

Brochamento

Nesta aula você terá uma visão geral de uma operação muito utilizada em usinagem chamada **brochamento**. Você vai saber como é feita essa operação e quais as ferramentas e máquinas utilizadas para brochar. Finalmente, você conhecerá os fluidos usados e alguns cuidados que devem ser tomados para conservação das ferramentas.

O que é brochamento

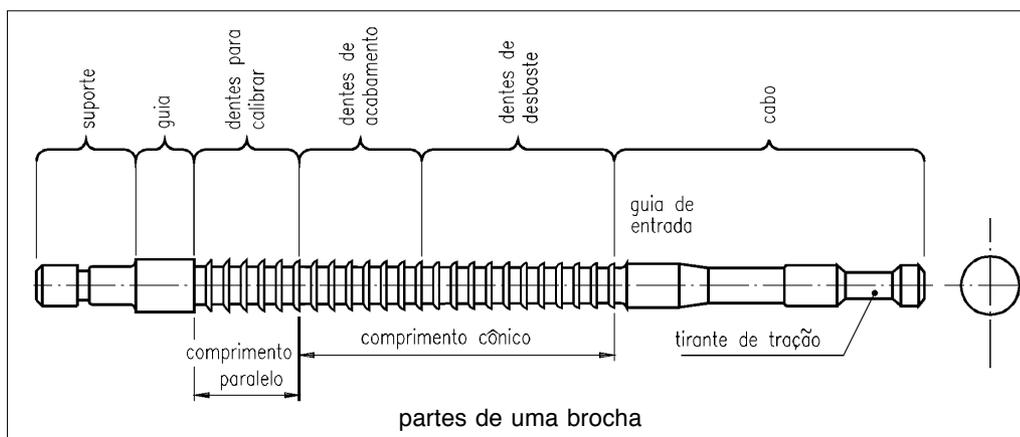
Brochamento ou **brochagem** consiste em remover material da superfície de uma peça, de forma progressiva, pela ação ordenada dos fios de corte, dispostos em série, de ferramentas multicortantes. Essas ferramentas, que se deslocam segundo uma trajetória retilínea, chamam-se **brochas** e a máquina que realiza a operação é a **brochadeira** ou **brochadora**.

Nossa aula

Brocha

Em geral, a brocha é feita de aço, provida de dentes, formando uma série de elementos cortantes, para trabalhar diversos tipos de materiais. Pode ser usada para aplainar ou gerar superfícies internas ou externas, de perfis regular ou irregular.

As brochas são temperadas e revenidas porque os dentes de sua superfície cortante são submetidos a grande esforço. Observe na figura a seguir, as partes em que essa ferramenta se divide.



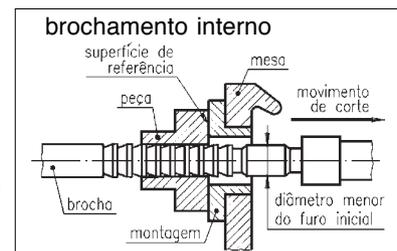
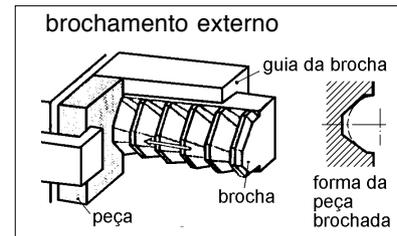
Existem brochas de vários tipos, dependendo do trabalho que se tem a realizar. Todas elas, entretanto, apresentam três partes distintas na região dos dentes para o corte progressivo: desbaste, acabamento e calibração.

Tipos de brochamento

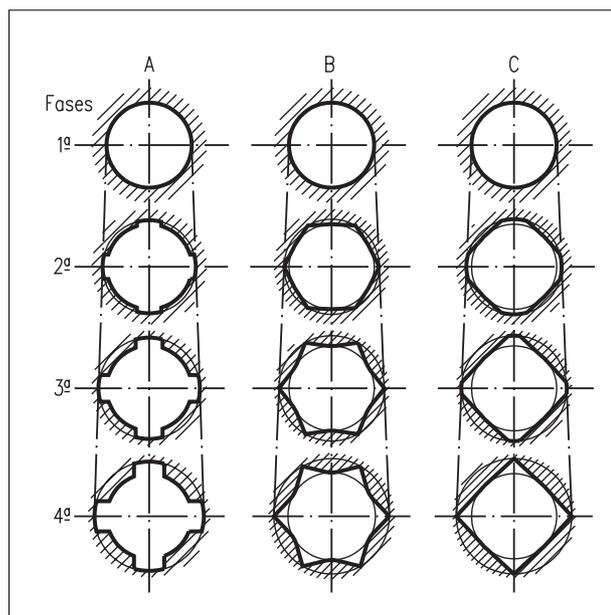
A brochadeira é uma máquina com movimento retilíneo. Ela pode ser vertical ou horizontal, com comando mecânico ou hidráulico. Na brochadeira podem ser realizados dois tipos de brochamento: o **externo** e o **interno**.

Brochamento externo – É uma operação feita sobre a superfície externa de uma peça, dando acabamento ou semi-acabamento a seus perfis.

Brochamento interno – É uma operação que permite modificar um furo vazado e transformar o perfil de uma peça. O objetivo dessa operação pode ser o de abrir cavidades para chavetas em furos cilíndricos ou o de transformar perfis de furos cilíndricos em perfis acanelados, estriados, quadrados, hexagonais etc. Essa operação é feita num furo aberto anteriormente por um outro processo qualquer.



No processo de brochamento, a transformação de um perfil é feita gradativamente porque os elementos de corte da brocha têm tamanhos que aumentam gradativamente ao longo de seu comprimento. A figura a seguir apresenta três exemplos de fases da transformação.



As brochas podem realizar uma operação completa de usinagem, desde o desbaste grosseiro até o acabamento. O brochamento permite obter um bom acabamento nas peças trabalhadas, dispensando, geralmente, usinagens posteriores.

Velocidade de corte

A velocidade de corte no brochamento é determinada em função de vários elementos, como o perfil da aresta cortante, os ângulos de incidência de corte, o material da peça, a profundidade de corte etc.

A Tabela 1 mostra a relação entre diferentes materiais e a velocidade de corte com uma brocha de aço rápido.

MATERIAL	VELOCIDADE DE CORTE
Aço de 500 a 700N/mm ²	5 - 8m/min
Aço de 700 a 800N/mm ²	3 - 6m/min
Aço de 800 a 900N/mm ²	1 - 3m/min
Ferro maleável	5 - 9m/min
Ferro fundido	6 - 9m/min
Latão, bronze	8 - 12m/min
Alumínio	10 - 14m/min
Zinco(fundido sob pressão) magnésio	20 - 30m/min

Para brochas de outros materiais, essas velocidades devem ser multiplicadas pelos fatores da Tabela 2, em função da dureza do material da peça que será brochada.

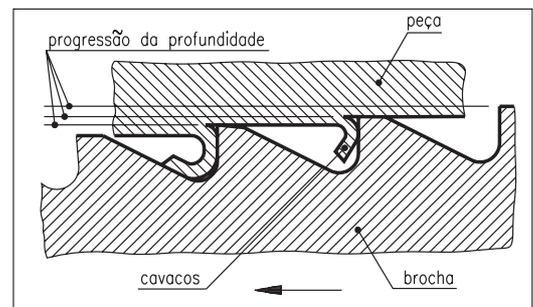
FATORES DE MULTIPLICAÇÃO DOS VALORES DA VELOCIDADE DE CORTE (M/MIN)			
MATERIAL DA BROCHA	DUREZA BRINELL DO MATERIAL DA PEÇA		
	até 160	160 - 220	220 - 360
Aço ao carbono	0,50	0,50	0,50
Aço rápido	1,00	1,00	1,00
Aço rápido, com 5% de cobalto	1,10	1,15	1,20
Aço rápido, com 8% de cobalto	1,15	1,25	1,30
Aço rápido, com 12% de cobalto	1,25	1,40	1,50
Ligas ultra-rápidas (Stellite, Cobalt Rexalloy)	1,60	1,80	2,00
Carburetos sinterizados (Firthite, Carboloy, Kennametal, etc.) *	2,00 - 2,50	2,50 - 3,00	3,50 - 4,00

* Utilizar os fatores maiores quando usar aço, e os menores para os demais materiais. Esses valores são considerados conservadores, podendo, na prática, ser ultrapassados, porém, é preferível iniciar com velocidades moderadas.

Cavaco

Durante a usinagem, o cavaco de uma superfície é arrancado em linha reta e progressivamente pela sucessão ordenada das arestas de corte. Como essas arestas de corte se dispõem em torno do corpo cônico da ferramenta, elas cortam quantidades distintas e definidas de material.

O alojamento correto do cavaco, bem como a afiação da ferramenta é um fator de redução do esforço de corte. Quando a afiação e o alojamento estão incorretos, o cavaco se quebra antes da sua formação completa, aumentando o esforço de corte. Se o alojamento for insuficiente para o volume de cavaco, haverá um aumento do esforço de corte, o que provocará a quebra da ferramenta.



Fluidos usados no brochamento

Durante a operação de brochar, devem ser empregados fluidos para refrigeração do corte. As funções específicas que eles desempenham são:

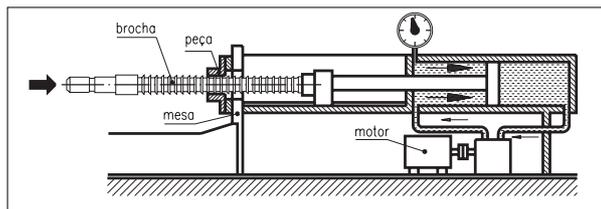
- lubrificar as cavidades dos dentes da brocha, reduzindo o atrito entre o cavaco e a ferramenta e diminuindo o desgaste;
- absorver o calor gerado durante o corte pelo atrito da plataforma dos dentes da brocha sobre a superfície da peça;
- remover os cavacos que ficam impregnados nos dentes da brocha.

A importância desses fluidos no processo se relaciona com o aumento da vida útil das ferramentas de corte. O quadro indica os líquidos ideais para cada tipo de material no processo de brochamento.

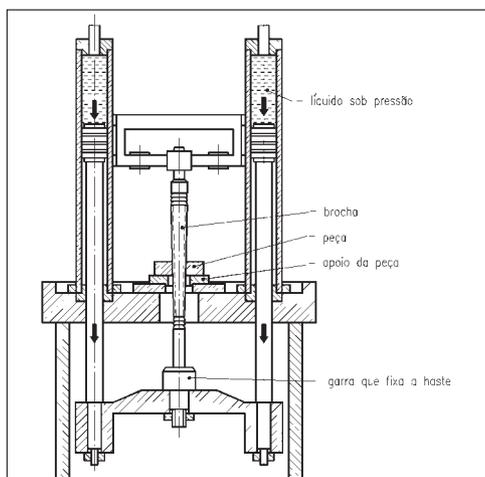
REFRIGERAÇÃO DO CORTE	
Materiais brochados	Líquidos para o corte
Aços sem ligas ou com poucas ligas	Óleo mineral com base de enxofre ou misturas de óleos graxos
Aços inoxidáveis ou com alta percentagem de ligas	Óleo mineral com base de enxofre e tetracloreto de carbono
Ferros fundidos Latões - Bronzes	Óleo solúvel e parafina ou trabalho a seco Óleo solúvel puro ou óleo mineral com base de enxofre
Ligas leves	Óleo solúvel (ligas pouco siliciosas) Óleo mineral (ligas siliciosas)

Tipos de brochadeira

Existem brochadeiras que comprimem o objeto a ser trabalhado, outras que tracionam e outras ainda que tracionam e comprimem. As brochadeiras que comprimem são quase sempre verticais, e as que usam tração são horizontais.



Brochadeira horizontal – Apresenta a vantagem de possibilitar o trabalho com ferramentas de grande comprimento. É bastante utilizada na indústria mecânica.



No trabalho por força de tração, que utiliza ferramentas de longo comprimento, a montagem do material na brochadeira deve ser feita com cuidado para evitar a flexão da brocha devido ao seu próprio peso.

Brochadeira vertical – As brochadeiras que comprimem são quase sempre verticais. Entretanto, podem também tracionar e, em alguns casos, utilizar ambas as forças, tanto para brochamento interno quanto externo. Quando não se dispõe de grande espaço físico, a brochadeira vertical é a mais indicada devido a sua característica estrutural.

Existem máquinas de cabeçotes múltiplos que podem executar operações em várias peças simultaneamente.

Vamos ver agora o que você aprendeu. Faça os exercícios e confira suas respostas com as do gabarito.

Marque com X a única resposta certa.

**Pare! Estude!
Responda!**

Exercício 1

Para as brochas suportarem grandes esforços, elas precisam do seguinte tratamento:

- a) () nitretação e cementação;
- b) () usinagem e polimento;
- c) () fresagem e retificação;
- d) () têmpera e revenimento.

Exercício 2

As 3 partes distintas na região dos dentes de corte da brocha chamam-se:

- a) () suporte, trefilação e corte;
- b) () remoção, laminação e polimento;
- c) () desbaste, acabamento e calibração;
- d) () cabo, guia e suporte.

Exercício 3

Os fluidos de refrigeração são usados no brochamento para:

- a) () reduzir o atrito entre o cavaco e a ferramenta;
- b) () melhorar o deslizamento das lâminas de corte;
- c) () refrigerar a brocha e afiar as lâminas;
- d) () lubrificar a brochadeira para aumentar sua vida útil.

Exercício 4

No brochamento, os fatores que influenciam a redução do esforço de corte são:

- a) () o perfil da aresta cortante e os ângulos de incidência de corte;
- b) () a afiação da ferramenta e o alojamento correto do cavaco;
- c) () a dureza da ferramenta em comparação com a dureza da peça;
- d) () a lubrificação e a refrigeração da peça e da ferramenta.

Exercício 5

No brochamento, o movimento de corte acontece de forma:

- a) () retilínea alternativa;
- b) () rotativa concordante;
- c) () rotativa discordante;
- d) () retilínea.

