

ELEMENTOS DE MÁQUINAS (SEM 0241)

Notas de aula v.2021

REBITES – SOLDAS – PARAFUSOS

Parte 3/3

Professor: Carlos Alberto Fortulan
Colaborador: Rogério Erbereli



EESC · USP

*São Carlos School of Engineering
University of São Paulo*



CLASSIFICAÇÃO DAS UNIÕES

✓ Uniões Desmontáveis ou Móveis

- “Podem ser desfeitas (desmontadas) sem provocar dano (destruição) tanto às peças unidas quanto aos elementos utilizados para a fixação”
 - Exemplos: **porcas/parafusos**, pinos ou anéis elásticos

✓ Uniões Fixas ou Permanentes

- “Ao serem desfeitas podem provocar dano ou perda total das peças unidas e/ou dos elementos utilizados para a fixação”
 - Exemplos: **rebites**, adesivos ou **soldas**



PARAFUSOS



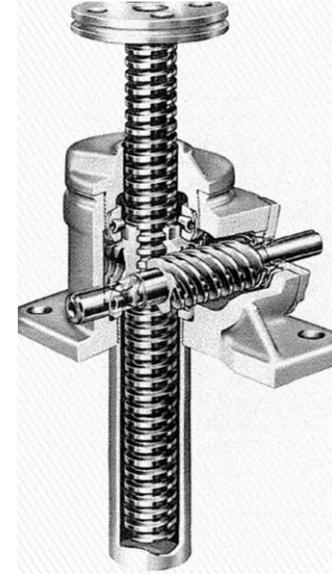
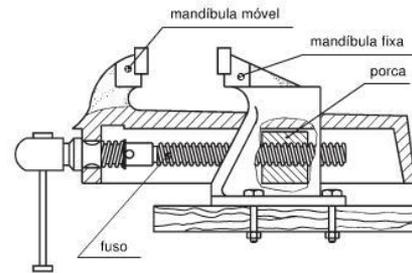
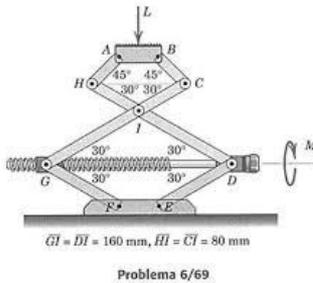
INTRODUÇÃO





INTRODUÇÃO

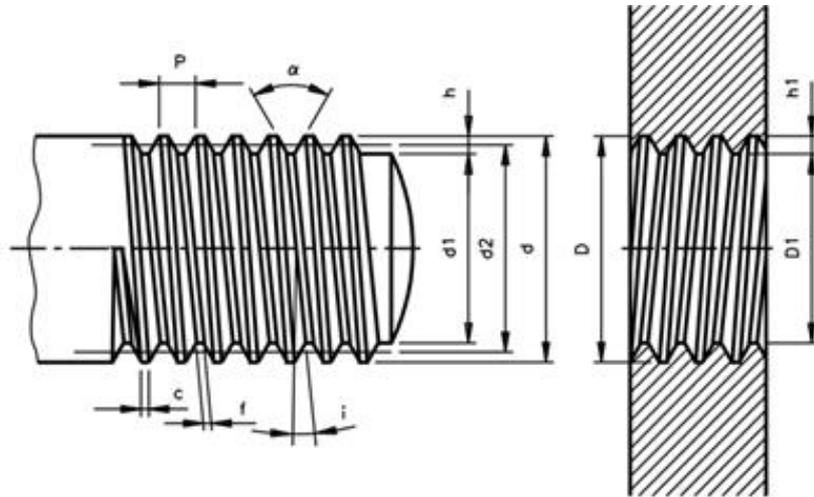
- Parafusos são elementos de fixação, empregados na união não permanente de peças (Possui roscas externas).
- Os parafusos são utilizados tanto para fixação de peças como para mover cargas, os chamados parafusos de potência ou de avanço



OBS: Rosca é um conjunto de filetes em torno de uma superfície cilíndrica.



ELEMENTOS GERAIS DAS ROSCAS



- 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



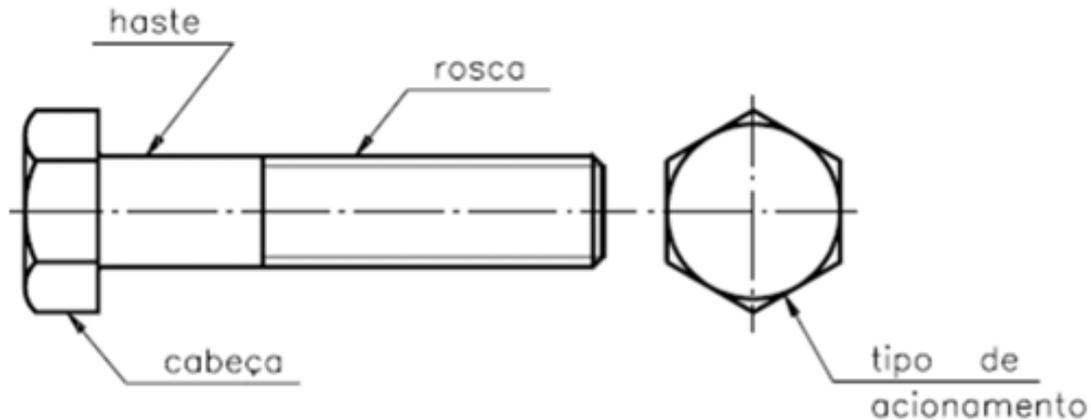
PERFIS DOS FILETES DE ROSCAS

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



FUNDAMENTOS

- Os parafusos se diferenciam pela forma da rosca, da cabeça, da haste e do tipo de acionamento.



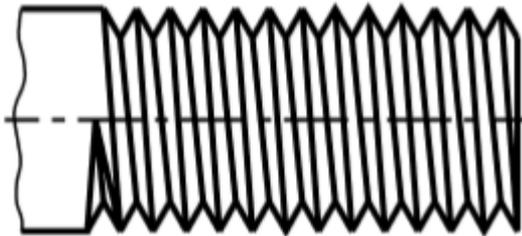
Exemplo de parafuso com cabeça sextavada.



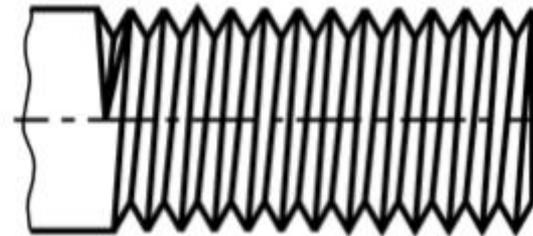
ROSCA DIREITA E ROSCA ESQUERDA

- Sentido de direção da rosca Dependendo da inclinação dos filetes em relação ao eixo do parafuso, as roscas podem ser direita e esquerda. Portanto, as roscas podem ter dois sentidos: à direita ou à esquerda.

Na rosca direita, o filete sobe da direita para a esquerda, conforme a figura



Na rosca esquerda, o filete sobe da esquerda para a direita, conforme a figura





ROSCA DIREITA E ROSCA ESQUERDA

- Um parafuso de rosca direita quando girado no sentido horário está sendo apertado, o de rosca esquerda, o contrário. Raramente é utilizado um parafuso de rosca esquerda. Um exemplo são os pedais de bicicleta onde um lado a rosca é direita e o outro a rosca é esquerda. Deste modo a tendência da peça é se manter apertada.

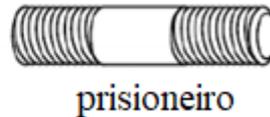
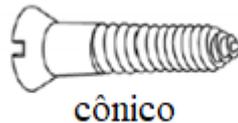
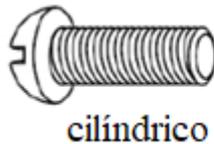
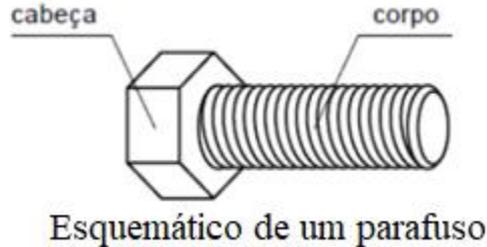


Foto: Shutterstock



TIPOS DE PARAFUSOS

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

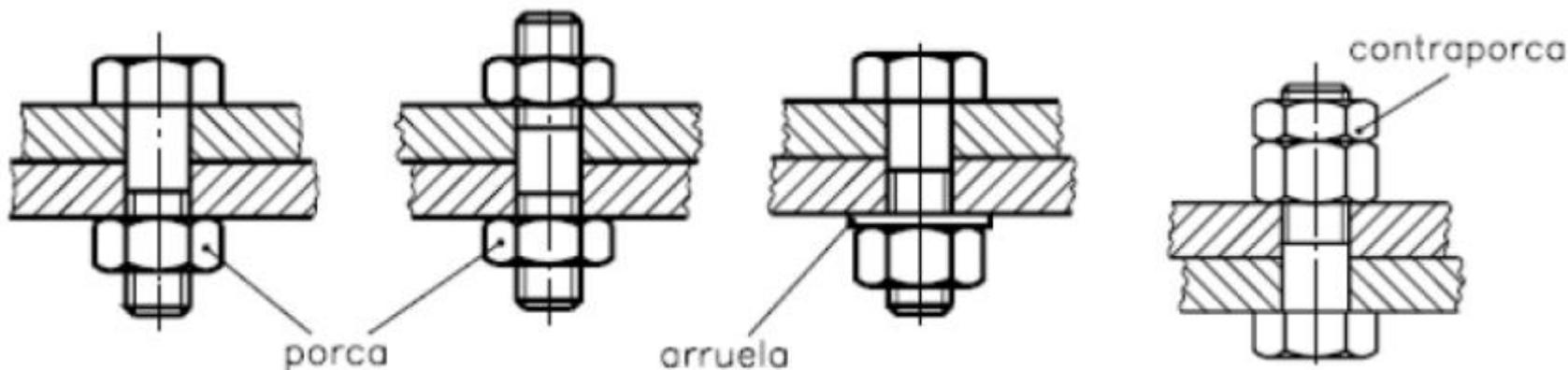




CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FUNÇÃO

Parafusos passantes

- Esses parafusos atravessam, de lado a lado, as peças a serem unidas, passando livremente nos furos.

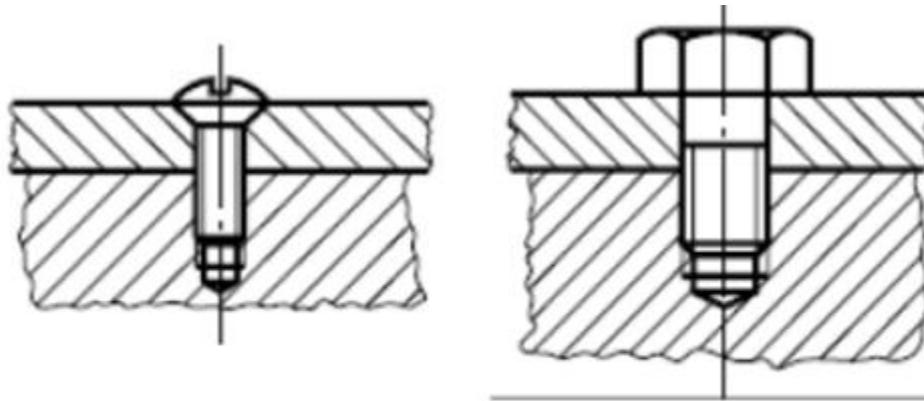


Fixação de peças com parafusos passantes.



CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FUNÇÃO

- Parafusos não passantes
- São parafusos que não utilizam porcas.
- O papel de porca é desempenhado pelo furo roscado, feito numa das peças a ser unida.



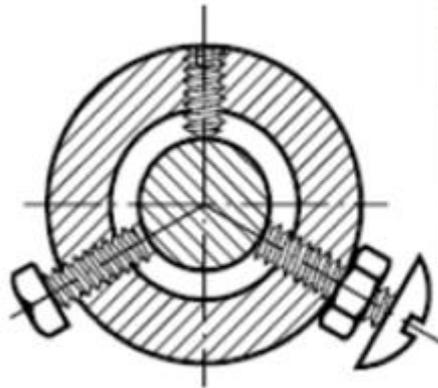
Fixação de peças com parafusos não-passantes.



CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FUNÇÃO

■ Parafusos de pressão

- Esses parafusos são fixados por meio de pressão. A pressão é exercida pelas pontas dos parafusos contra a peça a ser fixada



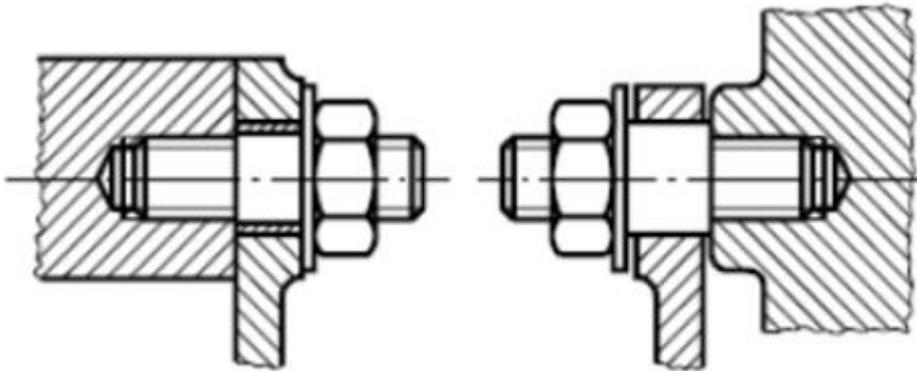
Parafusos de pressão em ação.



CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FUNÇÃO

■ Parafusos prisioneiros

- São parafusos sem cabeça com rosca em ambas as extremidades, sendo recomendados nas situações que exigem montagens e desmontagens frequentes



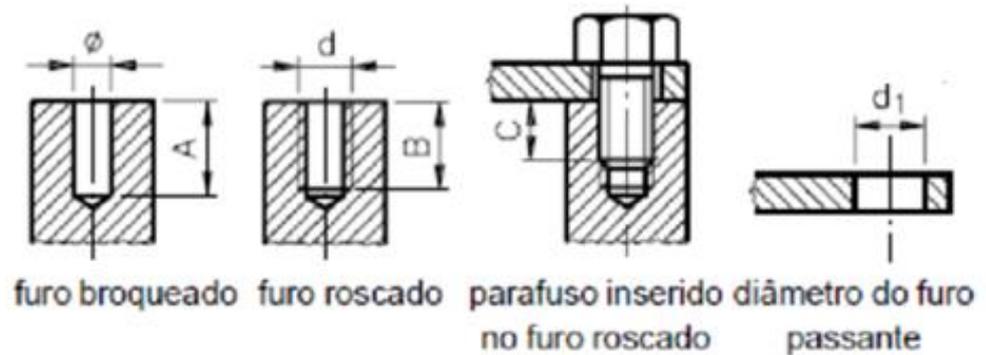
Colocação dos parafusos prisioneiros.





FATORES DE INFLUÊNCIA

- Profundidade do furo broqueado (A);
- Profundidade do furo roscado (B);
- Comprimento útil de penetração do parafuso (C);
- Diâmetro do furo passante (d_1).



Fixação com parafusos em furo broqueado e roscado.

Ø - diâmetro do furo broqueado;

A - profundidade do furo broqueado;

C - comprimento de penetração do parafuso

d - diâmetro da rosca;

B - profundidade da parte roscada;

d_1 - diâmetro do furo passante;



FATORES DE INFLUÊNCIA

■ 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 | |

■ **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?

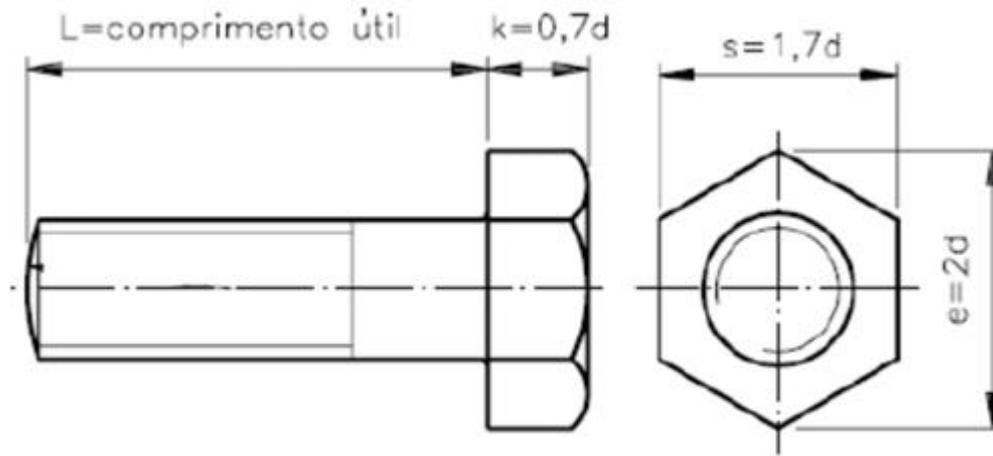




TIPOS DE PARAFUSOS

■ Parafuso de cabeça sextavada

- Em geral, esse tipo de parafuso é utilizado em uniões em que se necessita de um forte aperto da chave de boca ou estria



Desenho técnico de um parafuso sextavado.



TIPOS DE PARAFUSOS

■ Parafuso com sextavado interno

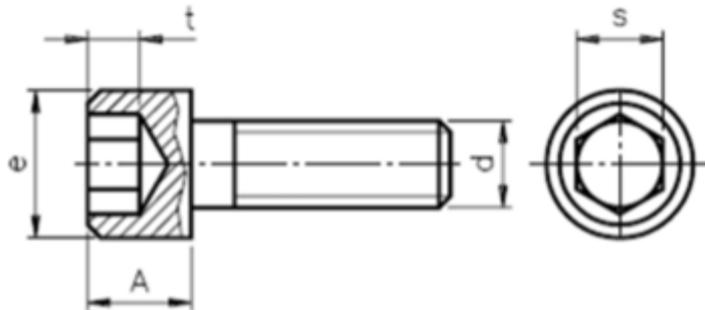
■ Esse tipo de parafuso pode ter ou não cabeça, dependendo das condições de montagem.





TIPOS DE PARAFUSOS

- Este tipo de parafuso é utilizado em uniões que exigem um bom aperto, em locais onde o manuseio de ferramentas é difícil devido à falta de espaço



Parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interno.

Onde:

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

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

d = diâmetro do parafuso.

$e = 1,5 d$ = diâmetro da cabeça;

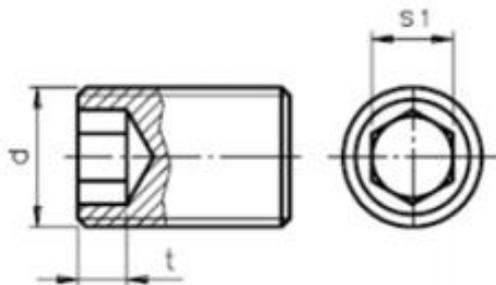
$s = 0,8 d$ = medida do sextavado interno;

- Parafuso com cabeça cilíndrica e sextavado interno (Allen)



TIPOS DE PARAFUSOS

- Parafuso sem cabeça e sextavado interno
- Em geral, esse tipo de parafuso é utilizado para travar elementos de máquinas. Por ser um elemento utilizado para travar elementos de máquinas



Onde:

d = diâmetro do parafuso;

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

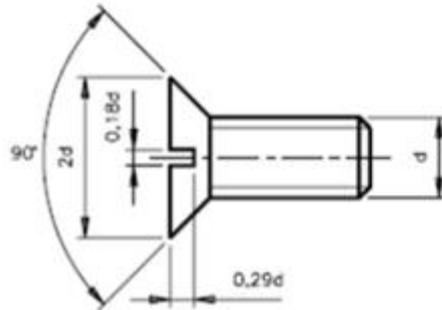
$t = 0,5 d$ = profundidade do encaixe da chave;





TIPOS DE PARAFUSOS

- Parafuso de cabeça escareada com fenda
- Esse tipo de parafuso é muito empregado em montagens que não sofrem grandes esforços e onde a cabeça do parafuso não pode exceder a superfície da peça



Onde:

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



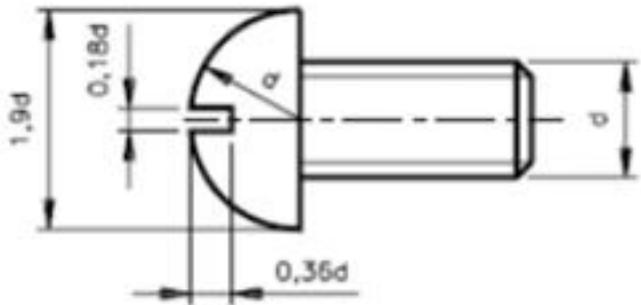
cabeça escareada chata com fenda.



TIPOS DE PARAFUSOS

Parafuso de cabeça redonda com fenda

Esse tipo de parafuso é também muito empregado em montagens que não sofrem grandes esforços



Onde:

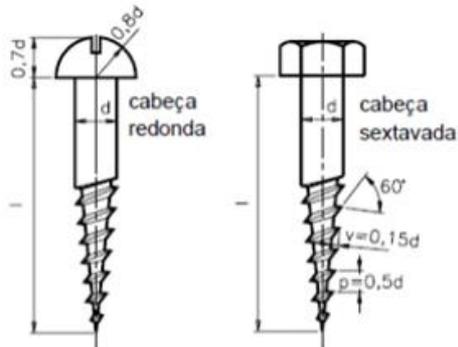
- diâmetro da cabeça do parafuso = $1,9 d$
- largura da fenda = $0,18 d$;
- raio da circunferência da cabeça = d ;
- profundidade da fenda = $0,36 d$.





TIPOS DE PARAFUSOS

- Parafuso com rosca soberba para madeira
- Esse tipo de parafuso também é utilizado com auxílio de buchas plásticas. O conjunto, parafuso-bucha é aplicado na fixação de elementos em bases de alvenaria. A vantagem desse tipo de parafuso é que os furos não precisam ser previamente rosqueados, o próprio parafuso abre a rosca.



Tipos de parafusos com rosca soberba para madeira.

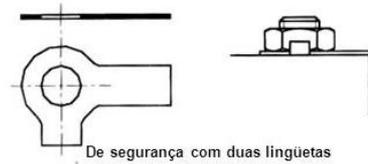
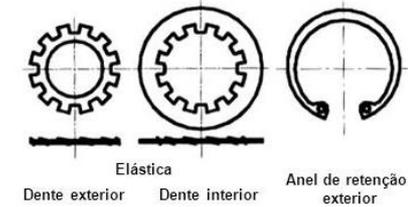
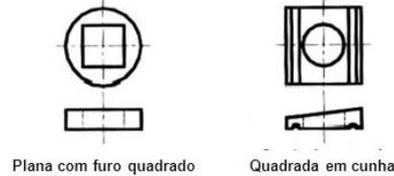
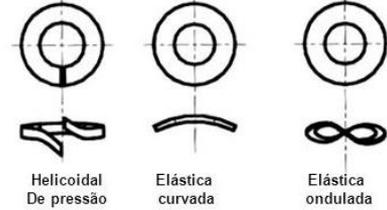
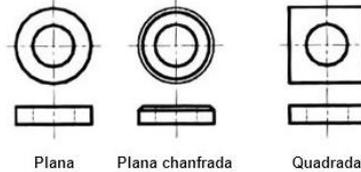
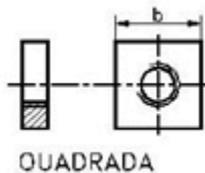
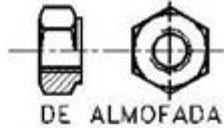
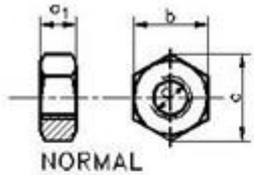


PORCAS E ARRUELAS





PORCAS E ARRUELAS

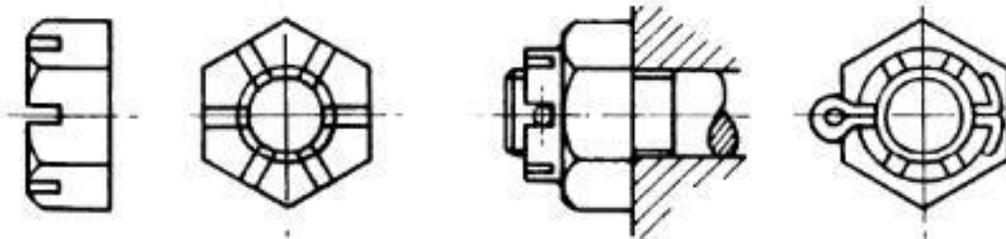
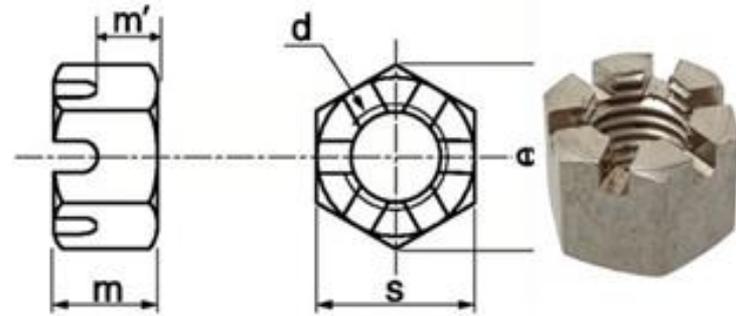




TIPOS DE PORCAS

■ Porca castelo

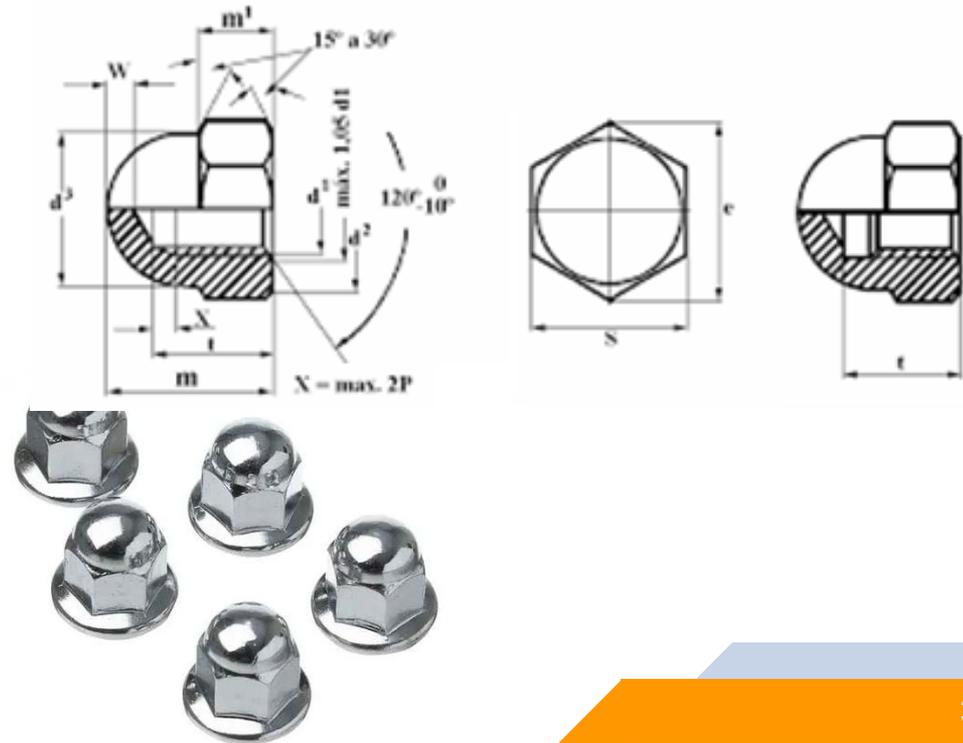
- A porca castelo é uma porca hexagonal com seis entalhes radiais, coincidentes dois a dois, que se alinham com um furo no parafuso, de modo que uma cupilha possa ser passada para travar a porca.





TIPOS DE PORCAS

- Nesse tipo de porca, uma das extremidades do furo rosqueado e encoberta, ocultando a ponta do parafuso. A porca cega pode ser feita de aço ou latão, e geralmente cromada e possibilita um acabamento de boa aparência.



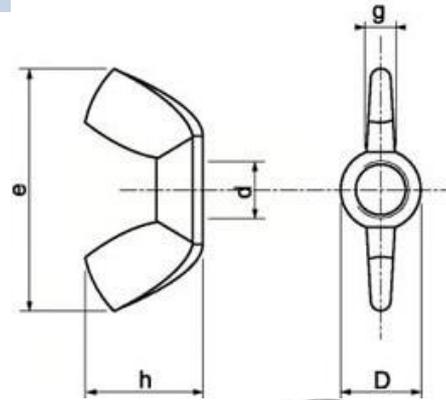
- Porca cega (ou remate)



TIPOS DE PORCAS

Porca borboleta

- A porca borboleta tem saliências parecidas com asas para proporcionar o aperto manual. Geralmente fabricada em aço ou latão, esse tipo de porca é empregado quando a montagem e a desmontagem das peças são necessárias e frequentes.

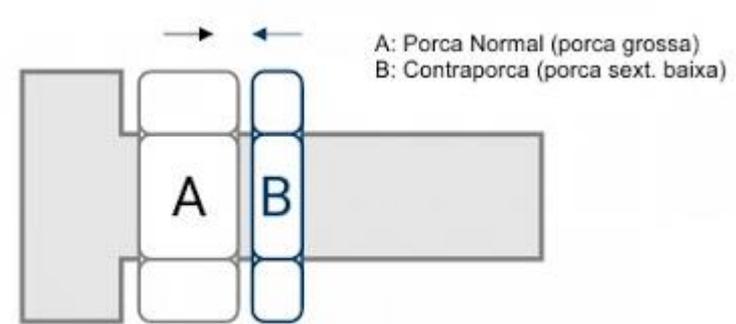




TIPOS DE PORCAS

■ Contraporcas

- As porcas sujeitas a cargas de impacto e vibração apresentam tendência a afrouxar, o que pode causar danos as máquinas. Um dos meios de travar uma porca e através do aperto de outra porca contra a primeira. Por medida de economia utiliza-se uma porca mais fina, e para sua travação são necessárias duas chaves de boca.





ARRUELAS

- São peças cilíndricas, de pouca espessura, com um furo no centro, pelo qual passa o corpo do parafuso.
- As arruelas servem basicamente para:
 - ▷ Proteger a superfície das peças;
 - ▷ Evitar deformações nas superfícies de contato;
 - ▷ Evitar que a porca afrouxe;
 - ▷ Suprimir folgas axiais (isto é, no sentido do eixo) na montagem das peças;
 - ▷ Evitar desgaste da cabeça do parafuso ou da porca.

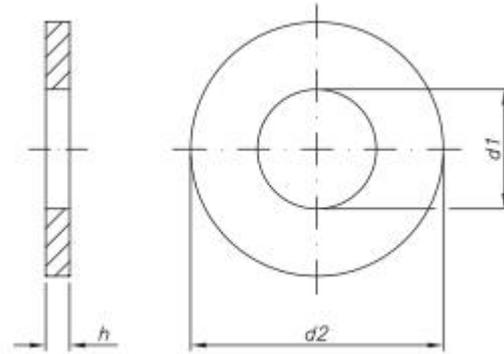




ARRUELAS

■ Lisas

■ A arruela lisa (ou plana) geralmente é feita de aço e é usada sob uma porca para evitar danos a superfície e distribuir a força do aperto.

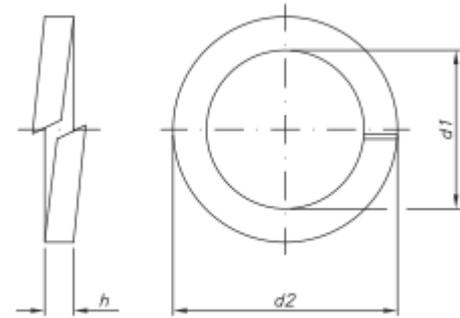




ARRUELAS

■ De pressão

- A arruela de pressão consiste em uma ou mais espiras de mola helicoidal, feita de aço de mola de seção retangular. Quando a porca é apertada, a arruela se comprime, gerando uma grande força de atrito entre a porca e a superfície.

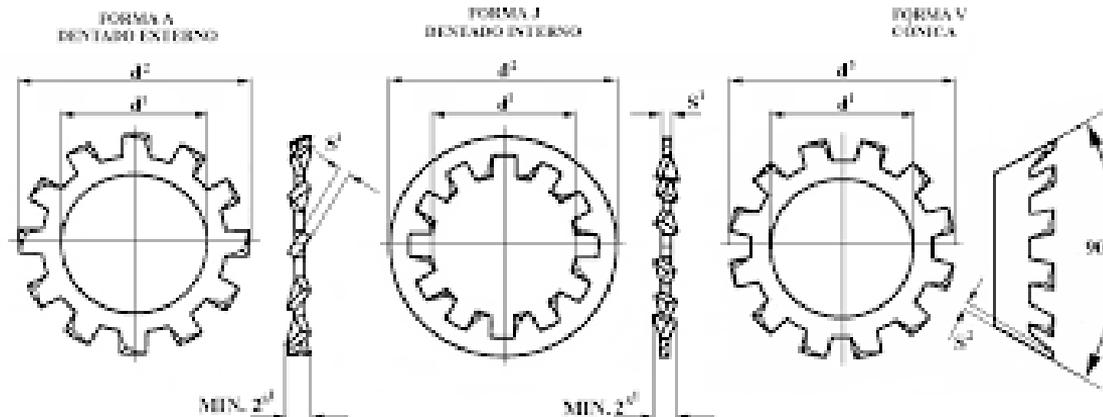




ARRUELAS

Dentada

- A arruela dentada ou estrelada ou ainda arruela de pressão serrilhada e de dentes de aço de molas e consiste em um disco anular provido de dentes ao longo do diâmetro interno ou diâmetro externo.





REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Elementos de máquinas de Shigley: projeto de engenharia mecânica; Richard Budynas, J. Keith Nisbert; tradução técnica João Batista de Aguiar, José Manoel de Aguiar, 8. Ed., Porto Alegre: AMGH, 2011
- ✓ Fundamentos do projeto de componentes de máquinas; Robert C. Juvinall, Kurt M. Marsheck; tradução e revisão técnica Fernando Ribeiro da Silva; Rio de Janeiro: LTC, 2013. Tradução de Fundamental of machine component design; 4Th ed
- ✓ Mechanical design of machine elements and machines – A failure prevention perspective; Collins, J.A.; Busby, H.R.; Staab, G.H.; Second Edition; John Wiley & Sons
- ✓ Elementos de máquinas 1 - Construção e cálculo de conexões, rolamentos, eixos; Niemann, G.; Winter, H.; Höhn, B.R.; Stahl, K.; 5ª edição, completamente revisada; Springer Vieweg
- ✓ Elementos de Máquinas – Sarkis MELCONIAN, Editora ERICA Ltda, S.P.
- ✓ Elementos de Máquinas. Volume I e II. Apostila do curso Técnico em Mecânica do Telecurso 2000.
- ✓ Elementos Orgânicos de Máquinas - HALL Jr, Allen S.; HOLOWENKO, Alfred R.; LAUGHLIN, Herman G.. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A, 1968.



AGRADECIMENTOS E CONTATO



E-mail: rogerio.erbereli@usp.br

