

Tecnologia e Prática de Manutenção I

Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco
Presidente

Jorge Wicks Côrte Real

Departamento Regional do SENAI de Pernambuco

Diretor Regional

Antônio Carlos Maranhão de Aguiar

Diretor Técnico

Uaci Edvaldo Matias

Diretor Administrativo e Financeiro

Heinz Dieter Loges

Ficha Catalográfica

621.01 SENAI.DR.PE. **Tecnologia e Prática de Manutenção I.**
S474t Recife, SENAI.PE/DITEC/DET, 2004.
 1. MECÂNICA
 2. ENGENHARIA MECÂNICA
 I. Título

Direitos autorais de propriedade exclusiva do SENAI. Proibida a reprodução parcial ou total, fora do Sistema, sem a expressa autorização do Departamento Regional de Pernambuco.

SENAI – Departamento Regional de Pernambuco

Rua Frei Cassimiro, 88 – Santo Amaro

50100-260 - Recife – PE

Tel.: (81) 3416-9300

Fax: (81) 3222-3837

SUMÁRIO

Materiais Ferrosos	05
Metais Não-ferrosos	17
Tratamento Térmico dos Aços	24
Esforços	32
Ensaios	36
Lubrificação	44
Acabamento de Superfície	47
Como Usar Ferramenta Corretamente	51
Tipos de Ferramentas e Aplicações	52
Ferramentas Manuais	72
Desmontagem e Montagem de Máquinas e Equipamentos	103
Bibliografia	106

MATERIAIS FERROSOS

Metais ferrosos são materiais metálicos que contêm ferro. Eles são : o aço e o ferro fundido.

AÇO

O aço é uma liga metálica de natureza complexa, formada basicamente de ferro e carbono, embora outros elementos secundários apareçam em sua composição.

Na verdade, é o teor de carbono que determina se a liga metálica é um aço, ou não. Dessa forma, os aços comerciais costumam apresentar u teor máximo de 2% de carbono.

Há dois tipos de aço: o fundido e o especial

❖ Aço Fundido:

Aço fundido é aquele que é vazado em moldes de areia ou de metal onde, após resfriamento, solidifica-se e adquire a forma exata da cavidade do molde.

Deste modo, a peça já apresenta uma forma praticamente definitiva, sem necessidade de qualquer transformação mecânica posterior.

As peças de aço produzidas por fundição apresentam grande variedade de formas e dimensões, razoáveis níveis de resistência e tenacidade a um custo relativamente baixo. Além disso, possuem boa usinabilidade e soldabilidade.

Por outro lado, admite-se, geralmente, que o aço fundido é de qualidade inferior ao aço trabalhado, no que se refere às propriedades mecânicas do material.

Além disso, como as peças fundidas frequentemente apresentam alguns defeitos superficiais ou internos, típicos desse processo de fabricação, elas devem apresentar certos requisitos como:

- homogeneidade;
- granulação fina;
- completa ausência de tensões internas.

A homogeneidade é conseguida mediante projeto adequado da peça e do molde, com localização correta dos canais e desoxidação apropriada do aço durante a fusão.

A granulação fina e a ausência de tensões internas são obtidas através do tratamento térmico.

O tratamento térmico adequado possibilita normalizar a textura grosseira do aço fundido e eliminar as tensões internas surgidas durante a solidificação do metal no interior e distorções das peças quando em serviço.

Classificação do aço para fundição e suas aplicações

Os aços para fundição são classificados de acordo com o teor de carbono existente em sua composição.

Assim, existem basicamente cinco tipos de aço fundido comercial:

- aços de baixo teor de carbono (inferior a 0,20%)
- aços de médio teor de carbono (entre 0,20% e 0,50%)
- aços de alto teor de carbono (acima de 0,50%)
- aços-liga de baixo teor de liga (teor total de liga inferior a 8%)
- aços-liga de alto teor em liga (teor total de liga superior a 8%)

Os aços de baixo teor de carbono são utilizados na fabricação de:

- Equipamentos elétricos;
- Caixas para recozimento;
- Engrenagens.

Os aços de médio carbono são empregados na fabricação de:

- Autopeças;
- Peças para a indústria ferroviária;
- Peças para a indústria naval;
- Implementos e máquinas agrícolas;
- Tratores;
- Equipamentos para escavação;
- Equipamentos elétricos.

Os aços de alto teor de carbono, por sua alta dureza e resistência à abrasão, são empregados na fabricação de:

- Matrizes;
- Cilindros de laminadores;
- Peças para máquinas-ferramenta.

❖ **Aços Especiais:**

A fabricação de certas peças e ferramentas requer muitas vezes aços de características especiais. Para que esses aços adquiram determinadas propriedades, é necessário que outros elementos, além do carbono, sejam adicionados à sua composição.

Níquel, cromo, manganês, tungstênio, molibdênio, vanádio, silício, cobalto e alumínio são elementos mais comumente adicionados para a obtenção dos aços especiais. As ligas resultantes dessa adição recebem o nome dos elementos a elas adicionados, por exemplo: aço níquel-cromo.

Principais elementos de liga e as propriedades que conferem ao aço especial

- Níquel (Ni)

O níquel foi u dos primeiros metais utilizados com êxito para melhorar as propriedades do aço. Sua adição confere à liga as seguintes qualidades:

- aumento de resistência e tecacidade;
- elevação do limite de elasticidade;
- boa ductilidade;
- resistência a corrosão;
- temperabilidade

- Cromo (Cr)

O cromo confere ao aço:

- alta resistência;
- dureza;
- elevado limite de elasticidade;
- boa capacidade de corte.

- Manganês (Mn)

Quando adicionado em quantidades convenientes, o manganês aumenta a resistência do aço ao desgaste e aos choques, sem prejudicar sua ductilidade.

- Tungstênio (W)

O tungstênio em geral é adicionado aos aços juntamente com outros elementos. Sua adição confere aos aços as seguintes qualidades:

- aumento de resistência ao calor;
- aumento da dureza;
- aumento da resistência à ruptura;
- capacidade de corte.

- Molibdênio (Mo)

O molibdênio tem sobre os aços uma ação semelhante à do tungstênio. Confere às ligas grande resistência, principalmente a esforços repetitivos.

- Vanádio (Va)

A adição do vanádio confere:

- melhor resistência à tração sem prejudicar a ductilidade;
- resistência à fadiga;
- temperabilidade;
- capacidade de corte.

- Silício (Si)

O silício aumenta a temperabilidade e a resistência dos aços. Além disso, tem o efeito de isolar ou suprimir o magnetismo.

- Cobalto (Co)

Em associação com o tungstênio, o cobalto aumenta a resistência dos aços ao calor. Além disso, influi favoravelmente nas propriedades magnéticas dos aços.

- Alumínio (Al)

O alumínio tem efeito semelhante ao do silício. Devido à sua grande afinidade com o oxigênio, é considerado um importante elemento na desoxidação do aço durante o processo de fabricação.

Nos aços que são submetidos à nitretação, a adição do alumínio facilita a penetração do nitrogênio.

Principais aços especiais e suas propriedades

• Aço Níquel-cromo

Os aços níquel-cromo estão entre os mais importantes aços para a construção mecânica. São empregados, em geral, para peças de dimensões médias, sujeitas a muitas solicitações.

Com adições de cromo entre 0,5 e 1,5% e de níquel entre 1,5% e 5%, o aço adquire grande resistência ao choque, à torção e à flexão. É empregado na construção de eixos de manivelas, engrenagens, peças de motores de grandes velocidades, bielas, acoplamentos e alavancas.

• Aços rápidos

Aços rápidos, isto é de corte rápido, são aços cuja composição de liga lhes confere dureza elevada e máxima resistência ao desgaste. Em vista disso, os aços rápidos permitem a adoção de altas velocidades de corte.

Esses aços possuem teores elevados de tungstênio (até 18,5%) e molibdênio (entre 4 a 9,2%) associados a outros elementos de liga (como o vanádio e o cobalto).

Os aços rápidos são empregados na construção de ferramentas de corte de todos os tipos: brocas helicoidais, ferramentas de corte para tornos automáticos e tornos-revólver, serras para metais, machos e tarraxa, fresas, escareadores, além de cilindros para laminadores, matrizes, fôrmas e punções.

• Aços inoxidáveis

Os aços inoxidáveis são ligas de aço que apresentam elevada resistência aos ataques do meio ambiente bem como à ação corrosiva de ácidos orgânicos (como o vinagre) e inorgânicos (por exemplo, o ácido clorídrico).

Esta resistência é conferida pela presença de cromo (teores elevados, entre 13 a 19%) e de níquel (teores entre 0,2 e 20%) além de molibdênio, cobalto e titânio em pequenas quantidades.

Os aços inoxidáveis são empregados na fabricação de utensílios domésticos, instrumentos cirúrgicos, artigos de cutelaria, utensílios e aparelhos para

indústria química e alimentar, hélices para navios, caçambas para turbinas, porcas, parafusos e tubulações sujeitas a meios corrosivos.

• Aço-prata

O aço-prata é um aço de aparência brilhante, com alto teor de carbono e presença de manganês e cromo como elementos de liga.

O aço-prata possui grande dureza superficial adquirida através de tratamento térmico. É empregado na produção de limas, serras, martelos, machados e ferramentas para trabalhar a madeira.

Soldabilidade dos aços

Tipos de aço	Composição	Soldabilidade geral	Preaquecimento	Recozimento para alívio de tensões
I	Aço-carbono, com C abaixo de 0,30%	Prontamente soldável	Desnecessário	Desnecessário
	Aço-liga de baixo teor em liga e C abaixo de 0,15%	idem	idem	idem
II	Aço-carbono, com C entre 0,35% e 0,50%	Soldável com precauções	Preferível	Preferível
	Aço-liga de baixo teor em liga e C entre 0,15% e 0,30%	idem	idem	idem
III	Aço-carbono com C acima de 0,50%	Difícil de soldar	Necessário	Necessário
	Aço-liga, com teor em liga acima de 3% e C acima de 0,30%	idem	idem	idem

FERRO FUNDIDO

O ferro fundido, de fundamental importância para a indústria mecânica, é uma liga formada basicamente de ferro, carbono e silício (Fe, C, Si).

Mediante a introdução de outros elementos de liga (como o cromo, o níquel e o vanádio) e a aplicação de um tratamento térmico adequado, o ferro fundido substitui o aço em muitas aplicações industriais. Por isso, é sempre necessário determinar a composição da fundição que melhor atenda às necessidades de cada aplicação.

Tipos de ferro fundido

Dentro da denominação geral de ferro fundido podem ser distinguidos os seguintes tipos de liga:

- ferro fundido cinzento;
- ferro fundido nodular;
- ferro fundido branco;
- ferro fundido maleável.

• Ferro fundido cinzento

O ferro fundido cinzento apresenta elevadas porcentagens de carbono (de 3,5% a 5%) e de silício (2,5%). Uma parte do carbono apresenta-se em estado livre sob a forma de grafita, conferindo ao material sua coloração cinzenta.

As peças fabricadas com ferro fundido cinzento apresentam as seguintes características:

- excelente usinabilidade, isto é, capacidade de serem trabalhadas por aplainamento, torneamento, furação, rosqueamento;
- grande resistência à compressão, ao desgaste, à corrosão e às vibrações;
- pequena resistência à tração.

Dentre as várias aplicações do ferro fundido cinzento, pode-se destacar a fabricação de:

- bases de máquinas;
- carcaças metálicas;
- barramentos;
- cabeçotes;
- mesas de máquinas operatrizes;
- colunas de máquinas;
- buchas;
- grnades blocos de motor;
- engrenagens;
- cilindros hidráulicos.

• **Ferro fundido nodular**

O ferro fundido nodular (ou dúctil) caracteriza-se por sua doctilidade, tenacidade e resistência mecânica.

A composição química do ferro fundido nodular é semelhante à do ferro cinzento. Um tratamento realizado quando o ferro se encontra ainda em estado líquido, dá uma forma esferoidal ao carbono livre. Isso confere ao material sua principal característica: a ductilidade.

Essa ductilidade fornece às peças fabricadas com ferro fundido nodular razoáveis níveis de resistência ao choque e à fadiga.

Por causa dessas características, o ferro fundido nodular é indicado para a fabricação de virabrequins, compressores, lingoteiras e bielas.

O ferro fundido nodular também pode ser indicado para a fabricação de peças das quais se exijam elevada dureza e resistência mecânica. Nesse grupo, incluem-se:

- engrenagens;
- excêntricos;
- mancais;
- matrizes;
- virabrequins;
- cilindros de laminação;
- polias;

- rodas dentadas;
- engates;
- sapatas;
- tambores de freios.

- **Ferro fundido branco**

O ferro fundido branco também é constituído por uma liga de ferro, carbono e silício (Fe – C – Si). Nela, o carbono apresenta-se combinado sob a forma de carboneto de ferro (Fe_3C). Isso acontece porque o teor de silício, que favorece a decomposição do carboneto de ferro, é muito menor no ferro fundido branco do que no cinzento ou no nodular.

Além da composição química adequada, a velocidade de resfriamento também determina a obtenção do ferro fundido branco. O sistema usado chama-se conquilhamento, através do qual o metal líquido é derramado em moldes matálicos e sofre um resfriamento muito rápido.

Elevada dureza e resistência ao desgaste são as propriedades fundamentais desse material. Como consequência, ele apresenta um alto nível de fragilidade além de ser de difícil usinagem.

Por causa dessas propriedades, é utilizado na fabricação de peças com elevado índice de resistência ao desgaste, tais como:

- revestimentos de moinhos;
- bolas para moinhos de bolas;
- rodas de ferro para vagões;
- cilindros para laminação de borracha, vidro, plástico, metal;
- peças para britadeiras;
- matrizes.

• **Ferro fundido maleável**

O ferro fundido maleável é obtido a partir do ferro fundido branco submetido a um tratamento térmico especial. Através desse tratamento, chamado maleabilização, a liga adquire ductilidade e torna-se mais tenaz.

A maleabilização consiste em promover um aquecimento prolongado do ferro fundido branco sob condições controladas. Com o aquecimento, o carbono combinado com a grafita sofre transformações, conferindo ao material as seguintes propriedades:

- resistência à tração, à fadiga, ao desgaste e à corrosão;
- dureza;
- boa usinabilidade.

Por causa dessas características, o ferro fundido maleável é usado nas seguintes aplicações industriais:

- conexões para tubulações hidráulicas e linhas de transmissão elétrica;
- correntes;
- suportes para molas;
- caixas de direção, engrenagem e diferencial;
- cubos de rodas;
- sapatas de freios;
- pedais de embreagem e freio;
- bielas.

Principais elementos de liga e seus efeitos

Elementos de liga são elementos que, adicionados às ligas de aço ou ferro, têm a capacidade de melhorar suas propriedades. Níquel, cromo, alumínio, cobre são exemplos desse tipo de elemento.

Nos ferros fundidos, os elementos de liga têm dois efeitos:

- funcionam como elementos grafitizantes (silício, alumínio, níquel, cobre e titânio);
- retardam a formação da grafita (manganês, cromo, molibdênio e vanádio).

Todos os elementos de liga tendem a aumentar a dureza do material e sua resistência à tração.

- **Cromo**

No ferro fundido branco, o cromo é utilizado em baixos teores, com o objetivo de controlar a profundidade do coquilhamento e garantir a presença de uma estrutura sem grafita.

O cromo serve para corrigir pequenos erros de composição do ferro fundido. No ferro fundido cinzento, o cromo aumenta a resistência à tração.

- **Níquel**

No ferro fundido branco, o níquel reduz a profundidade de coquilhamento. Ao atingir o teor de 4 a 5%, a diminuição de profundidade do coquilhamento é acompanhada por um aumento da dureza.

No ferro fundido cinzento, o níquel é adicionado na proporção entre 0,5 e 1,5% e confere às peças resistência à ruptura transversal.

- **Molibdênio**

O molibdênio aumenta a profundidade de coquilhamento. A adição desse elemento ao ferro fundido (teores entre 0,25 e 0,75%) melhora a resistência da superfície coquilhada em relação a fenômenos de lascamento, corrosão localizada, trincamento pelo calor; além disso, endurece e melhora a tenacidade do material.

- **Cobre**

O cobre é um elemento que melhora a usinabilidade do material e sua resistência à corrosão, principalmente nos meios que contêm enxofre.

No ferro fundido, na proporção abaixo de 4%, o cobre diminui a profundidade de endurecimento. Acima de 4%, ele aumenta a dureza e a profundidade da coquilha. Frequentemente, é usado juntamente com o cromo a fim de manter uma profundidade de coquilhamento constante.

No ferro fundido cinzento, o cobre é adicionado usualmente em teores entre 0,5 e 2%.

- **Vanádio**

O vanádio, como estabilizador do carboneto, aumenta a profundidade de coquilhamento. Em peças de pequena espessura, esse efeito pode ser contrabalançado através da adição de níquel ou cobre ou pelo aumento dos teores de carbono ou de silício.

Em teores entre 0,10 e 0,50%, o vanádio também refina a estrutura das peças coquilhadas.

Em teores entre 0,5 e 0,1%, aumenta a resistência à tração das peças produzidas com ferro fundido cinzento.

- **Boro**

O boro é utilizado de modo limitado na produção de ligas de ferro fundido branco. Com adições em torno de 0,5%, ele aumenta a dureza e refina a estrutura da peça coquilhada.

METAIS NÃO-FERROSOS

Metais não-ferrosos são materiais metálicos que não contêm ferro. Dentre esses materiais podemos citar: o cobre, o alumínio, o chumbo, o zinco, o estanho, o magnésio e o antimônio.

- **Cobre**

O cobre é um metal marrom-avermelhado que apresenta as seguintes propriedades:

- ótimo condutor de calor e eletricidade;
- boa resistência mecânica;
- boa usinabilidade;
- boa ductilidade;
- boa resistência à corrosão, embora seja atacado por todos os tipos de ácidos.

Devido a essas propriedades, o cobre é empregado:

- na indústria elétrica, na fabricação de cabos elétricos, motores geradores, transformadores, contatos, etc.;
- na indústria química, nas caldeiras, destiladores, tubulações de vapor, ar, água fria ou quente e óleo;
- na indústria de alimentos, nos tanques e recipientes para processamento de alimentos;
- na indústria mecânica, na forma de peças para permutadores de calor, radiadores de automóveis, arruelas, rebites e outros componentes na forma de tiras e fios.

Ligas de cobre

Existem dois tipos de ligas de cobre:

- as de baixo teor de liga;
- as de alto teor de liga.

As ligas de cobre de baixo teor de liga apresentam baixíssimas quantidades de outros elementos (teores entre 0,02%, como na liga cobre-prata tenaz, até um máximo de 1,2%, como na liga de cobre-chumbo). Esses elementos são acrescentados para melhorar as propriedades mecânicas do cobre, dependendo do tipo de aplicação que lhe será dada.

Por exemplo, numa liga cobre-chumbo, a adição do segundo elemento melhora a usinabilidade do cobre. Essa liga é empregada na fabricação de componentes (como conectores, parafusos, etc) dos quais se exige, além da alta condutibilidade elétrica, um grau elevado de usinabilidade.

Dentre as ligas de cobre de alto teor de liga, as mais importantes são:

- latão
- bronze
- cobre-alumínio
- cobre-níquel
- alpaca
- cobre-berílio
- cobre-seilício

Falaremos entretanto, das mais importantes, a saber: o latão e o bronze.

Latão

O latão é uma liga cobre-zinco, cujos teores de zinco variam entre 5 e 50%. A presença do zinco altera as propriedades do cobre. À medida que o teor de zinco aumenta, as seguintes modificações ocorrem:

- diminuição da resistência à corrosão em certos meios agressivos;
- ligeiro aumento da resistência à tração;
- aumento considerável da ductilidade.

O latão é empregado na fabricação de objetos ornamentais, ferragens, cartuchos de armas, carcaças de extintores de incêndio, roscas para lâmpadas, quando os teores de zinco vão até 36%.

Quando o teor de zinco ultrapassa 36% há uma queda mais acentuada de ductilidade. Os latões com esse teor de zinco são utilizados na fabricação de peças, por meio de estampagem leve (como componentes de lâmpadas e chaves elétricas) ou componentes forjados para a indústria mecânica.

Latões especiais

Além do zinco, os latões especiais apresentam em sua composição chumbo (teores entre 1,0 e 3,7%) ou alumínio (teores entre 1,8 e 2,5%) ou estanho (teores entre 0,9 e 1,3%).

Os latões que contêm chumbo possuem alta usinabilidade e por isso aplicam-se na fabricação de componentes elétricos e mecânicos como parafusos, rebites, porcas, terminais de baterias elétricas e vela de ignição, buchas, mancais, etc.

As ligas que apresentam alumínio em sua composição possuem melhor resistência à corrosão e por isso são usadas principalmente nas indústrias química e mecânica.

As ligas que contêm estanho apresentam boa resistência à corrosão em água doce ou salgada. São empregadas na fabricação de placas e tubos para permutadores de calor, para peças forjadas para equipamentos de refinação de petróleo e na construção naval em geral.

Bronze

O bronze é uma liga de cobre-estanho na qual o segundo elemento aparece em teores que variam de 1,0 a 11,0%.

À medida que o teor de estanho aumenta, aumentam também a dureza e as propriedades relacionadas com a resistência mecânica, sem diminuição da ductilidade.

O bronze pode ser trabalhado a frio e possui elevada resistência à corrosão.

Dependendo dos teores de estanho presentes no bronze, esse poderá ser usado na fabricação de componentes de aparelhos de telecomunicação, tubos flexíveis, varetas e eletrodos de soldagem, tubos para águas ácidas, parafusos, rebites, porcas, discos antifricção, molas para serviços pesados, etc.

Quando se acrescentam à liga cobre-estanho outros elementos como o fósforo, o zinco, o chumbo ou níquel, obtém-se o bronze para fundição, o qual poderá ser utilizado na fabricação de engrenagens, parafusos, válvulas, flanges, bombas de óleo, buchas, mancais.

• Alumínio

O alumínio é um metal não-ferroso branco acinzentado que apresenta as seguintes propriedades:

- boa condutibilidade térmica;
- baixo peso específico;
- boa resistência à corrosão;
- alta ductilidade e portanto, facilidade em ser eliminado, forjado e trefilado;
- ausência de magnetismo.

Por causa dessas propriedades e das grandes jazidas mundiais do seu minério principal (bauxita), o alumínio está se tornando o metal mais importante para a indústria ferroviária, naval, aeronáutica, mecânica, química e elétrica.

Ligas de alumínio

O alumínio puro é extremamente maleável, o que limita suas aplicações. Por causa disso, foram desenvolvidas ligas que melhoram a resistência mecânica do alumínio, ampliando consideravelmente suas possibilidades de aplicação.

A adição de pequenas quantidades de cobre, silício, manganês, magnésio ou ferro, aliada a um tratamento térmico adequado, aumenta consideravelmente a resistência da liga e mantém uma de suas principais características que é a leveza.

Duralumínio

Duralumínio é a mais importante das ligas de alumínio e contém cobre (4%), magnésio (0,5%) e manganês (0,7%). Ao ser tratado termicamente adquire um limite de resistência à tração semelhante ao do aço doce.

Esse tipo de liga é empregado principalmente na construção de peças forjadas e estampadas, barras, chapas, e rebites.

Aplicações do alumínio e suas ligas

Praticamente todos os setores da indústria beneficiam-se com o emprego do alumínio e suas ligas. Dentre essas aplicações podemos destacar: motores, hélices, tanques de combustível, tambores de freios, corpos de carburadores e compressores, vagões, cascos de barcos, antenas, chassis de aparelhos eletrônicos, componentes para eletrodomésticos, utensílios de cozinha.

• Chumbo

O chumbo, um dos primeiros metais a ser utilizado pelo homem, tem cor acinzentada e apresenta as seguintes características:

- baixa resistência mecânica;
- elevada resistência à corrosão;
- elevado peso específico.

Dependendo da utilização que lhe será dada, o chumbo poderá formar ligas:

- com o arsênio, o bismuto, o cálcio, o cobre ou o antimônio (baixos teores), utilizadas para revestimento de cabos elétricos;

- com o estanho (teores entre 18 e 50%), utilizada como material de soldagem fraca;
- com a prata e o cobre a fabricação de canos de água para suportar grandes pressões internas;
- com o antimônio (teores entre 6 e 12,5%), para fabricação de tubos especiais e recipientes para produtos químicos.

O chumbo também é extensamente utilizado para blindagem contra radiação emitida na produção de energia nuclear ou durante a manipulação de produtos radioativos.

• **Zinco**

O zinco é um metal de coloração branco-azulada que apresenta as seguintes propriedades:

- alta resistência à corrosão;
- alta maleabilidade, que permite que ele seja facilmente laminado em chapas ou estirado em fios;
- boa usinabilidade.

O zinco é empregado como elemento de liga nos latões, na fabricação de chapas para telhados e condutores de águas pluviais, em ligas para fundição sob pressão e na fabricação de pigmentos para a indústria química.

Por sua alta resistência à corrosão, serve de elemento de proteção na galvanização do aço, ou por meio de outros métodos de deposição como a metalização e a pintura.

• **Estanho**

Estanho é um metal não-ferroso que apresenta coloração branca-prateada, levemente amarelada. Apresenta as seguintes características:

- alta ductilidade e maleabilidade;
- baixa resistência mecânica;
- baixa resistência à corrosão;
- boa soldabilidade.

A principal aplicação do estanho é através da estanhagem de chapas ou folhas de aço, seja por imersão a quente, seja por eletrodeposição. Através da estanhagem, obtêm-se as folhas de flandres, que se caracterizam pela elevada resistência à corrosão, daí seu extenso emprego na confecção de latas ou recipientes para embalagem de produtos alimentícios.

Devido ao seu baixo ponto de fusão, o estanho é empregado também em dispositivos de segurança contra fogo, alarmes, metais de soldagem e vedação.

O estanho é um elemento de ligas importantes como os bronzes.

• **Magnésio**

O magnésio é um metal não-ferroso que pertence ao grupo dos chamados metais leves e apresenta as seguintes características:

- relativa maleabilidade;
- baixa ductilidade, resistência mecânica e tenacidade;
- resistência à ação dos álcalis;
- boa usinabilidade.

Devido a essas características, ele pode ser forjado, extrudado, laminado, fundido em areia, moldes permanentes ou sob pressão.

O magnésio pode formar ligas com o alumínio, o manganês, o zinco, o zircônio ou tório. As ligas de maior resistência mecânica são as que contêm zinco (4,6 a 6,0%) e zircônio (0,7%) ou zinco (até 5,7%), tório (1,8 a 3,3%) e zircônio (0,7%).

As aplicações das ligas de magnésio são feitas na indústria aeronáutica (componentes de motores, fuselagem, trens de pouso), na indústria automobilística (caixas de engrenagens, rodas) e em componentes de máquinas em geral (máquinas operatrizes, máquinas de escrever, calcular, aparelhos domésticos, etc).

- **Antimônio**

Antimônio é um metal não-ferroso de cor semelhante à do chumbo. Por suas propriedades específicas, ele nunca é empregado isoladamente, mas como componente de ligas onde serve para melhorar a resistência mecânica.

TRATAMENTO TÉRMICO DOS AÇOS

Introdução

Neste capítulo, você vai aprender que o tratamento térmico dos aços é de fundamental importância para que esse tipo de material adquira propriedades especiais.

Você verá que existem vários tipos de tratamento térmico que são escolhidos de acordo com as propriedades desejadas.

Além da descrição de cada tipo de tratamento, o texto fornece informações sobre as propriedades conferidas ao aços tratados. Esse conhecimento é importante para o mecânico de manutenção, visto que o aço é o material mais amplamente usado na construção das máquinas e equipamentos sob sua responsabilidade.

Finalidade dos tratamentos térmicos

Os processos de produção como a fundição, a conformação mecânica ou a usinagem provocam nos aços mudanças em suas propriedades mecânicas. Na maioria dos casos, essas mudanças são prejudiciais ao material. Para restabelecer as propriedades necessárias à utilização das peças feitas de aço, realiza-se o tratamento térmico que tem as seguintes finalidades:

- remover tensões internas;
- aumentar ou diminuir a dureza;
- aumentar a resistência mecânica;

- melhorar a ductilidade, a usinabilidade, a resistência ao desgaste, ao calor e à corrosão;
- modificar propriedades elétricas e magnéticas.

Qualquer que seja o tratamento térmico dos aços ele comportará três fases distintas: aquecimento, manutenção da temperatura num determinado patamar e resfriamento.

O **aquecimento** é feito com o forno, com o maçarico e também com a forja.

O **resfriamento** é feito lentamente, mantendo-se a peça dentro do forno desligado.

Uma outra maneira de resfriar a peça é colocá-la dentro de um recipiente com:

- cal ou cavaco de ferro fundido;
- óleo;
- água;
- salmura.

Para o resfriamento também é possível usar jato de ar.

Os principais tratamentos térmicos são:

Recozimento

Recozimento é o tratamento térmico que regulariza a estrutura dos aços, previamente conformados a quente ou a frio.

No recozimento, as peças de aço são aquecidas a temperaturas entre 750°C e 950°C, dependendo da quantidade de carbono existente no aço.

Após terem sido mantidas aquecidas durante determinado tempo, as peças são resfriadas lentamente no próprio forno ou envoltas em cal ou cavaco.

O recozimento é indicado para peças de grandes dimensões.

Normalização

A têmpera é um tratamento térmico que melhora a dureza das peças de aço. Essas peças são: a matriz, o punção, a talhadeira, o martelo, o riscador, etc.

O processo de têmpera envolve quatro fases:

- pré- aquecimento;
- aquecimento;
- manutenção da temperatura;
- resfriamento rápido.

✓ Pré-aquecimento

O pré-aquecimento é realizado lentamente, aquecendo-se as peças até temperaturas entre 500°C e 650°C.

Esse aquecimento lento diminui o risco do aparecimento de trincas e fissuras, causadas pelo choque térmico. O choque térmico ocorre quando as peças passam bruscamente da temperatura ambiente para alta temperatura do forno.

✓ Aquecimento

As temperaturas de aquecimento variam de acordo com a porcentagem de carbono existente no aço.

Veja tabela abaixo:

Aço (% de carbono)	Temperatura
De 0,35% a 0,40%	820°C a 840°C
De 0,45% a 0,55%	800°C a 830°C
De 0,60% a 0,70%	790°C a 810°C
De 0,75% a 0,90%	770°C a 800°C

O aquecimento lento diminui o risco do aparecimento de trincas e fissuras, causadas pelo choque térmico. O choque térmico ocorre quando as peças passam bruscamente da temperatura ambiente para alta temperatura do forno.

Fornos para têmpera

Os fornos elétricos, a gás ou a óleo são empregados para a obtenção de têmpera em peças produzidas em grande quantidade e que exigem maior qualidade como pontas de eixo e barras de torção.

Manutenção da temperatura

Entre o momento em que o pirômetro mostra a temperatura de têmpera e o momento em que a peça está totalmente aquecida passam-se alguns minutos.

Em geral, esse tempo corresponde a uma faixa de 12 a 18 min por polegada de espessura da peça a ser temperada.

Resfriamento rápido

O resfriamento pode ser severo, intermediário ou brando.

No **resfriamento severo** utiliza-se a salmoura. O resfriamento severo é indicado para aços com teor de carbono em torno de 0,35%.

No **resfriamento intermediário** o meio empregado é a água. Esse meio de resfriamento é indicado para aços com teor de carbono entre 0,40% e 0,55%.

O **resfriamento brando** utiliza o óleo como meio de resfriamento. É empregado para aços com teor de carbono entre 0,60% e 0,95%.

Revenimento

Revenimento é o tratamento térmico **obrigatório** para peças já temperadas e deve ser feito imediatamente após a têmpera.

Esse tratamento é necessário porque o resfriamento da têmpera, por ser muito rápido, cria tensões internas na peça. A finalidade do revenimento é avaliar essas tensões.

O revenimento apresenta três fases:

- aquecimento;
- manutenção da temperatura;
- resfriamento ao ar.

✓ Aquecimento

As temperaturas de aquecimento para o revenimento são mais baixas do que as temperaturas de têmpera e variam de acordo com o grau de dureza que se quer obter. Veja tabel abaixo:

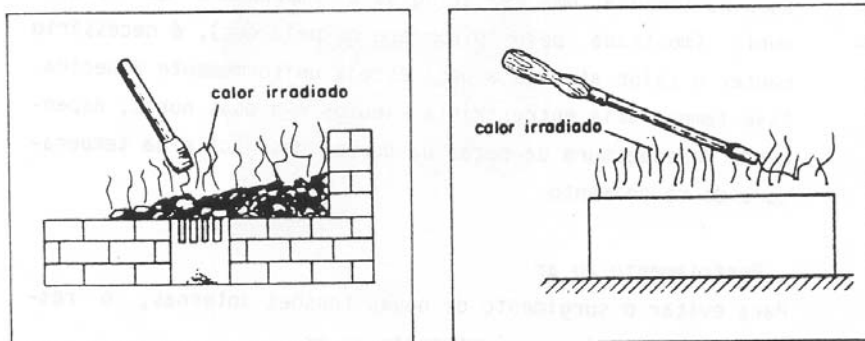
Temperatura	Resultado
De 100°C a 200°C	Não há queda sensível de dureza
De 250°C a 350°C	Queda gradativa da dureza
De 400°C a 550°C	Queda acentuada da dureza

O aquecimento pode ser feito em:

- fornos elétricos, a óleo ou a gás;
- forja;
- blocos metálicos aquecidos.

Com a têmpera, o controle de temperatura de revenimento nos fornos elétricos, a óleo ou a gás também é feito por meio de pirômetro e as fornos são do mesmo tipo usado para têmpera.

O aquecimento com o auxílio de forja ou de blocos metálicos aquecidos é obtido por irradiação de calor, isto é, as peças são colocadas próximas às fontes de calor. Veja figuras abaixo:



O controle da temperatura das peças aquecidas nas forjas ou junto aos blocos aquecidos é feito visualmente através da observação das cores de revenimento que surgem à medida que a temperatura vai aumentando. Veja tabela a seguir:

Cor	Temperatura
Amarelo claro	210°C
Amarelo-palha	220°C
Amarela	230°C
Amarelo escuro	240°C
Amarelo-ouro	250°C
Castanho claro	260°C
Castanho-avermelhado	270°C
Violeta	280°C
Azul escuro	290°C
Azul marinho	300°C
Azul claro	310°C
Azul-acinzentado	320°C

Observação:

O controle do revenimento pelas cores só pode ser feito nas peças que não necessitam de temperaturas inferiores a 200°C ou superiores a 320°C.

✓ Manutenção da temperatura

Como na têmpera, uma vez atingida a temperatura de revenimento (mostrada pelo pirômetro ou pela cor), é necessário manter o calor até que a peça esteja uniformemente aquecida. Esse tempo varia entre trinta minutos e a duas horas, dependendo da espessura da peça, da dureza desejada e da temperatura de revenimento.

✓ Resfriamento ao ar

Para evitar o surgimento de novas tensões internas, o resfriamento é realizado lentamente ao ar.

Tratamentos termoquímicos

Tratamentos termoquímicos são tratamentos que promovem modificação superficial da composição química dos aços e têm a finalidade de aumentar a dureza e resistência ao desgaste da superfície de peças feitas desse material. O núcleo da peça, cuja composição química não foi afetada, mantém seus níveis originais de tenacidade.

Os tratamentos termoquímicos classificam-se em:

- cementação
- nitretação

✓ Cementação

A cementação consiste no enriquecimento superficial por meio de carbono em peças de aço é aquecida a uma temperatura semelhante à temperatura de têmpera, em um meio carbonetante que pode ser sólido (carvão), líquido (banhos de sal à base de cianeto) ou gasoso (atmosfera rica em CO).

O aquecimento dura várias horas durante as quais a peça e o material cementante permanecem dentro de caixas apropriadas. A peça cementada deve ser posteriormente temperada.

Efeitos da cementação

A cementação dos aços pelo carbono eleva sua dureza superficial enquanto seu núcleo continua com os mesmos níveis de tenacidade. Como consequência, as peças passam a apresnetar maior resistência ao desgaste e aos choques.

A cementação é aplicada em peças semi-acabadas como: engrenagens, assentos de mancais em virabrequins, pinos de pistões de automóveis, etc.

Após a cementação, as peças são submetidas a acabamento superficial que deve ser bastante leve para evitar a retirada de parte da camada cementada, justamente a mais rica em carbono.

✓ Nitretação

A nitretação também é um tratamento termoquímico que causa endurecimento superficial das peças de aço através da ação do nitrogênio. Consiste em aquecer as peças de aço a uma temperatura entre 500 e 525°C, submetendo-as à ação de uma corrente de amoníaco gasoso.

O gás amoníaco (NH_3) reage com a superfície do aço, formando o nitrogênio primário, que penetra na superfície do aço e libera o hidrogênio.

Efeitos de nitretação

A nitretação confere às peças de aço:

- alta dureza superficial
- elevada resistência ao desgaste;
- melhor resistência à fadiga, à corrosão e ao calor.

Esse tipo de tratamento, contudo, só terá esses efeitos, se aplicado apenas de aços-liga especiais como o aço-cromo-alumínio e o aço-cromo-molibdênio, pois o alumínio e o cromo limitam a penetração do nitrogênio na massa do aço.

Os aços nitretados não necessitam de têmpera posterior.

ESFORÇOS

Quando várias forças atuam sobre um corpo em diferentes pontos de aplicação, elas produzem esforços internos. Esses esforços internos podem causar a ruptura do material do qual o corpo é formado. Mesmo que a ruptura da peça não chegue a se concretizar, uma pequena deformação fatalmente ocorrerá.

Normalmente, essas deformações são tão pequenas que não podem ser percebidas a olho nu. Além disso, uma vez retirado o esforço, desaparecem as deformações. Se o esforço é muito grande, porém, a deformação torna-se visível e permanente.

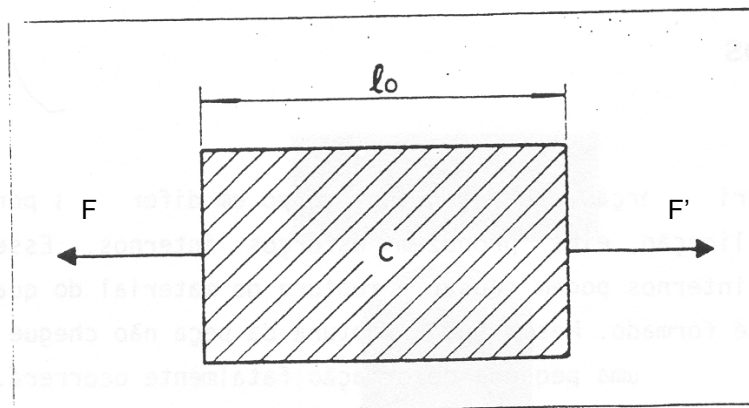
Os esforços que causam deformações podem ser simples, quando o esforço se apresenta isoladamente, ou combinados, quando dois ou mais esforços agem simultaneamente.

- **Esforços simples**

Os esforços simples são representados pela tração, compressão e pelo cisalhamento.

Tração

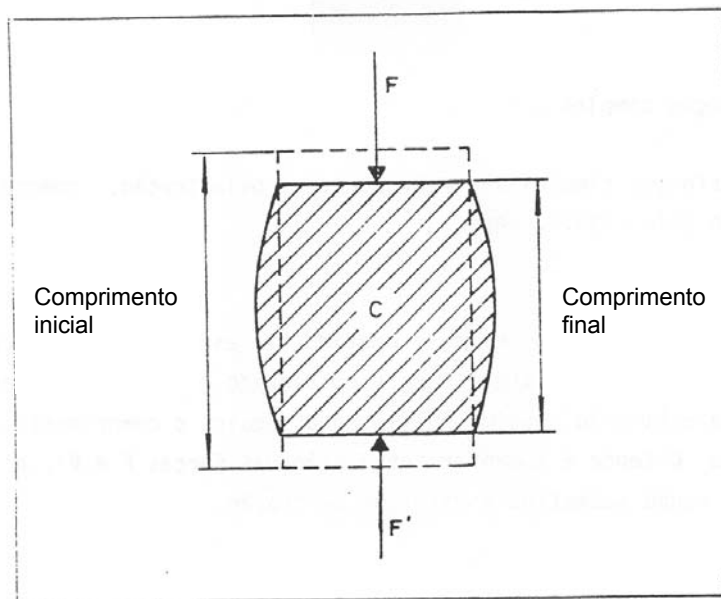
Diz-se que um corpo está submetido a esforços de tração quando sobre ele atuam forças em sentido contrário que tendem a estirá-lo. Assim, na figura a seguir, o comprimento do corpo C tende a aumentar sob a ação das forças F e F', pois está sendo submetido a esforços de tração.



Os cabos ou correntes dos guindastes e as amarras dos navios são exemplos de partes de equipamentos que sofrem esse tipo de esforço.

Compressão

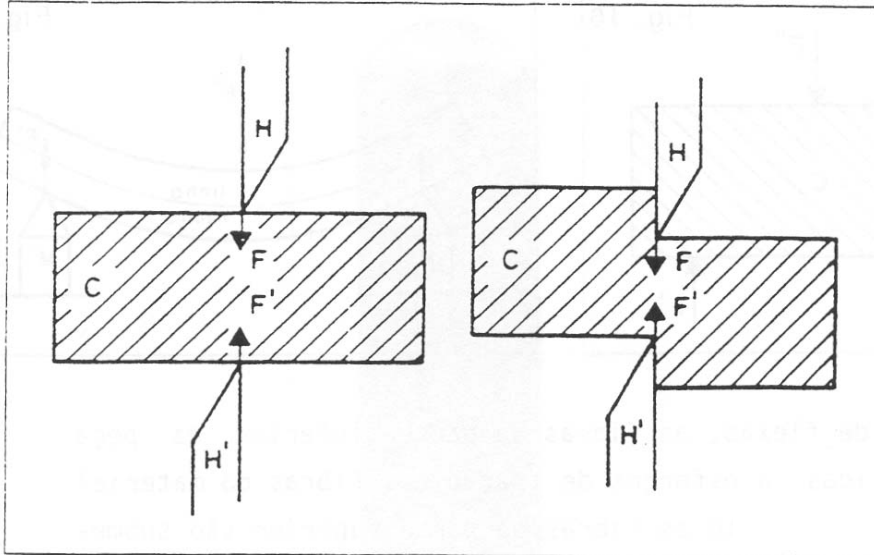
É o esforço que tende a encurtar a peça na direção em que os esforços são aplicados.



Como exemplo de materiais submetidos a esse tipo de esforço, podemos citar as colunas e paredes dos edifícios, o fuso das prensas e as bielas dos motores de explosão.

Cisalhamento

É o esforço que tende a deslocar paralelamente, em sentido oposto, duas seções contínuas de uma peça.



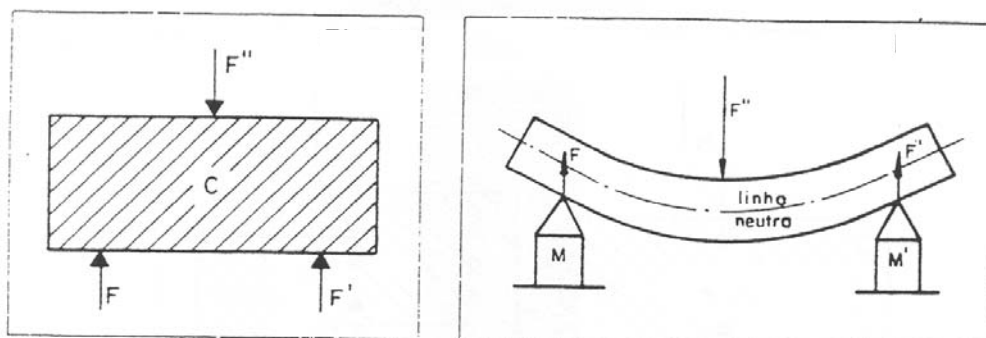
Os parafusos e rebites que unem chapas ou barras e os pinos dos pistões de motores com movimentos alternados são exemplos de peças submetidas a esforços de cisalhamento.

Esforços combinados

Os esforços combinados são representados pela flexão e torção.

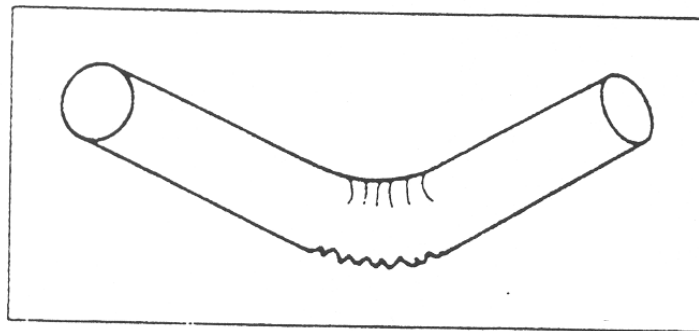
Flexão

Esse tipo de esforço geralmente aparece em peças cujo comprimento é muito maior do que sua largura e sobre as quais atuam forças que tendem a dobrá-las.



No esforço de flexão, as fibras da parte inferior da peça são submetidas a esforços de **tração** (as fibras do material alargam-se), enquanto as fibras da parte superior são submetidas a esforços de **compressão** (as fibras do material encolhem).

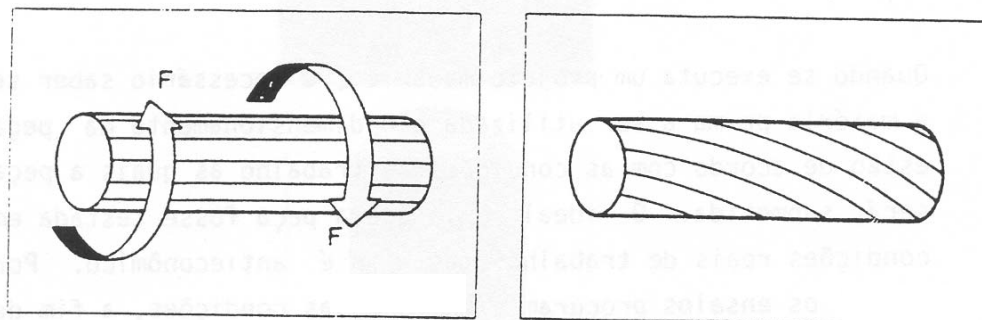
Este fenômeno é claramente percebido quando se dobra um cano. Dependendo do material com o qual ele é fabricado, a parte externa do cotovelo, que sofre esforço de tração, é esticada, podendo até romper-se. Por outro lado, na parte interna aparecem dobras devido aos esforços de compressão.



As alavancas são exemplo de peças que sofrem esforços de flexão.

Torção

Esforços de torção são forças que atuam em planos perpendiculares ao eixo e tendem a retorçê-lo.



Sob a ação do esforço de torção, as fibras externas do material alargam-se, já que são submetidas a tração. Ao mesmo tempo, as seções transversais tendem a resalvar umas sobre as outras, uma vez que sofrem esforços de cisalhamento.

As árvores ou eixos de transmissão, os machos, as borcas e os escareadores são elementos de máquinas que, durante seu trabalho, são submetidos a esforços de torção.

ENSAIOS

Quando se executa um projeto mecânico, é necessário saber se a matéria-prima a ser utilizada e o dimensionamento da peça estão de acordo com as condições de trabalho às quais a peça será submetida. O ideal seria que a peça fosse testada em condições reais de trabalho, mas isso é antieconômico. Por isso, os ensaios procuram simular essas condições, a fim de fornecer dados para verificar se um material ou uma peça atendem às especificações determinadas por suas condições de trabalho.

A escolha do ensaio mecânico mais adequado para cada produto depende da finalidade a que esse produto se destina, dos tipos de esforços aos quais o material será submetido e das propriedades mecânicas que se deseja medir.

Os ensaios mais comuns são realizados conforme normas preestabelecidas, a fim de que os resultados sejam interpretados com precisão. Geralmente, existem especificações para todo o tipo de produto fabricado e os ensaios mecânicos apropriados para cada caso fazem parte dessas especificações.

Os ensaios medem os esforços aos quais os mais diferentes materiais podem ser submetidos quando em serviço e por isso simulam as condições reais de solitação do trabalho. Esses ensaios são chamados destrutivos porque promovem a ruptura ou inutilização do material empregado durante a realização do ensaio.

Nesse caso, enquadram-se os ensaios de:

- tração
- compressão
- cisalhamento
- torção
- flexão
- dureza
- dobramento

- impacto
- fadiga

Para medir os esforços aplicados sobre um material ou uma peça, e para avaliar a deformação sofrida por eles, coloca-se uma amostra desse material ou peça na máquina universal de ensaios. Essa amostra é chamada corpo de prova e deve estar dentro das especificações estabelecidas pela norma correspondente.

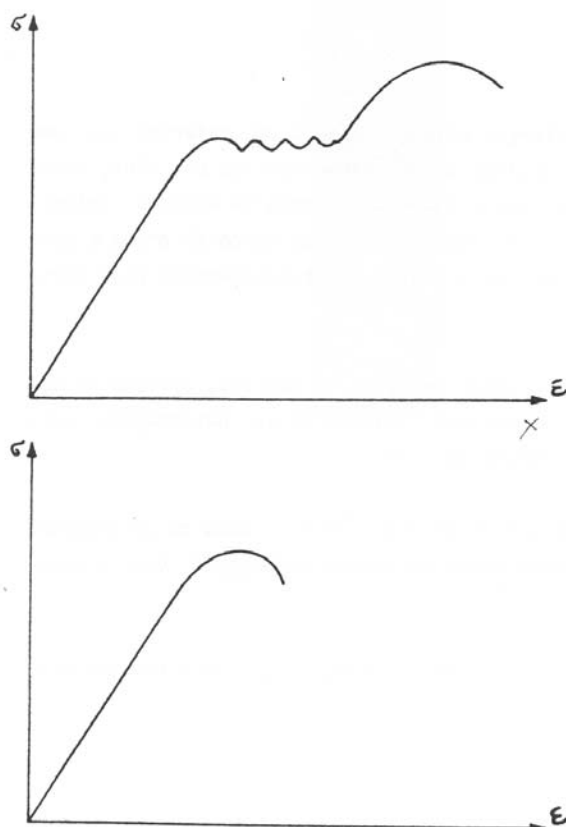
Uma vez colocado o corpo de prova na máquina, aplicam-se sobre ele tensões sucessivas, obtendo-se as deformações correspondentes às forças aplicadas.

Os dados obtidos nesses ensaios são colocados em um diagrama cartesiano, chamado **diagrama tensão-deformação**, que estudaremos a seguir.

Também serão estudados mais adiante alguns dos ensaios mencionados acima.

Diagrama tensão-deformação

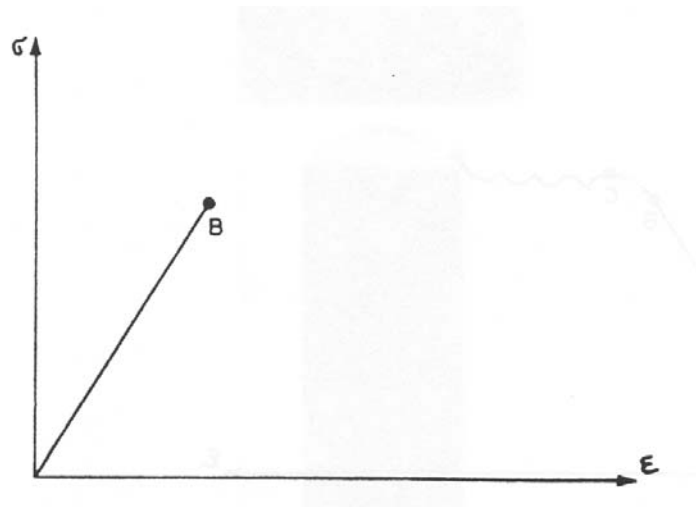
No diagrama tensão-deformação as tensões se localizam no eixo vertical (eixo das ordenadas) e as deformações no eixo horizontal (eixo das abcissas). Dependendo do tipo de material testado, o diagrama pode apresentar as seguintes formas:



Analisando-se o diagrama em detalhes, percebe-se que ele apresenta diferentes fases descritas a seguir.

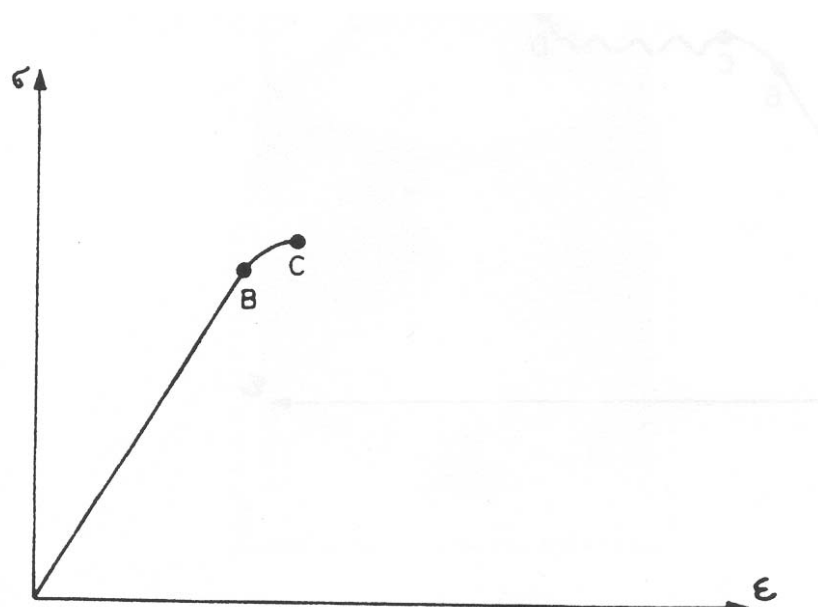
- **Limite de proporcionalidade (B)**

Representa o valor máximo de tensão em que a deformação do material permanece proporcional à força aplicada.



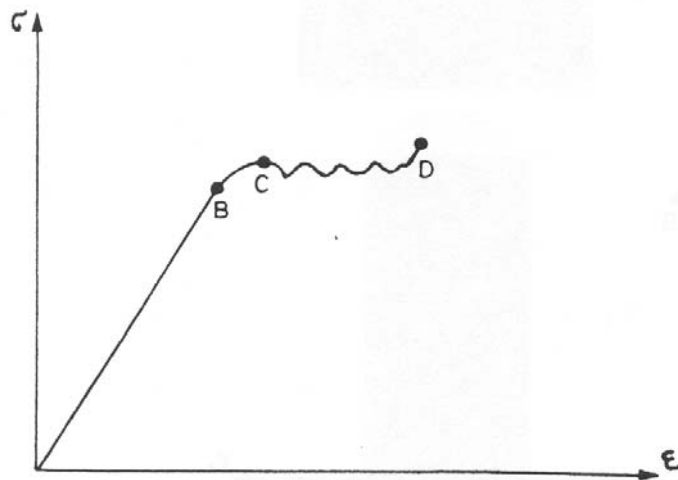
- **Limite de elasticidade (C)**

É muito próximo do limite de proporcionalidade. Representa a tensão máxima que pode ser aplicada ao material sem que apareçam deformações permanentes nele, após a retirada da carga. Para muitos materiais o limite de proporcionalidade e o limite de elasticidade são praticamente iguais.



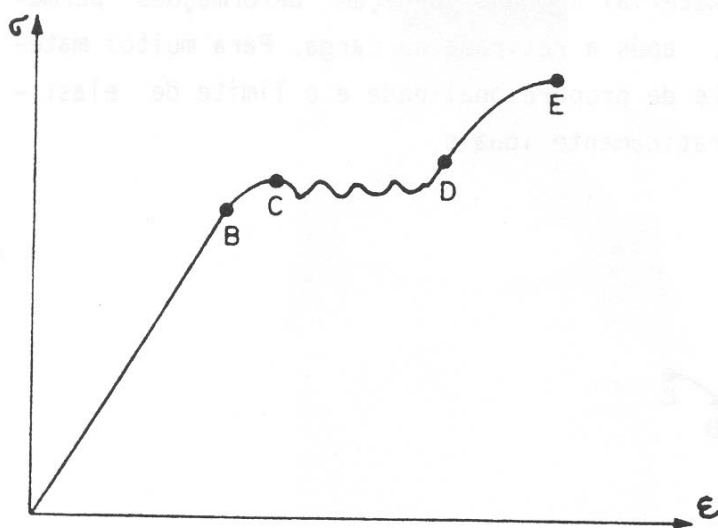
- **Limite de escoamento (D)**

Corresponde ao ponto a partir do qual a deformação aumenta, sem que se altere o valor da tensão.



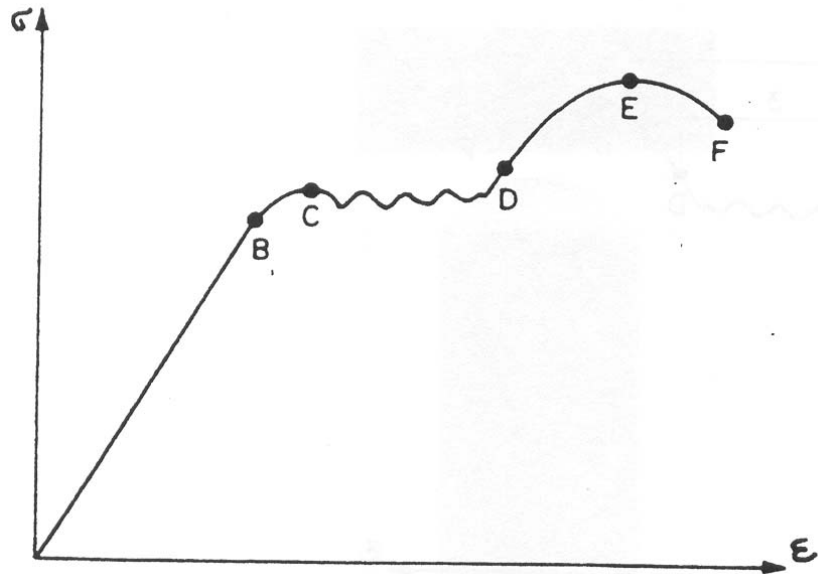
- **Limite de resistência (E)**

Corresponde à maior tensão atingida no ensaio.



- **Limite de ruptura (F)**

Corresponde à ruptura do material. Em materiais dúteis o limite de ruptura é menor que o limite de resistência.



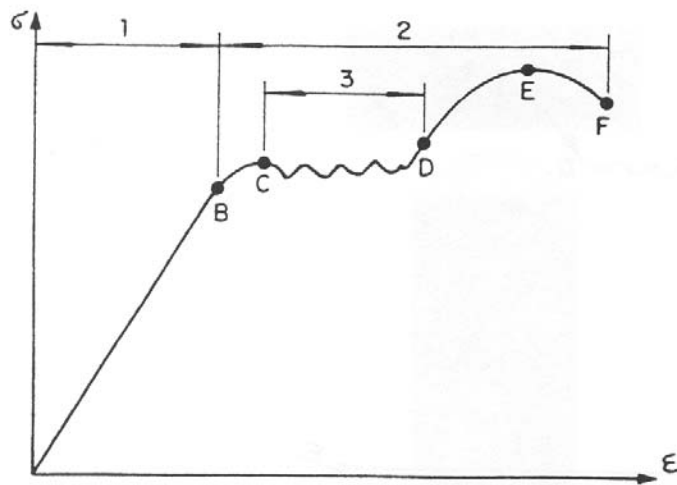
Os pontos B, C, D, E, F dividem o diagrama em três fases distintas:

- elástica
- plástica
- de escoamento

A **fase elástica** é aquela em que o material suporta esforços que permitem a volta às dimensões iniciais quando a tensão é retirada.

A **fase plástica** é aquela em que o material sofre uma deformação permanente. A fase plástica é um dado muito importante quando se necessita de materiais para a produção de peças moldadas.

A **fase do escoamento** é uma fase dentro da fase elástica em que a deformação aumenta sem que se altere o valor da tensão.

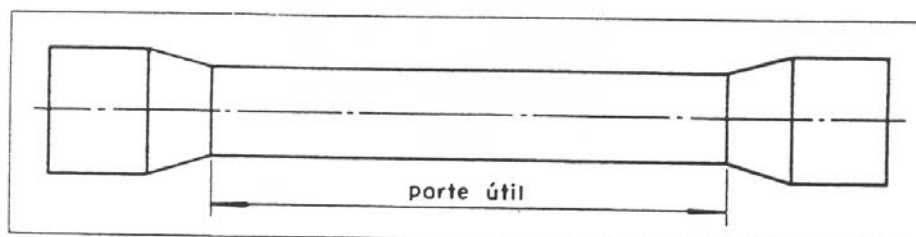


Descrição dos ensaios

Ensaio de tração

Geralmente, os ensaios de tração são executados em corpos de prova normalizados. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é o órgão responsável por essas normas.

O corpo de prova pode ter um perfil circular ou retangular e é composto de duas partes: as pontas que são presas à máquina e a parte útil, mais fina que as pontas, que possibilita a medição de seu alongamento.



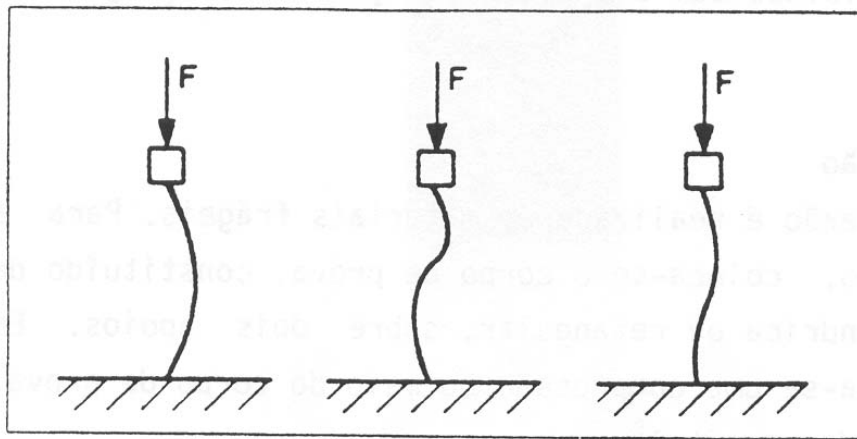
O corpo de prova é colocado numa máquina universal de ensaios. Em seguida fazem-se leituras sucessivas das tensões aplicadas e medições das deformações resultantes. O aparelho utilizado para medir as deformações é denominado extensômetro. Os dados anotados são transportados para o diagrama tensão-deformação. Algumas máquinas são adotadas de dispositivos que traçam esse diagrama automaticamente.

Ensaio de compressão

O ensaio de compressão consiste em submeter um corpo de prova a uma força de compressão na direção do eixo. Nos materiais frágeis, ele vai até a ruptura do corpo de prova.

Geralmente, o equipamento utilizado para a realização desse ensaio é o mesmo utilizado para o ensaio de tração.

No ensaio de compressão de corpos dúteis pode ocorrer a **flambagem**, que é o encurvamento do objeto comprimido.



Esse fenômeno ocorre com os corpos cujo comprimento é maior do que o diâmetro. Por causa disso, os corpos de prova devem ter um comprimento no máximo oito vezes maior que o seu diâmetro.

Ensaio de cisalhamento

O ensaio de cisalhamento tem por objetivo reproduzir o comportamento dos materiais submetidos a esforços constantes. Isso é feito com o auxílio da máquina universal de ensaios, adaptada para esse fim e que cisalha o material.

Conhecendo-se a área de corte e a força necessária para a realização do ensaio, encontra-se um valor para a tensão de cisalhamento que é o objetivo do ensaio.

Ensaio de torção

O ensaio de torção é de realização relativamente simples, mas a determinação das propriedades mecânicas, feita através dele, envolve cálculos complicados.

É um ensaio reservado exclusivamente para peças que sofrem torção quando em serviço, como barras de suspensão de automóveis e molas espirais.

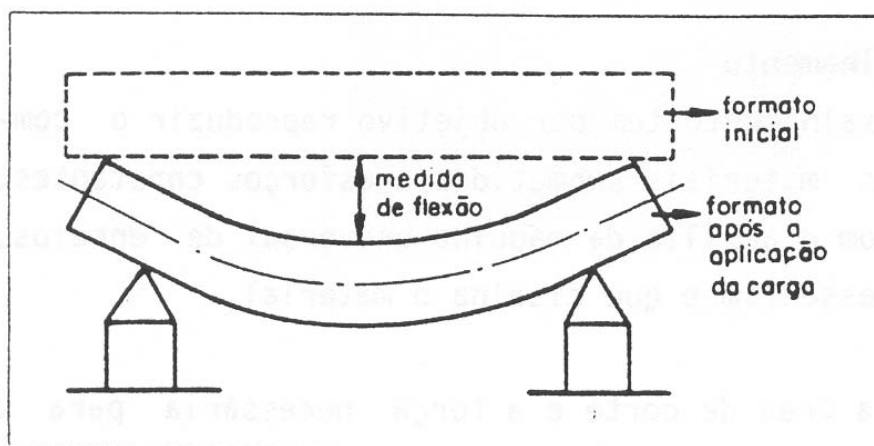
O equipamento para a realização do ensaio é composto de uma cabeça giratória que prende uma das extremidades do corpo de prova e uma cabeça fixa, presa a um pêndulo, na qual se fixa a outra extremidade do corpo de prova.

Durante a realização do ensaio, o corpo de prova deve ter seu eixo coincidindo com o eixo de rotação da cabeça giratória.

Ensaio de flexão

O ensaio de flexão é realizado em materiais frágeis. Para a sua realização, coloca-se o corpo de prova, constituído de uma barra cilíndrica ou retangular, sobre dois apoios. Em seguida, aplica-se uma compressão no meio do corpo de prova, com o auxílio de um cutelo.

A medida da flexão refere-se à distância máxima entre a posição inicial da aplicação da carga e a curva formada após a aplicação da compressão. Veja figura a seguir.



O ensaio estende-se por toda a fase elástica e termina com a ruptura do corpo de prova.

O ensaio tem aplicação na determinação do módulo de elasticidade (relação entre tensão e deformação na fase elástica) e da tensão de ruptura na flexão. É empregado para testar materiais de eixos, bielas, vigas de aço laminado e de concreto armado.

LUBRIFICAÇÃO

Quase toda a atividade de manutenção corretiva envolve lubrificação em algumas de suas etapas. Por esse motivo, a lubrificação é um dos conhecimentos mais importantes que o mecânico de manutenção deve dominar.

Para realizar a lubrificação, contudo, é necessário que o profissional saiba o que é atrito; quais os problemas que ele pode causar; as características físicas dos lubrificantes em geral, sua classificação, uso e métodos de aplicação.

Essas são as informações contidas neste capítulo. É importante lembrar que o assunto não será esgotado e que, sempre que possível, o aluno deverá atualizar seus conhecimentos através de leitura de catálogos e publicações técnicas sobre o assunto.

Atrito

Toda a superfície, por mais polida que seja, jamais fica perfeitamente lisa, apresentando minúsculas reentrâncias e saliências. Por isso, qualquer tipo de movimento relativo entre corpos sólidos provoca atrito, já que o contato se dá apenas entre as partes mais altas da superfície. As tensões provocadas pelo atrito causam vários problemas:

- aumento de temperatura;
- desgaste da superfície
- predisposição à corrosão;
- liberação de partículas
- micro-soldagem a frio;

Por causa desses problemas, é muito importante que se reduza ao máximo o atrito. Isso é obtido, distribuindo-se uniformemente o lubrificante entre peças metálicas.

Lubrificantes

Lubrificante é qualquer substância que, interposta entre duas superfícies, diminui a resistência ao movimento. Todos os fluidos são de certa forma lubrificantes, porém, enquadram-se melhor nessa classificação as substâncias que:

- são capazes de manter separados as duas superfícies durante o movimento;
- são estáveis face a mudanças de temperaturas;
- não atacam as superfícies metálicas;
- mantêm limpas as superfícies lubrificadas.

Os lubrificantes dividem-se em três grupos:

- lubrificantes líquidos, representados pelos óleos;
- lubrificantes pastosos, representados pelas graxas;
- lubrificantes sólidos, como a cera de abelha, a grafita, a parafina, etc.

Os lubrificantes podem ser de origem animal como a glicerina, o vegetal como o óleo de rícino, mineral como a vaselina e o óleo extraído do petróleo.

Para superfícies metálicas de mecanismos e motores, os óleos minerais puros ou com aditivos são os mais apropriados.

Características físicas dos lubrificantes

Viscosidade

De todas as características físicas dos lubrificantes, a viscosidade é a que apresenta o maior interesse, pois representa o grau de atrito produzido quando o óleo se escoa. Em outras palavras, viscosidade é a resistência de um fluido ao escoamento.

Assim, substâncias espessas como a graxa têm viscosidade elevada porque não escorrem.

A viscosidade não é constante, pois varia de acordo com a temperatura. Óleos lubrificantes, quando aquecidos, tornam-se mais finos, isto é, têm sua viscosidade diminuída.

Para expressar numericamente a variação da viscosidade em relação à variação de temperatura, utiliza-se o índice de viscosidade (IV). De acordo com esse índice, o IV, os óleos lubrificantes podem ser classificados em três categorias:

HVI – alto índice de viscosidade

MVI – Médio índice de viscosidade

LVI – baixo índice de viscosidade

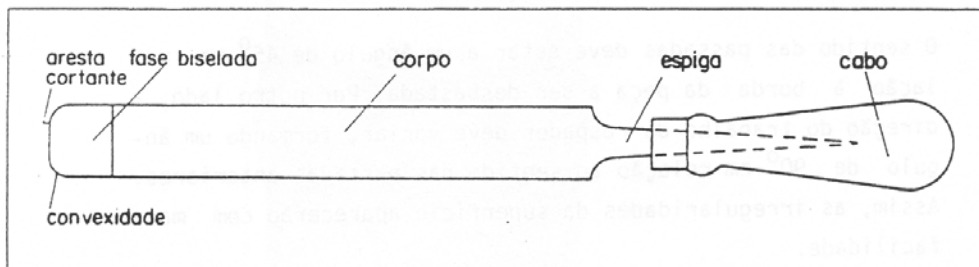
ACABAMENTO DE SUPERFÍCIE

Pode-se fazer o acabamento de superfície de uma peça através de duas técnicas: rasqueteamento e rodagem.

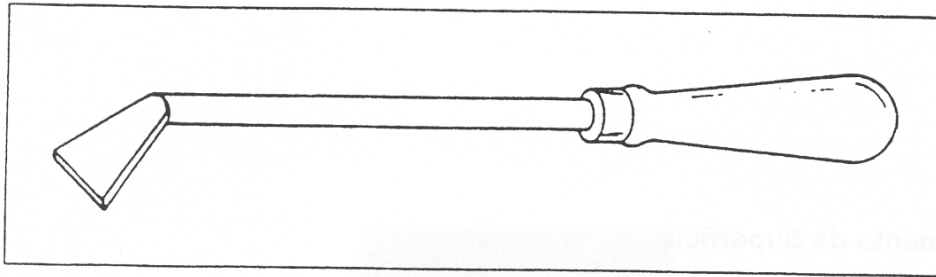
• Rasqueteamento

Rasqueteamento é a técnica da raspagem por meio de raspadores manuais e rasqueteadeiras elétricas. O objetivo do rasqueteamento é eliminar as asperezas produzidas pelas ferramentas de corte. Isso faz com que a peça, ao entrar em serviço, tenha um melhor contato entre as superfícies, através da diminuição dos pontos de atrito.

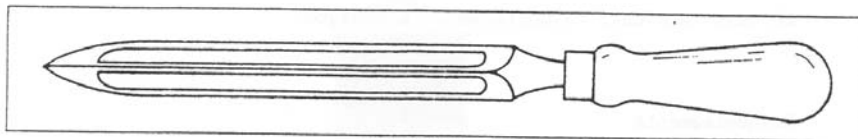
Os raspadores manuais usados no rasqueteamento são ferramentas de corte, feitas de aço especial temperado. De acordo com o tipo de raspagem a ser executado, usa-se o raspador de empurrar, o de puxar ou o raspador triangular.



Raspador de empurrar



Raspador de puxar



Raspador triangular

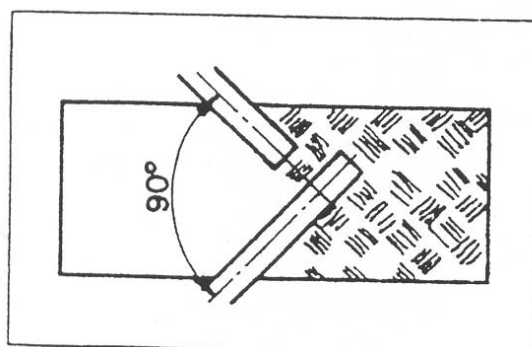
Técnicas de raqueteamento

As técnicas são: desbaste, controle da superfície e raspagem.

Desbaste

No desbaste o raspador deve ser operado com as mãos. A ferramenta deve ficar a um ângulo de aproximadamente 20° em relação à superfície da peça a ser desbastada. O desbaste é executado em passadas longas, fazendo-se forte pressão sobre o raspador.

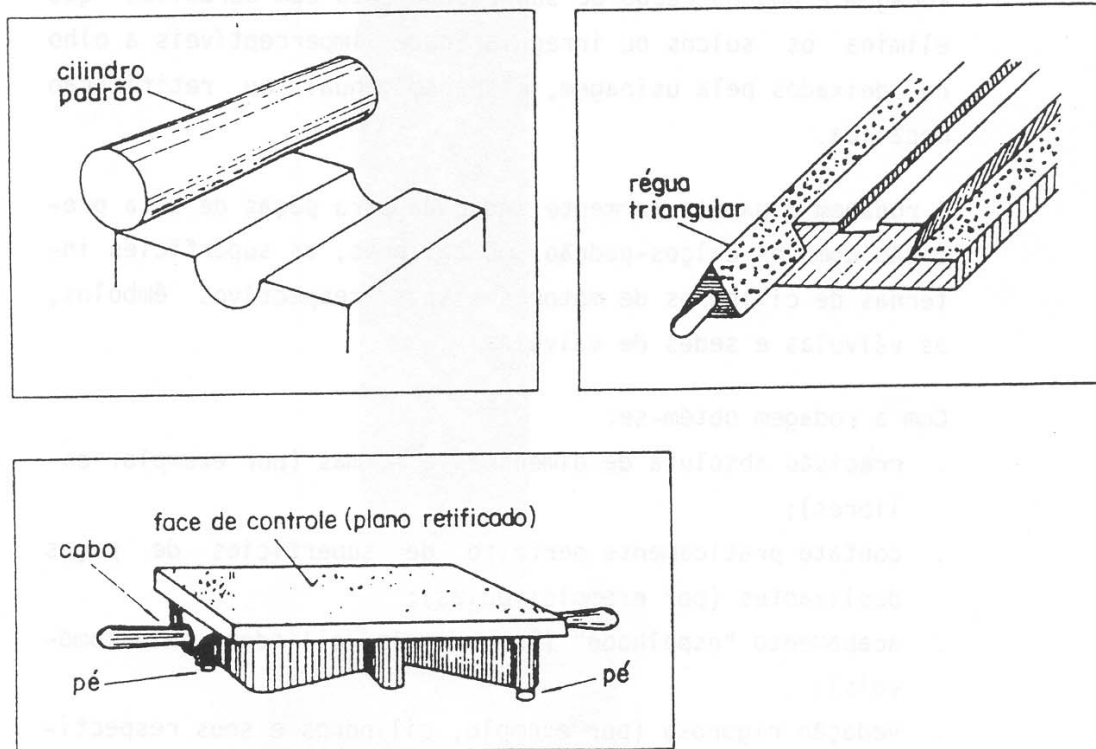
O sentido das passadas deve estar a um ângulo de 45° em relação à borda da peça a ser desbastada. Por outro lado, a direção do trabalho do raspador deve variar, formando um ângulo de 90° em relação ao sentido das passadas anteriores. Assim, as irregularidades da superfície aparecerão com mais facilidade.



Controle da superfície

Depois do desbaste, os riscos feitos pela ferramenta de corte terão desaparecido e as saliências terão dimensões menores.

Para localizar essas saliências, seleciona-se o elemento de controle de acordo com a forma e o tamanho da superfície a ser raspada.



A superfície do elemento de controle é então coberta com uma camada fina de zarção, azul-de-prússia ou outra tinta de contraste. Em seguida, a peça a ser raspada é friccionada suavemente contra a superfície de controle.

Raspagem

Nessa etapa, o raspador é passado sobre as manchas formadas pelo contato entre a peça e a superfície de controle coberta com tinta de contraste.

Com a raspagem, as saliências vão ficando menores, mais numerosas e regularmente espalhadas pela superfície da peça. A qualidade do acabamento será tanto melhor, quanto maior for o número de pontos em contato por centímetro quadrado.

• Rodagem

Rodagem é uma operação de superacabamento com abrasivos que elimina os sulcos ou irregularidades imperceptíveis a olho nu, deixados pela usinagem, raspagem manual ou retificação mecânica.

A rodagem é particularmente indicada para peças de alta precisão como os calços-padrão, os calibres, as superfícies internas de cilindros de motores e seus respectivos êmbolos, as válvulas e sedes de válvulas.

Com a rodagem obtém-se:

- precisão absoluta de dimensões e formas (por exemplo: calibres);
- contato praticamente perfeito de superfícies de peças deslizantes (por exemplo: guias);
- acabamento “espelhado” (por exemplo: cilindros de automóveis);
- vedação rigorosa (por exemplo: cilindros e seus respectivos êmbolos).

Abrasivos para rodagem

Abrasivos são minerais naturais (como o corinho natural e o diamante) ou artificiais (corindo artificial e o carborúndum) triturados e utilizados em operações de rodagem.

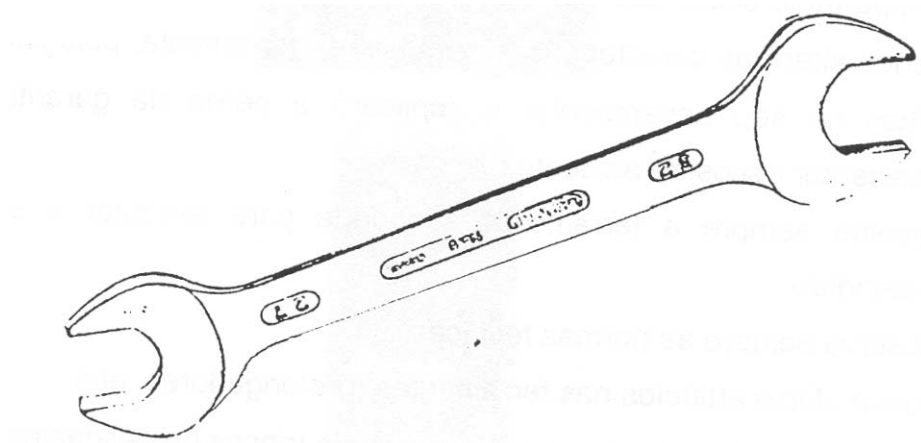
O tipo de abrasivo usado varia de acordo com o material da peça e a qualidade do acabamento a ser obtido. Assim, utiliza-se o carbetto de silício (carborúndum e “cristolon”) para aço tratado e ferro fundido, o corindo para os metais leves e o óxido de alumínio (aloxite e alundo).

COMO USAR FERRAMENTA CORRETAMENTE

1. É importante saber usar corretamente as ferramentas;
2. Nunca altere as características originais da ferramenta, pois isto acarretará falhas no seu desempenho e implicará a perda da garantia, além de apresentar riscos de acidentes.
3. Escolha sempre a ferramenta adequada para executar o seu trabalho pretendido.
4. Observe sempre as normas técnicas.
5. Nunca utilize artifícios nas ferramentas (prolongadore, etc).
6. Nunca utilize ferramentas que já apresente trincas ou desgastes.
7. Sempre que puder, tracione a ferramenta; caso contrário, trabalhe com a mão espalmada.
8. Nunca utilize bitolas aproximadas e tampouco utilize calços.
9. Nunca exponha suas ferramentas a fontes de calor excessivo, pois isso altera a estrutura do material utilizado na fabricação da ferramenta, gerando alterações que comprometem o seu desempenho.
10. Após a utilização, limpe-as bem; se possível, passe uma camada de óleo lubrificante sobre as mesmas e guarde-as em lugar seco e adequado.
11. Reponha imediatamente as ferramentas que apresentam rupturas ou desgastes.

TIPOS DE FERRAMENTAS E APLICAÇÕES

Chave Fixa

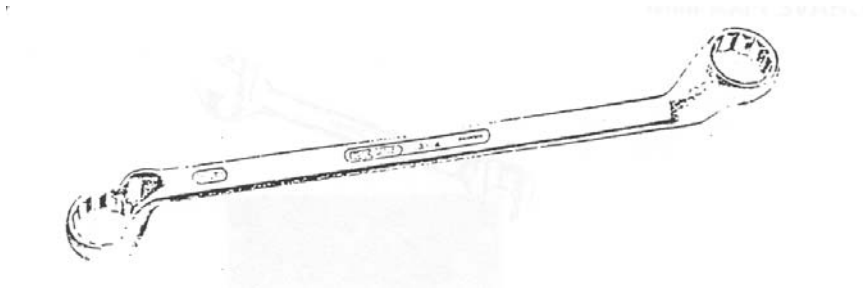


Projetada para trabalhar em locais estreitos e apertados. Trabalha em porcas e parafusos de cabeça quadrada ou sextavada. Devido ao formato da cabeça, ela terá somente dois pontos de apoio sobre as porcas ou parafusos.

Por essa razão, o seu torque é bastante limitado. Para trabalhar com materiais que não sejam ferrosos, esta chave é totalmente descartada, pois ela provocará amassamento nos cantos dos mesmos.

A inclinação nas cabeças de trabalho (15 graus) são somente para dar maior versatilidade à chave. Ela tem maior rapidez de introdução numa cabeça de parafuso ou porca, do que as outras chaves. Nunca trabalhar com a chave inclinada ao centro do eixo do parafuso.

Chave Estrela



Projetada para trabalhar com cabeças de parafusos e porcas, que estão em locais rebaixados.

Trabalha somente com cabeças de parafusos e porcas que tenham o perfil em sextavado. Ao contrário da chave fixa, ela tem contato em todos os cantos do sextavado, possibilitando atingir torques bem superiores e mais seguros do que a chave fixa.

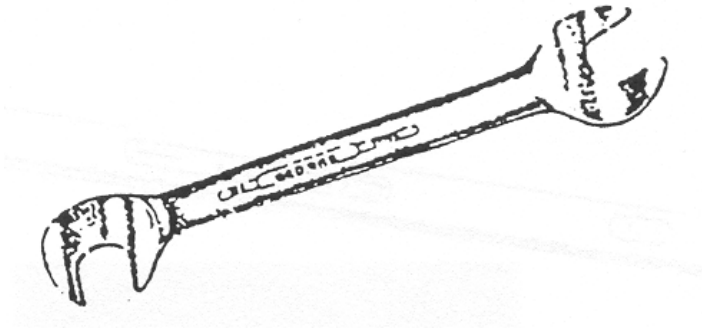
Trabalha com materiais que não sejam ferrosos, pois não provoca deformações nos cantos das porcas ou parafusos. Porém é bem mais morosa para penetrar as cabeças dos parafusos ou porcas, dando assim uma produtividade menor.

Chave Combinada



É a chave ideal para o profissional. Ela reúne as qualidades da chave fixa e da estrela. Como já sabemos, a chave fixa tem maior rapidez de encaixe, por isso utiliza-se este lado para fazer o encosto do parafuso ou da porca e com a parte estrela faz-se o aperto final, pois sabemos que, com esta chave, se consegue atingir torques bem superiores e com total segurança.

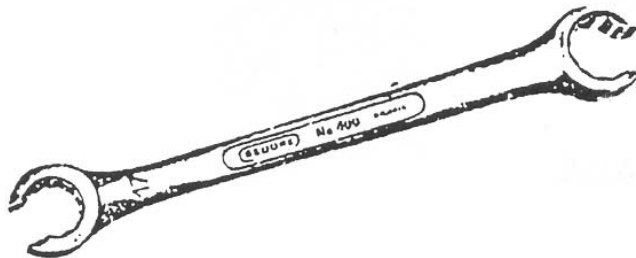
Chave Fixa Mini



Projetada para trabalhar em locais apertados e com pouco espaço, tais como: Painéis de avião ou placas de eletroeletrônica.

Possui bitolas iguais nas duas extremidades. De um lado, a cabeça de trabalho tem uma inclinação de 15 graus; e do outro, a inclinação é de 85 graus. Estas chaves têm as dimensões bem reduzidas, são pequenas.

Chave Estrela Aberta



Especialmente projetada para trabalhar em sistemas de refrigeração e hidráulicos.

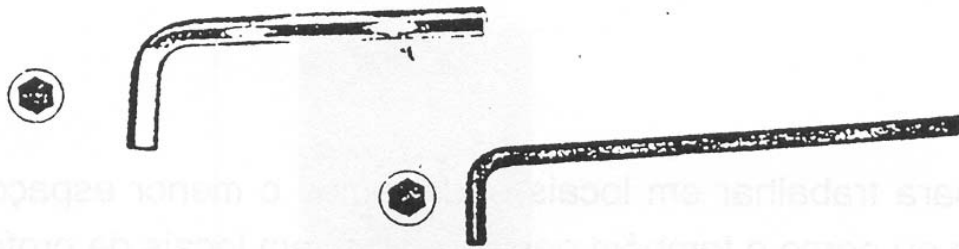
Esta chave possui uma abertura na estrela. Essa abertura se faz necessária para poder introduzir a chave, para executar o trabalho.

Como se sabe, as porcas estão ligadas nos terminais das tubulações e nesses sistemas o material utilizado não é ferroso. Por isso não podemos utilizar a chave fixa.

Procedimento:

Faz-se a introdução da chave pela abertura na estrela, na tubulação; em seguida a deslocamos até a porca onde se faz o aperto ou desaperto. Terminado o trabalho, voltamos a chave até a tubulação por onde será retirada.

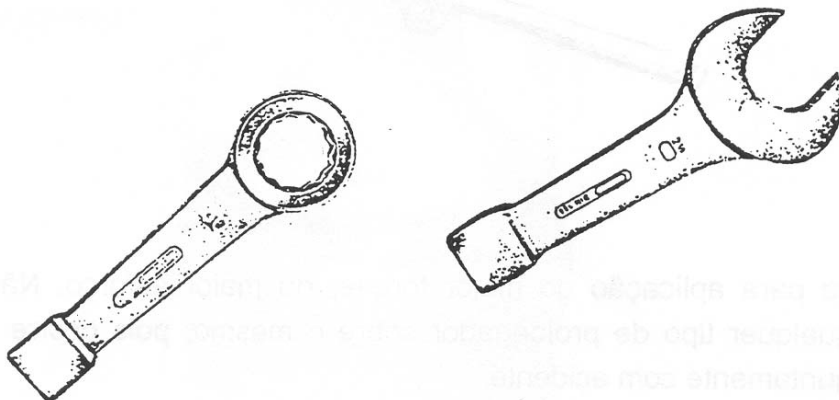
Chave Allen



Especial para trabalhar com parafusos que possuem o sextavado da cabeça interno.

Somente ela pode trabalhar com tais tipos de parafusos.

Chave de Bater



Projetadas especificamente para trabalhos pesados. Esta chave é projetada para trabalhos com impactos de marretas. Sua fabricação é feita em bitolas maiores do que as convencionais, isto é, para aplicação de torques bem elevados.

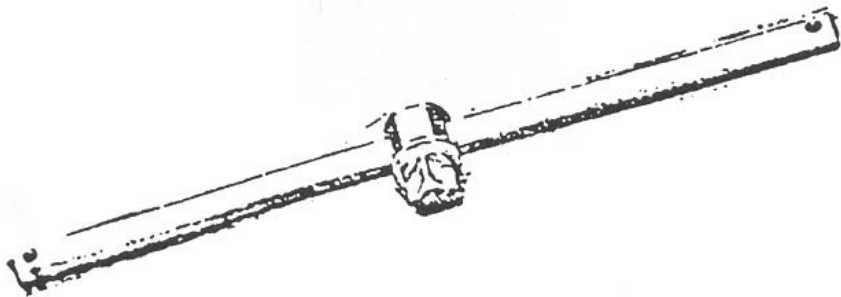
Soquete Manual



Fabricado para trabalhar em locais onde temos o menor espaço em torno de um parafuso ou porca e também para trabalhar em locais de profundidade.

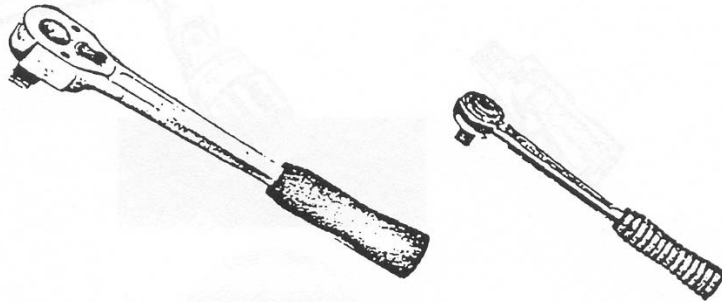
O soquete sempre deverá ser utilizado com os acessórios. Nunca utilizá-los em máquinas tipo parafusadeiras, elétricas ou pneumáticas.

Cabo T



Acessório para aplicação do maior torque, do maior esforço. Não se deve utilizar qualquer tipo de prolongador sobre o mesmo, pois ocorre o risco de quebrar juntamente com acidente.

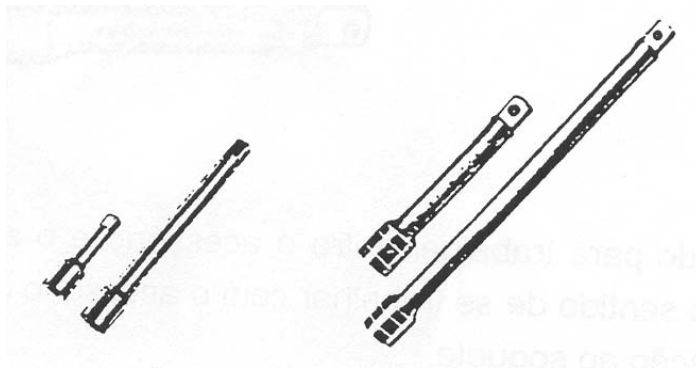
Catraca



Acessório projetado para trabalhar em locais estreitos, onde temos uma porca ou parafuso com obstáculos laterais muito próximos. Além de trabalhar nessas condições, ela também nos dá uma rapidez incrível na execução do trabalho.

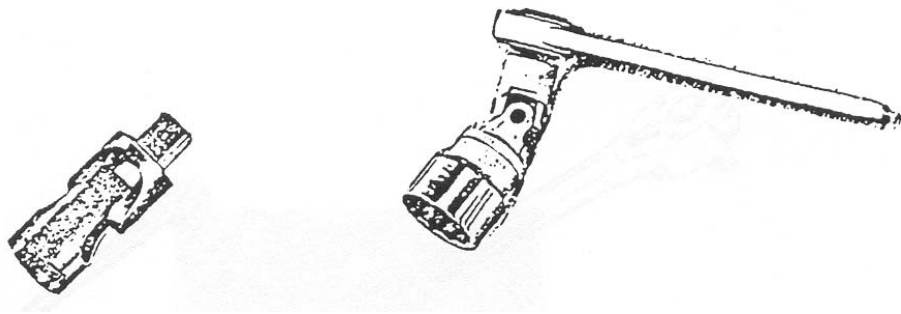
Para o aperto final, recomendamos que o mesmo seja feito com o cabo de força e não com a catraca, pois com isto estaremos aumentando a vida útil da ferramenta.

Extensão



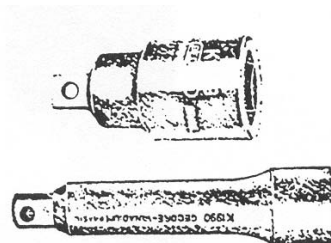
Acessório chamado indireto, pois é colocado entre o soquete e o cabo “T”, catraca ou cabo articulado. Projetado para alcançar os parafusos ou porcas que estejam em locais profundos. Dependendo da profundidade, pode-se usar uma ou mais extensões ao mesmo tempo, sem qualquer prejuízo.

Junta Universal



Acessório indireto que trabalha entre o soquete e os acessórios. Projetado para trabalharmos onde temos que deslocar o eixo de simetria. Esta ferramenta trabalha até a inclinação de 75° graus. Podendo utilizar, no máximo, duas juntas, mais não é possível.

Adaptador



Projetado para trabalhar entre o acessório e o soquete. O adaptador sempre será no sentido de se trabalhar com o acessório que seja de maior capacidade em relação ao soquete.

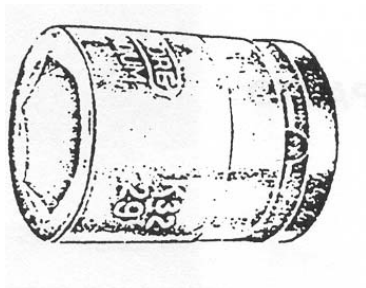
Um cuidado se faz necessário no que diz a força que vamos aplicar. Devido o acessório ser maior ao recomendado para o soquete, corre-se o risco de quebrar o adaptador ou romper o próprio soquete juntamente com acidente.

Chave Biela



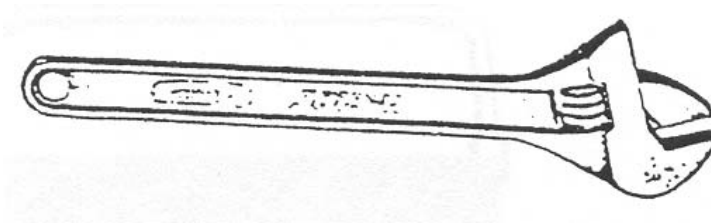
São chaves que possuem nas extremidades soquetes em sextavado e a chave tem o formato de um “L”. Suas medidas nas cabeças do trabalho sempre são iguais nas duas extremidades. Esta chave, a cada dia que passa, está se tornando mais popular entre os mecânicos. Isto se dá devido ao seu fácil manejo e a sua tutilidade no trabalho, pois dispensa acessórios para trabalhar.

Soquete de Impacto



Projetado para trabalhar com máquinas do tipo parafusadeiras pneumáticas ou elétricas. Especialmente para grandes torques. Seu sistema de trava é por um furo passante entre o soquete e o quadrado da máquina.

Chave Ajustável

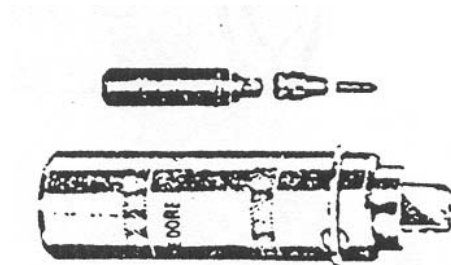


Extremamente versátil, tem regulagem para adaptar-se a porcas ou parafusos, tanto em milímetros ou polegadas.

Esta chave trabalha com porcas ou parafusos que sejam quadrados, sextavados ou oitavados. Para pleno funcionamento da chave, recomenda-se que lubrifique as partes móveis.

Nunca bater sobre a chave, pois corre o risco de quebrar o rolete.

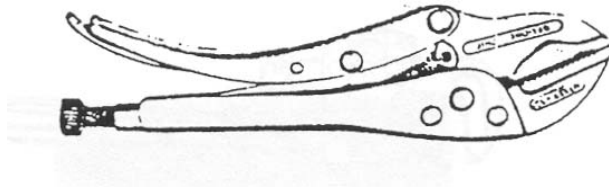
Martelete de Impacto



Utilizado sempre para o início ou para o final de um trabalho. Início para soltar o parafuso, final para fixação de parafuso.

Principamente utilizado nas oficinas de motos ou laternagem. Seu manuseio é simples. Uma vez montado o conjunto (bits, adaptador e máquina), coloca-se o martelete firmemente sobre o parafuso e em seguida, bate-se com um martelo sobre o batente da máquina. Esse procedimento provocará um semigiro no bits que é suficiente para soltar ou apertar o parafuso ao máximo.

Alicate de Pressão

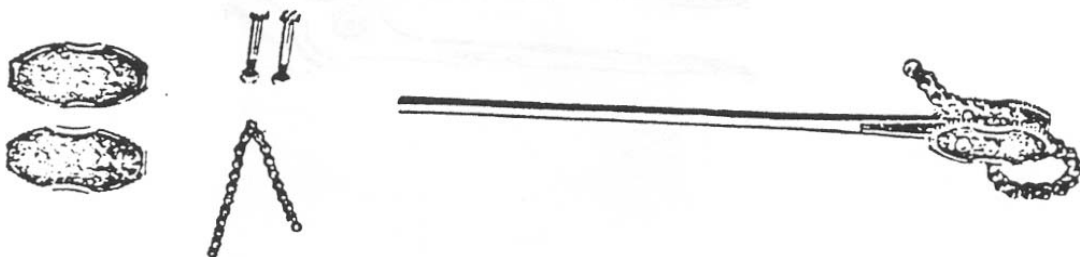


Propriedade de ser autotravante. Uma vez regulado e fechado, prende a peça sem soltá-la.

Não deve ser fechado com o auxílio das duas mãos, pois provocará danos ao sistema de regulação e na mola inclusive, podendo quebrar os mordentes.

Quando utilizar o alicate para soldas, observar que o mesmo esteja longe do bico da solda, pois o calor excessivo causará alterações no tratamento térmico que os moderntes sofreram.

Chave Corrente Pesada

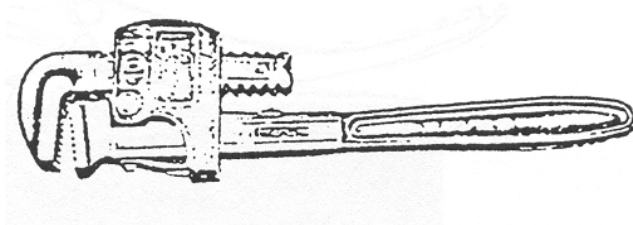


Projetada para trabalhar com tubos de grande porte. Esta chave tem propriedade de trabalhar com tubos que tenham tratamento térmico.

É necessário um acesso livre de 360° graus em torno do tubo para que a chave possa trabalhar.

Esta chave possui as principais peças de reposição.

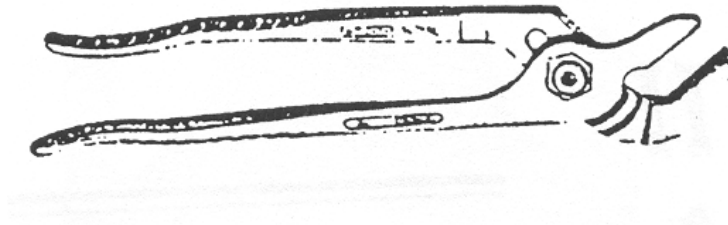
Chave para Tubos



Projetada para executar trabalhos com tubos leves. Não utilizá-las em tubos com tratamento térmico.

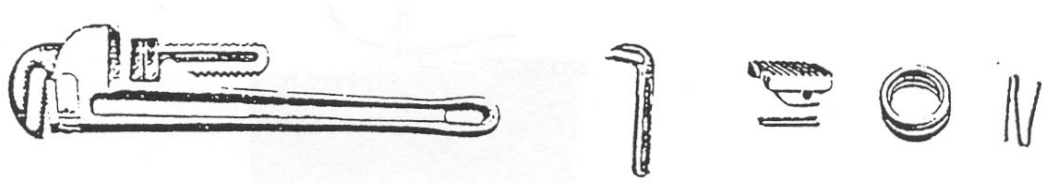
Para trabalhar com esta chave, é necessário que os mordentes da chave penetrem na superfície do tubo; caso contrário deslizará e não rodará o tubo.

Alicate com Articulação Deslizante



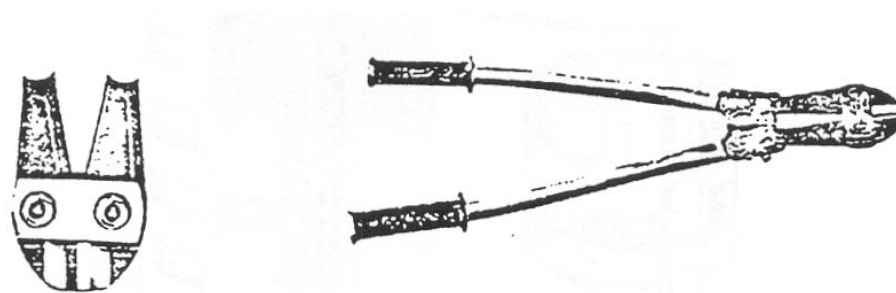
Ferramenta prender ou segurar componentes em geral. Sua principal particularidade é que sua articulação é deslizante. Com isto, podemos regulá-los em várias aberturas diferentes.

Chave para Tubos Pesados



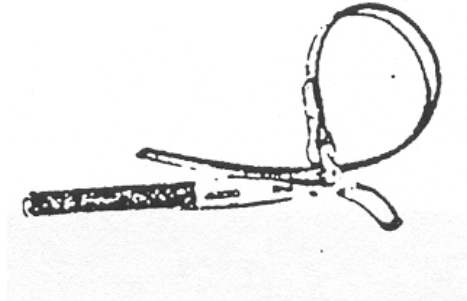
Projetada para trabalhos com tubulações pesadas. O seu princípio é o mesmo da chave para tubo, esta porém possui peças de reposição.

Corta Vergalhão



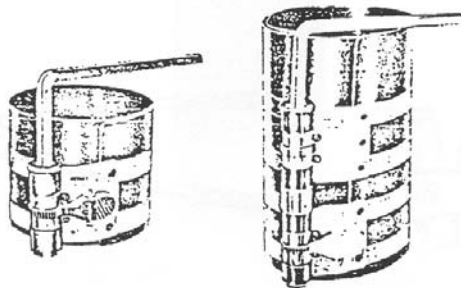
Projetada para cortar vergalhões. Muito utilizada na construção civil. Nunca utilizar em vergalhões que tenham tratamento térmico, pois acarretará danos às navalhas de corte.

Chave de Correia



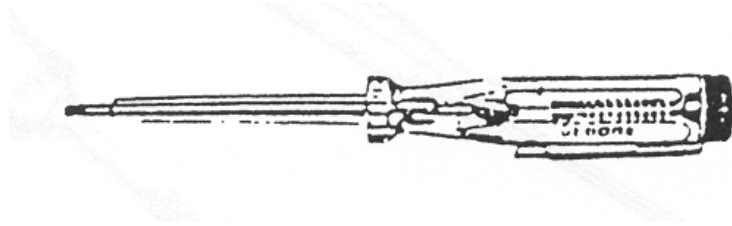
Projetada para trabalhar com tubulações onde não possa danificar a superfície dos mesmos. Esta chave tem a propriedade de rodar o tubo sem que se danifique a sua superfície.

Cinta para Anéis



Projetada para colocação de um pistão com seus anéis no cilindro. Esta ferramenta facilita a colocação do pistão, pois comprime os anéis deixando-os do diâmetro do próprio pistão. E assim se coloca o pistão no cilindro de uma só vez.

Chave Teste

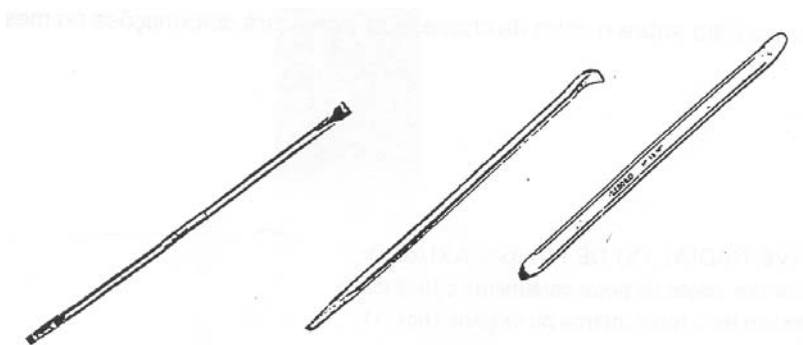


Exclusiva para se utilizar em correntes elétricas que estejam ligadas.

Com ela é possível detectar a corrente positiva. Funciona com uma lâmpada de néon, que em contato com o fio positivo, acenderá.

Evitar apertar parafusos com ela.

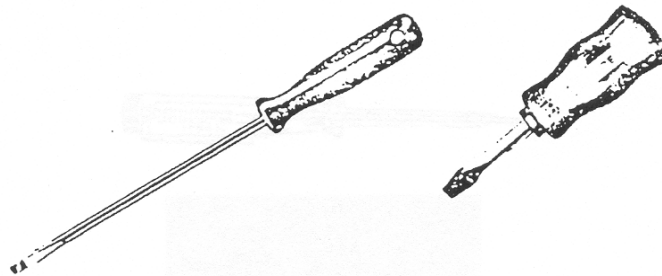
Espátulas



Projetada para servir de alavanca, tanto para separar ou levantar. Algumas são utilizadas para desmontagem de pneus.

Esta ferramenta não requer muita técnica para trabalhar.

Chave de Fenda Simples

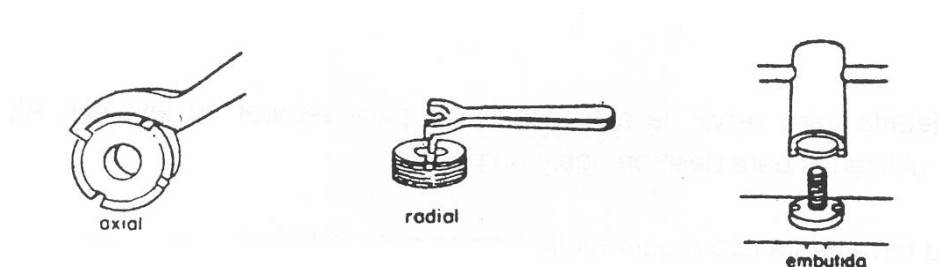


Projetada especificamente para apertar e desapertar parafusos que possuem fenda na cabeça.

Procurar sempre que a medida da lâmina seja do mesmo comprimento da fenda da cabeça do parafuso.

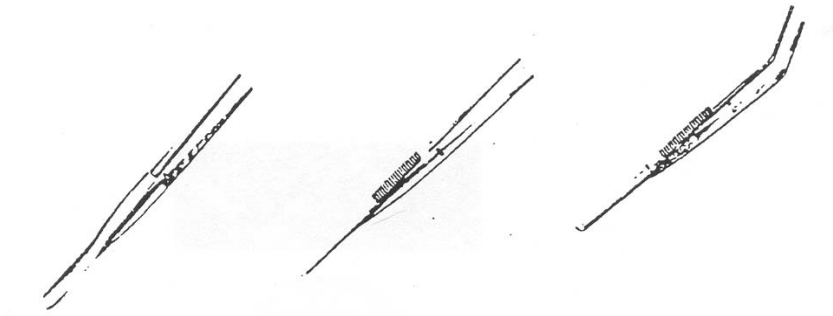
Nunca bata sobre o cabo da chave, pois provocará deformações no mesmo.

Chave Radial ou de Pinos e Axial



São utilizadas nos rasgos de peças geralmente cilíndricas e que podem ter a rosca interna ou externa.

Pinças



Projetada para trabalhos minúsculos e minuciosos.

Usadas principalmente na eletrônica. Com as suas pontas finas, essas ferramentas atingem pontos inatingíveis aos dedos.

Compassos



Projetado para medir circunferências.

Os compassos podem ser para medição interna e externa e também utilizado para traçar circunferências.

Alicate

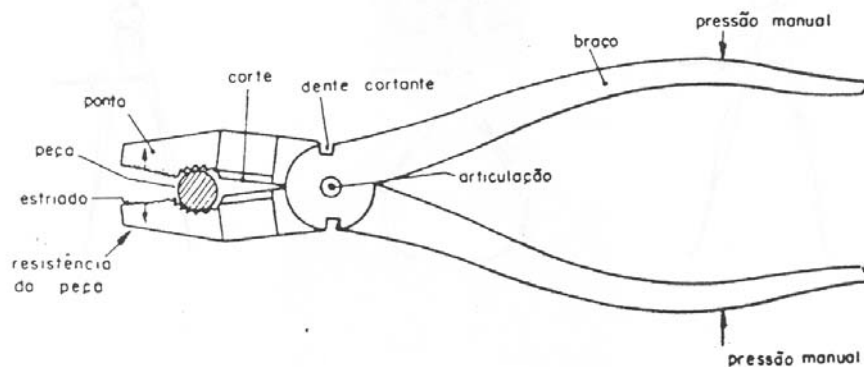
É uma ferramenta manual de aço carbono feita por fundição ou forjamento, composta de dois braços e um pino de articulação, tendo em uma das extremidades dos braços, suas garras, corte e pontas, temperadas e revenidas.

O alicate serve para segurar por apertos, cortar, colocar e retirar determinadas peças nas montagens.

Os principais tipos de alicates são:

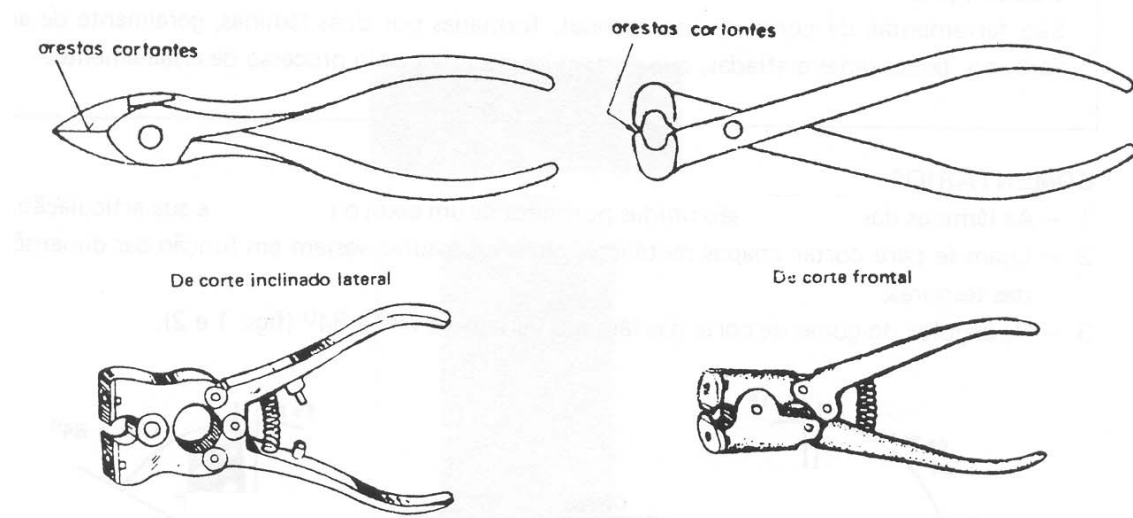
- 1- Alicate Universal
- 2- Alicate de Corte
- 3- Alicate de Bico
- 4- Alicate de Compressão
- 5- Alicate de Eixo Móvel

Alicate Universal



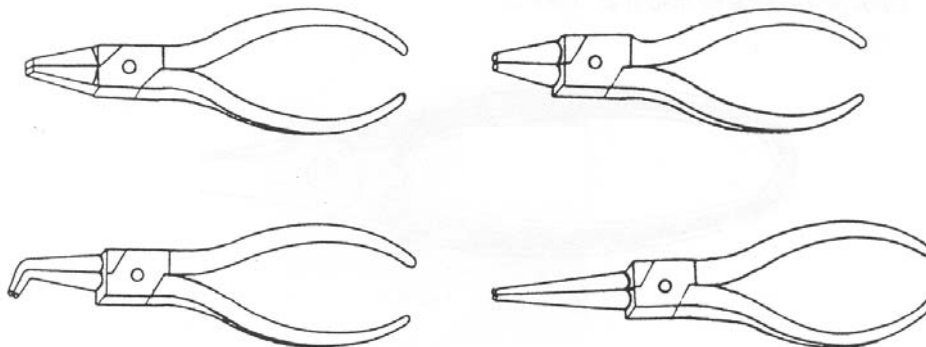
Serve para efetuar operações como segurar, cortar e dobrar.

Alicate de Corte



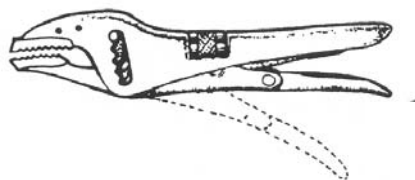
Serve para cortar chapas, arames e fios de aço.

Alicate de Bico



É utilizado em serviços gerais de mecânica e eletricidade.

Alicate de Compressão



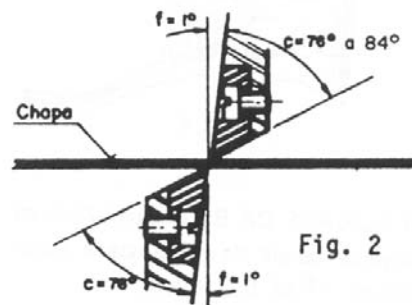
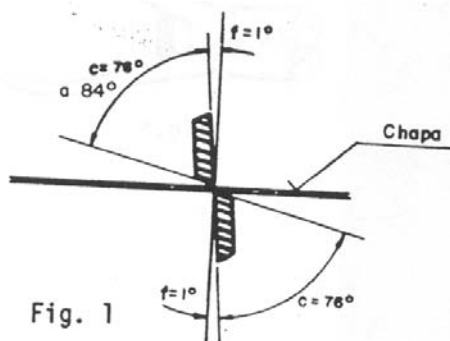
Trabalha por pressão e dá um aperto firme às peças, sendo sua pressão regulada por intermédio de um parafuso existente na extremidade.

Tesoura de Mão e de Bancada

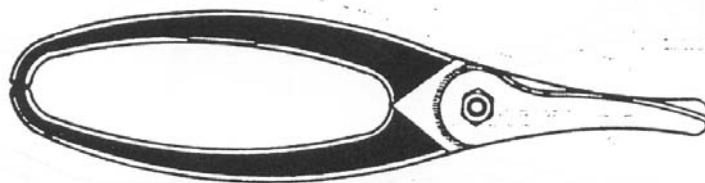
São ferramentas de corte de uso manual, formadas por duas lâminas, geralmente de aço carbono, temperadas e afiadas, que cortam os materiais pelo processo de cisalhamento.

Comentários

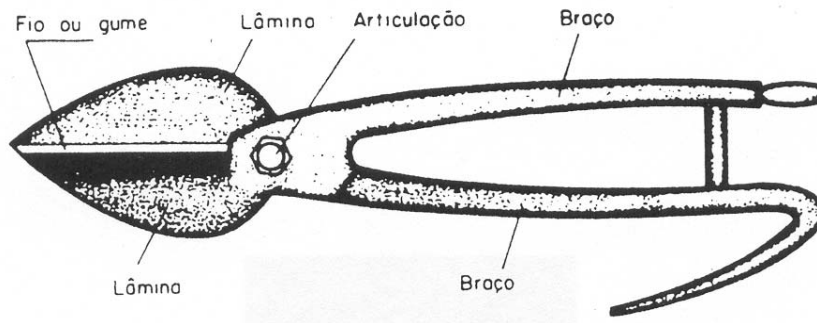
- 1- As lâminas das tesouras são unidas por meio de um eixo, o que permite sua articulação.
- 2- Usam-se para cortar chapas metálicas, cujas espessuras variam em função das dimensões das tesouras.
- 3- Os ângulos do gume de corte das lâminas variam de 76° a 84° .



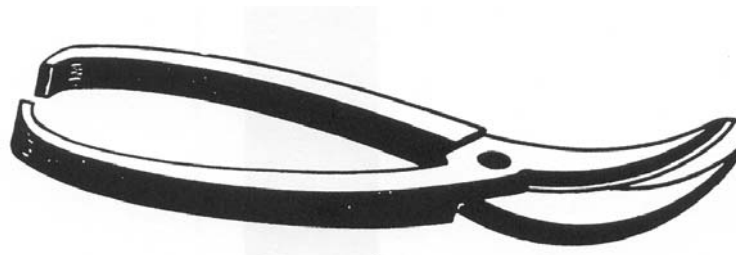
Tipos de Tesouras de mão



Tesoura manual reta de lâminas estreitas (para cortes em curva, de pequeno raio).



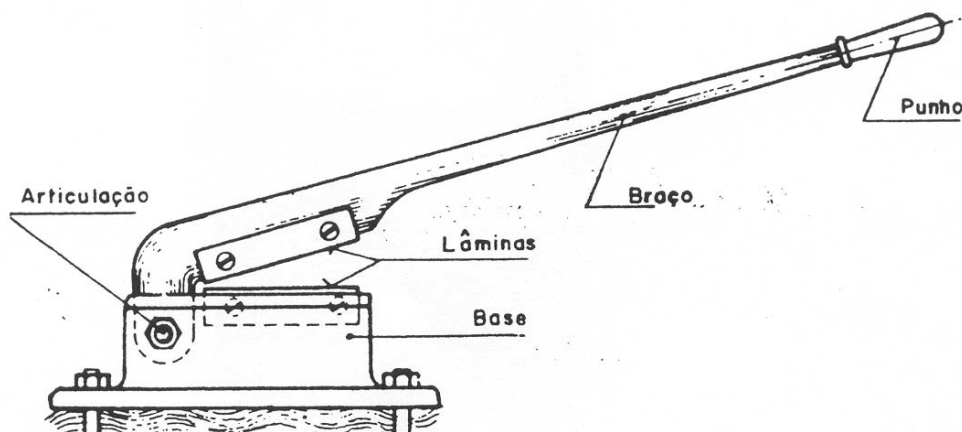
Tesoura manual reta de lâminas largas (para corte retos e curtos).



Tesoura manual curva (para cortes em curvas)

Comentário

As tesouras manuais são encontradas nos tamanhos de 150mm, 200mm, 250mm e 300mm.



As tesouras de bancada são identificadas pelo comprimento das lâminas.

FERRAMENTAS MANUAIS

Martelo

É uma ferramenta de impacto, constituída de um bloco de aço carbono preso a um cabo de madeira, sendo as partes com que se dão golpes, temperadas.

O martelo é utilizado na maioria das atividades industriais, tais como a mecânica geral, a construção civil e outras.

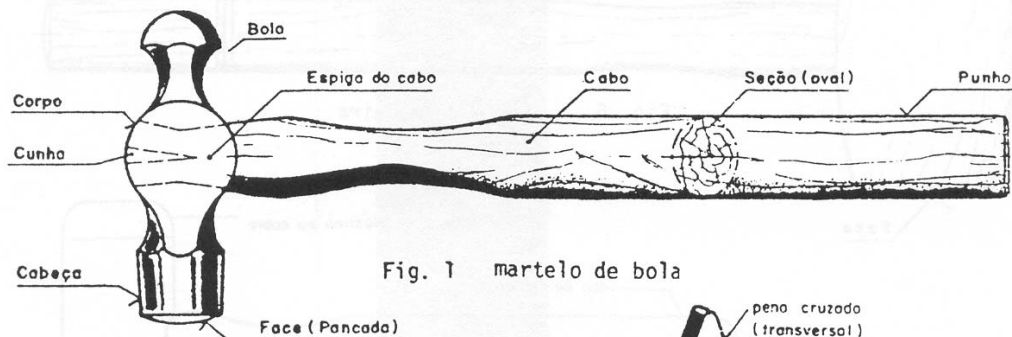
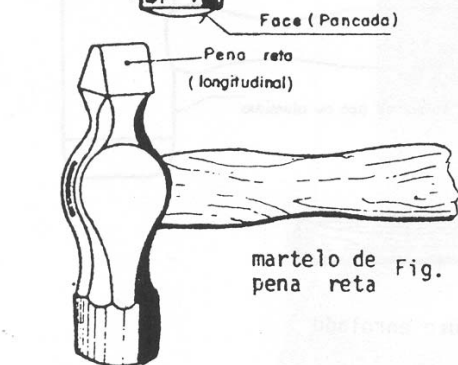


Fig. 1 martelo de bola



martelo de pena reta Fig. 2

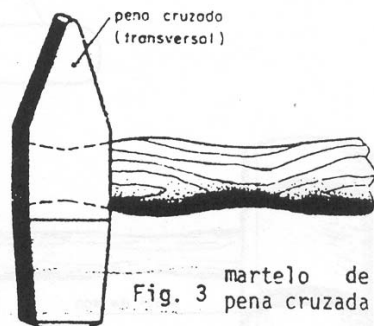


Fig. 3 martelo de pena cruzada

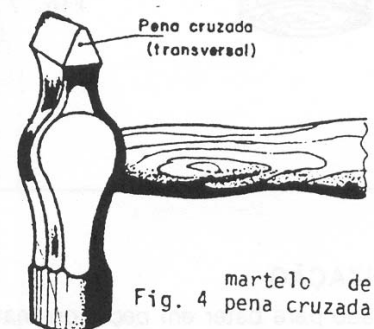


Fig. 4 martelo de pena cruzada

Comentários

Para o seu uso, o martelo, deve ter o cabo em perfeitas condições e bem preso através da cunha.

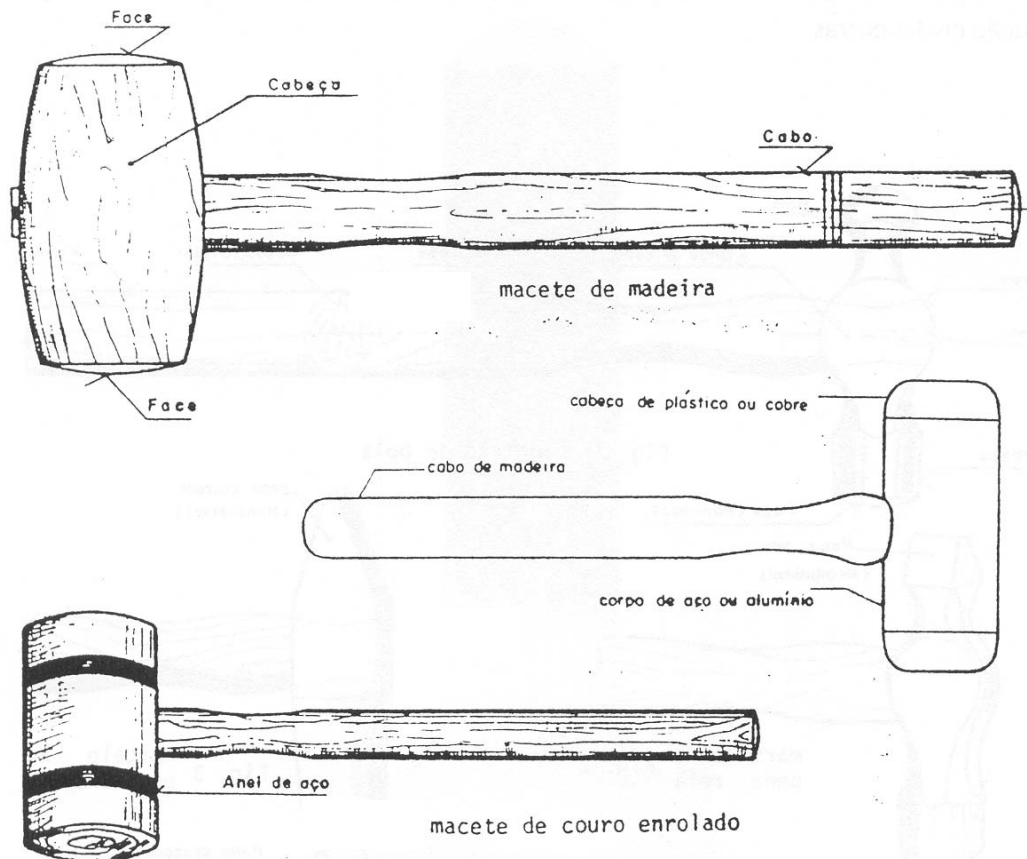
Por outro lado, deve-se evitar golpear com o cabo do martelo ou usá-lo como alavanca.

O peso do martelo varia de 200 a 1000 gramas.

Macete

É uma ferramenta de impacto, constituída de uma cabeça de madeira, alumínio, plástico, cobre, chumbo ou couro, e um cabo de madeira.

Utilizado para bater em peças ou materiais cujas superfícies sejam lisas e que não possam sofrer deformações por efeito de pancadas. Para sua utilização, deve ter a cabeça bem presa ao cabo e livre de rebardas.



Comentário

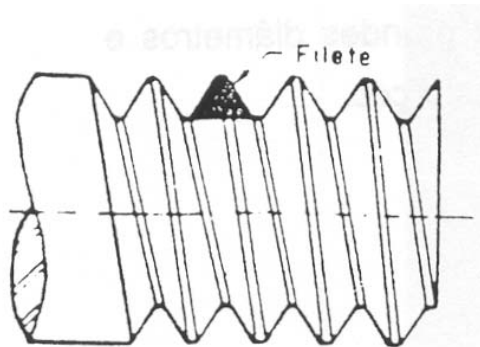
O peso e o material que constitui a cabeça, caracterizam os macetes.

Roscas

Rosca é uma saliência, em forma helicoidal, que se desenvolve, externa ou internamente, ao redor de uma superfície cilíndrica, cônica ou plana.

Essas saliências são denominadas filetes.

Exemplo:



Tipos de aplicações

Triangular – empregada em parafusos e porcas de fixação e em uniões em tubos.



Trapezoidal – Órgãos de comandos das máquinas-ferramentas, parafusos de prensas.



Quadrado – Em desuso, mas ainda aplicado em parafusos de peças sujeitas a choques e grandes esforços.



Dente de serra – Usados em parafusos e exercem grandes esforços em um só sentido, como em morsas e macacos.

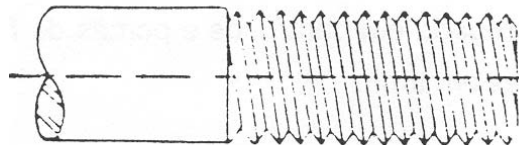


Redondo – Empregados em parafusos de grandes diâmetro e que devem suportar grandes esforços.

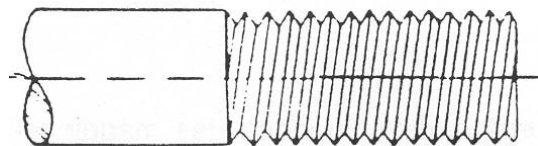


Quanto ao sentido de direção do filete as roscas podem ser:

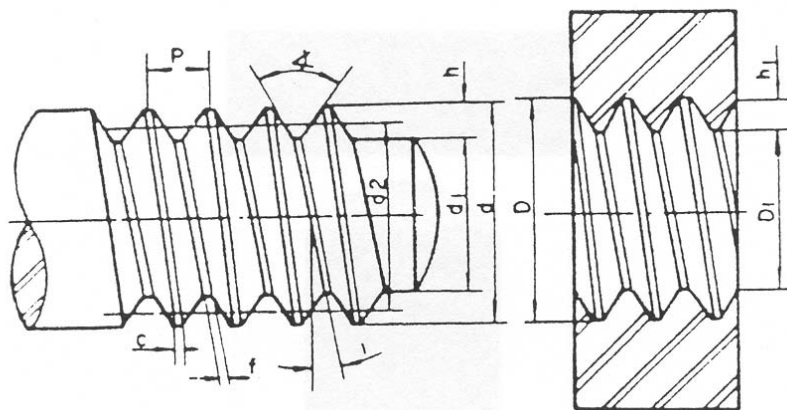
✓ **Rosca direita**



✓ **Rosca esquerda**



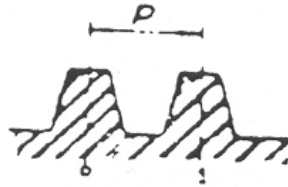
Independente do seu uso as roscas têm os mesmos elementos, variando apenas os formatos e dimensões.



p	passo	i	ângulo da hélice
d	diâmetro externo	c	crista
d1	diâmetro interno (núcleo)	D	diâmetro do fundo da porca
d2	diâmetro de flanco	D1	diâmetro do furo da porca
∠	ângulo do filete	D1	altura do filete da porca
f	fundo do filete		

Passo da Rosca

É a distância entre dois filetes, medida paralelamente ao eixo em pontos correspondentes.



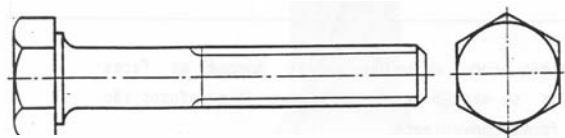
Parafusos, Porcas e Arruelas

Parafusos, porcas e arruelas são peças metálicas de vital importância na união e fixação dos mais diversos elementos de máquina.

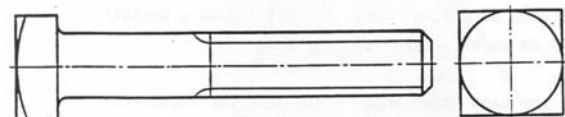
Por sua importância, a especificação completa de um parafuso e sua porca engloba os mesmos itens cobertos pelo projeto de um elemento de máquina, ou seja: material, tratamento térmico, dimensionamento, tolerâncias, afastamentos e acabamento.

Parafusos

O parafuso é formado por um corpo cilíndrico roscado e por uma cabeça que pode ser hexagonal, sextavada, quadrada ou redonda.



Cabeça hexagonal ou sextavada



Cabeça quadrada

Em mecânica, ele é empregado para unir e manter juntas peças de máquinas, geralmente formando conjuntos com porcas e arruelas.

Em geral, os parafusos são fabricados em aço de baixo e médio teor de carbono, por meio de forjamento ou usinagem. Os parafusos forjados são opacos e os usinados, brilhantes. As roscas podem ser cortadas ou laminadas.

Aço de alta resistência à tração, aço-liga, aço inoxidável, latão e outros metais ou ligas não-ferrosas podem também ser usados na fabricação de parafusos. Em alguns casos, os parafusos são protegidos contra a corrosão por meio de galvanização ou cromeação.

Dimensão dos parafusos

As dimensões principais dos parafusos são:

- Diâmetro externo ou maior da rosca;
- Comprimento do corpo;
- Comprimento da rosca;
- Altura da cabeça;
- Distância do hexágono entre planos e arestas.

O comprimento do parafuso refere-se ao comprimento do corpo.

Carga dos parafusos

A carga total que um parafuso suporta é a soma da tensão inicial, isto é, do aperto e da carga imposta pelas peças que estão sendo unidas. A carga inicial de aperto é controlada, estabelecendo-se o torque –limite de aperto. Nesses casos, empregam-se medidores de torque especiais (torquímtros).

Tipos de parafusos

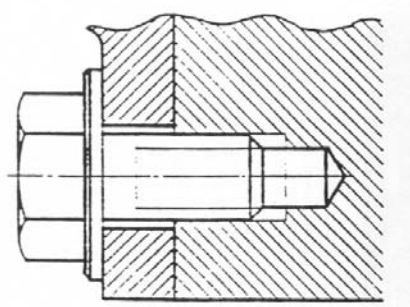
Os parafusos podem ser:

- 1) Sem porca
- 2) Com porca
- 3) Prisoneiro
- 4) Allen
- 5) De fundação farpado ou dentado
- 6) Auto-aterraxante
- 7) Para pequenas montagens

1) Parafuso sem porca

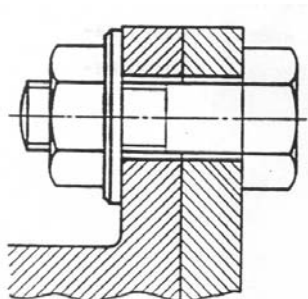
Nos casos onde não há espaço para acomodar uma porca, esta pode ser substituída por um furo com rosca em uma das peças.

A união dá-se através da passagem do parafuso por um furo passante na primeira peça e rosqueamento no furo com rosca da segunda peça.



2) Parafuso com porca

Às vezes, a união entre as peças é feita com o auxílio de porcas e arruelas. Nesse caso, o parafudo com porca é chamado passante.

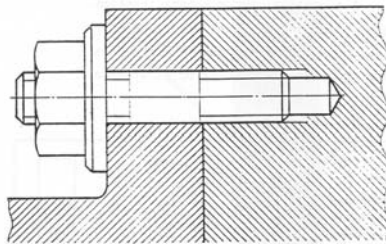


3) Parafuso prisioneiro

O parafuso prisioneiro é empregado quando se necessita montar e desmontar parafuso sem porca a intervalos frequentes.

Consiste numa barra de seção circular com roscas nas duas extremidades. Essas roscas têm sentido opostos.

Para usar o parafuso prisioneiro, introduz-se uma das pontas no furo roscado da peça e, com auxílio de uma ferramenta especial, aperta-se essa peça. Em seguida, aperta-se a segunda peça com uma porca e arruelas presas à extremidade livre do prisioneiro. Este permanece no lugar quando as peças são desmontadas.

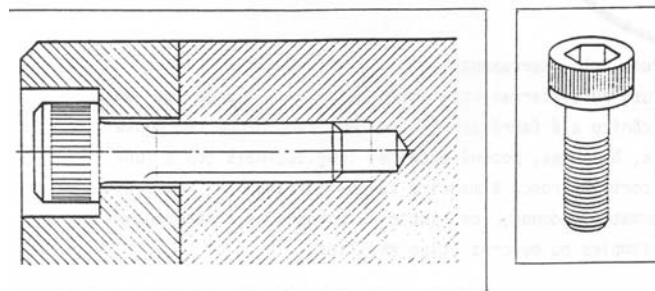


Aplicação do prisioneiro

4) Parafuso Allen

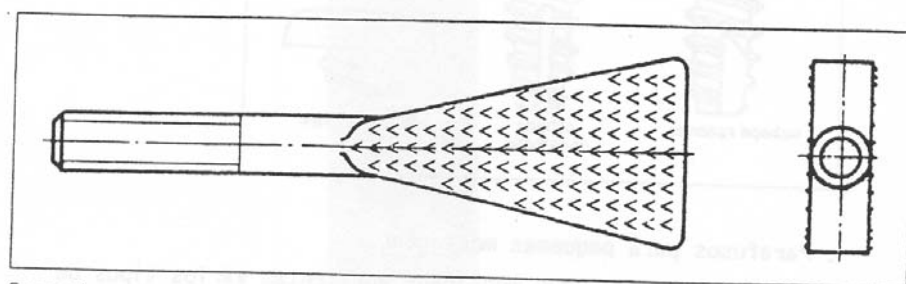
O parafuso Allen é fabricado com aço de alta resistência à tração e submetido a um tratamento térmico após a conformação. Possui um furo hexagonal de aperto na cabeça, que é geralmente cilíndrica e recartilhada. Para o aperto, utiliza-se uma chave especial: a chave Allen.

Os parafusos Allen são utilizados sem porcas e suas cabeças são encaixadas num rebaixo na peça fixada, para melhor acabamento.

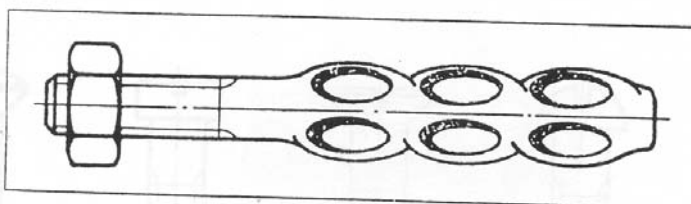


5) Parafuso de fundição farpado ou dentado

Os parafusos de fundição farpados ou dentados são feitos de aço ou ferro e são utilizados para prender máquinas ou equipamentos ao concreto ou à alvenaria. Têm a cabeça trapezoidal delgada e áspera que, envolvida pelo concreto, assegura uma excelente fixação. Seu corpo é arredondado e com dentes, os quais têm a função de melhorar a aderência do parafuso ao concreto.



Farpado

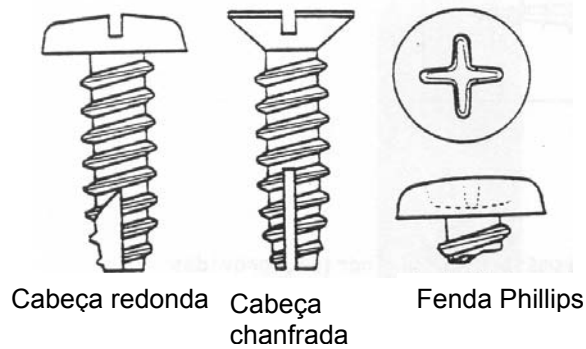


Dentado

6) Parafuso auto-atarraxante

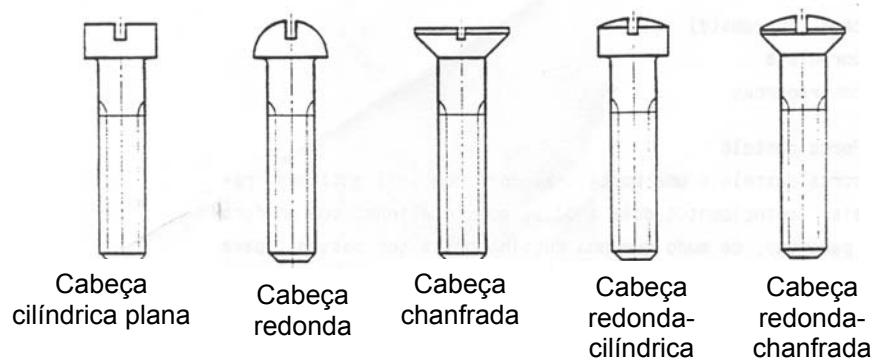
O parafuso auto-atarraxante tem rosca de passo largo em um corpo cônico e é fabricado em aço temperado. Pode ter ponta ou não e, às vezes, possui entalhes longitudinais com a função de cortar a rosca à maneira de uma tarraxa. As cabeças têm formato redondo, em latão ou chanfradas e apresentam fendas simples ou em cruz (tipo Phillips).

Esse tipo de parafuso elimina a necessidade de um furo roscado ou de uma porca, pois corta a rosca no material a que é preso. Sua utilização principal é na montagem de peças feitas de folhas de metal de pequena espessura, peças fundidas macias e plásticas.

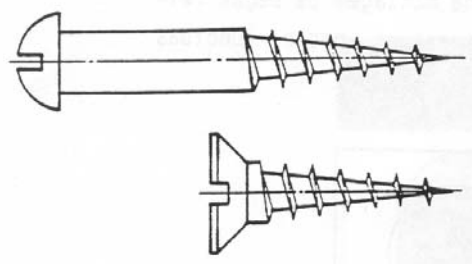


7) Parafusos para pequenas montagens

Parafusos para pequenas montagens apresentam vários tipos de roscas e cabeças e são utilizados para metal, madeira e plástico.



Dentre esses parafusos, os utilizados para madeira apresentam roscas especiais.



Porcas

Porcas são peças de forma prismática ou cilíndrica, providas de um furo roscado por onde são atarraxadas ao parafuso. São hexagonais, sextavadas, quadradas ou redondas e servem para dar aperto nas uniões de peças ou, em alguns casos, para auxiliar na regulação.

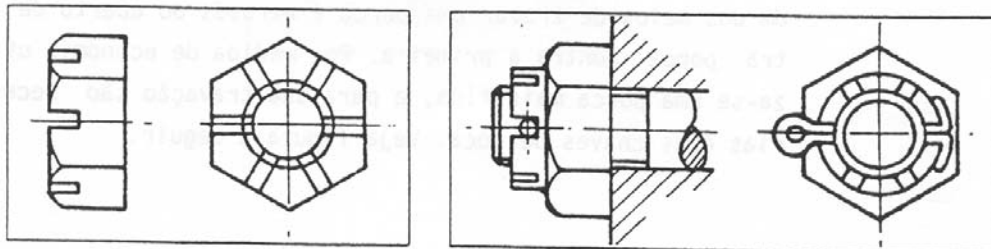
Tipos de Porcas

São os seguintes os tipos de porca:

- Castelo
- Cega (ou remate)
- Borboleta
- contraporcas

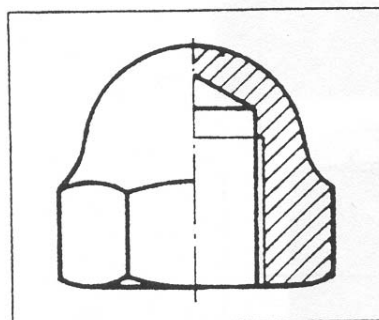
• **Porca Castelo**

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.



• **Porca cega (ou remate)**

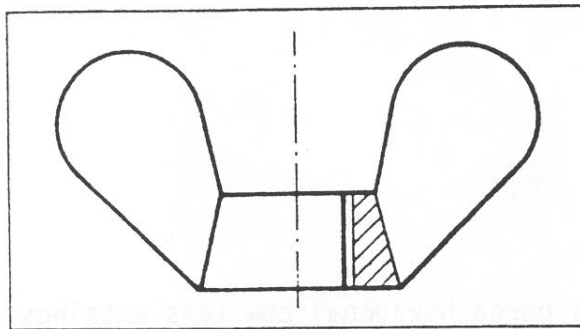
Nesse tipo de porca, uma das extremidades do furo rosqueado é encoberta, ocultando a ponta do parafuso.



A porca cega pode ser feita de aço ou latão, é geralmente cromada e possibilita um acabamento de boa aparência.

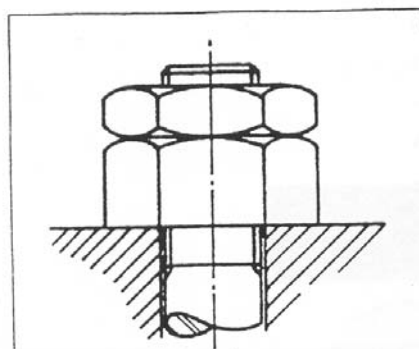
- **Porca borboleta**

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

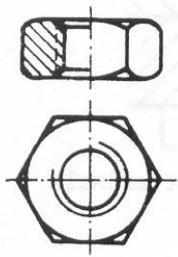


- **Contraporcas**

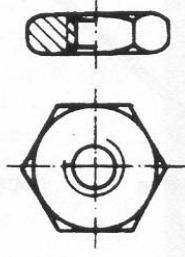
As porcas sujeitas a cargas de impacto e vibração apresentam tendência a afrouxar, o que pode causar danos às máquinas. Um dos meios de travar uma porca é através do aperto de outra porca contra a primeira. Por medida de economia utiliza-se uma porca mais fina, e para sua travação são necessárias duas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



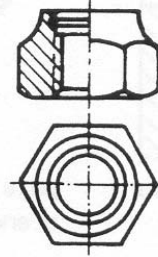
Tipos de Porcas



Porca sextavada

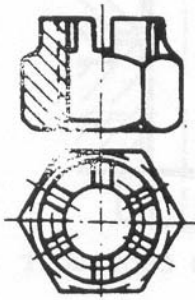


Porca sextavada chata

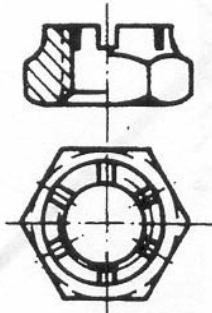


Porca sextavada autotravante alta

Porcas-castelo

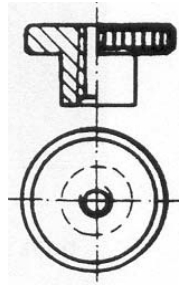


Porca-castelo



Porca-castelo chata

Porcas recartilhadas

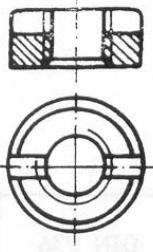


Porca recartilhada alta

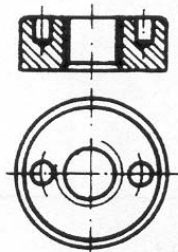


Porca recartilhada chata

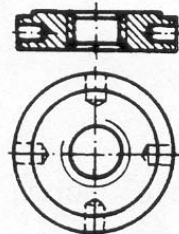
Porcas redondas



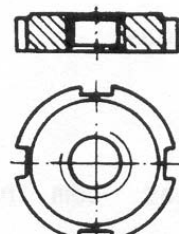
Porca redonda com fenda



Porca redonda com dois furos paralelos

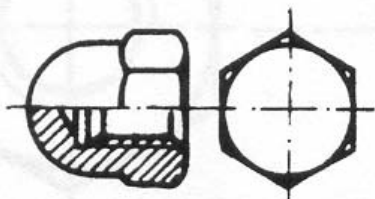


Porca redonda com furos radiais



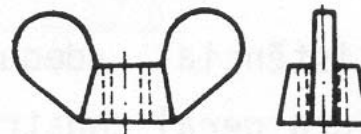
Porca redonda com entalhes

Porca cega



Porca cega alta

Porca especial




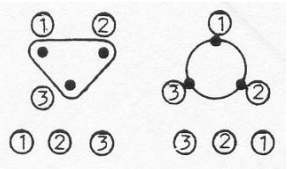
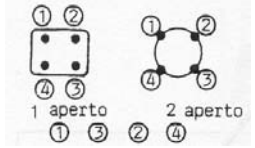
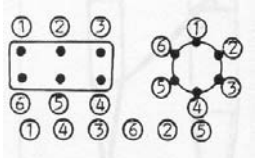
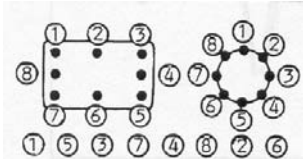
Porca borboleta

Sequências de apertos de séries de parafusos

Apertar parafusos evitando deformações e daslinhamentos

A tabela 1.1 mostra sequências adequadas de aperto. Deves-e observar ainda que os parafusos que estão sujeitos a forte solicitação de trabalho em altas temperaturas precisam ser reapertados a estas temperaturas.

Tabela 1.1 – Sequência de apertos de séries de parafusos

Número e disposição dos parafusos	Ordem de aperto das séries empregando o método de apertos sucessivos	Observações
	Apertos sucessivos alternados (metade do esforço de aperto)	Por meio de apertos sucessivos até metade do esforço de aperto evita-se o encurvamento
	Apertos alternados (metade de esforço de aperto)	Também no caso de três parafusos se evita o encurvamento da peça com apertos sucessivos alternados
	Apertos sucessivos cruzados (todo o esforço de aperto)	Para quatro ou mais parafusos pode efetuar-se o aperto para a força total de aperto
	Apertos sucessivos cruzados (todo o esforço de aperto)	O aperto em linha (1), (2), (3), etc. dá origem e encurvamento
	Apertos sucessivos cruzados (todo o esforço de aperto)	No aperto de juntas estanques com material de vedação escolhe-se muitas vezes outra ordem de aperto

ARRUELAS

São peças cilíndricas, de pouca espessura, com u 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 gripagem, isto é, desgaste da cabeça do parafuso ou da porca.

A maioria das arruelas é fabricada em aço, mas o latão também é empregado; neste caso, são utilizadas com porcas e parafusos de latão.

As arruelas de cobre, alumínio, fibra e couro são extensivamente usadas na vedação de fluidos.

Tipos de arruelas

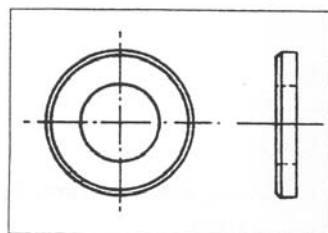
Os três tipos de arruelas mais usados são:

- Arruela lisa
- Arruela de pressão
- Arruela destrelada

• **Arruela lisa**

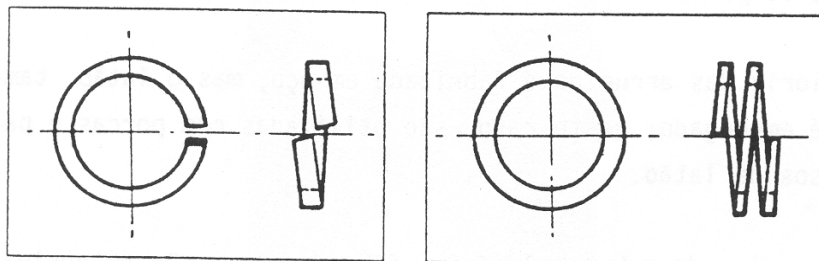
A arruela lisa (ou plana) geralmente é feita de aço e é usada sob uma porca para evitar danos à superfície e deistribuir a força do aperto.

As arruelas de qualidade inferior, mais baratas, são furadas a partir de chapas brutas, mas as de melhor qualidade são usinadas e têm a borda chanfrada como acabamento.



- **Arruela de pressão**

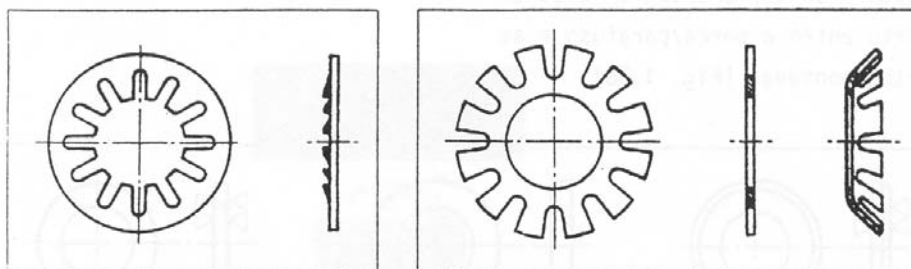
A arruela de pressão consiste em uma ou mais espirais de mola helicoidal, feita de aço de mola de seção retangular. Quando a porca é apertada, a arruela se comprime, gerando uma grande força de atrito entre a porca e a superfície. Essa força é auxiliada por pontas aguçadas na arruela que penetram nas superfícies, proporcionando uma travação positiva.



- **Arruela estrelada**

A arruela estrelada (ou arruela de pressão serrilhada) é feita de aço de molas e consiste em um disco anular provido de dentes ao longo do diâmetro interno ou diâmetro externo. Os dentes são torcidos e formam pontas aguçadas. Quando a porca é apertada, os dentes se aplainam penetrando nas superfícies da porca e da peça em contato.

A arruela estrelada com dentes externo é empregada em conjunto com parafusos de cabeça chanfrada.



Cuidados na montagem

Todo mecânico de manutenção sabe que um parafuso quebrado pode soltar uma peça que provavelmente encontrará ou se quebrará, danificando todo o conjunto. Um pedaço desse mesmo parafuso quebrado pode também cair entre as engrenagens e passar no meio delas, quebrando dentes e eixos. Por

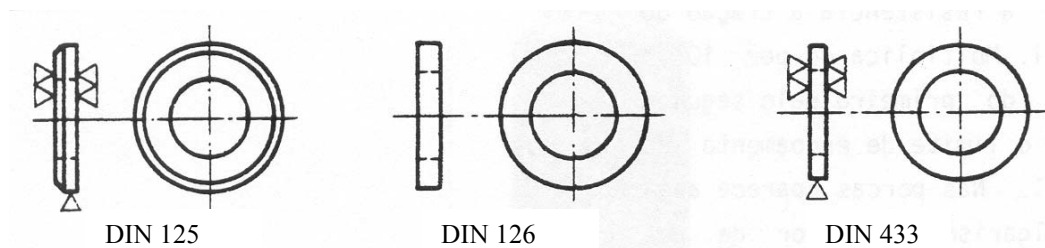
essa razão, em qualquer serviço de manutenção, é muito importante usar um parafuso feito com o melhor material possível, bem como seguir rigorosamente as especificações do fabricante.

Além disso, no serviço de montagem em que sejam necessários parafusos, deve-se considerar tanto o próprio parafuso quanto a peça por ele fixada.

Na maioria dos casos, os manuais de serviços das máquinas fornecem os dados sobre a sequência de operações e o aperto adequado. Quando isso não acontece, as seguintes precauções devem ser tomadas:

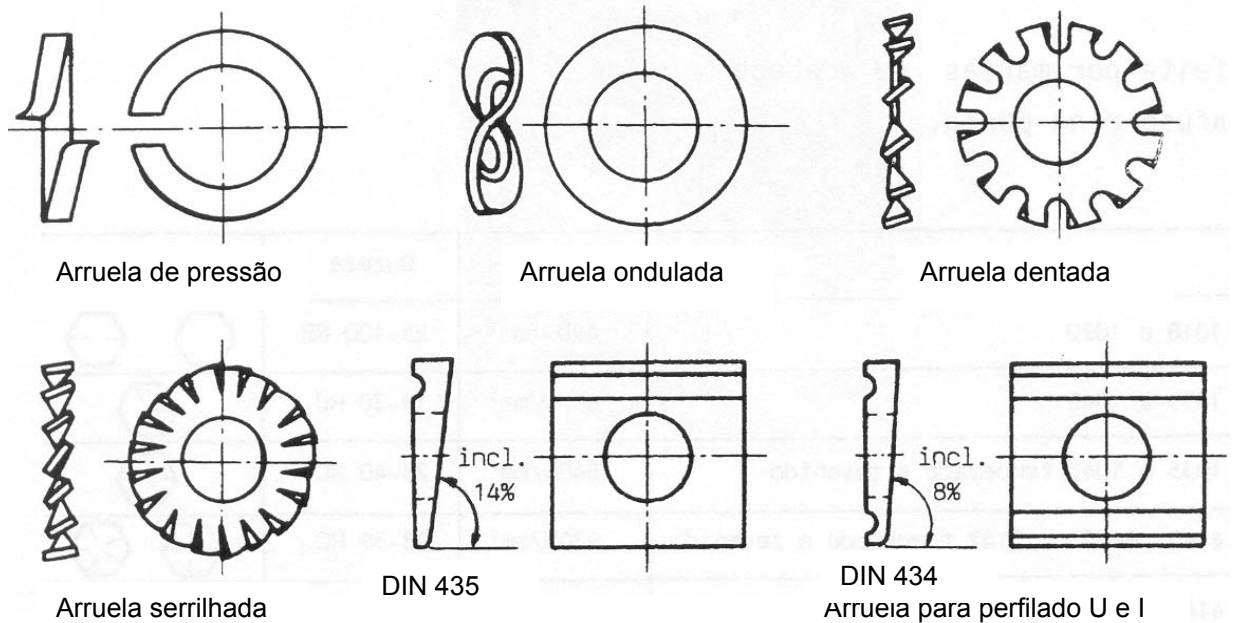
- No caso de reaproveitamento do parafuso, examiná-lo cuidadosamente, verificando se não está trincado, torto ou com a rosca espanada;
- Não reaproveitar parafusos ou porcas danificados, nem tentar recuperá-los;
- Examinar o alojamento do parafuso no corpo da máquina ou da porca. Proceder à limpeza e repassar o macho para eliminar rebarbas e impurezas.

As arruelas têm a função de distribuir uniformemente a força de aperto entre a porca/parafuso e as partes montadas.



Durante o funcionamento de um mecanismo, as vibrações, os esforços e os atritos tendem a despertar as peças roscadas. Devido a isso, muitos tipos de arruelas têm também a função de elemento de trava.

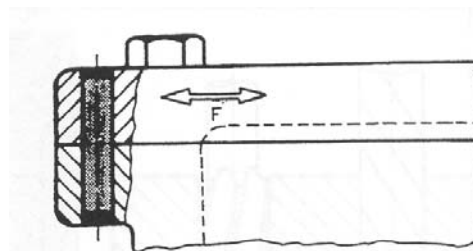
Tipos de Arruelas



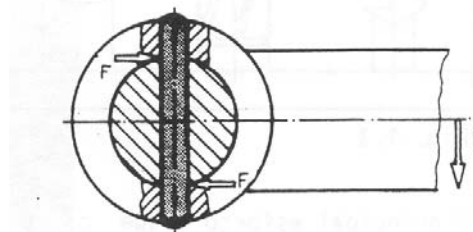
Pino

É uma peça geralmente cilíndrica ou cônica, oca ou maciça que serve para alinhamento, fixação e transmissão de potência.

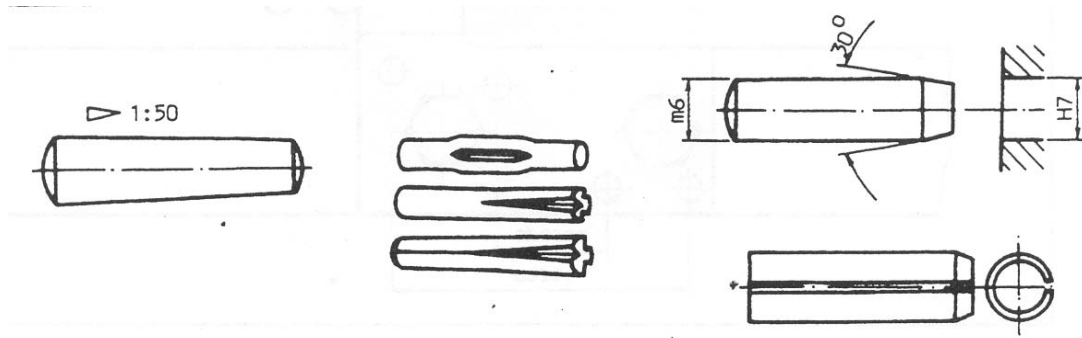
Pino alinhando uma tampa fixada por parafuso ao corpo da máquina.



Alavanca fixada ao eixo através de pino.



Os pinos se diferenciam por suas características de utilização, forma, tolerâncias dimensionais, acabamento superficial, material e tratamento térmico.



Os alojamentos para pinos devem ser calibrados com alargador que deve ser passado de uma só vez pelas duas peças a serem montadas (fig. 1). Esta calibragem é dispensada quando se usa pinoestriado ou pino tubular partido (elástico) (fig. 2).

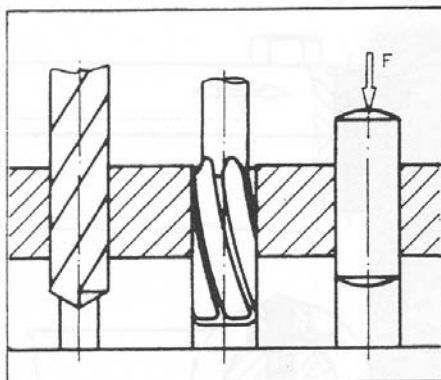


Fig. 1

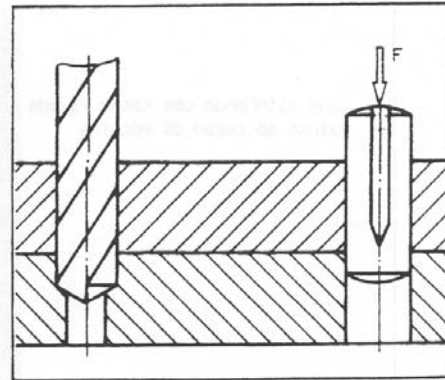
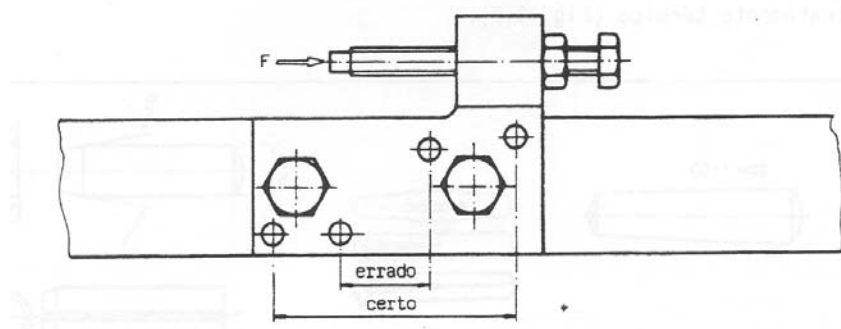


Fig. 2

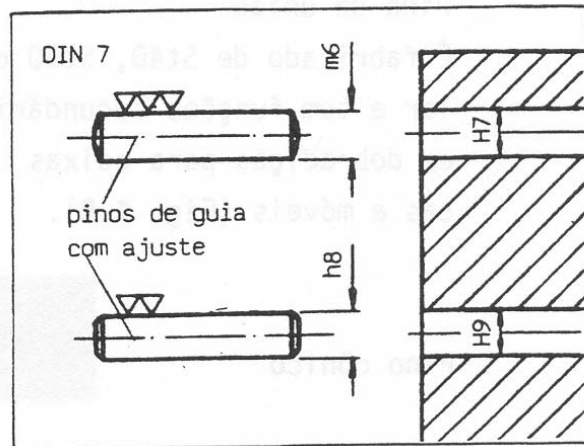
O principal esforço a que os pinos, de modo geral, estão sujeitos é o de cisalhamento. Por isso os pinos com função de alinhar ou centrar devem estar a maior distância possível entre si, para diminuir os esforços de corte. Quanto menor a proximidade entre os pinos, maior o risco de cisalhamento e menor a precisão no ajuste.



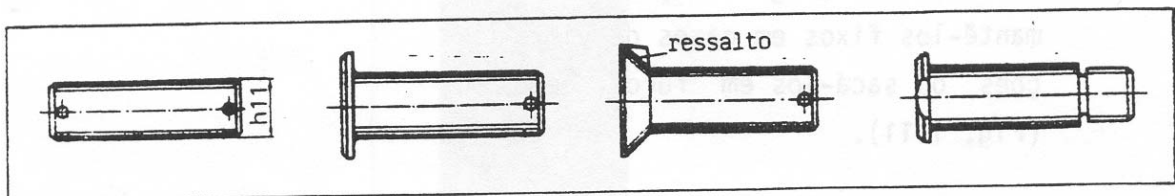
Pino Cilíndrico Paralelo

Pino de ajuste (guia) temperado

É feito de aço-prata ou similar, é temperado, revenido e retificado. Pode resistir a grandes esforços transversais e é usado em diversas montagens, geralmente associado a parafusos e prisoneiros.



Pode ser liso, liso com furo para cupilha, com cabeça e furo para cupilha, com cabeça provida de ressalto para evitar o giro, com ponta roscada e cabeça.



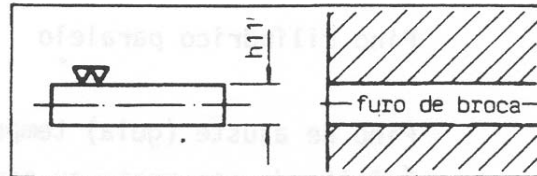
Todos os pinos que apresetnam furo ou rosca são usados como eixo para articulações ou para suportar rodas, polias, cabos, etc. A precisão destes pinos é J6, m6 ou h8.

Pino de Segurança

É fabricado de St50, St60 ou similar e sem têmpera. É usado principalmente em máquinas-ferramentas como pino de cisalhamento, isto é, em caso de sobrecarga esse pino se rompe para que não quebre um componente de maior importância.

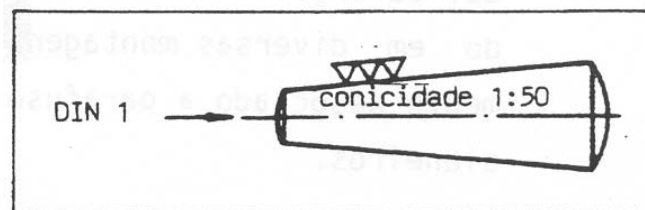
Pino de União

É fabricado de St50 ou similar e tem funções secundárias como em dobradiças para caixas metálicas e móveis.



Pino Cônico

Feito geralmente de aço-prata, é temperado ou não e retificado. Tem por diâmetro nominal o diâmetro menor, para que se use a broca com essa medida antes de calibrar com alargador.



Existem pinos cônicos com extremidade roscada (fig. 1) a fim de mantê-los fixos em casos de vibrações ou sacá-los em furos cegos (fig. 2).

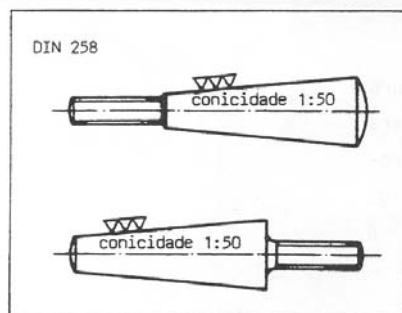


Fig. 1

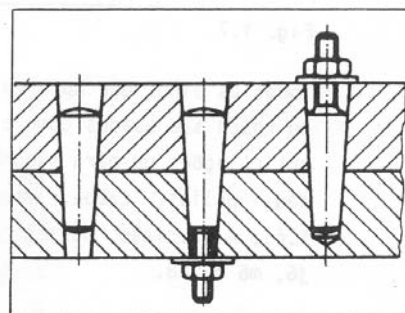
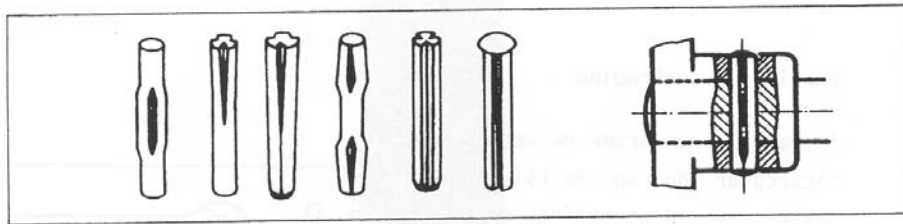


Fig. 2

O pino cônico tem largo emprego na construção de máquinas, pois permite muitas desmontagens sem prejudicar o alinhamento dos componentes; além do que é possível compensar eventual desgaste ou alargamento do furo.

Pino estriado

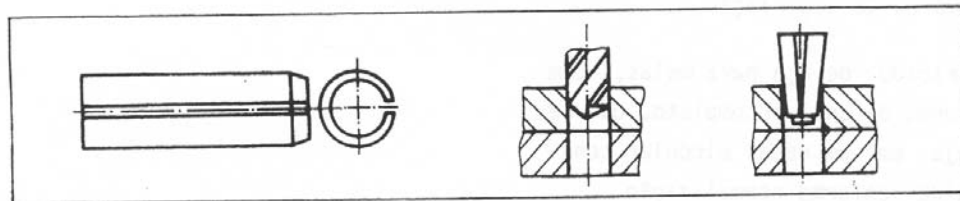
A superfície externa do pino estriado apresenta três entalhes e respectivos rebordos. A forma e o comprimento dos entalhes determinam os tipos de pinos. O uso destes pinos dispensa o acabamento e a precisão do furo alargado.



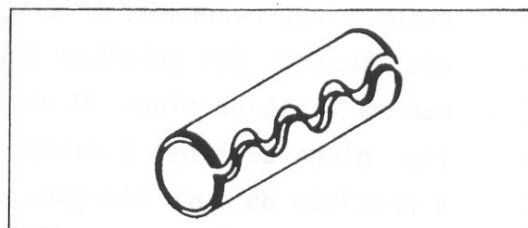
Pino tubular fendido

Também conhecido como pino elástico, é fabricado de fita de aço para mola enrolada. Quando introduzido, a fenda permanece aberta e elástica gerando o aperto.

Este elemento tem grande emprego como pino de fixação, pino de ajuste e pino de segurança. Seu uso dispensa o furo alargado.

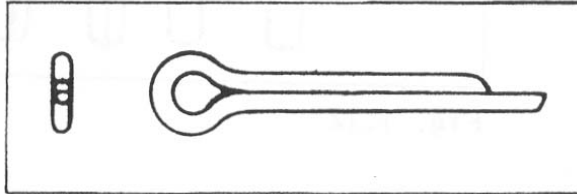


Há um elástico especial chamado Connex , com fenda ondulada cujos cantos estão opostos entre si. Isto proporciona uma força de ajuste maior em relação ao pino elástico comum.



Culha ou contrapino

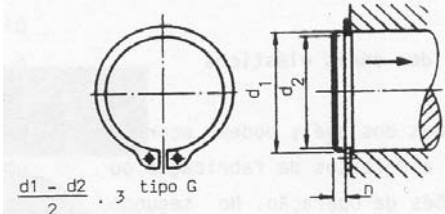
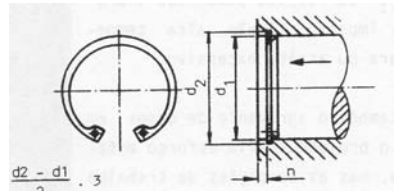
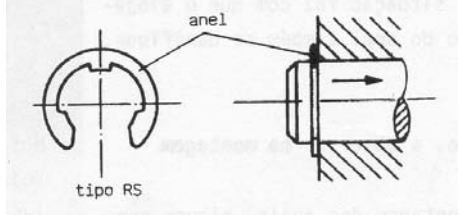
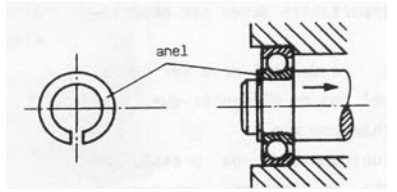
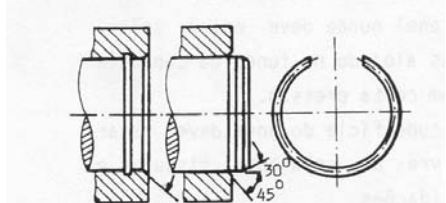
Trata-se de um arame de secção semicircular dobrado de tal forma a obter-se um corpo cilíndrico e uma cabeça. A cupilha é usada principalmente para travar porcas-castelo.



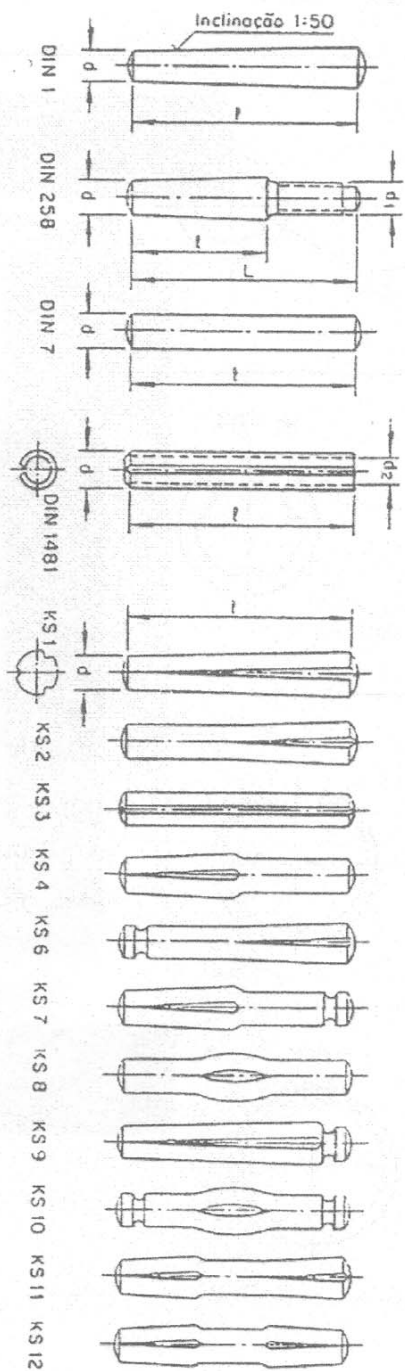
Nota

Um pino qualquer ao se quebrar deve ser substituído por outro com as mesmas características de forma, material, tratamento e acabamento.

Tipos usuais de anéis elásticos e aplicações

<p>Aplicação: para eixos com diâmetro entre 4 e 1 000 mm. Trabalha externamente – DIN 471.</p>	 <p>$\frac{d1 - d2}{2} . 3$ tipo G</p>
<p>Aplicação: para furos com diâmetro entre 9,5 e 1 000 mm. Trabalha internamente – DIN 472.</p>	 <p>$\frac{d2 - d1}{2} . 3$</p>
<p>Aplicação: para eixos com diâmetro entre 8 e 24 mm. Trabalha externamente – DIN 6799.</p>	 <p>anel tipo RS</p>
<p>Aplicação: para eixos com diâmetro entre 4 e 390 mm para rolamentos.</p>	 <p>anel</p>
<p>Anéis de secção circular – para pequenos esforços axiais.</p>	 <p>anel</p>

Pinos de acordo com normas DIN



Dimensões antes da montagem: d1 diâmetro externo, d2 diâmetro interno

Dimensões em mm

	d	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50
Pino cônico DIN 1	l	8...18	10...26	12...36	12...40	14...50	16...60	20...70	24...100	28...120	32...140	36...165	40...200	50...230	55...260	60...260	70...260	80...260
Pino cônico com rosca na extremidade DIN 258 (1,43 x)	d ₁	—	—	—	—	—	—	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M16	M20	M24	M30	M36
	l	—	—	—	—	—	25	30	40	45	60	72	85	100	110	130	150
	L	—	—	—	—	—	—	40...50	45...60	55...75	65...100	85...140	100...160	120...190	140...250	160...280	190...320	220...360
Pino cilíndrico DIN 7	l	4...12	4...16	6...20	6...24	8...32	10...40	12...50	14...60	16...80	20...100	28...140	32...180	40...200	50...200	60...200	80...200	100...200
Pino elástico DIN 1481 (6,46x)	d ₁	1,2	1,7	2,3	2,8	3,3	4,4	5,4	6,4	8,5	10,5	13,5	16,5	20,5	25,5	30,5	40,5	50,5
	d ₂	0,8	1,7	1,5	1,8	2,1	2,8	3,4	3,9	5,5	6,5	0,5	10,5	12,5	15,5	18,5	24,5	30,5
	l	4...12	4...16	6...20	6...24	8...32	10...40	12...50	14...60	16...80	20...100	28...140	32...180	40...200	50...200	60...200	80...200	100...200
Pino ranhurado KS 1 até KS 7 e KS 9	l	4...18	4...20	6...30	6...30	6...40	8...60	8...60	10...80	12...100	14...160	20...160	26...200	30...200	30...200	—	—	—
Pino ranhurado KS 10, KS 11 e KS 12	l	—	8...20	12...30	12...30	12...40	18...60	18...60	24...80	30...100	36...160	45...160	45...200	45...200	45...200	—	—	—

Contrapinos

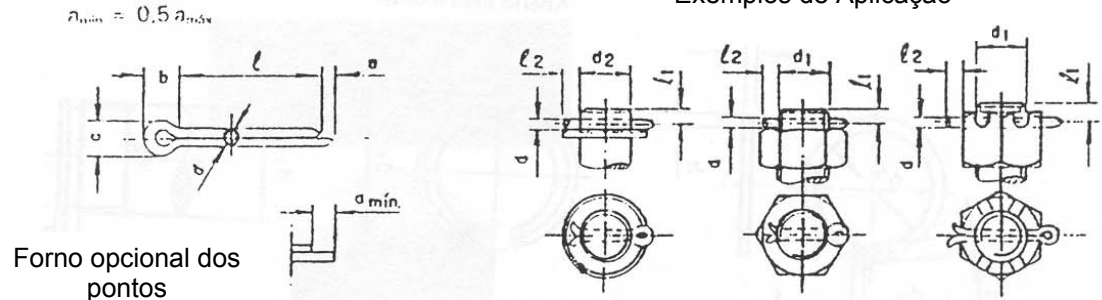
De acordo com norma NBR 6378

Designação de um contrapino de diâmetro normal 3,2 (diâmetro do furo)

Comprimento 50 mm de aço carbono

Contrapino 3,2 x 50 aço NBR 6378

Exemplos de Aplicação



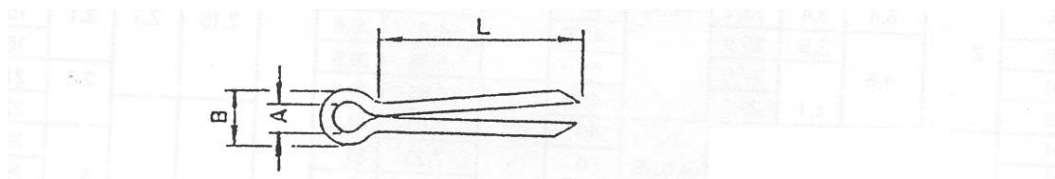
l = 5 . 8 . 10 . 12 . 14 . 16 . 18 . 20 . 22 . 25 . 28 . 32 . 36 . 40 . 45 . 50 . 56 . 63 . 71 . 80 . 90 . 100 . 112 . 125 . 140 . 160 . 180 . 200

Conforme o diâmetro

Dimensões em mm

Diâmetro nominal		1	2,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13
d	Máximo	0,9	1	1,4	1,8	2,3	2,9	3,7	4,6	5,9	7,5	9,5	12,4
	Mínimo	0,8	0,9	1,3	1,7	2,1	2,7	3,5	4,4	5,7	7,3	9,3	12,1
A Máximo		1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4	4	4	4	6,3	6,3
b		3	3	3,2	4	5	6,4	8	10	12,6	16	20	26
c	Máximo	1,8	2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,4	9,2	11,8	15	19	24,8
	Mínimo	1,6	1,7	2,4	3,2	4	5,1	6,5	8	10,3	13,1	16,6	21,7
d ₁	Acima de	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	20	27	39	56	80
	Até	4,5	5,5	7	9	11	14	20	27	39	56	80	120
d ₂	Acima de	3	4	5	6	8	9	12	17	23	29	44	69
	Até	4	5	6	8	9	12	17	23	29	44	69	110
l ₁ Mínimo		1,5	1,8	2,3	2,8	3,5	4,6	5,5	7	9,2	12	14	15,5
l ₂ Mínimo		4	5	5	6	6	8	8	10	12	14	16	20

Contrapinos (de acorco dom a norma americana)

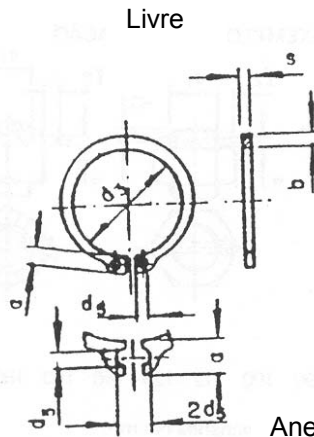


Dimensões em pol.

Parafuso (NC)	Diâmetro do furo	A	B	Broca nº	L	
					Curto	Longo
1/4	1/16	3/32	5/32	48	1/2	5/8
5/16	1/16	3/32	5/32	48	5/8	3/4
3/8	3/32	1/8	7/32	36	3/4	7/8
7/16	3/32	1/8	7/32	36	3/4	1
1/2	3/32	1/8	7/32	36	7/8	1 1/8
9/16	1/8	5/32	9/32	28	1	1 1/4
5/8	1/8	5/32	9/32	28	1 1/8	1 3/8
3/4	1/8	5/32	9/32	28	1 1/4	1 1/2
7/8	1/8	5/32	9/32	28	1 3/8	1 3/4
1	1/8	5/32	9/32	28	1 5/8	2

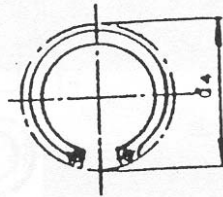
Dimensões de anéis de retenção para eixos

Tipo pesado



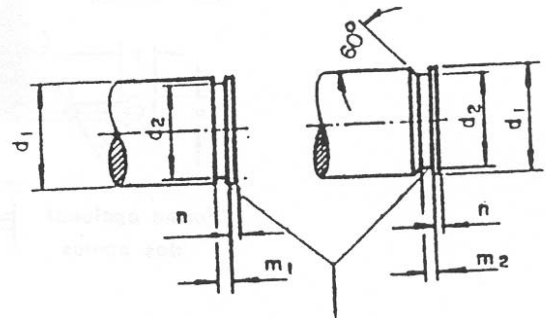
Livre

Aberto para motor



Anel de retenção

Forma normal



Fundo da ranhura com canto

Ranhura no eixo

Forma facultativa quando
com carga unilateral
Sentido da carga

Dimensões, Massa e Força Axial

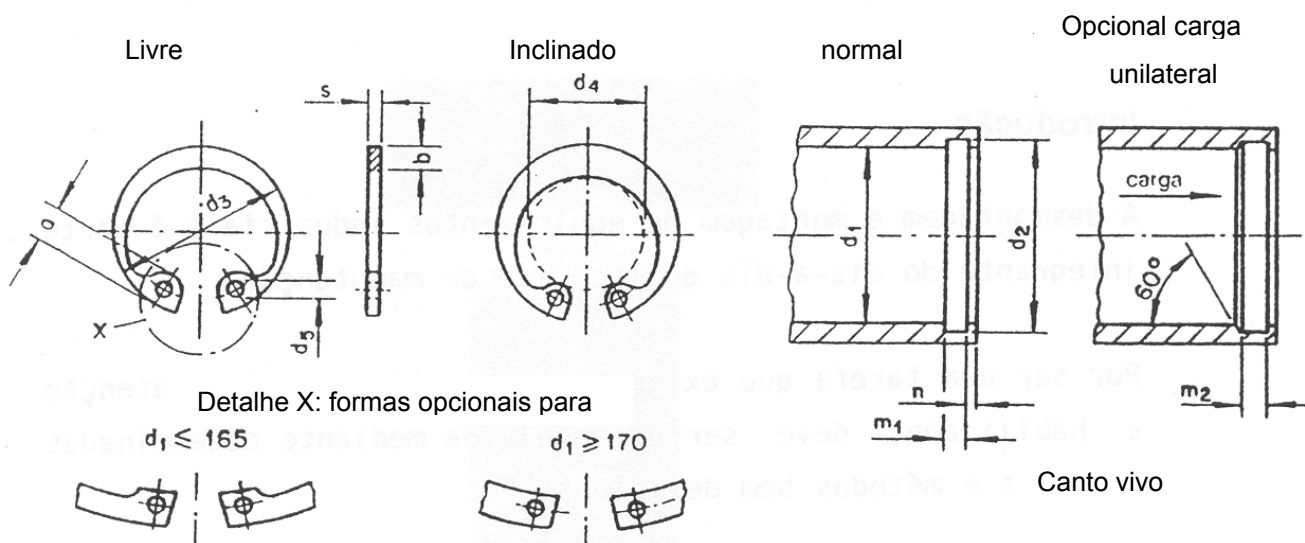
Dimensões em mm

D1 ± 1%	Anel de retenção							Ranhura no eixo					Força axial kgf(2) ≤		
	S H11	a máx.	b ≈ (3)	d ₃		d ₄	d ₅ mín	Massa kg/1000 peças	d _{2m}		m ₁ H13	m ₂ mín.		n mín	
15	1,5	4,8	2,4	13,8	+ 0,18 - 0,36	25,5	2	1,10	14,3	h11	1,6	1,7	1,1	400	
16		5	2,5	14,7		27,5		1,19	15,2				1,2	490	
17			2,6	15,7		28,5		1,39	16,2					520	
18		5,1	2,7	16,5		29,5		1,56	17					690	
20	1,75	5,5	3	18,5	+ 0,21 - 0,42	32,5	2,5	2,19	19	h 12	1,85	2	1,5	770	
22		6	3,1	20,5		35,5		2,42	21					845	
24		6,3	3,2	22,2		38		2,76	22,9				1,7	1010	
25	2	6,4	3,4	23,2		- 0,42		39	2,5		3,59	23,9	2,15	2,3	2,1
28		6,5	3,5	25,9	42,5		4,25	26,6				1500			
30			4,1	27,9	44,5		5,35	28,6				1620			
32				29,6	46,5		5,85	30,3			2,6	2100			
34	2,5	6,6	4,2	31,5	+ 0,25	49	2,5	7,05	32,3		2,65	2,8	3	2220	
35		6,7		32,2	- 0,50	50		7,20	33						2670
38		6,8	4,3	35,2		53		8,30	36						2910
40		7	4,4	36,5	+ 0,39	55,5		- 0,78	8,60				37,5	3,8	3810
42		7,2	4,5	38,5	58	9,30			39,5				4000		
45		7,5	4,7	41,5	61,5	10,7			42,5				4300		
48		7,8	5	44,5	65	11,3			45,5				4600		
50	3	8	5,1	45,8	+ 0,46 - 0,92	68	2,5	15,3	47		3,15	3,3	4,5	5700	
52		8,2	5,2	47,8		70		16,6	49					5950	
55		8,5	5,4	50,8		73,5		17,1	52					6300	
58		8,8	5,6	23,8		77		18,9	55					6650	
60		9	5,8	55,8		79		19,4	57					6900	
65	4	9,3	6,3	60,8	+ 0,54 - 1,08	85	3	29,1	62		4,15	4,3	5,3	7500	
70		9,5	6,6	65,5		90,5		35,3	67					8050	
75		9,7	7	70,5		96		39,3	72					8600	
80		9,8	7,4	74,5		101		43,7	76,5					10700	
85		10	7,8	79,5	106,5	3,5	48,5	81,5	11400						
90		10,2	8,2	84,5	+ 0,54		112	29,4	86,5				12100		
100		10,5	9	94,5	- 1,08		124	71,6	96,5				13500		

Dimensões de anéis de retenção para furos (continua)

Para informações mais completas consultar PB 308 Parte II

A formação não necessita corresponder aos desenhos abaixo: apenas as dimensões devem corresponder às indicações abaixo.



Dimensões em mm

D1 ± 1%	Anel de retenção							Ranhura no furo					Força axial kgf(3)						
	S H11	a máx.	b ≈ (4)	d ₃		d ₄	d ₅ mín	Massa kg/1000 peças	d ₂ (2)		m ₁ (1) H13	m ₂ mín.		n mín					
8	0,8	2,4	1,1	8,7	+ 0,36 - 0,18	2,8	1	0,140	8,4	H11	0,9	1	0,6	128					
9		2,5	1,3	9,8		3,5	0,150	9,4	144										
10	1	3,2	1,4	10,8		3,1	1,2	0,180	10,4		1,1	1,2		0,75	160				
11		3,3	1,5	11,8		3,9		0,310	11,4						176				
12		3,4	1,7	13		4,7	1,5	0,370	12,5				0,9		240				
13		3,6	1,8	14,1		5,3		0,420	13,6						314				
14		37	1,9	15,1		6	1,7	0,520	14,6				1,1		1,2	1,1	336		
15		2	16,2	7		0,560		15,7	422										
16			3,8	17,3		7,7		0,600	16,8					1,2			515		
17		3,9	2,1	18,3		+ 0,42 - 0,21	8,4	2	0,650				17,8	H12	1,3	1,4	1,8	547	
18		4,1	2,2	19,5			8,9		0,740				19					1,5	725
19		4,2	2,3	20,5			9,8		0,830				20						764
20				21,5	10,6		0,900		21	780									
21				22,5	11,6		1		22	810									
22				23,5	12,6		1,10		23	835									
24	1,2	4,4	2,6	25,9	14,2		2,5		1,42	25,2	1,3	1,4	2,1				1160		
25		4,5	2,7	26,9	15				1,50	26,2							1200		
26		4,7	2,8	27,9	15,6	1,60		27,2	2,6	1250									
28		4,8	2,9	30,1	17,4	1,80		29,4		3			1330						
30		1,5	5,4	3	32,1	19,4		2,5	2,06				31,4	1,6	1,7	1370			
31				5,2	3,2	33,4			+ 0,50	19,6			2,10			32,7	2,6	1380	
32	3,2			34,4	- 0,25	20,2	2,21		33,7	1390									
34				3,3	36,5	22,2	3,20		35,7	2320									
35			3,4	37,8	23,2	3,51	37		1,85	2	3,8	2690							
36			3,5	38,8	24,2	3,70	38					2640							
37	5,5		3,6	39,8	25	3,74	39					2710							
38			3,7	40,8	26	3,90	40					2820							
40	1,75	5,8	3,9	43,5	+ 0,78	27,4	2,5	4,70	42,5	1,85	2	3,8	4050						
42		5,9	4,1	45,5	- 0,39	29,2		5,40	44,5				4250						
45		6,2	4,3	48,5	31,6	6		47,5	4310										
47		6,4	4,4	50,5	+ 0,92	33,2		6,10	49,5				4350						
48		4,5	51,5	- 0,46	34,6	6,70		50,5	4320										
50		6,5	4,6	54,2		36		7,30	53				6070						

DESMONTAGEM E MONTAGEM DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Introdução

A desmontagem e montagem de equipamentos industriais é parte integrante do dia-a-dia do mecânico de manutenção.

Por ser uma tarefa que exige, ao mesmo tempo, muita atenção e habilidade, deve ser desenvolvida mediante determinadas técnicas e métodos bem definidos.

Neste capítulo, são dadas informações de como proceder para a desmontagem de um equipamento.

Além dessas sugestões, são fornecidas informações sobre a operação de montagem e desmontagem de equipamentos como:

Elementos de fixação, acabamento de superfície e sistemas de vedação.

Técnicas de Desmontagem e Montagem de Equipamentos

Em geral, um equipamento industrial instalado corretamente, funcionando dentro das condições especificadas pelo fabricante e que recebe cuidados periódicos do serviço de manutenção preventiva, é capaz de trabalhar sem problemas durante vários anos.

Porém, quando algum dos componentes falha, seja por descuido na operação, seja por deficiência na manutenção, torna-se necessário localizar o defeito e eliminar suas causas.

No caso de máquinas simples, é relativamente fácil diagnosticar o problema e providenciar sua eliminação.

Quando se trata de máquinas mais complexas ou motores, esse trabalho exige várias etapas bem distintas.

O primeiro fato a ser lembrado é que uma máquina não deve ser desmontada antes da análise dos problemas, baseada no relatório do operador, no exame da ficha de manutenção da máquina e na realização de testes, principalmente nos instrumentos de controle. Deve-se lembrar ainda que a desmontagem completa deve ser evitada sempre que possível porque é cara e demorada, uma vez que retira a máquina da produção.

Porém, quando isso se torna inevitável, o serviço preliminar de desmontagem apresenta as seguintes fases:

- Desligamento dos circuitos elétricos;
- Remoção das peças externas feitas de plástico, borracha ou couro;
- Limpeza preliminar da máquina;
- Drenagem de todos os fluidos;
- Remoção dos circuitos elétricos;
- Remoção de alavancas, mangueiras, tubulações, cabos, etc.
- Calçamento dos componentes pesados para evitar quedas ou desequilíbrio da parte restante do equipamento.

Desmontagem

A desmontagem propriamente dita apresenta as etapas descritas a seguir:

- Colocação de desoxidantes nos parafusos, alguns minutos antes de sua remoção;
- Desaperto dos parafusos, seguindo a sequência sugerida pelo fabricante;
- Identificação da posição do componente antes de sua remoção;
- Remoção e colocação das peças na bancada, mantendo-se a posição de funcionamento;
- Lavagem das peças e exame preliminar;
- Separação das peças em lotes segundo o seguinte critério:
 - peças perfeitas e portanto reaproveitáveis;
 - peças que necessitam ser recondicionadas;
 - peças estragadas que devem ser substituídas;
 - peças a serem examinadas no laboratório.

Após o término dessa fase, são feitos os pedidos de compra e realizados os desenhos e o trabalho de recondicionamento das peças.

Montagem

Antes do início da montagem, que deve ser executada segundo as especificações do fabricante, é necessário fazer um controle de qualidade nas peças novas ou recondicionadas que serão usadas.

Durante a fase de montagem, devem-se tomar as seguintes precauções:

- Manter limpas as peças a serem montadas;
- Proceder à lubrificação preliminar das peças que se movimentam;
- Trabalhar em ambiente limpo, isento de pó e contaminação;
- Manter o equipamento coberto nos intervalos dos trabalhos de montagem.

Observação:

Caso não haja Manual de instruções ou esquema de montagem, deve-se proceder da seguinte forma:

- Fazer uma análise detalhada do conjunto antes de desmontá-lo;
- Fazer um esboço do modo como os elementos são montados no conjunto;
- Anotar os nomes dos elementos à medida que vão sendo retirados do conjunto.

A montagem deve ser baseada no esboço feito anteriormente e nas anotações, invertendo-se a sequência de desmontagem.

BIBLIOGRAFIA

MOURA, R.S e outros. **Lubrificantes e Lubrificação**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora AS, 1975.

PEREIRA, Rubens Lima. **Curso de Tratamentos Térmicos dos Metais**. 2 ed. São Carlos, UNESP – Escola de Engenharia de São Carlos, 1972.

REMY, A. e outros. **Materiais**. São Paulo, Hemus, s.d.

SCHEER, Leopold. **Aço**. São Paulo, Aços Villares S/A, 1966.

SHELL. **Princípios de Lubrificação**. s.d.

SOARES, Rui Abreu. **Manutenção Preventiva**. Rio de Janeiro, CNI – Departamento de Assistência à Média e à Pequena Indústria, s.d.

VAN VLACK, Lawrence H. **Princípios de Ciência dos Materiais**. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1975.

DRAPINSKI, Junusz. **Manual da Manutenção Mecânica Básica**. São Paulo, Mc Graw-Hil / do Brasil / 1979.

CABRARA, Cláudio e Outros. **Tecnologia Aplicada**. SENAI-DR-São Paulo, 1983.

CHIAVERINE, Viczytz. **Aço e Ferros Fundidos**. 4 ed. São Paulo, Associação Brasileira de Metais.

Elaboração

Edilson Moreira Silva

Essio Lanfredi Neto

Digitação e Diagramação

Anna Daniella C. Teixeira

Editoração

Divisão de educação e Tecnologia – DET.