

# Furação

**Nesta seção...**

Furação ◀

Brocas helicoidais ◀

3



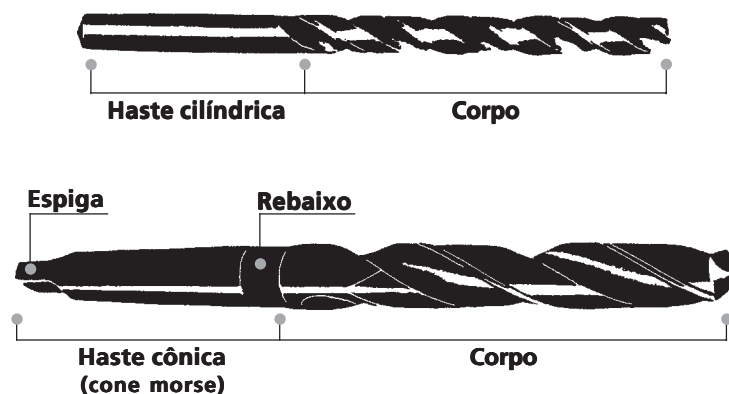


# Furação

É uma operação que consiste na execução de furos cilíndricos numa peça. Para fazer isso, precisa-se de uma ferramenta denominada **broca** e de um dispositivo de fixação denominado **furadeira**.

## Brocas helicoidais

Atualmente as que são mais comumente usadas são feitas de aço rápido, às quais é permitida uma velocidade de corte superior à das feitas de aço carbono. Também encontramos no mercado as brocas de carboneto de tungstênio, que suportam altíssimas velocidade de corte.



## Componentes da broca

### Haste

Serve para prender a broca no mandril, para centrar a broca e para arrastá-la.

Até 5mm, a broca é cilíndrica. De 5 a 12mm é cilíndrica ou cônica. Superior a esta dimensão é cônica com uma espiga. Visto que, ao ser cortada, a broca deve suportar grandes esforços, a haste de arrastar freqüentemente possui um rebaixo para melhorar o assento, seja no eixo porta-broca, seja no cone de redução. Na haste deve estar marcado o diâmetro da broca.



## Corpo

**a)** É um cilindro no qual foram usinados dois sulcos helicoidais. Esses sulcos servem para proporcionar as saídas dos cavacos.

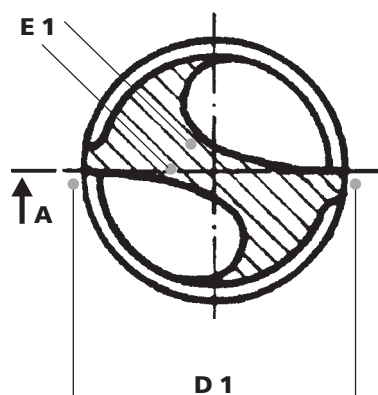
O passo da hélice é igual a aproximadamente seis vezes o diâmetro da ferramenta, em brocas normais.

Para evitar o excesso de atrito, somente as margens ou guias ficam paralelas às hélices. São faixas estreitas e salientes usinadas no corpo da broca, ao longo do lado da entrada de cada sulco. São destinadas a servir de guias e à raspagem do material.

As guias determinam o diâmetro da broca e diminuem ligeiramente à medida que elas se aproximam da haste.

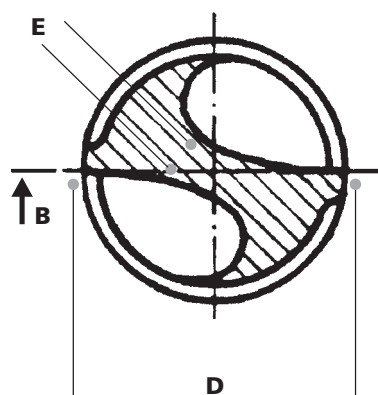
**b)** O núcleo ou alma é a coluna central da broca – compreendida entre os furos dos sulcos –, que se estende da ponta à haste e cuja espessura aumenta daquela para esta.

### Seção AA



$$E\ 1 > E$$

### Seção BB





c) A extremidade da broca.

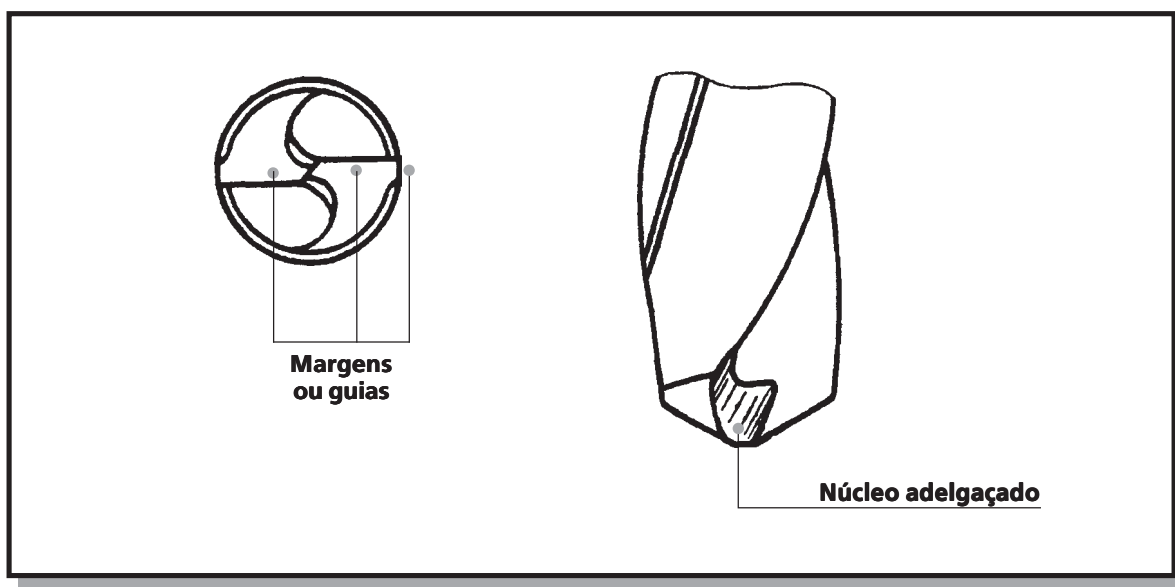
## Ponta

É formada pelo núcleo, que é a primeira superfície que entra em contato com o material, comprimindo-o e assim o empurrando em direção às arestas cortantes.

## Arestas cortantes

São determinadas pelos sulcos helicoidais e pela boa afiação da broca.

A fim de facilitar a penetração da ponta da broca, é possível aguçar o núcleo na ponta. Quando, na execução de furos de grandes diâmetros, o núcleo aguçado não é suficiente, deve-se executar um furo de guia quatro vezes menor do que o diâmetro final a ser executado.



*O aguçamento do núcleo feito num esmeril deve ser cuidadosamente executado, devendo-se retirar rigorosamente a mesma espessura dos dois canais ou sulcos.*

## A afiação correta de uma broca

É uma operação delicada, que só pode ser feita de maneira satisfatória em máquinas apropriadas. Porém, com a prática podemos obter bons resultados afiando uma broca no esmeril. Devemos ter alguns cuidados, que serão enumerados a seguir.



## O ângulo da ponta

É o menor ângulo formado pelas arestas cortantes.

### Como verificar o ângulo da ponta

Este ângulo depende do material a ser usinado:

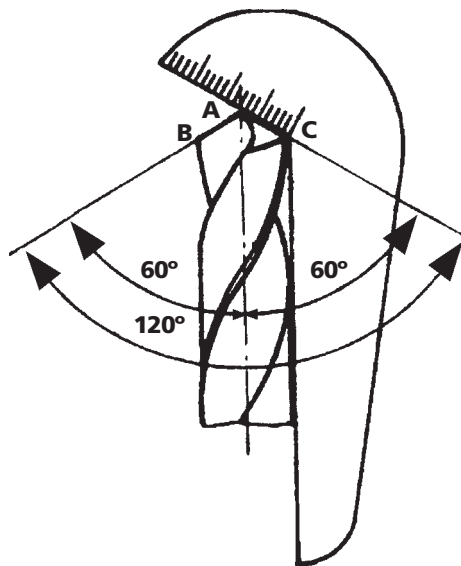
- 120° para aços comuns
- 90° até 100° para ferro fundido
- 60° para materiais macios

DICAS



As duas arestas cortantes devem:

- Formar exatamente o mesmo ângulo com o eixo da broca.
- Ter exatamente o mesmo comprimento.
- Ter o mesmo ângulo de corte transversal.

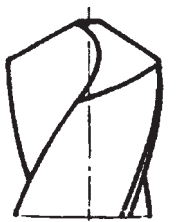


## Ângulo de corte transversal

Este ângulo é muito importante. Quanto mais se aproxima do núcleo, mais ele deve diminuir.

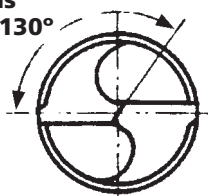
O ângulo pode variar entre 12° e 15° na região de periferia, isto é, perto das margens ou guias.

### Demasiado ângulo de corte transversal



Mais de 130°

Aresta cortante frágil, quebra-se facilmente

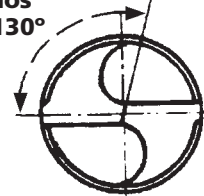


### Nenhum ângulo de corte transversal



Menos de 130°

O acalcanhamento da broca ocasiona sua quebra





## Ângulo de saída

É formado pela face de saída e por um plano paralelo ao eixo da broca. Na periferia, confunde-se com o ângulo da hélice. O ângulo de saída é uma função da hélice.

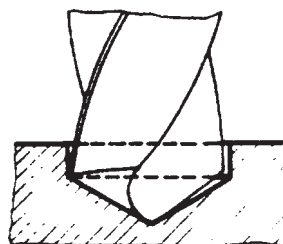
## Causas freqüentes da má furação

### Afiação da broca

As causas mais freqüentes da má furação provêm de uma broca mal-afiada.

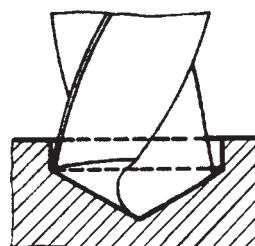
#### Uma só face que corta

Ambas as faces de corte não têm a mesma inclinação



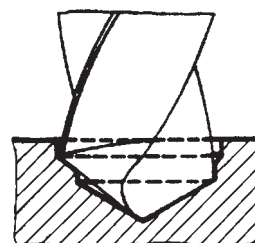
#### A broca não corta no seu eixo

Aresta cortante não-centralizada



#### Flexão da broca em todas as direções

Ambas as faces de corte não têm a mesma inclinação e a aresta cortante não é centralizada





## Conseqüências da má furação

1. Arestas cortantes cegas: a broca não corta bem, o furo tem mau aspecto e o diâmetro do furo é maior que o normal.
2. Alma demasiadamente delgada: penetração fora de alinhamento, a broca corta mal e pode quebrar.

## Diferentes tipos de broca

### Hélice normal

Usada para cortar materiais tais como ferro fundido e aços.

▲ Ângulo da ponta: 120°

▲ Ângulo de saída: 28°

### Broca curta com haste cilíndrica



### Broca com haste cilíndrica série média



### Broca com haste cilíndrica série longa



### Broca com haste cilíndrica série extralonga



### Broca com haste cônica série extralonga







### Hélice pequena

Usam-se estas brocas para cortar metais macios, tais como alumínio e cobre. Quando são utilizadas formam um só cavaco longo.

O fundo dos sulcos deve ser retificado e polido, para permitir a ejeção fácil dos cavacos.



### Hélice grande

Este tipo de broca é usado para furar metais macios, tais como bronze e latão, e também materiais de cavacos curtos.



### Broca de centro

É responsável pela boa centragem em furação, além de ser bastante utilizada pelos torneiros mecânicos na execução de furos de centro como meio de fixação de peças.



### Escariadores paralelos

São ferramentas de corte de formato cilíndrico, cônico ou esférico, construídas com aço de carbono rápido e temperadas. Possuem arestas destinadas a fazer rebaxos ou escariados em furos.



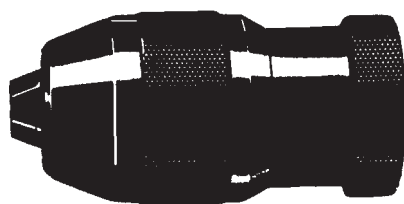


## Fixação de brocas

### Brocas com haste cilíndrica

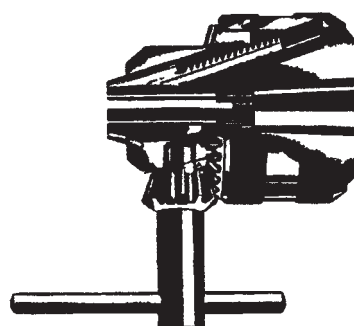
#### Mandril com três castanhas

##### De aperto rápido



#### Mandril com três castanhas

##### Apertado por uma chave

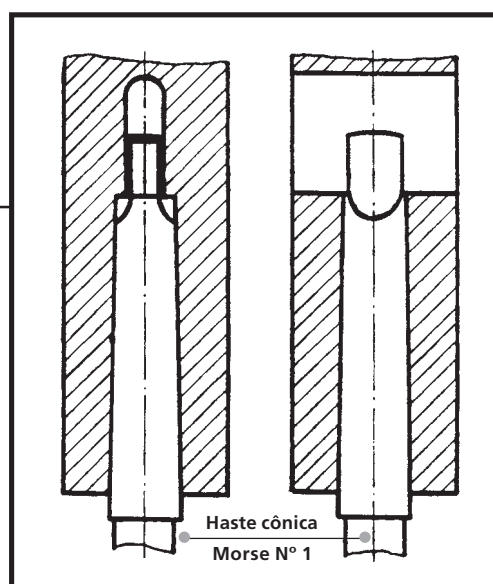


### Brocas com haste cônica

Sempre que se fixarem brocas num mandril, devem ser tomados os seguintes cuidados:

- ▲ A ferramenta deve ter espiga de arrasto.
- ▲ A ferramenta deve ser perfeitamente centrada.
- ▲ A extração da ferramenta deve ser fácil.

Nº do cone morse	Ø das brocas
1	4 até 14
2	14 até 23
3	23 até 32
4	32 até 50
5	50 até 75
6	75 até 100





## Bucha cônica de redução

Quando uma broca tiver haste cônica morse cujo número seja inferior ao do eixo porta-ferramenta, há necessidade de se usar uma bucha cônica de redução que seja retificada interna e externamente, a fim de se obter uma concentricidade perfeita.



As buchas de redução identificam-se pela numeração que corresponde a elas, ao cone exterior (macho) e ao cone interior (fêmea), formando jogos de cones de redução cuja numeração completa é: 2-1, 3-2, 4-2, 4-3, 5-3, 5-4, 6-4, 6-5.

### Cunha para extrair broca



### Extensões para buchas cônicas de redução



*Antes de se usar uma furadeira manual, é preciso tomar os seguintes cuidados:*

- *Verificar se os fios estão desencapados.*
- *Conectar o fio de terra, se necessário.*
- *Com uma alimentação de 110V ou 220V, usar equipamento para isolar-se do chão (sapatos de segurança, pranchas etc).*
- *Certificar-se de que os condutores de alimentação não sejam cortados nem danificados por veículos passantes. Para isso devem-se:*
  - a) *Pendurar ou suspender os condutores.*
  - b) *Colocar os condutores entre pranchas para protegê-los.*
- *Enrolar o comprimento do fio desnecessário.*
- *Não colocar os fios sobre superfícies quentes ou aguçadas.*



## Operação de furação (furadeiras manuais)

- 1.** É preferível, quando possível, utilizarem-se brocas curtas, a fim de evitar a flexão e a quebra da broca.
- 2.** A broca, ao ser utilizada, pode ser modificada para um ângulo da ponta de 90° ou 100°, em vez de 120°; isso melhora a penetração e, conseqüentemente, a broca passa mais suavemente através da peça.
- 3.** O furo que for executado deve ser bem marcado pelo punção de centrar.
- 4.** A broca deve ser inserida de tal modo que a haste esteja bem apoiada contra o fundo do mandril, evitando-se, assim, todas as possibilidades de deslizamento e quebra durante a operação.
- 5.** Coloque a ponta da broca na pequena depressão feita pelo punção de centrar. Certifique-se de que sua broca esteja vertical em dois planos.
- 6.** Ative o gatilho da furadeira e imediatamente exerça a pressão na peça; de outro modo a broca saltará da marca do punção de centrar e danificará a peça.
- 7.** Exerça a pressão pelo eixo da broca e mantenha a posição inicial, caso contrário:
  - O furo pode tornar-se irregular.
  - A broca pode prender-se e quebrar.
  - A broca pode enganchar-se, fazendo a furadeira soltar das mãos do operador.
- 8.** Quando se romper a peça, deve-se diminuir a pressão sobre a broca para evitar parti-la, devendo-se também retirá-la do furo enquanto ainda estiver rodando.
- 9.** Ajuste a pressão sobre a máquina de furar prestando atenção ao ruído e à saída dos cavacos.

## Segurança durante a operação de furação

- 1.** Durante toda a operação de furação, o dedo deve permanecer no gatilho para que a máquina possa ser parada de repente.
- 2.** Em qualquer atividade, você deve estar numa posição confortável para não cair ou perder o equilíbrio.



**3.** Sempre que estiver furando numa posição vertical, use óculos protetores para que cavacos não caiam nos seus olhos. Nesse caso também é necessária a utilização de luvas para proteger as mãos contra queimaduras.

**4.** Evite que sua cabeça esteja à mesma altura que a broca (acidentes envolvendo os olhos muitas vezes acontecem devido a brocas quebradas).

**5.** Quando o trabalho durar muito tempo, utilize uma montagem de andaimes. Você estará melhor assentado e poderá trabalhar com maior segurança.

DICAS



- Em furadeiras radiais, de bancada, de torno, fresadoras ou plainas **não** é permitido usar luvas com a máquina em operação.
- Não faça esforço desnecessário, pois músculos fatigados exercem mau controle.

## Velocidade de corte

É a distância percorrida pela ferramenta em um período de um minuto, e é usada para se definir a rotação da broca.

Velocidade de corte em metros por minuto		
Metais para serem furados	Ferramentas de aço rápido	Dados usuais
Aço macio	24 a 30	28
Aço médio	18 a 24	22
Aço duro	12 a 18	16
Aço fundido	8 a 6	9
Ferro fundido	10 a 22	22
Bronze	12 a 24	22
Latão	40 a 60	44
Alumínio	50 a 70	66

ATENÇÃO



Para furar no torno ou na fresadora, devemos empregar as mesmas velocidades de corte que estão contidas na tabela ao lado.

### RPM da broca (N)

É o número de rotações por minuto efetuadas em um ponto qualquer da circunferência da broca.

$$N = \frac{V_c \times 1000}{\varnothing \pi} \quad \therefore \quad N = \frac{V_c \times 318}{\varnothing}$$

N = Número de rotações por minuto  
 V<sub>c</sub> = Velocidade de corte especificada em m/min.  
 Ø = Diâmetro da broca em milímetros  
 1000 = Constante para passar de m para mm  
 π = 3,14



### Exemplo

Qual é o número de RPM de uma broca de Ø10mm trabalhando em aço macio?

### Solução

A velocidade de corte para aço macio é 28m/min. Aplicando a fórmula, temos:

$$N = \frac{V_c \times 318}{\varnothing}$$

$$N = \frac{28 \times 318}{10} = \frac{8.904}{10} \approx 890 \text{ RPM}$$

## Avanço

É a distância percorrida pela árvore da furadeira andando para baixo, cada vez que a broca faz uma rotação (aproximadamente 1/100 do diâmetro da broca).

É especificada em mm/rotação e o seu símbolo é **a**.

Como ilustração, podemos destacar a fórmula para calcular o tempo gasto na furação.

$$T = \frac{L}{a \times N}$$

**L** = Espessura a ser furada mais a ponta da broca (em mm)

**a** = Avanço (em mm / rot)

**N** = Número de rotações por minuto

## Lubrificação

O uso de lubrificantes ou fluido de corte aumenta a duração da ferramenta e possibilita maior velocidade de corte.

### Metais para serem furados

### Lubrificantes para serem usados

Aço	→	Óleo solúvel
Ferro fundido	→	A seco
Bronze-latão	→	A seco ou a óleo
Duralumínio	→	Querosene ou óleo solúvel



Quando se utilizar uma broca de carboneto de tungstênio, o trabalho poderá ser feito sem lubrificação.



## A furadeira

O insucesso na operação de furar pode ser devido a uma série de razões.

### 1. O mandril (árvore)

Se o mandril não estiver bem centralizado ou se houver folga demasiada, isso pode ocasionar uma flexão ou quebra da broca.

### 2. O número de RPM

Se o número de RPM não for apropriado, os gumes se tornarão cegos, e se o número de RPM estiver demasiadamente baixo, pode-se provocar facilmente a quebra de pequenas brocas.

### 3. Avanço

Não exerça pressão demasiada na alavanca quando furar, pois se o avanço for acima do normal, as arestas cortantes podem ser danificadas.

### 4. Quando for necessário, lubrifique o metal que vai ser furado, visto que isso:

- Reduz o atrito.
- Melhora o acabamento.
- Evita que se quebrem as arestas cortantes.
- Evita que os cavacos se soltem nas arestas cortantes.
- Facilita a evacuação dos cavacos.
- Possibilita aumentar a velocidade de corte.

## Cuidados ao se fixar a broca no mandril

Antes de furar, assegure-se de que a posição da broca no mandril esteja certa e bem centralizada. No caso de hastes cônicas, os cones devem estar perfeitamente limpos e sem rebarbas.

## Cuidados ao se fixar a peça

A peça deve ser cuidadosamente fixada, caso contrário haverá uma variação da posição do eixo do furo a ser executado (furo grande demais).

No caso de existirem furos passantes, diminua a pressão quando estiver a ponto de terminar o furo, caso contrário os sulcos helicoidais provocarão uma penetração rápida da broca, podendo ocasionar sua quebra.



### Antes de furar, confira:

- O diâmetro da broca, com um paquímetro.
- As condições de afiação da broca.
- A velocidade de corte adequada.
- A centragem da broca no mandril.
- A fixação da peça.



## Alargadores

São ferramentas empregadas na execução de furos calibrados. A diferença entre o furo alargado e o do alargador não deve exceder 0,25mm (sobremetal).

Relação dos diâmetros do furo alargado e o da broca em mm						
Diâmetro do furo alargado	6	8	10	12	16	20
Diâmetro da broca	5,8	7,8	9,75	11,75	15,75	19,75

## Aspectos práticos de alargadores de máquina

### Velocidade de corte

Entre um terço, e a mesma velocidade que a de furação (1/3N).

### Avanço

Duas vezes a velocidade de furação, isto é, 2/100 do diâmetro do alargador.

### Lubrificação

Fluido de corte apropriado ao metal que será usinado.

### Diâmetro de furação

Expresso pela fórmula

$$\text{Furação} = \varnothing \text{ nominal} - 0,25 \text{ mm}$$

$\varnothing$  nominal = Diâmetro do alargador



#### Para alargar um furo à dimensão máxima

- Aumente o número de rotações por minuto.
- Reduza o avanço de corte.

#### Para alargar à dimensão mínima

- Reduza o número de rotações por minuto.
- Aumente o avanço de corte.

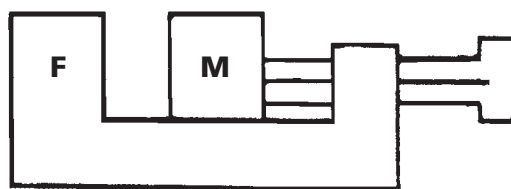


## Fixação de peças

### Diferentes dispositivos de fixação

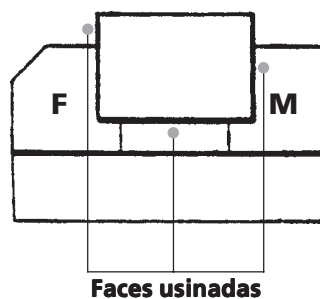
- ▲ Num torno de bancada.
- ▲ Na mesa de uma máquina.
- ▲ Sobre suportes.
- ▲ Sobre placas magnéticas.

#### Fixação de uma peça no torno de bancada



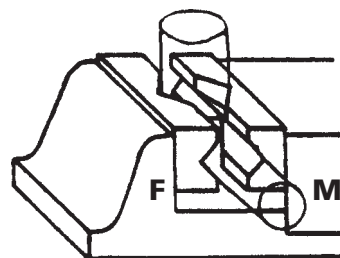
F= Mandíbula fixa  
M= Mandíbula móvel

#### Mordentes com rasgos retos

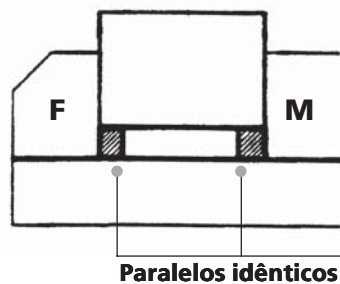


Faces usinadas

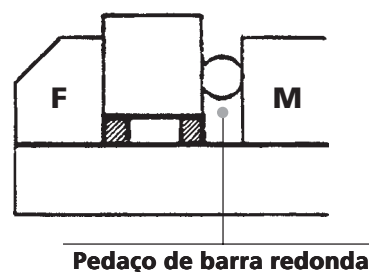
#### Mordentes com rasgos em "V"



#### Métodos diferentes



Paralelos idênticos

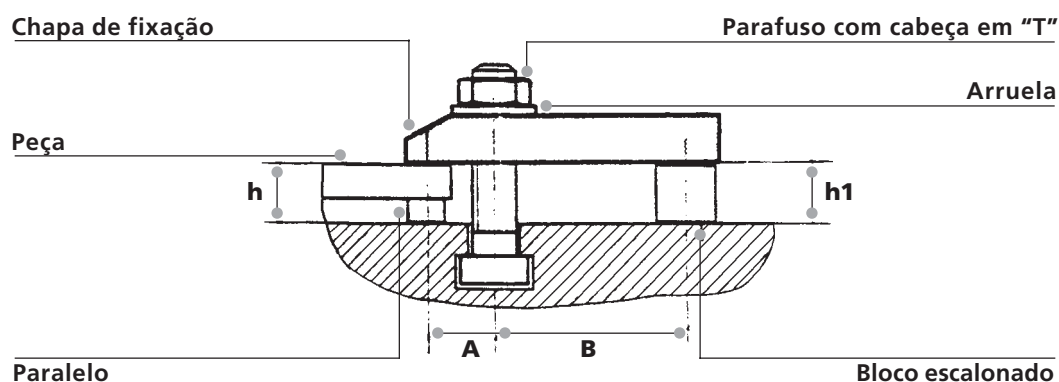


Pedaço de barra redonda



## Fixação de peças sobre as mesas de máquinas

Geralmente, quando as dimensões da peça excluírem todas as possibilidades de uso da morsa, a peça poderá ser fixada diretamente na mesa, mediante acessórios próprios.



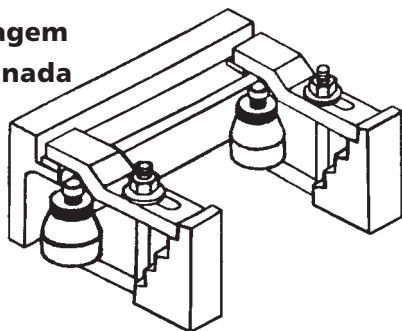
Para se fixar uma peça corretamente em posição é preciso ter:

**A menor que B**

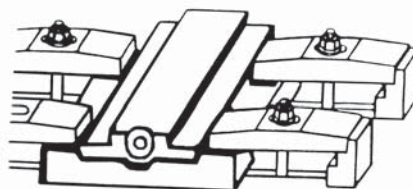
**h menor que h1 desde 1 até 2mm**

### Maneira correta de se fixar uma peça

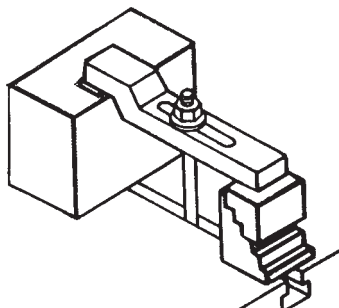
**Montagem combinada**



**Montagem para fresagem de superfície**



**Montagem com garra e parafuso**



Existem diferentes tipos de grampos de fixação:

- Chapa chata escalonada
- Chapa em U com espiga
- Chapa chata
- Chapa em U



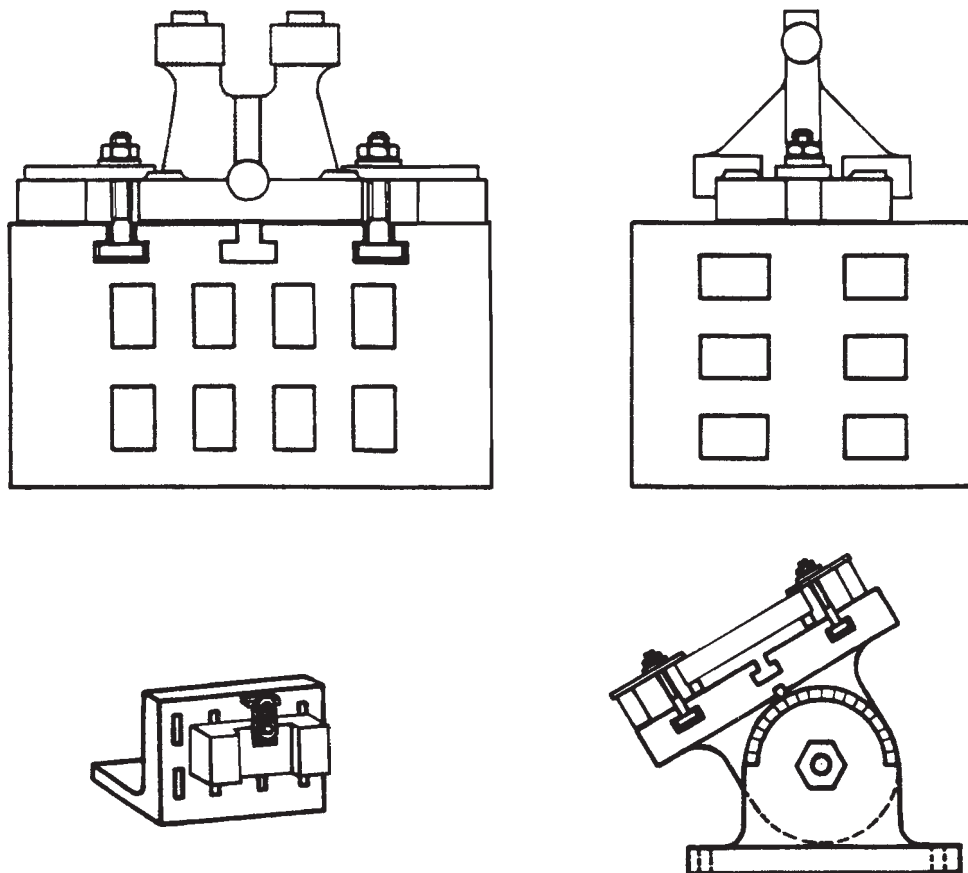
## Fixação de peças em cubos e cantoneiras (sobre suportes)

As cantoneiras e os cubos de traçagem são utilizados para a fixação de peças a serem traçadas ou usinadas em planos diferentes, sem remover a obra do seu suporte.

Nesses casos, os dispositivos seguintes podem ser utilizados.

- ▲ Cubos de traçagem.
- ▲ Cantoneiras em ângulo reto, ou cantoneiras graduadas.

### Cubos de traçagem



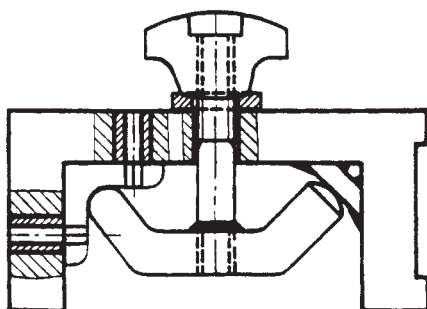
## Fixação através de gabaritos

Quando for necessário usinar peças em série, é preferível fazer um gabarito para tal fim. O objetivo desse acessório é ganhar tempo na usinagem.



## Exemplo

Furação de várias cantoneiras.



## Machos

Essas ferramentas servem para cortar ranhuras helicoidais, de formas e dimensões padronizadas, no interior de um furo cilíndrico que tenha um diâmetro exato.

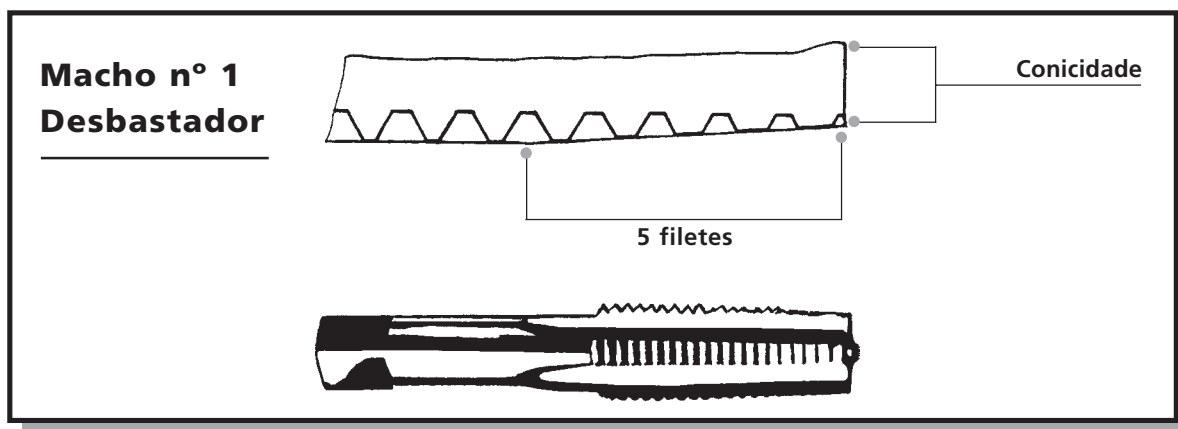
Essa operação pode ser executada manualmente, quando a quantidade de peças for pequena, e também na recuperação de peças defeituosas. Pode também ser executada numa máquina para trabalhos de produção em série, com machos apropriados para máquinas.

### Machos manuais

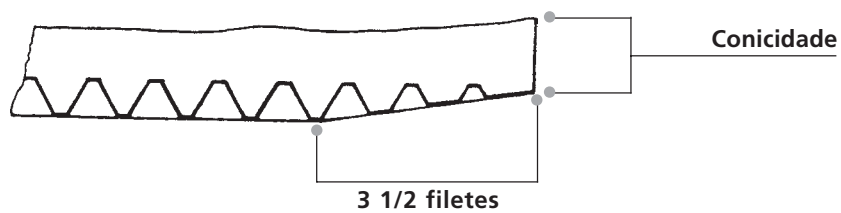
Jogo com três machos feitos normalmente de aço rápido. Com esse jogo passa a existir a facilidade de guiamento e centragem.

As diferenças de diâmetro, o comprimento da conicidade e as variações de espessura dos dentes devem ser levados em consideração para que o torque exercido em cada macho seja idêntico.

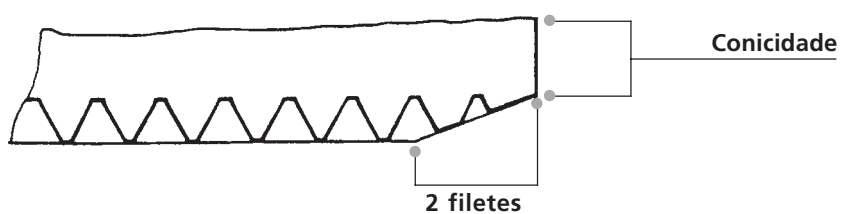
### Como a superfície cortante varia de acordo com o macho



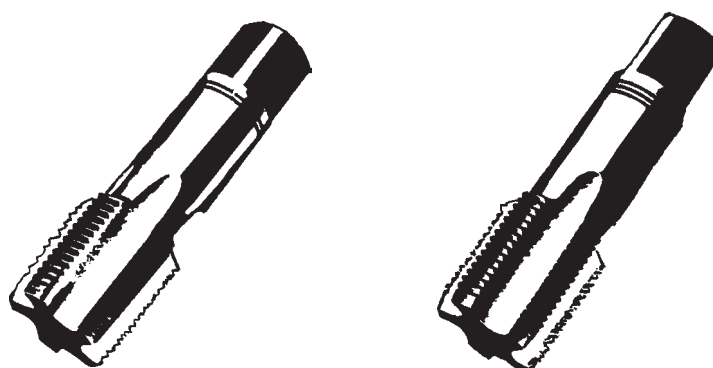
### **Macho nº 2 Intermediário**



### **Macho nº 3 Acabador**



### **Jogo de dois machos para tubos**



### **Aspectos práticos**

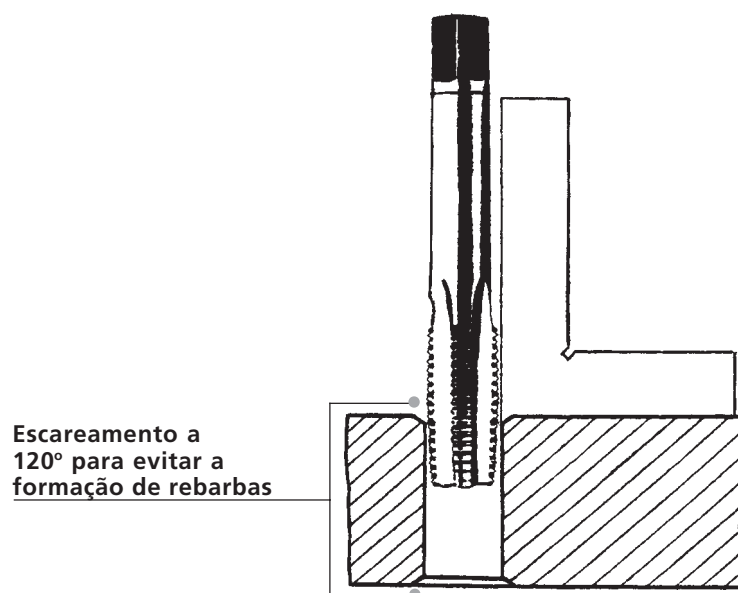
#### **Diâmetro de furação**

$$\text{Teórico} = \text{diâmetro nominal} - (1,0825 \times \text{passo})$$



Na oficina, empregue:

**Diâmetro da broca = diâmetro nominal – passo**



### Como cortar filetes em um furo cego

O furo cego é aquele que não passa através da peça.

Não se esqueça de retirar o macho frequentemente para extrair os cavacos que se acumulam no fundo do furo, para que ele não se quebre.

### Exemplo

Para efetuar um furo roscado M10, observe a tabela abaixo.

Passos comuns ISO			
Diâmetro nominal	Passo	Diâmetro nominal	Passo
3	0,5	12	1,75
4	0,7	14	2
5	0,8	16	2
6	1	18	2,5
8	1,25	20	2,5
10	1,5	22	2,5



**1.** Consulte na tabela da página ao lado quanto vale o passo de uma rosca M10.

**2.** Aplique diretamente a fórmula:

$$\text{Diâmetro da broca} = \text{Diâmetro nominal} - \text{passo}$$

**3.** Então teremos:

$$\text{Diâmetro da broca} = 10 - 1,5 = 8,5$$

Deve-se furar com uma broca com diâmetro de 8,5mm.

### Cuidados na abertura de roscas manuais

Sempre utilizar os machos por ordem numérica:

**1.** Desbastador

**2.** Intermediário

**3.** Acabador

- Posicione o macho, com o auxílio do esquadro, a 90° em relação a dois planos perpendiculares entre si.
- Para quebrar o cavaco e facilitar a penetração do lubrificante, o macho deve ser trabalhado girando-se uma volta para a direita, na direção do corte, e ¼ de volta para a esquerda, para a retirada do cavaco.
- Para girar um macho, utilize um desandador com dois cabos de comprimento idênticos.

### Como extrair um macho quebrado

- 1.** Se o macho quebrado sobressair da peça, pode ser extraído com um alicate.
  - 2.** Se o macho quebrado ficar faceando com a peça, pode-se tentar extraí-lo com um toca-pino, tendo o cuidado de não danificar os filetes.
  - 3.** Se a parte quebrada do macho ficar no fundo do furo, a extração torna-se ligeiramente mais difícil.
    - a)** Coloque querosene no furo e, utilizando o bico de ar comprimido, tente expelir a quantidade máxima de cavacos.
- Se for possível, vire a peça de cabeça para baixo a fim de que os cavacos caiam de dentro do furo.

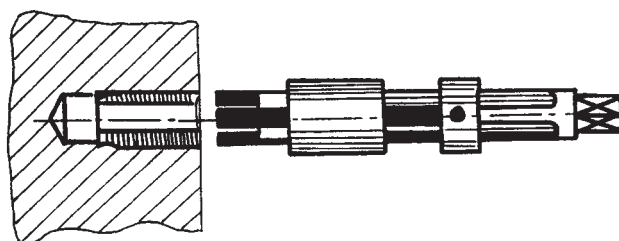


**b)** Utilize um sacador ou um removedor, mas tenha cuidado com esse tipo de dispositivo, pois ele é frágil e não muito prático.

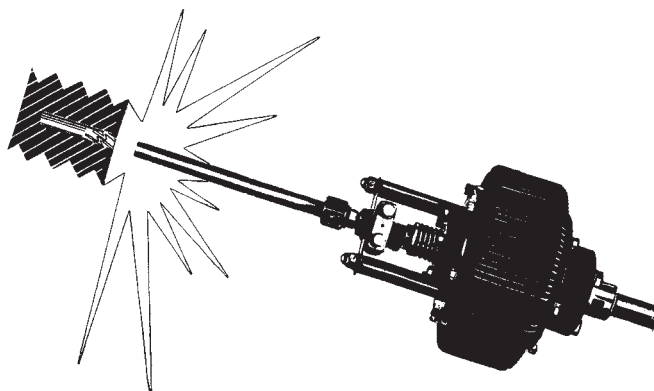
Se todos os métodos sobrecitados não conseguirem extrair o macho, ainda há duas soluções.

- Amoleça a região central do macho com um maçarico e deixe resfriar, tomando o cuidado de protegê-la contra a atmosfera.
- Destrua o macho completamente com um desintegrador elétrico de machos.

### Removedor de machos



### Desintegrador elétrico de machos



*Dentro deste material – Ajustagem Básica –, vimos a necessidade de acrescentar conhecimentos sobre rosca e cotagem funcional, pois temos a certeza de que eles irão ajudá-lo durante o exercício de sua profissão.*

*O conteúdo de cotagem funcional facilitará o entendimento de determinadas tolerâncias expressas nos desenhos para praticar um ajuste entre peças que trabalhem em conjunto.*





## Vamos praticar?

**1.** Cite três tipos de picado que encontramos nas limas.

---

---

---

**2.** Cite uma aplicação para a lima redonda.

---

---

**3.** Cite uma aplicação para a lima de ourives.

---

---

**4.** Que tratamento térmico é aplicado na espiga da lima? Qual seu objetivo?

---

---

**5.** Que cuidados de conservação devemos ter com uma lima?

---

---

---



**6.** Cite as características da serra manual.

---

---

**7.** Necessita-se serrar uma chapa cuja espessura mede 3mm. Qual a serra adequada?

---

---

**8.** Que cuidados devemos ter quando estamos utilizando uma talhadeira?

---

---

---

**9.** Qual o objetivo de um desempenho de precisão na oficina de ajustagem?

---

---

---

**10.** Que cuidado principal devemos ter na utilização de um instrumento de precisão?

---

---



**11.** O que devemos observar para a boa afiação de uma broca?

---

---

**12.** Qual o objetivo do aguçamento do núcleo ou alma de uma broca?

---

---

**13.** O que acontece quando uma broca possui uma navalha maior que a outra?

---

---

**14.** Qual a função de uma broca de centro?

---

---

---

**15.** Cite no mínimo cinco normas de segurança no uso de uma furadeira de bancada.

---

---

---

---



**16.** Qual a importância da velocidade adequada de corte no uso de uma broca?

---

---

**17.** Cite a velocidade de corte adequada para se furar um aço de média dureza.

---

---

**18.** Necessita-se furar uma chapa de aço doce, onde o furo deverá ter um diâmetro de 10mm. Que RPM devemos colocar na furadeira?

---

---

---

**19.** Qual o objetivo do uso do óleo solúvel na furação?

---

---

**20.** Que aspectos devemos observar antes de furar uma peça?

---

---

---

**21.** Qual a função de um alargador?

---

---

---

**22.** Que critério devemos considerar na execução de um furo calibrado?

---

---

---

**23.** Que meios de fixação de peças temos em nossa oficina?

---

---

---

**24.** Que ferramentas temos disponíveis para a abertura de roscas manuais?

---

---

---

---

---



**25.** Qual deverá ser o diâmetro de furação para a abertura de uma rosca M8?

---

---

**26.** Que cuidados devemos ter para evitar a quebra de um macho?

---

---

---

**27.** Que meios nos são disponíveis para a retirada de um macho quebrado de uma peça?

---

---

---

## Anotações

---

---

---

---

---

---