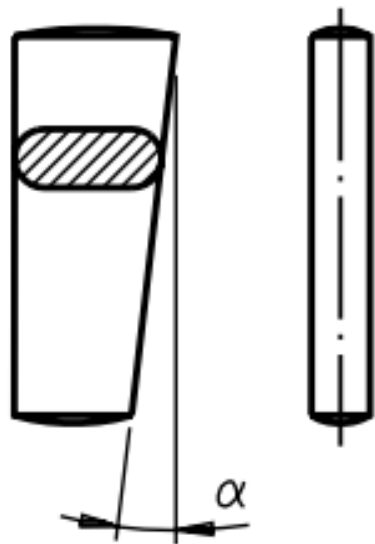
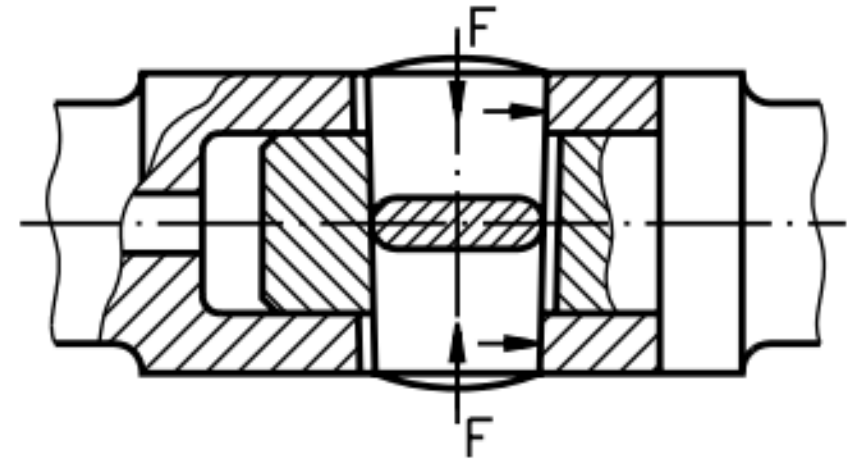
As **chavetas longitudinais tangenciais** são formadas por um par de cunhas, colocadas em cada rasgo. São sempre utilizadas duas chavetas, e os rasgos são posicionados a 120° . Transmitem fortes cargas, sobretudo quando o eixo está submetido a mudança de carga ou golpes.



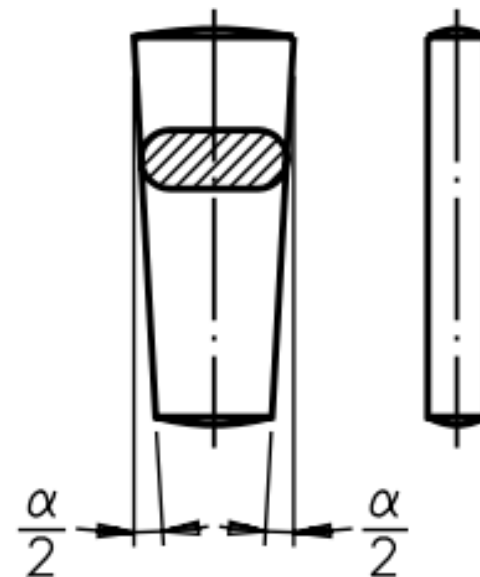


Chavetas

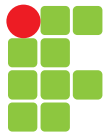
As **chavetas transversais** são aplicadas em união de peças que transmitem movimentos rotativos e retilíneos alternativos. Quando as chavetas transversais são empregadas em uniões permanentes, sua inclinação varia entre 1:25 e 1:50. Se a união se submete a montagens e desmontagens frequentes, a inclinação pode ser de 1:6 a 1:15.



simples (inclinação
em um lado)

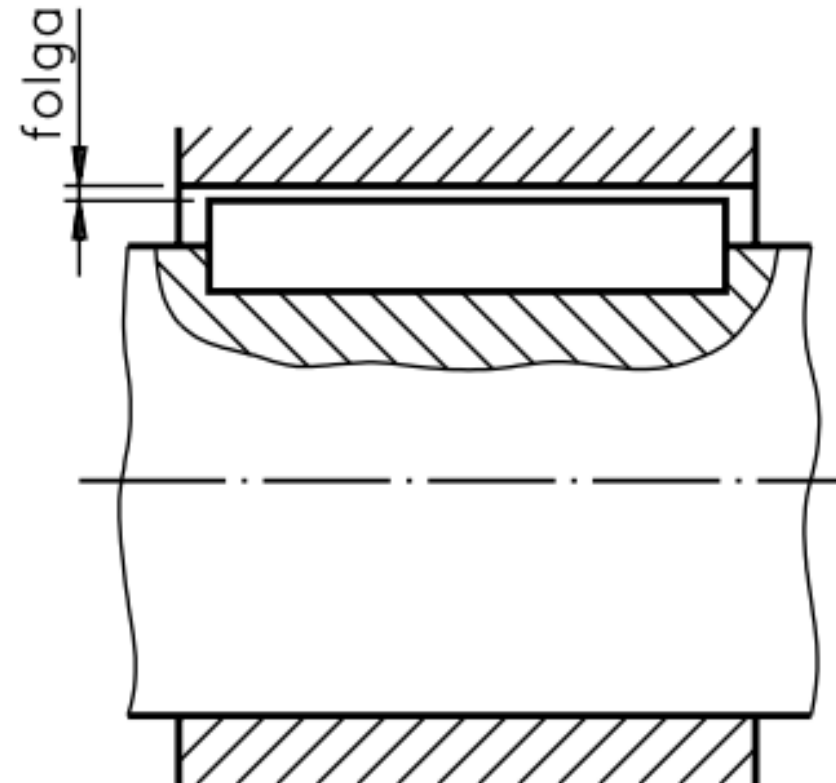
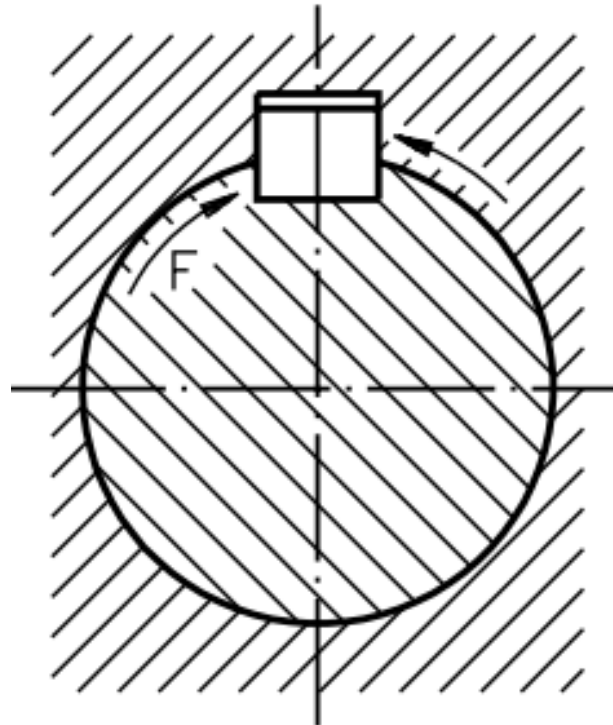
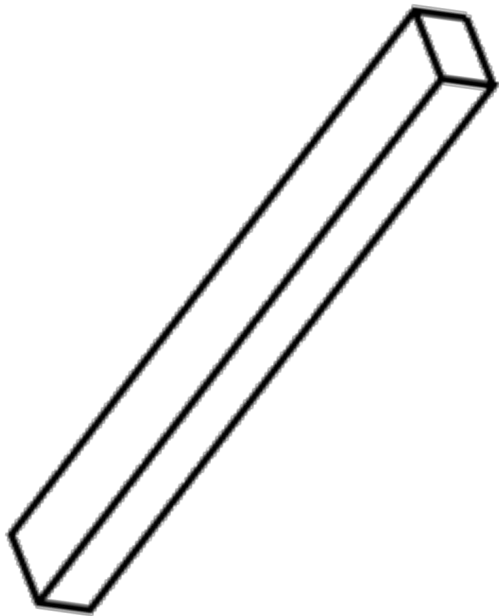


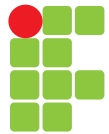
dupla (inclinação
nos dois lados)



Chavetas

As **chavetas paralelas** ou **linguetas** possuem faces paralelas, portanto não possuem inclinação. A transmissão do movimento é feita pelo ajuste de suas faces laterais às laterais do rasgo da chaveta. Fica uma pequena folga entre o ponto mais alto da chaveta e o fundo do rasgo do elemento conduzido.





Chavetas

As chavetas paralelas não possuem cabeça. Quanto à forma de seus extremos, eles podem ser retos ou arredondados. Podem, ainda, ter parafusos para fixarem a chaveta ao eixo.



A



C



E



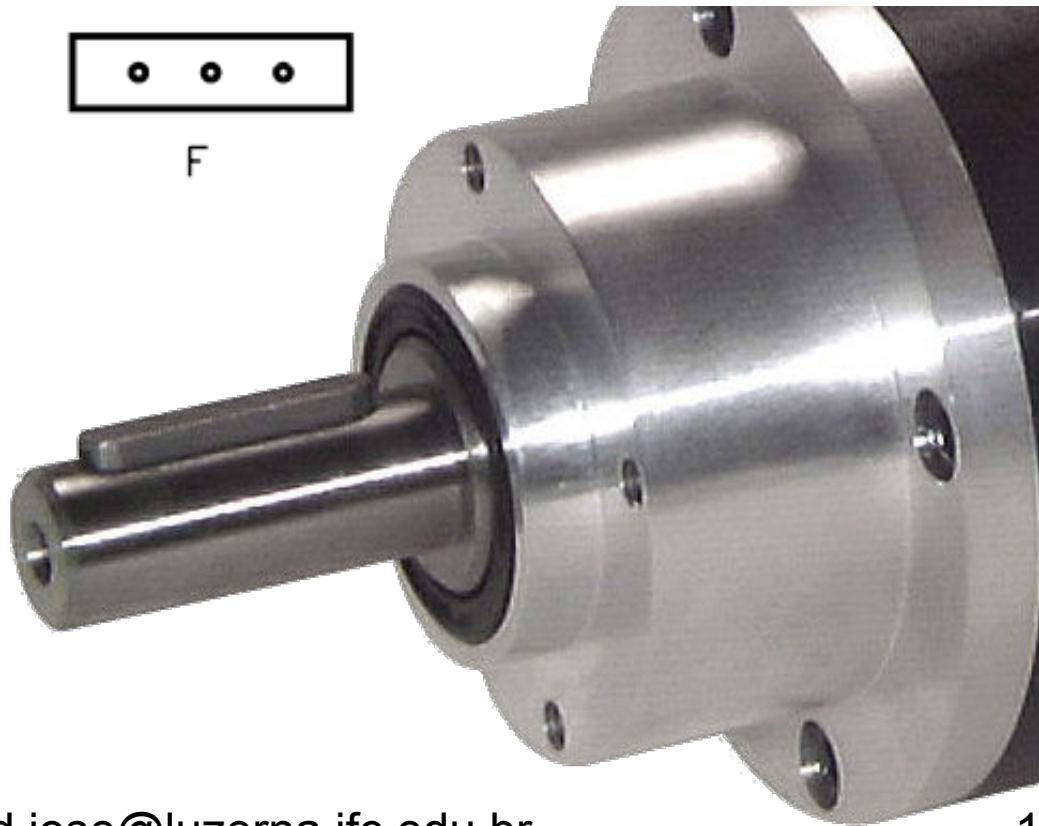
B

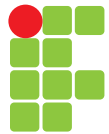


D



F

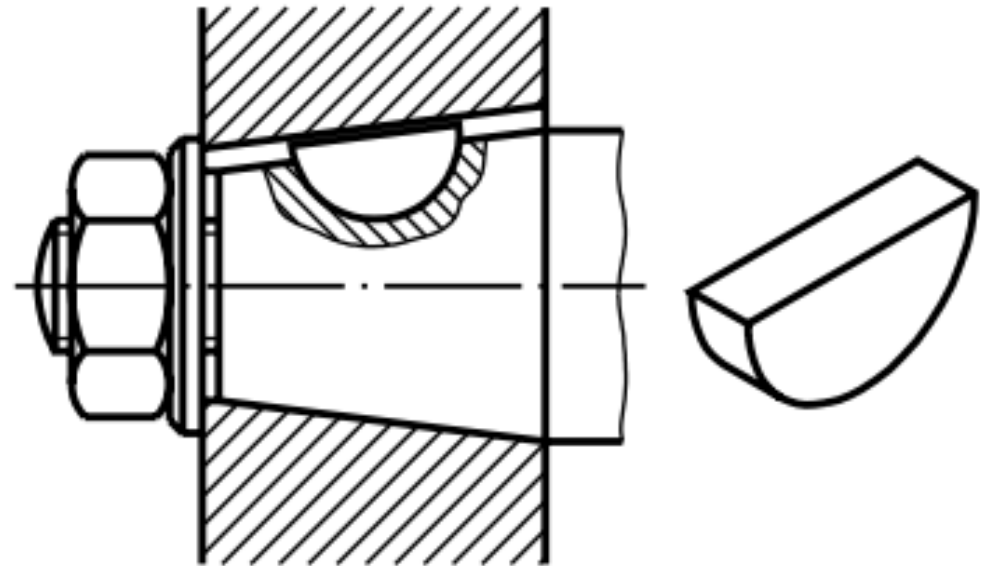




Chavetas

A **chaveta de disco** ou **meia-lua** ou ainda **woodruff** é uma variante da chaveta paralela. Recebe esse nome porque sua forma corresponde a um segmento circular.

É comumente empregada em eixos cônicos por facilitar a montagem e se adaptar à conicidade do fundo do rasgo do elemento externo.



O ajuste da chaveta deve **sempre** ser feito em função das características do trabalho segundo normatizações. Existe o **ajuste forçado** para montagens fixas; o **deslizante justo** para montagens justas e o **deslizante livre** para peças móveis.