

Fresagem

As peças a serem usinadas podem ter as mais variadas formas. Este poderia ser um fator de complicação do processo de usinagem. Porém, graças à máquina fresadora e às suas ferramentas e dispositivos especiais, é possível usinar praticamente qualquer peça e superfícies de todos os tipos e formatos. A operação de usinagem feita por meio da máquina fresadora é chamada de *fresagem*.

Neste livro, você vai estudar as diversas operações de fresagem que podem ser executadas com a máquina fresadora.

Nossa aula

O que é fresagem

A *fresagem* é um processo de usinagem mecânica, feito por *fresadoras* e ferramentas especiais chamadas *fresas*. A fresagem consiste na retirada do excesso de metal ou *sobremetal* da superfície de uma peça, a fim de dar a esta uma forma e acabamento desejados.

Na fresagem, a remoção do sobremetal da peça é feita pela combinação de dois movimentos, efetuados ao mesmo tempo. Um dos movimentos é o de rotação da ferramenta, a *fresa*. O outro é o movimento da mesa da máquina, onde é fixada a peça a ser usinada.

É o movimento da mesa da máquina ou *movimento de avanço* que leva a peça até a fresa e torna possível a operação de usinagem. Veja esquema ao lado.



O movimento de avanço pode levar a peça contra o movimento de giro do dente da fresa. É o chamado *movimento discordante*. Ou pode também levar a peça no mesmo sentido do movimento do dente da fresa. É o caso do *movimento concordante*.

A maioria das fresadoras trabalha com o avanço da mesa baseado em uma porca e um parafuso. Com o tempo e desgaste da máquina ocorre uma folga entre eles. Veja figura abaixo.

No movimento concordante, a folga é empurrada pelo dente da fresa no mesmo sentido de deslocamento da mesa. Isto faz com que a mesa execute movimentos irregulares, que prejudicam o acabamento da peça e podem até quebrar o dente da fresa.

No movimento discordante, a folga não influi no deslocamento da mesa. Por isso, a mesa tem um movimento de avanço mais uniforme. Isto gera um melhor acabamento da peça.

Assim, nas fresadoras dotadas de sistema de avanço com porca e parafuso, é melhor utilizar o movimento discordante. Para tanto, basta observar o sentido de giro da fresa e fazer a peça avançar contra o dente da ferramenta.

Como outros processos, a fresagem permite trabalhar superfícies planas, convexas, côncavas ou de perfis especiais. Mas tem a vantagem de ser mais rápido que o processo de tornear, limar, aplinar. Isto se deve ao uso da fresa, que é uma ferramenta multicortante.

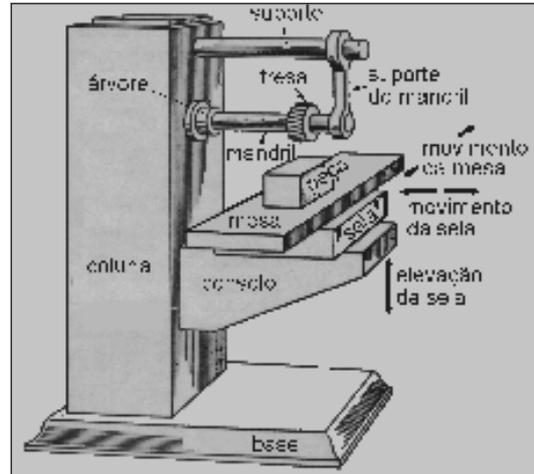
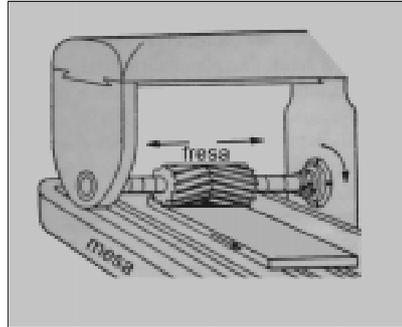
Fresadoras

As máquinas fresadoras são classificadas geralmente de acordo com a posição do seu eixo-árvore em relação à mesa de trabalho. Mesa de trabalho é o lugar da máquina onde se fixa a peça a ser usinada. O eixo-árvore é a parte

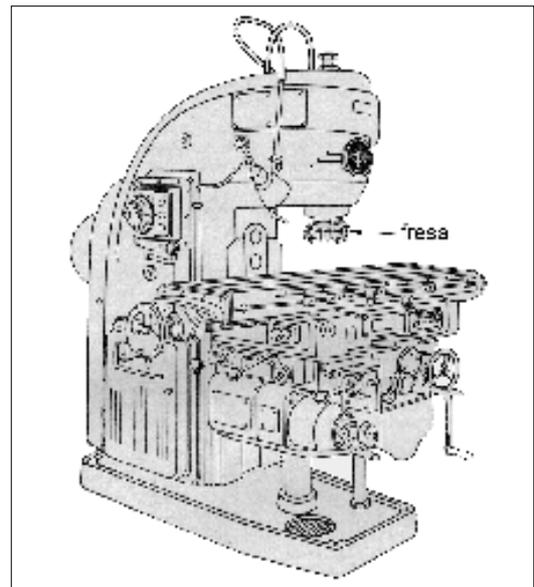
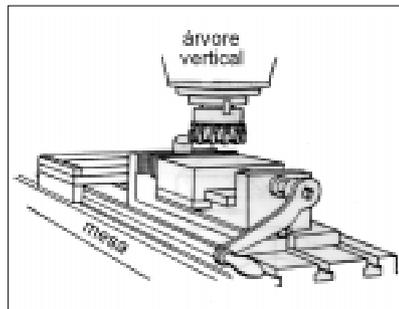
da máquina onde se fixa a ferramenta.

As fresadoras classificam-se em relação ao eixo-árvore em horizontal, vertical e universal.

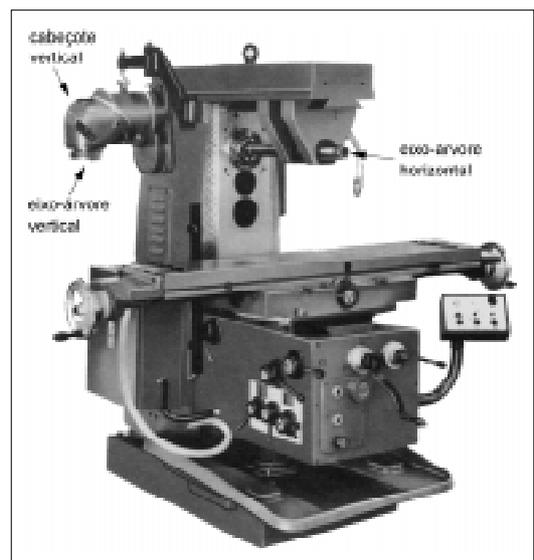
A fresadora é *horizontal* quando seu eixo-árvore é paralelo à mesa da máquina.



Se o eixo-árvore for perpendicular à mesa da máquina, dizemos que se trata de uma *fresadora vertical*.

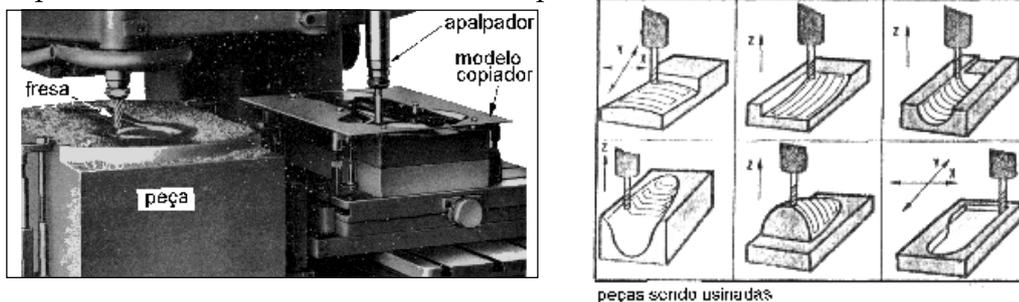


Já a *fresadora universal* dispõe de dois eixos-árvore, um horizontal e outro vertical. O *eixo vertical* situa-se no cabeçote, parte superior da máquina. O *eixo horizontal* localiza-se no corpo da máquina. O fato de a fresadora universal dispor de dois eixos permite que ela seja utilizada tanto na posição horizontal quanto na vertical.

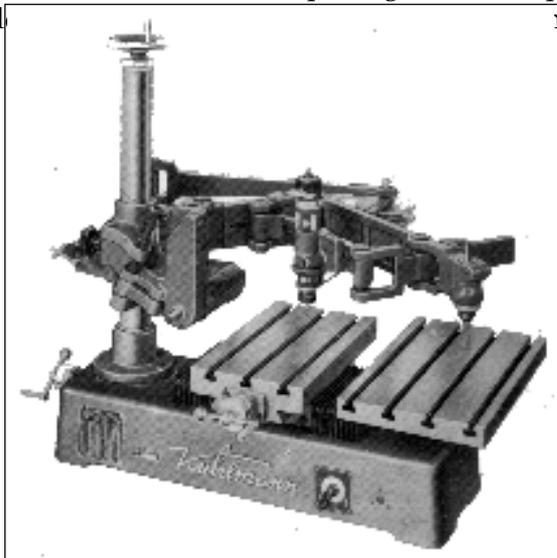


Não pense porém que há apenas esses tipos de fresadoras! Há outras que tomaram como modelo as fresadoras horizontais e verticais, mas não funcionam do mesmo modo.

Uma delas é a *fresadora copiadora*, que trabalha com uma mesa e dois cabeçotes: o cabeçote apalpador e o de usinagem. Como o nome diz, a fresadora copiadora tem a finalidade de usinar, copiando um dado modelo.



Outro tipo de fresadora é a *fresadora pantográfica* ou o *pantógrafo*. Como a fresadora copiadora, ela também copia um modelo.



No pantógrafo, a transmissão do movimento é coordenada manualmente pelo operador. Isso permite trabalhar detalhes como canais e pequenos raios, mais difíceis de serem obtidos numa fresadora copiadora.

Quanto aos modelos, eles podem ser confeccionados em material metálico, como o aço e o alumínio, ou ainda em resina. A escolha do material depende do número de peças a ser copiadas. Devido à sua resistência, modelos em aço são recomendáveis para um número elevado de cópias. Caso o modelo seja utilizado poucas vezes, para a cópia de duas ou três peças por exemplo, recomenda-se o uso da resina.

**Pare! Estude!
Responda!**

Há também a fresadora CNC e as geradoras de engrenagens, das quais falaremos em aulas específicas, neste mesmo livro.

Assinale com X a alternativa correta.

Exercício 1

As fresadoras são geralmente classificadas de acordo com:

- a) () sua estrutura, peso e tipo de eixo-árvore;
- b) () a posição da base em relação ao eixo-árvore;
- c) () a posição do eixo-árvore em relação à mesa;
- d) () a posição do eixo-árvore em relação ao cabeçote.

Exercício 2

Faça corresponder corretamente as fresadoras (coluna **A**) quanto à posição dos eixos-árvore (coluna **B**).

Coluna A

- 1. () Horizontal
- 2. () Universal
- 3. () Angular, universal
- 4. () Vertical
- 5. () Plana, vertical

a) Horizontal e vertical

b) Paralelo à mesa da máquina

c) Perpendicular à mesa da máquina

Fresas

A fresa é dotada de facas ou dentes multicortantes. Isto lhe confere uma vantagem sobre outras ferramentas: quando os dentes não estão cortando, eles estão se refrigerando. Isto contribui para um menor desgaste da ferramenta.

Fique por dentro

Quanto menor o desgaste, maior vida útil da ferramenta.

A escolha da ferramenta é uma das etapas mais importantes da fresagem. Ela está relacionada principalmente com o tipo de material a ser usinado.

Ao escolher uma fresa, deve-se levar em conta se ela é resistente ao material que será usinado. Os materiais são mais ou menos resistentes. Assim, uma fresa adequada à usinagem de um material pode não servir para a usinagem de outro.

Escolhendo a fresa

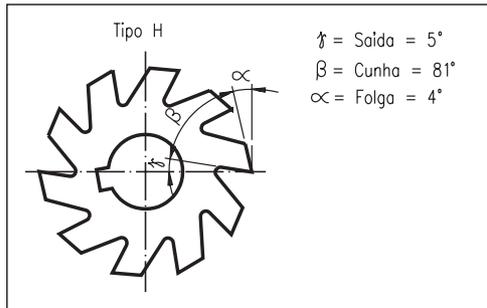
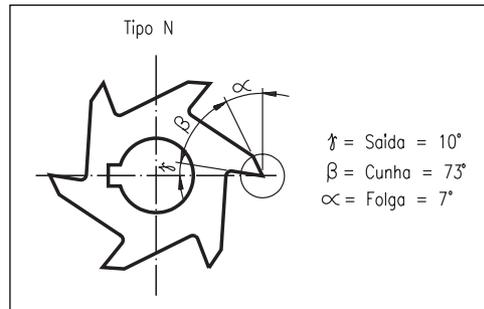
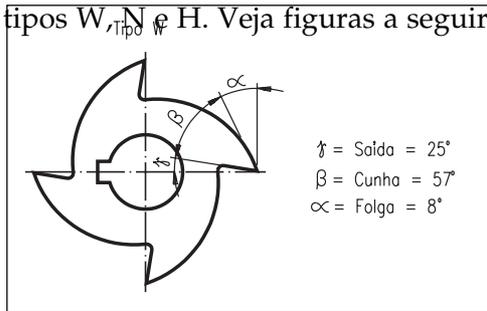
Então como escolher a ferramenta adequada? Para começar, você deve saber que os dentes da fresa formam ângulos. Estes por sua vez formam a cunha de corte.

Recordar é aprender

São ângulos da cunha de corte o ângulo de saída (γ), de cunha (β) e de folga (α).

Pois bem, são os ângulos β dos dentes da fresa que dão a esta maior ou menor resistência à quebra. Isto significa que quanto maior for a abertura do ângulo β , mais resistente será a fresa. Inversamente, quanto menor for a abertura do ângulo β , menos resistente a fresa será. Com isto, é possível classificar a fresa

em: tipos W, N e H. Veja figuras a seguir.



Percebeu que a soma dos ângulos α , β e γ em cada um dos tipos de fresa é sempre igual a 90° ? Então você deve ter percebido também que, em cada um deles, a abertura dos ângulos sofre variações, sendo porém o valor do ângulo de cunha sempre crescente.

Pois bem, a partir desta observação e de acordo com o material a ser usinado, você já pode escolher a fresa adequada ao seu trabalho.

A fresa tipo W, por ter uma abertura de ângulo de cunha menor ($\beta = 57^\circ$), é menos resistente. Por isso ela é recomendada para a usinagem de materiais não-ferrosos de baixa dureza como o alumínio, o bronze e plásticos.

A fresa tipo N ($\beta = 73^\circ$) é mais resistente que a fresa tipo W e por isso recomendada para usinar materiais de média dureza, como o aço com até 700N/mm^2 de resistência à tração.

Finalmente, a fresa tipo H ($\beta = 81^\circ$) é mais resistente que a fresa W e a fresa N. Portanto, é recomendada para usinar materiais duros e quebradiços como o aço com mais de 700N/mm^2 de resistência à tração.

Ainda quanto às fresas tipo W, N e H, você deve estar se perguntando por que uma tem mais dentes que outra. A resposta tem a ver com a dureza do material a ser usinado.

Suponha que você deve usinar uma peça de aço. Por ser mais duro que outros materiais, menor volume dele será cortado por dente da fresa. Portanto, menos cavaco será produzido por dente e menos espaço para a saída será necessário.

Já maior volume por dente pode ser retirado de materiais mais moles, como o alumínio. Neste caso, mais espaço será necessário para a saída de cavaco.

Fique por dentro

Um dos problemas em usinar materiais moles com fresa com muitos dentes é que o cavaco fica preso entre os dentes e estes não são refrigerados adequadamente. Isto acarreta o desgaste dos dentes e pode ainda gerar um mau acabamento da peça.

**Pare! Estude!
Responda!**

Viu como é importante estar ligado nos ângulos? Eles permitem classificar as fresas de acordo com o tipo de material a ser usinado.

Assinale com X a alternativa que completa corretamente as questões abaixo.

Exercício 3

O que confere à fresa uma vantagem sobre outras ferramentas é o fato de serem..... de dentes.....

- a) flexíveis, variados;
- b) dotadas, multicortantes;
- c) multicortantes, variados.

Exercício 4

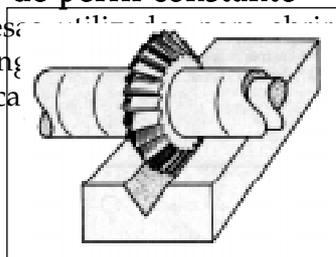
A escolha da está relacionada principalmente com o tipo de a ser usinado.

- a) temperatura, material;
- b) ferramenta, material;
- c) máquina, componente.

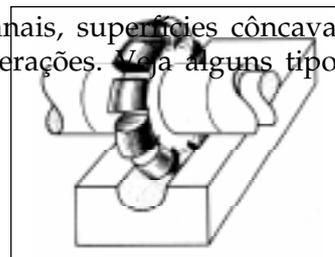
Outra preocupação deve ser quanto à aplicação que você vai dar à fresa. É o que vamos ver agora, estudando os diversos tipos de fresas e suas aplicações.

Fresas de perfil constante

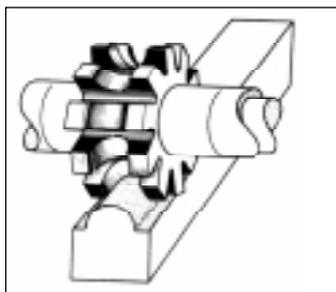
São fresas utilizadas para usinar canais, superfícies côncavas e convexas e operações de fresação. Veja alguns tipos dessa fresa e suas aplicações.



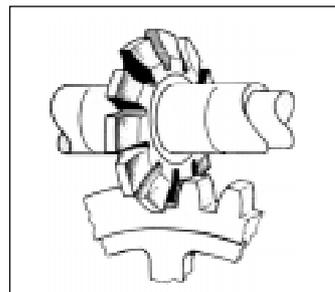
fresa biangular/perfil em V



fresa convexa/perfil côncavo



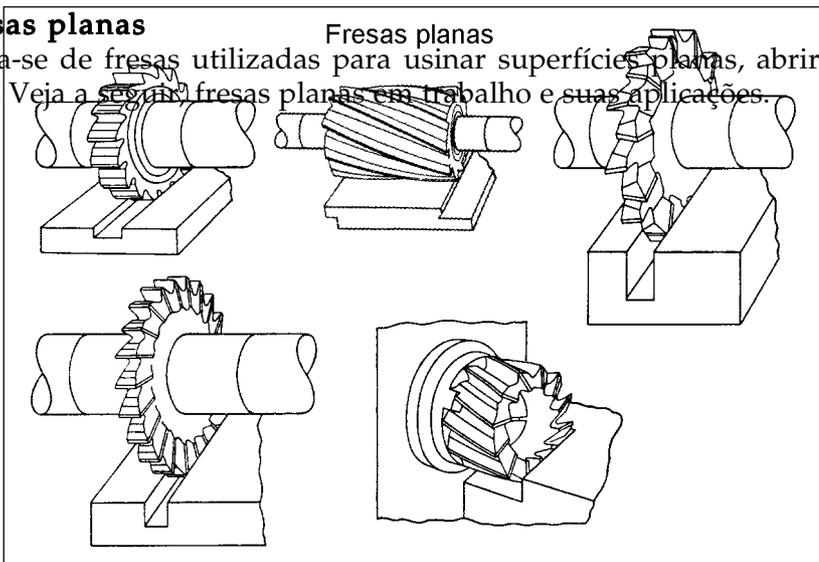
fresa côncava/perfil convexo



fresa módulo/dentes de engrenagem

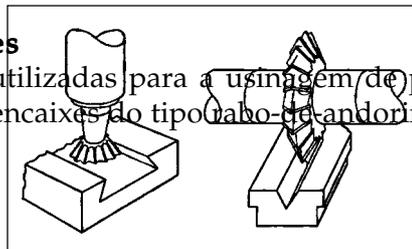
Fresas planas

Trata-se de fresas utilizadas para usinar superfícies planas, abrir rasgos e canais. Veja a seguir as fresas planas em trabalho e suas aplicações.



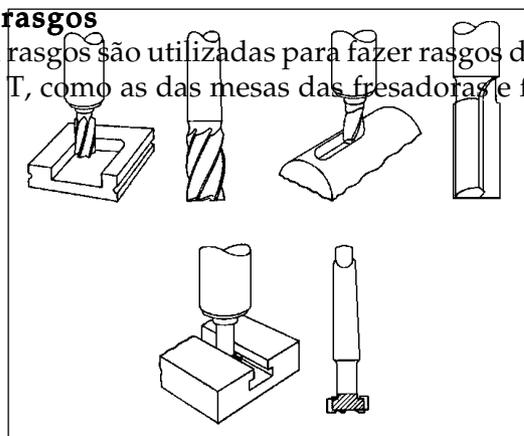
Fresas angulares

Estas são fresas utilizadas para a usinagem de perfis em ângulos, como rasgos prismáticos e encaixes do tipo cabo-de-andorinha.



Fresas para rasgos

As fresas para rasgos são utilizadas para fazer rasgos de chavetas, ranhuras retas ou em perfil T, como as das mesas das fresadoras e furadeiras.



Fresas de dentes nestige

São também chamadas de fresas de dentes nestige. São também chamadas de fresas de dentes nestige. São também chamadas de fresas de dentes nestige. São também chamadas de fresas de dentes nestige.

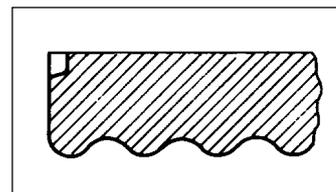
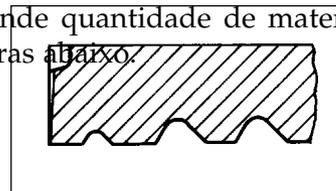
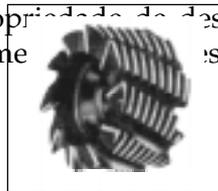
Trata-se de uma ferramenta com dentes nestige. Trata-se de uma ferramenta com dentes nestige. Trata-se de uma ferramenta com dentes nestige. Trata-se de uma ferramenta com dentes nestige.



Fresas para desbaste

Estas são fresas utilizadas para o desbaste de grande quantidade de material de uma peça. Em outras palavras, servem para a usinagem pesada.

Esta propriedade de desbastar grande quantidade de material é devida ao seu perfil de dentes. Veja figuras abaixo.



Exercício 5

Responda às seguintes questões:

- Qual a primeira preocupação que você deve ter ao escolher uma fresa em relação ao material a ser usinado?
- Qual o tipo de fresa adequado para gerar superfícies côncavas e convexas, engrenagens e rasgos?
- Que tipo de fresa é recomendado para remover grande quantidade de sobremetal.
- Qual a principal vantagem das fresas de dentes postiços.
- Que fresa é utilizada para abrir rasgos de chavetas, ranhuras retas e preparar rasgos em T, como os das mesas de máquinas.

Exercício 6

Faça corresponder o material (coluna **A**) com o tipo de fresa e o ângulo de cunha, assinando 1, 2 ou 3 na coluna **B**.

Coluna A material a ser usinado	tipos de fresa	Coluna B ângulo de cunha
1. Aço de média dureza como aço de até 700 N/mm ²	<ol style="list-style-type: none"> () H () W () N 	$\beta = 81^\circ$ $\beta = 57^\circ$ $\beta = 73^\circ$
2. Alumínio, bronze e plásticos	<ol style="list-style-type: none"> () H () N () W 	$\beta = 73^\circ$ $\beta = 81^\circ$ $\beta = 57^\circ$
3. Materiais duros e quebradiços	<ol style="list-style-type: none"> () N () H () W 	$\beta = 73^\circ$ $\beta = 81^\circ$ $\beta = 57^\circ$

Exercício 7

Marque **V** para as afirmativas verdadeiras e **F** para as falsas.

- () Quanto maior o número de dentes maior a refrigeração dos dentes.
- () Usinando material mole com fresas para trabalhar material mais duro, o acabamento da superfície usinada é melhorada.
- () Quanto mais duro o material a ser usinado, maior deve ser o número de dentes.
- () Quanto mais mole o material, menor deve ser o número de dentes da fresa.