

Designação da UFCD: Conjuntos mecânicos – operações de bancada

Código: 6635

Carga Horária: 50 horas

Objetivos

Executar conjuntos de peças simples com recurso às operações elementares de serralharia mecânica de bancada.

Conteúdos

Bancada

Ajustagem de conjuntos de peças

Definição das operações e caracterização das ferramentas usadas

Técnicas operativas de execução manual de ajustamentos

O gesto profissional na operação de limagem

Desbaste e acabamento

Limagem de superfícies planas, superfícies planas em esquadria, superfícies curvas, (convexa ou côncava) de raio determinado, superfícies angulares de ângulo designado, chanfros ou quebra de arestas de cota determinada

Execução de ajustamentos diversos, afinação e montagem de conjuntos simples

Medição, verificação e controlo

Prática de execução

Construção de mecanismos elementares a partir de peças com função copulativa (ajustamentos)

i - Bancada de trabalho - É a mesa de trabalho plana, onde serão executadas as operações de traçagem e de serralharia. Ela deve estar sempre limpa, e arrumada. As suas dimensões devem ser adequadas aos operários e trabalhos, no caso de trabalhos com chapas estas devem superiores às dimensões das chapas que serão traçadas, caso contrário a traçagem deve ser em cima de cavaletes.

Para trabalhar inox ela deve estar forrada com feltro ou borracha. Após o uso, a bancada sempre deve ser limpa e coberta para evitar qualquer tipo de contaminação.

É nas bancadas que estão fixados os tornos, para segurar as peças a trabalhar e a soldar.



Fig 1 - Torno de bancada

ii - Cuidados a ter com o torno - O trono é feito em ferro fundido que é um metal duro mas é pouco resistente a pancadas e à tração. Se for apertado com muita força ele parte e já não tem concerto.

Como os mordentes são aço muito duro com ranhuras para fixar melhor as peças, quando se apertam peças que não possam ficar “mordidas” tem de se usar duas cantoneiras de alumínio ou aço conforme o tipo de material a apertar.

1 - Ferramentas - normalmente utilizadas em bancadas de serralharia mecânica

Alicates - São ferramentas que permitem realizar, manualmente, uma multiplicidade de operações, tais como apertar, dobrar, prender e cortar peças pequenas em obras onde não há dimensões precisas.

São constituídos por duas hastes com uma articulação comum. Estas hastes têm formas diferentes para cada um dos lados da articulação. Um dos lados tem a forma de pega e permite ao operador exercer a força necessária para executar determinada operação. O outro lado tem formas variadas, conforme o tipo de operações a que o alicate se destina.



Fig. 2A e 2B - Alicates de freios; Fig. 2C - Alicate de pontas curvas.



Fig. 2 D - Alicate de corte; Fig. 2E - Alicate universal; Fig. 2F - Alicate de torno ou de grifes.

UFCD 6635 - Conjuntos mecânicos – operações de bancada

Nota 1 - O Alicate de grifes também conhecido por alicata, é um alicate de pressão, para fixação de peças durante o tempo necessário. É afinado o aperto a espessura de fixação/força por um parafuso.

Nota 2 - O de corte não pode ser usado em materiais de aço duro, caso contrário fica danificado.



Fig. 2G - Alicates ajustável ou extensível; Fig. 2H - Alicates de descarnar fios.

Buris - ferramenta de corte tipo escopro mas de pequenas dimensões e com diversas formas.



Fig. 3 - buris

Chave de canos - usada para apertar tubos roscados ou porcas de canalizações e de hidráulicos.

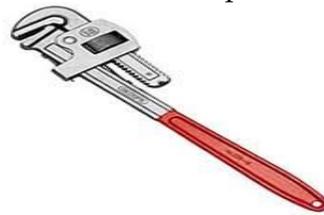


Fig. 4 - Chave de canos (com mordentes)

Escopro - ferramenta utilizada para pequenos cortes por impacto.



Fig. 5 - escopro

Esquadro magnético - usado para alinhamento e fixação das peças



Fig. 6 - Esquadros magnético da marca *BrutaTec*

Grampos - usados para fixação das peças



Fig. 7 - Grampos (a imagem do meio é para tubos)

Limas - são ferramentas para bancada e cada vez menos utilizadas na produção.

Podemos classificá-las quanto a três aspectos:

- Picagem;
- Forma;
- Dimensão.

Quanto à picagem elas podem ser:

- Limas Bastardas - Caracterizam-se por uma picagem grossa, vocacionada para grandes desbastes;
- Limas Bastardinhas - Caracterizam-se por uma picagem média vocacionada para pequenos desbastes;
- Limas murças - Caracterizam-se por uma picagem fina vocacionada para acabamentos.

Quanto à forma elas podem ser:

Paralelas



Fig. 8 - Lima paralela

Meia-cana



Fig. 9 - Lima meia-cana

Triangulares

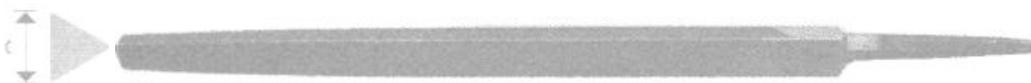


Fig.10 - Lima triangular

Faca



Fig.11 - Lima tipo faca

Chata



Fig 12 - Lima chata

Redondas



Fig 13 - Lima redonda

Quadradas



Fig 14 - Lima quadrada

Mandris - são ferramentas em aço rápido (HSS), destinadas a conferir aos furos um bom acabamento, que não se consegue com as brocas, para além de se conseguir um grau de precisão dimensional que não é possível com as referidas brocas. Existem variados modelos de mandris, cada um com a sua especificidade.

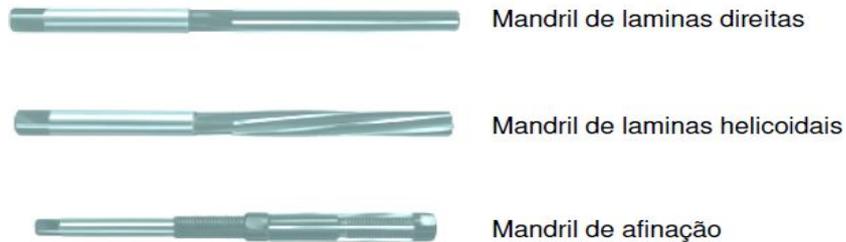


Fig 15 - tipos de mandris

Martelos - Os martelos mais vulgarizados são os seguintes:

- Martelo de orelhas (A);
- Martelo de bola (B);
- Martelo de pena reta (C);
- Martelo de pena cruzada (D);

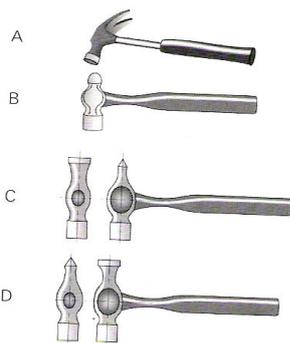


Fig. 16 - Martelos.



Fig. 17 - Maneira errada (A) e certa (B) de como empunhar o martelo ao bater.

Os martelos devem ser empunhados perto da extremidade do cabo, não junto à cabeça, a fim de reduzir a força muscular necessária ao choque e em caso de desvio pode bater-se na mão.

As superfícies dos martelos de aço devem ser conservadas limpas, livres de poeiras e óleo, quando em uso, para evitar mossas na obra e para prevenir resvalamento.

Para trabalhos mais pesados podem ser usadas as marretas e malhos.

Notas de segurança – ao martelar por vezes são produzidos estilhaços que podem cortar, pelo que se deve usar óculos para prevenir acidentes, a fig. 17 ilustra o caso em que o martelo pode estilhaçar.

Para reduzir o barulho da bancada após a pancada mantém-se o martelo encostado.

O barulho faz mal à saúde, tira tempo de vida (fonte OMS) e muito ruído pode originar acidentes, por não se ouvir o que se passa em nosso redor.

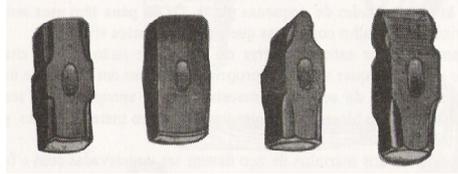


Fig. 18 - Marretas e malhos para trabalhos pesados

Existe ainda um tipo de martelo cuja designação genérica é martelo macio ou maço. A cabeça é de metal macio ou de outro material, como madeira, plástico, borracha, etc. Estes martelos são utilizados para dar golpes em peças trabalhadas, mas sem produzir danos nas superfícies acabadas.

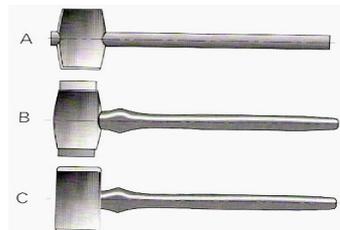


Fig19A - Martelo de metal macio (Chumbo); Fig19B - Maço c/ inserções de cobre/fibra; Fig19C - Maço de madeira ou plástico.

Punção de bico - É um utensílio de forma pontiaguda feito em aço fundido, temperado e endurecido, que é utilizado para efetuar orifícios em materiais de pouca dureza, geralmente é utilizado na marcação de furos, previamente definidos por traçagem.

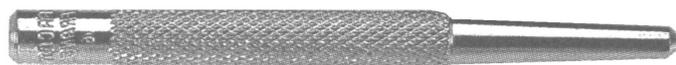


Fig. 20 - Punção de bico

Rascadores - ferramenta que tem como função principal a rascagem de superfícies e das esquinas dos cortes.



Fig. 21 - Rascador de 2 gumes

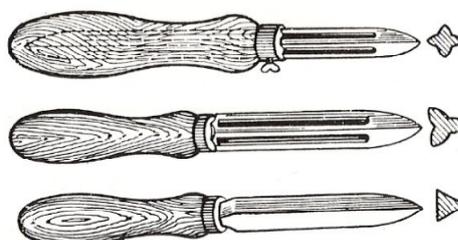


Fig. 22 - 3 Tipos de Rascadores

Serrote manual - ferramenta utilizada para corte manual de metais. O dente da folha da serra deve estar voltado para a frente. A porca de orelhas afina a tensão da folha ao estica-la.

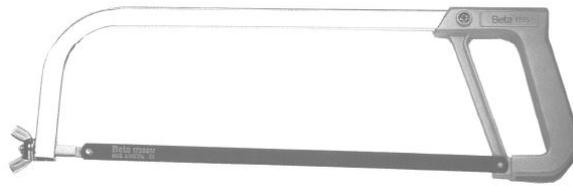


Fig. 23 - Serrote manual.

Serra tico-tico - também conhecida como serra de vaivém ou serra de recortes é um tipo de ferramenta elétrica que, efetuando movimentos de vaivém com pequenas serras, proporciona ao utilizador condições de realizar cortes detalhados e em curva. Pode ser de bancada (fixa) ou manual (livre) e cortar materiais diversos como madeira, plástico ou metais (alumínio, chapas de aço, etc.).



Fig. 24 - Serra tico-tico

Talhadeira - é uma ferramenta de corte feita de um corpo de aço, de secção circular, retangular, hexagonal ou octogonal, com um extremo forjado, provido de cunha, temperado e afiado convenientemente, e outro chanfrado denominado cabeça. Os tamanhos destas ferramentas são entre 150 e 180 mm. A cabeça da talhadeira é chanfrada e temperada brandamente para evitar formação de rebarbas ou quebras. Servem para cortar chapas, retirar excesso de material e abrir rasgos. Esta operação pode ser executada a frio ou a quente.



Fig. 25 - Talhadeira

Tesoura manual - ferramenta para corte de chapa até 1mm de espessura.



Fig. 26 - Tesouras manuais

2 -Traçagem plana em chapa

São operações que normalmente precedem as operações de conformação. Trata-se de marcação de curvas, retas ou pontos sobre a chapa para visualização dos locais a serem cortados, furados, dobrados, etc.

Os equipamentos e instrumentos de traçagem mais utilizados são: bancada de trabalho, riscador, compasso, punção, régua, esquadro, graminho, transferidor e suta.

Os instrumentos de traçagem devem ser guardados em local adequado, sempre limpos e nunca em contato com o aço carbono.

Quando em uso, nunca devem estar espalhados sobre a chapa a ser traçada, para evitar acidentes e riscos desnecessários à chapa no caso de ser em inox para acabamento final.

2.1 - Ferramentas para traçagem

Riscadores e compassos -Devem ser de aço inox temperado ou no mínimo ter a ponta em aço inox. Em traçagens que não necessitem de precisão, podem ser substituídos por lápis.



Fig 27 - Riscador - ferramenta para riscar (efetuar marcações).



Fig 28 - Compasso de bicos - ferramenta utilizada na traçagem de circunferências.



Fig 29 - Compasso de perna e bico - utilizado na traçagem de paralelas.



Fig 30 - Graminho simples - utilizado na traçagem em diversas situações.

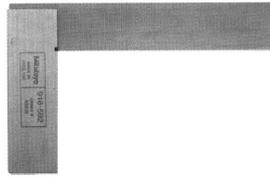


Fig 31 - Esquadro de cepo - utilizado para traçagem de perpendiculares.

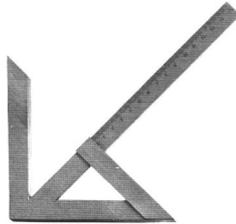


Fig 32 - Esquadro de centros - utilizado na traçagem de linhas ao centro de um cilindro.

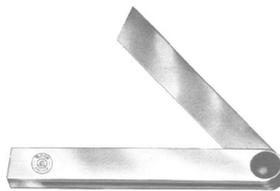


Fig 33 - Suta simples - utilizada na traçagem de ângulos

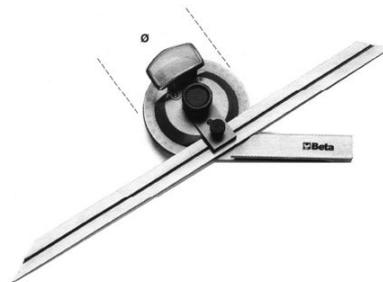


Fig 34 - Suta graduada - utilizada na traçagem de ângulos com auxílio de escala graduada.

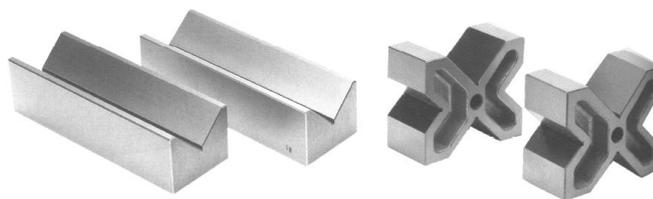


Fig 35 - Cavedais ou prismas em V - utilizados para o apoio de peças na traçagem e em outras operações.



Fig 36 - Cintel de traçagem - ferramenta utilizada na traçagem de circunferências de grandes dimensões

3 - Processos de corte

Basicamente, os processos de corte são operações que envolvem:

Cisalhamento ou tensão tangencial, ou ainda tensão de corte ou tensão cortante - guilhotinas, tesouras e discos rotativos de vários tipos;

Abrasão - discos de corte, serras de vários tipos e corte por jacto de água;

Fusão - oxiacetileno, plasma, corte a laser e por máquina de soldar a eléctrodo revestido. Há eléctrodos próprios para o corte como o OK2103 da ESAB.

3.1 - Corte por cisalhamento

O corte por cisalhamento é executado colocando-se a chapa e/ou o material a ser cortado entre duas facas de corte de aço especial. A faca inferior é fixa e a superior é dotada de movimento ascendente/descendente. O esforço cortante é produzido pelo movimento descendente da faca superior que, ao penetrar no material a ser cortado, cria:

- uma zona de deformação;
- o corte por cisalhamento;
- uma região fraturada com rutura por tração;
- uma rebarba.

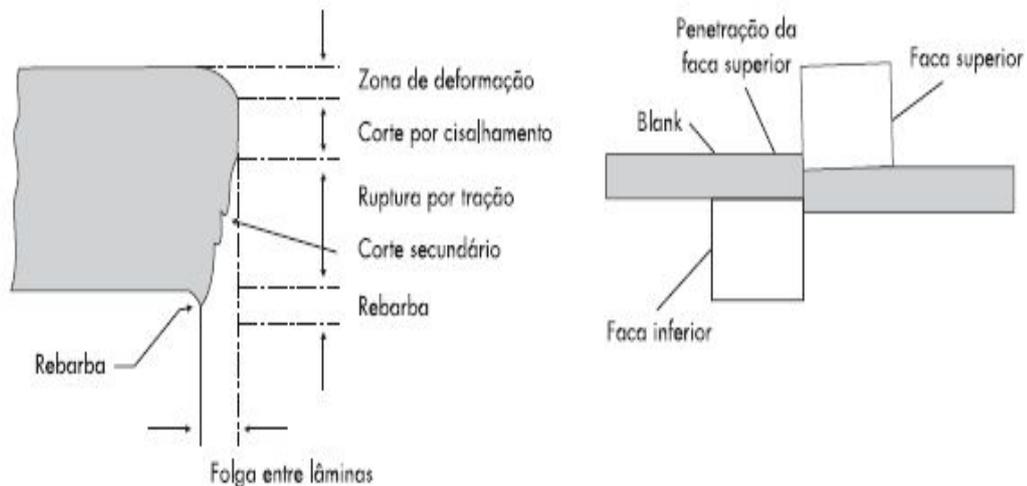


Fig. 37 - Imagem do topo cortado e do corte ao ser efetuado

A profundidade de penetração depende da ductilidade e espessura do material a ser cortado.

Quanto mais dúctil o metal a ser cortado, maior a penetração da faca. Contudo, metais dúcteis e muito macios (especialmente chapas finas) tendem a curvar-se na operação de corte por cisalhamento resultando em grande volume de rebarba.

A qualidade do corte por cisalhamento depende fundamentalmente da qualidade das facas de corte e da regulação das folgas entre as facas. É importante observar:

Qualidade das facas para corte de inox

Tipo de Serviço	Faca	Dureza (Rockwell C)
Corte em material fino (até 4,8 mm)	Aço AISI D-2	60
Corte em material médio (entre 4,8 e 6,4 mm)	Aço AISI A-2	60
Serviços pesados	Aço AISI S-5	57

Fig 38 - Tabela do aço em função da espessura ou serviço pesado

Tesouras - Há vários tipos de tesouras para o corte da chapa ou perfis finos

Para trabalho de bancada há uma tesoura de alavanca que é apresentada na figura seguinte.



Fig 39 - Tesoura de alavanca

Cuidados a ter com a tesoura - não pode cortar aços duros como o HSS ou aço com mais de 3 mm de espessura. Cortar chapa inox mesmo de 1 mm já é difícil.

Tipo	Descrição	Capacidades
Manual	Ferramenta manual que executa os mesmos movimentos de uma tesoura de costura. Largamente empregada em caldeirarias e serralherias, na execução de corte em chapas finas ($e \leq 1,2$ mm) e de pequenas dimensões (até 300 mm). Para se evitar a formação excessiva de rebarbas deve-se sempre manter ajustada a folga entre as facas de corte (3% da espessura da chapa). Executa corte retilíneo com acabamento uniforme, com tempo e custo de operação reduzidos. Não deve ser utilizada em corte de barras e tubos.	Espessuras inferiores a 1,20 mm
Vibratória manual	Ferramenta elétrica ou pneumática manual que executa os mesmos movimentos de uma tesoura de costura. É adequada a cortes de chapas finas ($e \leq 1,2$ mm) de pequenas dimensões (até 300 mm). É uma máquina versátil, podendo cortar peças planas em vários formatos, permitindo a execução de peças especiais. Ela não exige esforço físico do operador, sendo necessários cuidado e habilidade para não sair fora do traçado.	Espessuras inferiores a 1,20 mm
Vibratória universal	Máquina tipo "pescoço de cisne" para cortes em chapas finas ($e \leq 3,0$ mm). Corta de maneira semelhante à tesoura de uso doméstico, com movimentos alternativos automáticos de vai e vem da faca superior. Executa cortes pequenos ou grandes, circulares ou retilíneos em qualquer ponto da chapa.	Espessuras inferiores ou iguais a 3,0 mm

Fig 40 - tabela de tipos de tesoura

3.2 - Corte por abrasão

O corte por abrasão é executado pela fricção de uma ferramenta de corte no material a ser cortado.

Neste tipo de corte, são arrancadas partículas do material a ser cortado (“cavacos”) com consequente aumento de temperatura da zona cortada.

Quando a espessura da peça a ser cortada é muito grande, existe a necessidade de serem utilizados fluidos de refrigeração. Este tipo de corte pode ser executado por dois tipos de equipamentos: Serras e discos abrasivos.

3.2.1 - Corte por serras

Os aços podem ser cortados por todos os tipos de serras, manuais e mecanizadas. Recomenda-se o uso de lâminas de corte de aço - rápido para qualquer tipo de equipamento. O corte é efectuado em movimentos de vai e vem com amplitude e velocidade adequadas, com o retorno em vazio para evitar um rápido endurecimento da superfície a ser cortada. Recomenda-se o uso de lubrificante (óleo para serviços pesados solúvel em água, dentre outros) para qualquer tipo de serra utilizada, excepto para o caso de serra de fita de fricção de alta velocidade.

Tipo	Descrição
Serra manual	Utilizada para corte de peças finas e serviços não repetitivos. Recomenda-se lâminas de 32 dentes por polegada para peças com até 1,60 mm de espessura e de 24 dentes por polegada para material com espessuras compreendida ente 1,60 e 6,35 mm de espessura. Para espessuras maiores, recomenda-se utilizar lâminas de dentes grossos para facilitar a remoção dos cavacos e prevenir entupimento. Para um corte suave é necessário manter pelo menos dois dentes em contato constante com a peça a ser cortada.
Serra mecânica	Utilizada para cortes de seções relativamente grossas em trabalhos repetitivos ou não. O emprego de equipamento motorizado permite cortes mais profundos por amplitude de curso e requer o emprego de lâminas com dentes mais largos, usualmente de 8 a 12 dentes por polegada. A velocidade de corte varia de 15 a 30 m/min, dependendo da potência disponível e do tipo de lâmina. A lâmina deve ser resfriada por mistura de óleos para serviços pesados solúveis em água.
Serra de fita	Largamente utilizada para corte de aços inoxidáveis austeníticos. Executa cortes retos ou com contorno irregular tanto em chapas quanto em barras e tubos. O emprego de lâminas de aços rápidos possibilita maior durabilidade e a utilização de velocidades de corte maiores. Nos modelos mais recentes, operam-se velocidades de corte de 18 a 30 m/min para materiais acima de 1,60 mm de espessura e de 30 a 58 m/min para materiais mais finos. O corte em materiais trabalhados a frio, deverá ser executado em velocidades menores.

Fig 41 - tabela de tipos de serra

Serrote mecânico é uma máquina ferramenta cuja fita de serra se movimenta linearmente, avança e recua, pela rotação de cambota acionada por um motor eléctrico.

O serrote é ideal para cortar perfis com uma boa precisão

A folha de serra aliada ao arrefecimento e lubrificação através da emulsão de água e óleo solúvel apresenta um baixo custo e boa produtividade.

Cuidados de segurança do serrote:

Instalar a máquina num local nivelado;

UFCD 6635 - Conjuntos mecânicos – operações de bancada

Verificar a velocidade de corte da máquina e ajustar a velocidade dependendo do tipo de material a empregar;

Afinar a descida da serra suavemente para não a esforçar;

Em cada corte realizado, utilizar sempre o lubrificante (mistura de água e óleo);

Limpeza da máquina;

Ter botão de emergência a funcionar;



Fig 42 – serrote mecânico da escola secundária da Anadia, modernizado pelo autor e alunos

Regras de utilização do serrote de fita - A 1ª regra a cumprir sem falta é que a espessura dos perfis incluindo tubos têm de ser maiores ao passo do dente da serra caso contrário os dentes da fita da serra partem-se.

Procedimentos de utilização da máquina da imagem seguinte (43):

1º fecha-se previamente a torneira (fica na perpendicular ao hidráulico de elevação) e fecha-se a válvula resistor.

2º eleva-se a serra

3º acerta-se a posição do perfil a cortar

4º fixa-se a peça

5º liga-se o motor

6º abre-se a torneira do fluido de corte

7º após o fluido começar a sair regula-se o débito para não cair fluido no chão

8º abre-se a torneira do hidráulico metendo-a alinhada com o hidráulico e só a seguir é que se abre suavemente a válvula resistor para que a serra não desça rapidamente podendo até partir a fita ou exercer demasiado esforço na fita.



Fig 43 – Serrote de fita (horizontal) marca *Optimum*

3.3 - Corte por discos abrasivos

Para a seleção do disco de corte mais adequado, deve-se considerar o tipo de material a ser cortado, a secção do corte, o acabamento desejado e os equipamentos de corte disponíveis (corte refrigerado ou a seco).

De uma maneira geral, os parâmetros que devem ser analisados são:

Material do disco vs Material a ser cortado	Como regra geral, especifica-se para o corte de materiais macios, discos duros ou de grãos grossos e, para materiais duros, discos moles ou de grãos mais finos. Discos fabricados com carbeto de silício (SiC) apresentam maior rendimento em materiais de baixa resistência à tração (ferro fundido cinzento, materiais não ferrosos ou não metálicos). Para os aços, especificam-se discos fabricados em óxido de alumínio (Al_2O_3) reforçados por duas telas laterais.
Arco de contato disco/peça	O arco de contato entre peça e disco de corte determina o comprimento do cavaco produzido. Cavacos grandes obstruem o caminho dos grãos abrasivos na periferia do disco e reduzem a ação de corte.
Pressão de corte	Em peças de paredes finas a pressão unitária de corte aumenta, acarretando o desprendimento prematuro dos grãos abrasivos e acelerando o desgaste das faces do disco. Por este motivo, recomenda-se usar discos de durezas elevadas. Inversamente, em peças de paredes mais grossas, onde o arco de contato aumenta, a pressão unitária resultante será mais baixa, recomendando-se discos de durezas mais baixas.
Acabamento	As características de corte livre dependem do tamanho do grão abrasivo e do grau de dureza do disco, determinando a geração de calor e a rebarba produzida. Quanto mais elevado o calor gerado, mais rebarba é produzida pelo corte. Quanto mais fino é o disco, menor índice de rebarba ele produz, pela menor quantidade de material removido pelo corte e, conseqüentemente, menor geração de calor.
Potência da máquina de corte	Quanto maior a potência disponível, maior poderá ser a pressão exercida, podendo-se empregar com êxito, discos de dureza mais altas com maior economia.

Fig 44 - Tabela dos parâmetros de corte

A máquina ideal para cortar tubos de maior espessura funciona por disco e é apresentada na figura seguinte.



Fig 45 - Máquina de corte por disco, fonte - www.rems.de

3.4 - Furacão

Os processos de furação consistem em operações que envolvem os mesmos conceitos básicos dos processos de corte:

- a) Cisalhamento - prensa balancé e puncionadeira,
- b) Maquinação - furadoras de brocas
- c) Fusão - plasma

Para trabalho de bancada o mais apropriado é o plasma que é portátil.

A escolha de um determinado processo está diretamente relacionada a:

- a) Volume de produção (seriada ou artesanal);
- b) Repetibilidade desejada;
- c) Forma e dimensão da peça;
- d) Disponibilidade de recursos.

3.4.1 - Furação por cisalhamento

O mecanismo de furação por cisalhamento é idêntico ao do corte por cisalhamento, substituindo-se a faca superior por um punção com o formato do furo que se quer produzir e a faca inferior por uma matriz fixa.

As folgas entre punção e matriz não devem superar 10% da espessura (5% por face) para impedir um escoamento excessivo do material para dentro da matriz. Para espessuras abaixo de 1,00 mm a folga deve estar situada ente 0,03 e 0,04 mm por face.

Com o objetivo de se reduzir a força de cisalhamento necessária ao corte usa-se o artifício de maquinar, no punção, uma inclinação em um ângulo tal que a distância entre a ponta do punção e a sua parte reta seja próxima da espessura da chapa.

Esta inclinação no punção tem também a finalidade de concentrar a região de deformação na parte que vai ser descartada (parte central), mantendo a parte externa sem deformação.

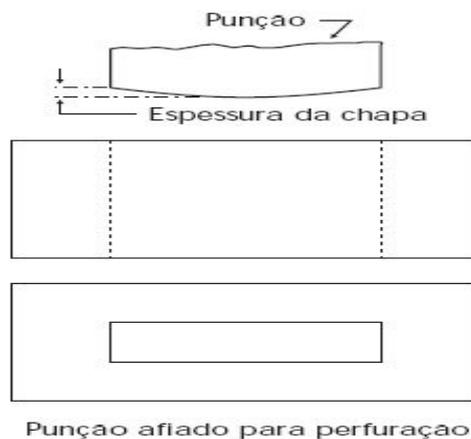


Fig 46 - vistas da matriz e punção de corte

A geometria da superfície furada varia de acordo com as folgas entre a matriz e o punção.

Com o aumento das folgas, aumenta-se o ângulo de fratura e a rebarba formada pelo corte, e diminui a parte polida (cisalhada).

3.4.2 - Furação por maquinação

Processo mecânico de maquinação destinado à obtenção de um furo geralmente cilíndrico numa peça, com auxílio de uma ferramenta geralmente multicortante. Para tanto, a ferramenta ou a peça giram e simultaneamente a ferramenta ou a peça se deslocam segundo uma trajetória retilínea, coincidente ou paralela ao eixo principal da máquina.

A furação subdivide-se nas operações:

3.4.2.1 - Furação em cheio - *Processo* de furação destinado à abertura de um furo cilíndrico numa peça, removendo todo o material compreendido no volume do furo final, na forma de cavaco (figura 19 inserida na imagem seguinte). No caso de furos de grande profundidade há necessidade de ferramenta especial (figura 23).

3.4.2.2 - Escareamento - Processo de furação destinado à abertura de um furo cilíndrico numa peça pré-furada (figura 20).

3.4.2.3 - Furação escalonada - Processo de furação destinado à obtenção de um furo com dois ou mais diâmetros, simultaneamente (figura 21).

3.4.2.4 - Furação de centros - Processo de furação destinado à obtenção de furos de centro, visando uma operação posterior na peça (figura 22), este processo é feito no torno.

3.4.2.5 - Trepanação - Processo de furação em que apenas uma parte de material compreendido no volume do furo final é reduzida a cavaco, permanecendo um núcleo maciço (figura 24).

Furação por broca - o processo apresenta vantagem de baixo investimento e custo operacional compatível em serviços limitados e de pequena repetibilidade onde não se justifica o desenvolvimento das ferramentas. Ideal para pequenas empresas e artesãos.

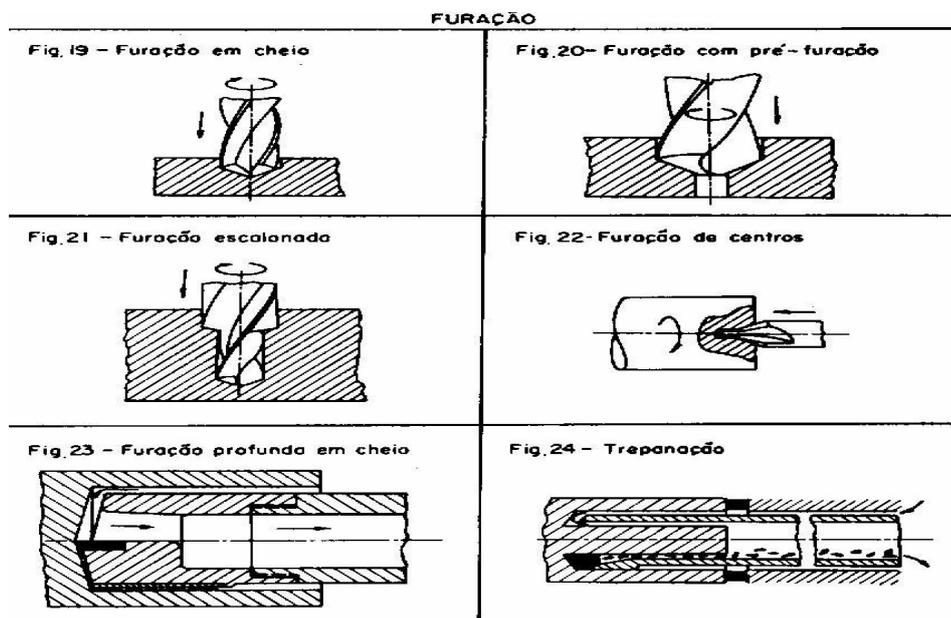


Fig 47 - tipos de furação

Para a execução de um furo perfeito, deve-se observar os seguintes itens:

- a) O punctionamento do furo deverá ser feito com punção de ponta piramidal e não muito profundo para evitar endurecimento desnecessário da parte a ser furada;
- b) É preferível usar guias de furação dotadas de folga suficiente entre a estampagem (da guia) e a peça a ser furada (mínimo uma vez o diâmetro do furo) de modo a não impedir o fluxo de cavacos;
- b) A furadeira deverá trabalhar a baixas rotações e deve-se utilizar brocas de aço ferramenta (HSS) com ponta de carboneto;
- c) O avanço deve ser suficiente para penetrar em baixo da superfície endurecida a frio. Se for necessário, reduza a velocidade e aumente o avanço;
- d) A furação deve ser iniciada e realizada sem nenhuma pausa. Entrada e reentrada após saída, devem ser feitas em velocidade e avanço plenos;
- e) Brocas com ângulo de hélice maior, melhoram o fluxo de cavacos;
- f) A lubrificação da ferramenta deve ser feita com óleos minerais sulfurizados ou óleos emulsionados.

Como orientação geral para o inox, sugerem-se as afiações de broca, a seguir:

Diâmetro do furo	Afiação da broca
$\varnothing 7 < \text{mm}$	convencional (ângulo de aresta de corte de 135°)
$7 \leq \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	especial (broca de 3 pontas)
$\varnothing > 25 \text{ mm}$	serra tipo copo

Fig 48 - tabela de afiação em função dos diâmetros de furo para inox

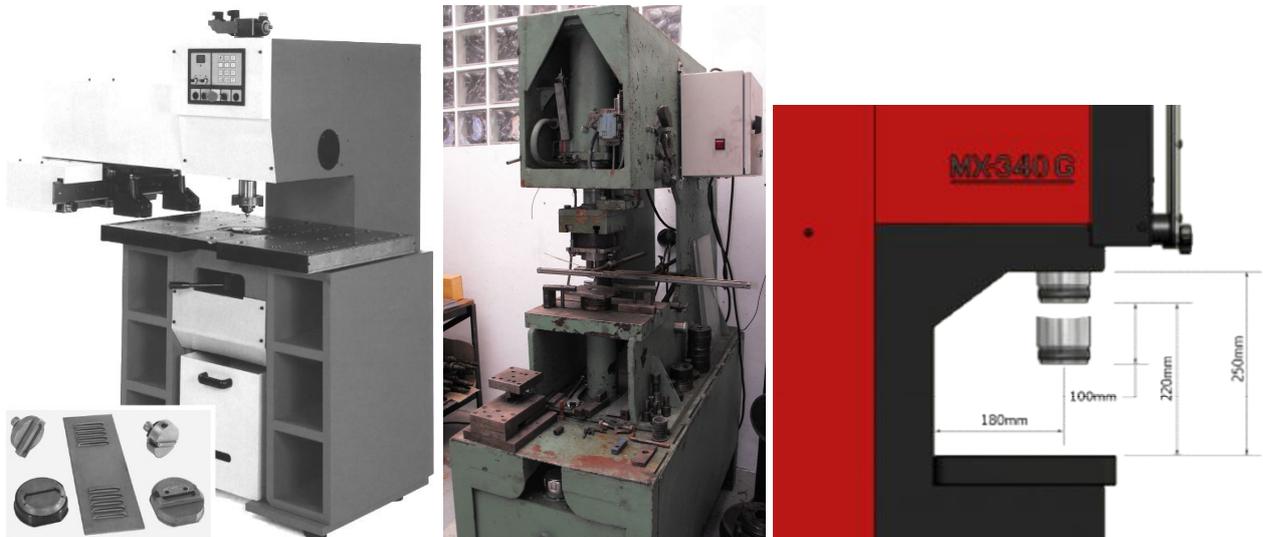


Fig 49 - 3 modelos de Puncionadeiras

Equipamentos e ferramentas que foram por abrasão

Berbequim - formada de uma haste com ponta de aço, a que se dá movimento por meio de uma manivela, e que serve para furar madeira, metal, pedra ou loiça.

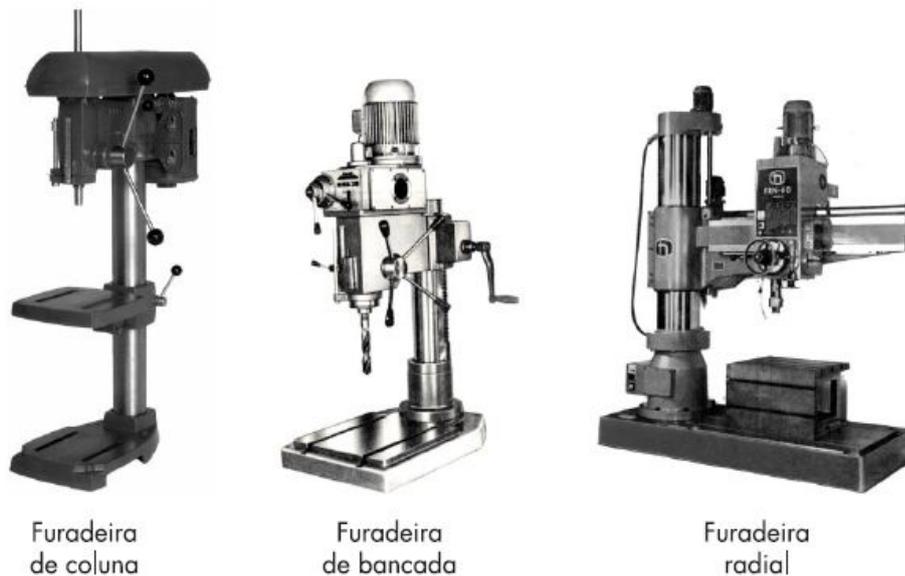


Fig. 50 - Berbequim eléctrico

3.4.3 - Furadeiras

Tipo	Descrição	Capacidades
Furadeira portátil	Apresenta alta velocidade de corte. Não é indicada para furos acima de 7 mm de diâmetro em aços inoxidáveis.	Motor ≤ 1400W
Furadeira de bancada	Máquina utilizada para furação de peças pequenas com furos de até 16 mm de diâmetro e com curso de até 75 mm, dependendo do fabricante.	Motor ≤ 2100W
Furadeira de coluna	Empregada para execução de furos de tamanho médio com até 25 mm de diâmetro, com curso de até 250 mm, dependendo do fabricante, com até 9 velocidades diferentes.	Motor ≤ 3500W
Furadeira radial	Para peças de grande porte com furos de até 100 mm de diâmetro, com curso de até 500 mm, com mais de 9 velocidades diferentes e com avanço automático da broca.	Motor ≤ 15000 W

Fig. 51 - tabela de tipos de furadeira



Furadeira de coluna

Furadeira de bancada

Furadeira radial

Fig. 52 - tipos de furadeira

Constituição de uma furadeira

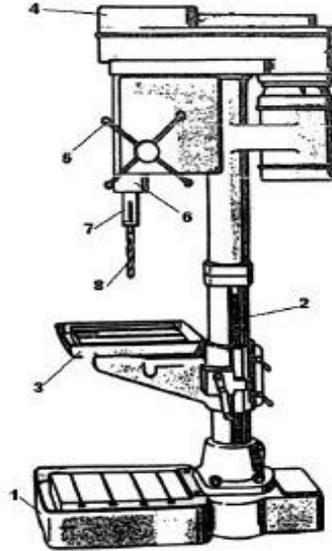


Fig. 53 - constituição da furadeira

As furadeiras, consistem basicamente de uma árvore, que gira com velocidades determinadas, onde se fixa a ferramenta. Esta árvore pode deslizar na direcção de seu eixo. Também pode ter uma mesa onde se fixa e se movimenta a peça. As partes principais de uma furadeira variam de acordo com a sua estrutura. Para uma furadeira de coluna pode-se destacar as seguintes partes:

- 1 - Base;
- 2 - Coluna;
- 3 - Mesa;
- 4 - Sistema motriz;
- 5 - Alavanca de movimentação da ferramenta;
- 6 - Árvore de trabalho;
- 7 - Mandril;
- 8 - Broca.

Segurança da máquina

A máquina tem que ter um botão de paragem de emergência, quando se está a furar temos que furar a baixa rotação para não partir a broca. A furadeira tem que ser limpa regularmente,

É uma máquina em que o utilizador tem que usar óculos de protecção devido a aparas que saltam quando se está a furar.

Quando as peças são pequenas têm de ser seguras com alicate ou prensa, pois podem prender à broca e ficar a rolar, podendo assim cortar ou aleijar o operador.

3.4.3.1 - Brocas - são ferramentas destinadas á abertura de furos.

Fabricadas em aço com diversas composições químicas, em função das diferentes necessidades. Existe ainda uma vasta gama de tipos de brocas para os mais variados fins. Vamos fazer referência às mais utilizadas na metalomecânica.

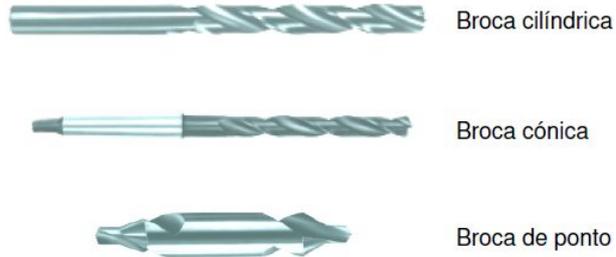


Fig 54 - tipos de brocas



Fig 55 - Brocas cranianas

Afiação das brocas



Fig 56 e 57- Afiar broca no rebolo

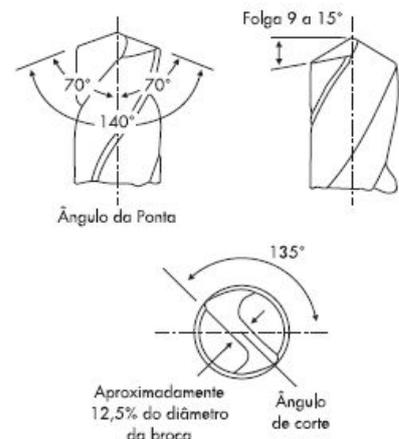


Fig 58- Ângulos de afiação das brocas

4 - Roscagem (abertura de rosca, Roscamento no Brasil)

Roscagem é um processo mecânico de maquinação destinado à obtenção de filetes, por meio da abertura de um ou vários sulcos helicoidais de passo uniforme, em superfícies cilíndricas ou cónicas de revolução. Para tanto, a peça ou a ferramenta gira e uma delas se desloca simultaneamente segundo uma trajetória retilínea paralela ou inclinada ao eixo de rotação. A Roscagem pode ser interna ou externa.

4.1 - Roscagem interna - Processo de abertura de rosca executado em superfícies internas cilíndricas ou cónicas de revolução (figuras 57 a 60 da tabela seguinte).

4.2 - Roscagem externa - Processo de abertura de rosca executado em superfícies externas cilíndricas ou cónicas de revolução (figuras 61 a 66 da tabela seguinte).

UFCD 6635 - Conjuntos mecânicos – operações de bancada

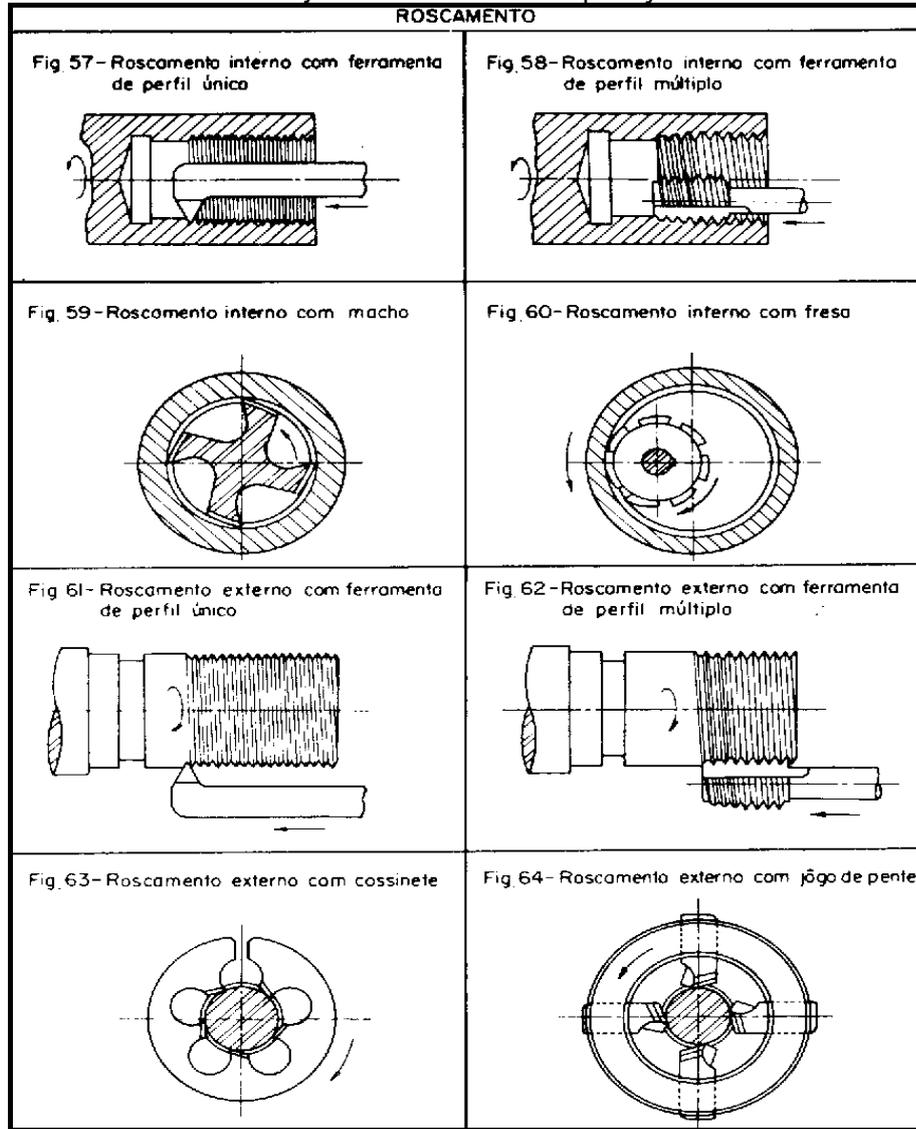


Fig 62 - tabela de tipos de roscamentos

4.1 - Furação para abertura de rosca

Na abertura de furos para execução de rosca interna com o uso de machos de roscar devemos obedecer a diâmetros de furos apropriados como mostra a tabela a seguir.

Nominal	Diâmetro de Broca		Nominal	Diâmetro de Broca		Nominal	Diâmetro de Broca	
	HSS	Metal Duro		HSS	Metal Duro		HSS	Metal Duro
M1 ×0.25	0.75	0.75	M4 ×0.7	3.3	3.4	M22 ×2.5	19.5	19.7
M1.1×0.25	0.85	0.85	M4.5×0.75	3.8	3.9	M24 ×3.0	21.0	—
M1.2×0.25	0.95	0.95	M5 ×0.8	4.2	4.3	M27 ×3.0	24.0	—
M1.4×0.3	1.10	1.10	M6 ×1.0	5.0	5.1	M30 ×3.5	26.5	—
M1.6×0.35	1.25	1.30	M7 ×1.0	6.0	6.1	M33 ×3.5	29.5	—
M1.7×0.35	1.35	1.40	M8 ×1.25	6.8	6.9	M36 ×4.0	32.0	—
M1.8×0.35	1.45	1.50	M9 ×1.25	7.8	7.9	M39 ×4.0	35.0	—
M2 ×0.4	1.60	1.65	M10 ×1.5	8.5	8.7	M42 ×4.5	37.5	—
M2.2×0.45	1.75	1.80	M11 ×1.5	9.5	9.7	M45 ×4.5	40.5	—
M2.3×0.4	1.90	1.95	M12 ×1.75	10.3	10.5	M48 ×5.0	43.0	—
M2.5×0.45	2.10	2.15	M14 ×2.0	12.0	12.2			
M2.6×0.45	2.15	2.20	M16 ×2.0	14.0	14.2			
M3 ×0.5	2.50	2.55	M18 ×2.5	15.5	15.7			
M3.5×0.6	2.90	2.95	M20 ×2.5	17.5	17.7			

Fig 63 - tabela de furos para roscas, fonte www.mitsubishicarbide.net

UFCD 6635 - Conjuntos mecânicos – operações de bancada

Os filetes das roscas apresentam vários perfis. Esses perfis, sempre uniformes, dão nome as roscas e condicionam sua aplicação. Temos os seguintes perfis das roscas:

Triangular: Parafusos e porcas de fixação na união de peças. Ex.: Fixação da roda do carro.

Trapezoidal: Parafusos que transmitem movimento suave e uniforme. Ex.: Fusos de máquinas.

Redonda. Parafusos de grandes diâmetros sujeitos a grandes esforços. Ex.: Equipamentos ferroviários.

Quadrada: Parafusos que sofrem grandes esforços e choques. Ex.: Prensas e morsas, tornos, macacos de carros, elevadores de automóveis.



Fig. 64- Desandadores, tarrachas, caçonetes, e machos,



Fig. 65- Escantilhão de roscas para medir passo de rosca de parafuso

Procedimento de roscagem manual - A abertura manual de roscas interiores efetua-se por meio de machos. Os machos vendem-se em jogos de 3, incluindo:

Macho cónico

Também denominado de ponta. É cónico em dois terços do seu comprimento, sendo utilizado para iniciar a abertura de uma rosca. Este macho é o único necessário, tratando-se de chapa fina, pois o terço superior do macho executa a rosca com o seu diâmetro definitivo.



Fig. 66 - macho de ponta

Macho intermédio

É cónico em somente um terço do seu comprimento e destina-se a avivar a rosca iniciada pelo macho cónico.



Fig. 67 - macho intermédio

Macho direito, ou de acabamento

É direito em todo o seu comprimento, com exceção de uma pequena ponta chanfrada. Utiliza-se para acabamento da rosca. É indispensável para roscar furos sem saída



Fig. 68 - macho de acabamento

Estes machos foram usados na aula prática, para efetuar roscas em perfis de chapa depois de devidamente aberto o furo a medida pedida. A abertura de roscas com machos é um trabalho que deve ser feito com o maior cuidado, tanto maior quanto menor for o diâmetro da rosca. Não esforce demasiado os machos, pois partem-se com facilidade. Abaixo seguem os passos que devem ser dados para executar o processo de abertura de rosca com a maior precisão.

Desandador para machos

Há vários tipos de desandador, destinados a receber o encabadouro do macho e a rodá-lo para abertura da rosca.

Modo de emprego:

1. Marque com um punção o centro do furo pretendido. Escolha um macho de diâmetro e rosca idênticos aos do parafuso que vai ser introduzido no furo.
2. Abra o furo com uma broca apropriada. O diâmetro da broca a utilizar para abrir o furo deve ser inferior ao do macho, sendo este igual ao do parafuso. A diferença, que é variável conforme o tipo de rosca, é normalmente dada por tabelas.
3. Para abrir furos sem saída, isto é, furos que não atravessam completamente a peça, broque até uma profundidade superior à da rosca pretendida, para impedir que as pontas dos machos se encravem no fundo.
4. Introduza o macho no desandador, perpendicularmente a este, de modo que fique bem firme.
5. Introduza o macho cónico, ou de ponta, no furo, verticalmente, e exerça ligeira pressão para baixo sobre o macho, rodando-o no sentido dos ponteiros do relógio (para uma rosca direita). Assim que o macho abra as primeiras espiras da rosca, alivie a pressão, pois ele continuará a abrir a rosca só com o movimento de rotação; os intervalos regulares, rode o macho para trás cerca de um quarto de volta para quebrar as rebarbas.
6. Depois de utilizar o macho cónico em todo o seu comprimento, continue a abertura da rosca com o macho intermédio.
7. Para terminar a abertura da rosca, utilize o macho direito, ou de acabamento. No caso de um furo sem saída, é necessário retirar completamente o macho, a intervalos, para quebrar e extrair as rebarbas. Ao chegar perto do fundo do furo, proceda com cuidado, para não partir o macho.

Para a abertura de roscas em latão ou ferro fundido, não é necessário lubrificar o macho, ao contrário do que sucede quando se trata de alumínio, aço, cobre ou bronze. Use petróleo para o alumínio e óleo para os restantes matérias.



Fig. 69 - Abertura da rosca com ajuda de um macho de 8mm, fonte - alunos de EFA da ESAB

Caçonetes e tarrachas - tal como os machos é uma ferramenta em aço rápido (HSS), dura e frágil, podendo então pensar-se que, tal como com os machos são precisos três caçonetes para abertura de uma rosca, mas não é verdade, já que estando o caçonete perfeitamente apoiado no desandador este não corre o risco de fratura, pelo que um único caçonete abre a rosca de uma só vez.



Fig. 70 - Caçonete e desandador para abertura de roscas

5 - Rebitagem - A rebitagem é a união de peças metálicas por meio de rebites. Consiste, basicamente, em percutir ou pressionar fortemente a cabeça do rebite fazendo com que este se encaixe e forme uma nova cabeça na outra extremidade, para a qual se aplica uma contramatriz ou contra-stampo. Isto é, realiza-se um recalçamento com a finalidade de unir com forte pressão várias peças metálicas, aprisionando-as entre a cabeça primitiva do rebite e a nova cabeça que se origina, ver imagem mais à frente.

As rebitagens podem efetuar-se a frio ou a quente. Se é a quente, introduz-se no orifício o rebite aquecido ao rubro. Uma vez rebitado, arrefece, produzindo-se uma contração, a qual provoca um forte aperto sobre as peças ligadas, aumentando assim a resistência ao deslizamento destas.

Para adquirir os rebites adequados é necessário conhecer:

- de que material é feito;
- o tipo de sua cabeça;
- o diâmetro do seu corpo;
- o seu comprimento útil.

UFCD 6635 - Conjuntos mecânicos – operações de bancada

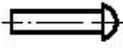
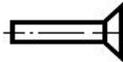
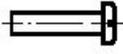
TIPOS DE REBITE	FORMATO DA CABEÇA	EMPREGO
	Cabeça redonda larga	Largamente utilizados devido à resistência que oferecem.
	Cabeça redonda estreita	

Fig. 71 - tipos de rebites

TIPOS DE REBITE	FORMATO DA CABEÇA	EMPREGO
	Cabeça escareada chata larga	Empregados em uniões que não admitem saliências.
	Cabeça escareada chata estreita	

TIPOS DE REBITE	FORMATO DA CABEÇA	EMPREGO
	Cabeça escareada com calota	Empregados em uniões que admitem pequenas saliências.
	Cabeça tipo panela	

TIPOS DE REBITE	FORMATO DA CABEÇA	EMPREGO
	Cabeça cilíndrica	Usados nas uniões de chapas com espessura máxima de 7 mm.

Fig. 71 cont. - tipos de rebites



Fig. 72 - Rebites de alumínio



Fig. 73 - Rebites de aço roscados



Fig. 74 - Rebites em cobre, cabeça cônica

5.1-Tipos de ligações:

- a)-Ligações Resistentes
- b)-Ligações Estanques
- c)-Ligações Resistentes e Estanques

Ligações Resistentes - O objetivo é conseguir que as duas peças ligadas transmitam os esforços e lhes resistam como se fossem uma única, ex: nas estruturas metálicas de edifícios, pontes etc.

Ligações Estanques - Quando se pretende que as juntas da ligação impeçam a passagem de gases ou líquidos, ex: depósitos

Ligações Resistentes e Estanques - Quando se pretende que tenham simultaneamente as características dos dois tipos anteriores. ex: construção naval, caldeiras, etc.

5.2-Materiais dos rebites

Os rebites devem ser de material resistente e dúctil.

Os materiais mais utilizados nos rebites são o aço, cobre, alumínio e latão.

5.3-Rebitagem manual

- 1- Compressão das superfícies a serem unidas
- 2- O rebite é martelado até encorpar, isto é, dilatar e preencher totalmente o furo.
- 3- Com o martelo de bola, o rebite é "boleado", ou seja, é martelado até começar a se arredondar.
- 4- Formato da segunda cabeça é feito por meio de outra ferramenta chamada estampo.



Fig. 75 - Sequência da rebitagem fonte - SENAI

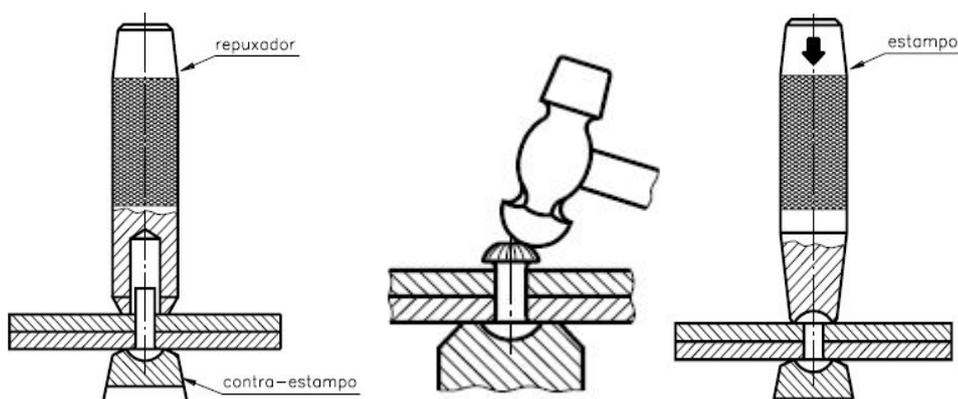


Fig. 76 - Sequência da rebitagem fonte - SENAI

Rebitadeiras manuais



Fig. 77 e 78 - Rebitadeira manual e de tesoura

Rebitadeiras Hidráulicas e Pneumáticas - Funcionam por meio de pressão contínua.



Fig. 79 - Pneumática - recomenda-se para rebites com diâmetro de 5 mm

6 - Ajustamentos de peças e medição

Ao montarmos conjuntos de peças temos de proceder a ajustamentos pois só peças operadas em máquinas CNC é que ficam com os furos no sitio (coordenadas) exatas e com dimensões exatas, pelo que muitas vezes para encaixarmos peças ou apertar conjuntos de peças temos de proceder a correções, assim temos de limar, rebarbar, lixar, rebarbar no rebolo ou com a rebarbadora,... para tal há mais ferramentas além das atrás já enunciadas que podem auxiliar nesta tarefa.

Existem por exemplo aparelhos de limar com qualidade, retificadora reta, como a ar comprimido, ou eléctricas que funcionam a alta rotação, chamados de diprofil ou moto-tubo, ver imagem seguinte.



Fig. 80 - diprofil, fonte - <https://www.makita.pt/product/gd0810c.html>



Fig. 81 - alguns tipos de mós usadas, fonte - CENFIM

As peças a encaixarem umas nas outras podem ter que entrarem à pressão, justas ou seja com pouca folga, ou até têm de ter alguma folga, em função das necessidades. Por exemplo um rolamento num eixo de veículo geralmente entra à pressão, para tal usa-se a prensa hidráulica, geralmente para desmontar rolamentos e outras peças de veios usam-se sacas específicos. Se o rolamento entrar solto com folga vai provocar problemas, avarias que têm de se evitar.

Para o acabamento final de uma peça que tenha que funcionar acoplado a outras, podemos lixar e até polir mas só o devemos fazer apos verificação das medidas finais.

Para lixar e até polir há máquinas de mesa com disco de lixa rotativo.



Fig. 82 – Máquina de lixar e polir, fonte - Echo-lab, Politouch 1D

Para medição em mecânica usa-se sobretudo o paquímetro, acima de 200 mm usam-se régua metálicas de preferência em inox que mantém visíveis as suas marcas com o tempo.

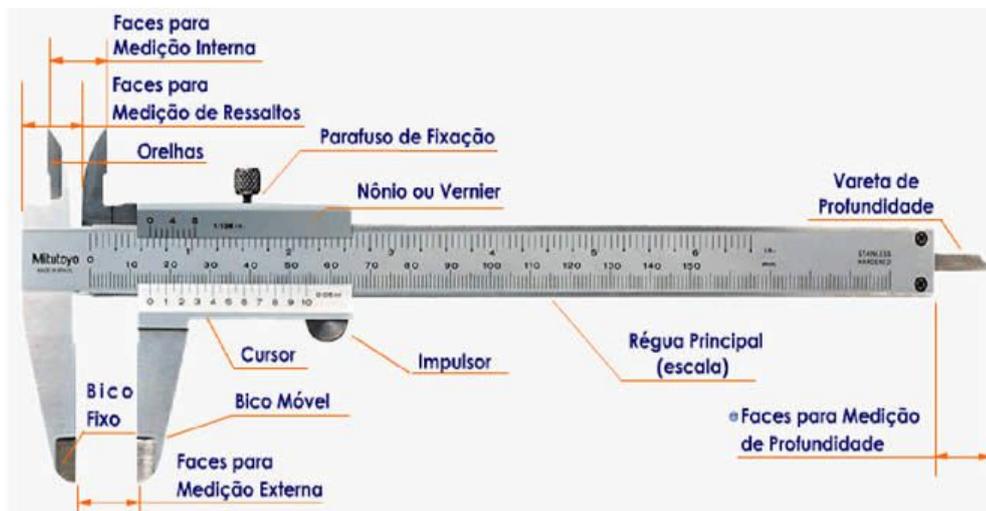


Fig. 83 – Paquímetro, fonte - www.cursosguru.com.br

Para medir estruturas metálicas usam-se fitas métricas metálicas, que têm um erro máximo de 1 mm.

Para sabermos se uma estrutura quadrada ou retangular tem os seus vértices à esquadria (90°), devemos medir as diagonais que tem de ser coincidentes.

9 – Ferramentas usadas na montagem/desmontagem de conjuntos

Aperto de parafusos - Quando há vários parafusos para uma peça, em primeiro apontamos todos e só depois é que apertamos a fundo. Pode haver uma ordem de aperto mas geralmente devemos ir do interior para o exterior, e pode ser conveniente apertar em primeiro só com 4 N.m e depois com o valor final por exemplo de 8 N.m, isto é o que acontece nas cabeças de motor, mas há ainda casos que até convém marcar a posição do parafuso acabado de apertar pois por exemplo no final temos de rodar + 30°. Há chaves próprias para intercalar nas chaves de caixa que medem o angulo de aperto final.

Na mecânica apesar de haver muitas ferramentas, usa-se sobretudo as seguintes ferramentas:

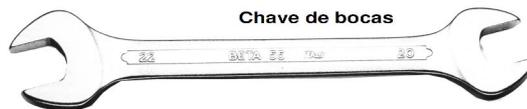


Fig. 84 - Chave de bocas, fonte - IESC, DEM

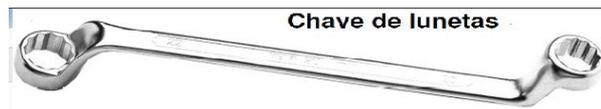


Fig. 85 - Chave de bocas ou estrias curvas, fonte - IESC, DEM

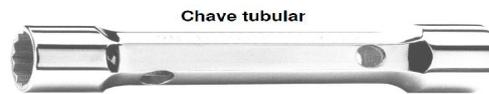


Fig. 86 - Chave de tubos, fonte - IESC, DEM

Há chaves de caixa do tipo dozeavada, como na imagem seguinte mas pode ser sextavada ou de torx. Também podem ser do tipo normal como este o do tipo comprido.



Fig. 87 - Chaves de caixa de 1/2", fonte - IESC, DEM

Para apertar porca ou parafuso para que este fica a fazer uma dada força ou tensão (N/mm²), com um certo momento, o produto da força pelo comprimento do braço, N.m, (Newton x metro) há chaves dinamométrica, em que se afina o valor de aperto, quando se aperta e ela alcança o valor normalmente ela sinaliza com um estalo.

Chaves dinamométrica



Fig. 88 – Chave dinamométrica para aperto certo, em N.m, fonte – IESC, DEM

Chaves para sextavado interior

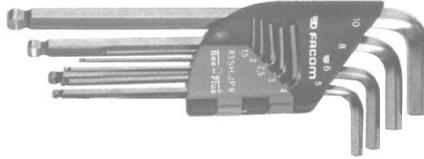


Fig. 89 – Chaves sextavadas, interior, fonte – IESC, DEM

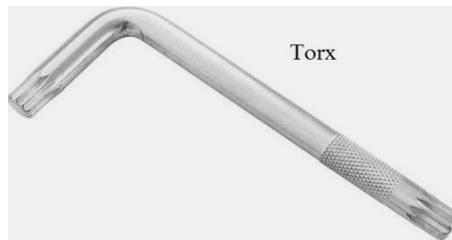


Fig. 90 – Chave de Torx, fonte – IESC, DEM

Para apertar desapertar porcas de hidráulicos usam-se chaves de tubos (com mordentes, conhecida por chave de canos), chaves crescentes (conhecidas por chave inglesa ou francesa) ou chaves de unha.

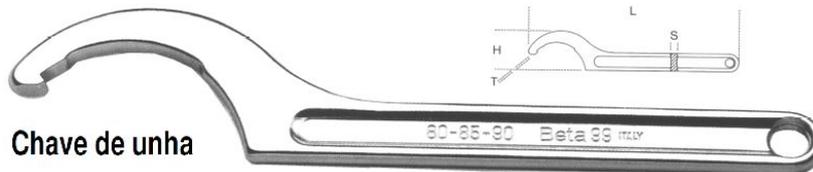


Fig. 91 – Chave de unha para porcas cilíndricas de grande diâmetro, fonte – IESC, DEM



Fig. 92 – Chave de tubos para porcas cilíndricas de grande diâmetro, fonte - Bahco



Fig. 93 – Chave crescente de 18", 450 mm, (conhecida por chave inglesa ou francesa), fonte - <https://prpecas.com>

8 - Ergonomia

A ergonomia é a disciplina científica cujo objetivo é estudar as características laborais, de forma a adequar o local de trabalho e o equipamento ao trabalhador, gerando mais conforto, segurança, eficiência e produtividade.

Para limar devemos estar com a postura corporal como mostra a imagem seguinte.

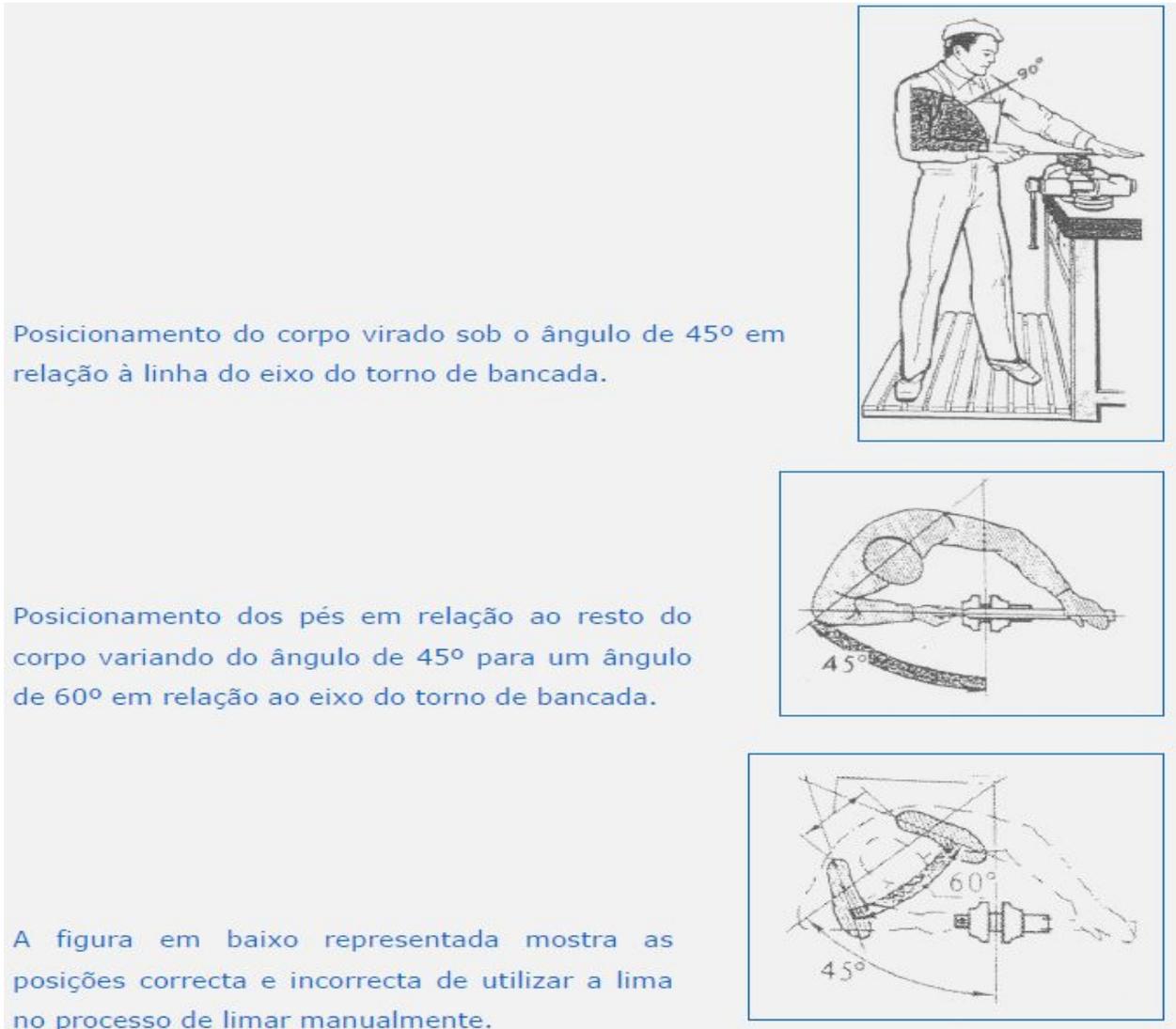


Fig. 94 - Posição do operador ao limar, fonte - CENFIM

Bibliografia

Elementos de Máquinas, SENAI, “Hessel Horácio Cherkassky”, São Paulo, Brasil;

Limagem Manual, CENFIM;

Manual de Ferramentas e Equipamentos, Engº Bruno Filipe, ESAB, 2006;

Mário Loureiro, UFCD 1278-Prática de técnicas de fabrico – operações fundamentais, 2011;

Mário Loureiro, UFCD 1279-Prática de técnicas de fabrico – operações sobre chapa e tubos, 2011;

Mário Loureiro, UFCD 6603 - Construções metalomecânicas – bancada, 2021;

Índice

i - Bancada de trabalho	2
ii - Cuidados a ter com o torno	2
1 - Ferramentas	2
2 -Traçagem plana em chapa	8
2.1 - Ferramentas para traçagem	8
3 - Processos de corte	10
3.1 - Corte por cisalhamento	10
3.2 - Corte por abrasão	12
3.2.1 - Corte por serras	12
Serrote mecânico	12
Regras de utilização do serrote de fita	13
3.3 - Corte por discos abrasivos	14
3.4 - Furacão	15
3.4.1 - Furacão por cisalhamento	15
3.4.2 - Furação por maquinação	16
3.4.3 - Furadeiras	18
3.4.3.1 - Brocas	19
4 - Roscagem	20
4.1 - Furação para abertura de rosca	21
5 - Rebitagem	24
5.1-Tipos de ligações	26
5.2-Materiais dos rebites	26
5.3-Rebitagem manual	26
6 - Ajustamentos de peças e medição	27
9 - Ferramentas usadas na montagem /desmontagem de conjuntos	29
8 - Ergonomia	31
Bibliografia	31

Mário Loureiro

Faz manutenção desde 1974 a veículos incluindo pesados, máquinas, hidráulicos, pneumáticos, guias, equipamentos de elevação, geradores, aparelhos electrónicos e de som, automatismos...

Fabrica desde 1980 aparelhos electrónicos, colunas de som, quadros eléctricos, automatismos,...

Instala e faz manutenção a instalações eléctricas/águas, sistemas solares térmicos e fotovoltaicos, iluminação a LED desde 2013, ...

Curso Secundário Tecnológico de Mecânica, Escola Secundária Avelar Brotero (ESAB) 1979-1982.

Formador externo desde 1996 (FORSIVA) e professor no Ministério da Educação desde 1998.

Inscrito na Ordem dos Engenheiros (OE) desde 20/12/1998.

Licenciatura em Eng.^a Mecânica pela Universidade de Coimbra (UC), 1997.

Mestre em Eng.^a Mecânica (pré-Bolonha), pela UC, 2008.

Engenheiro sénior da OE, 2013.

Técnico responsável de instalações eléctricas e geradores, inscrito na DGEG desde 2013.

Aluno do mestrado em Eng.^a Electrotécnica, UC, de 2015 a 2017, (do 5º ano só falta a dissertação).

Doutorando em Construções Metálicas e Mistras, Eng.^a Civil, UC, de 2013 a 2017.

Realizou 70 cadeiras do ensino superior, incluindo 5 de doutoramento com média de 15 valores.

Especialista em Engenharia de Segurança da OE, 2021.

Coimbra 17/02/2021

Este e outros manuais estão disponíveis em www.marioloureiro.net/EnsinoFormacao.htm