

PROCESSOS DE USINAGEM I

Prof. Arthur Bortolin Beskow

AULA 02

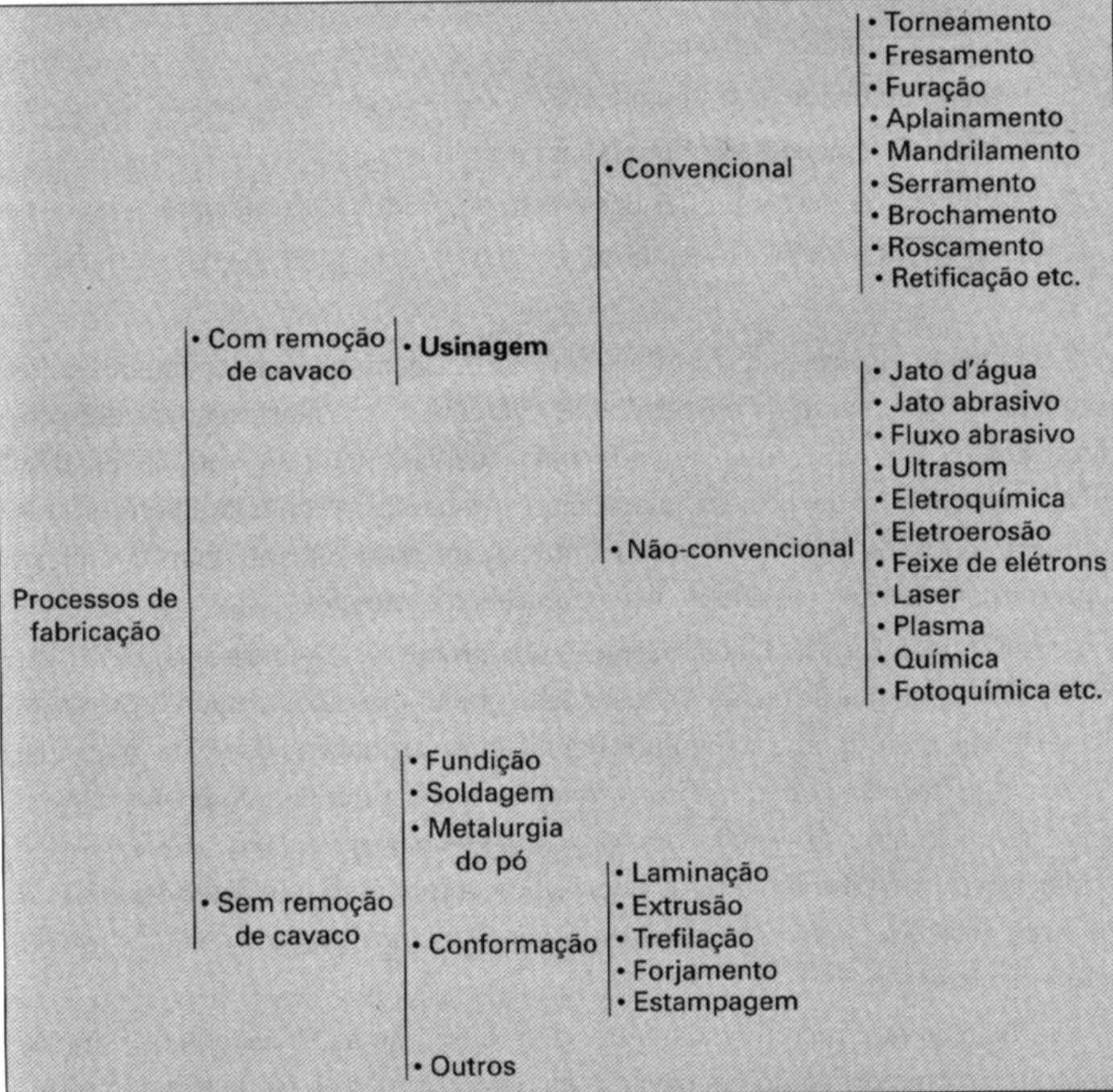


FIGURA 1.1 Classificação dos processos de fabricação.

CLASSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

- 1 Torneamento
- 2 Aplainamento
- 3 Furação
- 4 Alargamento
- 5 Rebaixamento
- 6 Mandrilamento
- 7 Fresamento
- 8 Serramento
- 9 Brochamento
- 10 Roscamento
- 11 Limagem
- 12 Rasqueteamento
- 13 Tamboramento
- 14 Retificação
- 15 Brunimento
- 16 Superacabamento
- 17 Lapidação
- 18 Espelhamento
- 19 Polimento
- 20 Lixamento
- 21 Jateamento
- 22 Afição
- 23 Denteamento

Torneamento

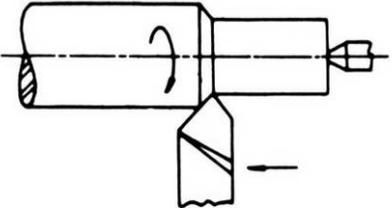
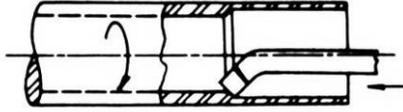
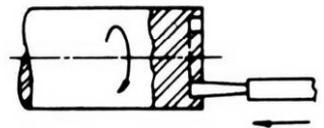
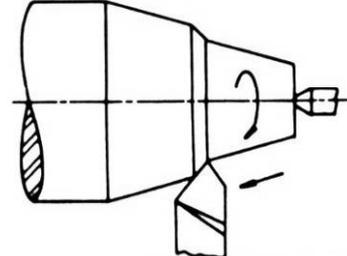
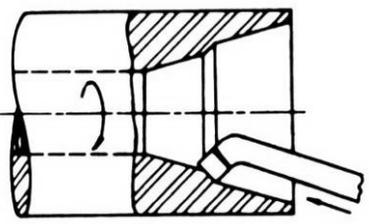
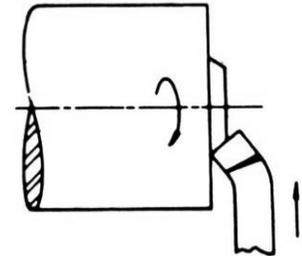
Processo mecânico de usinagem destinado a obtenção de superfícies de revolução com auxílio de uma ou mais ferramentas monocortantes.

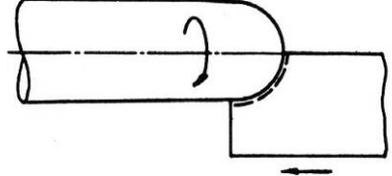
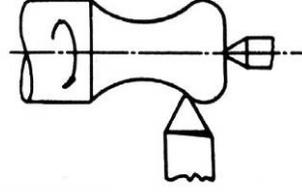
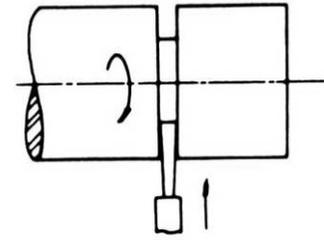
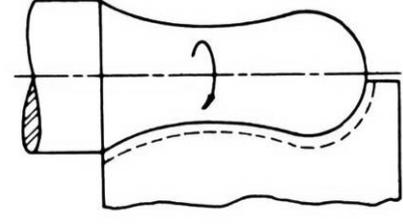
Para tanto, a peça gira em torno do eixo principal de rotação da máquina e a ferramenta se desloca simultaneamente seguindo uma trajetória coplanar com o referido eixo.

Vídeo

[Animação 1](#); [Animação 2](#); [Animação 3](#); [Animação 4](#); [Animação 5](#);
[Animação 6](#); [Animação 7](#); [Animação 8](#); [Animação 9](#); [Animação 10](#)

Torneamento

TORNEAMENTO	
<p>Fig.1 - Torneamento cilíndrico externo</p> 	<p>Fig.2 - Torneamento cilíndrico interno</p> 
<p>Fig.3 - Sangramento axial</p> 	<p>Fig.4 - Torneamento cônico externo</p> 
<p>Fig.5 - Torneamento cônico interno</p> 	<p>Fig.6 - Torneamento de faceamento</p> 

TORNEAMENTO	
<p>Fig.9 - Perfilamento axial</p> 	<p>Fig.10 - Torneamento curvelíneo</p> 
<p>Fig.7 - Sangramento radial</p> 	<p>Fig.8 - Perfilamento radial</p> 

TORNEAMENTO CILÍNDRICO

Processo de torneamento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória paralela ao eixo principal de rotação da máquina. Pode ser interno ou externo (figura 1.1).

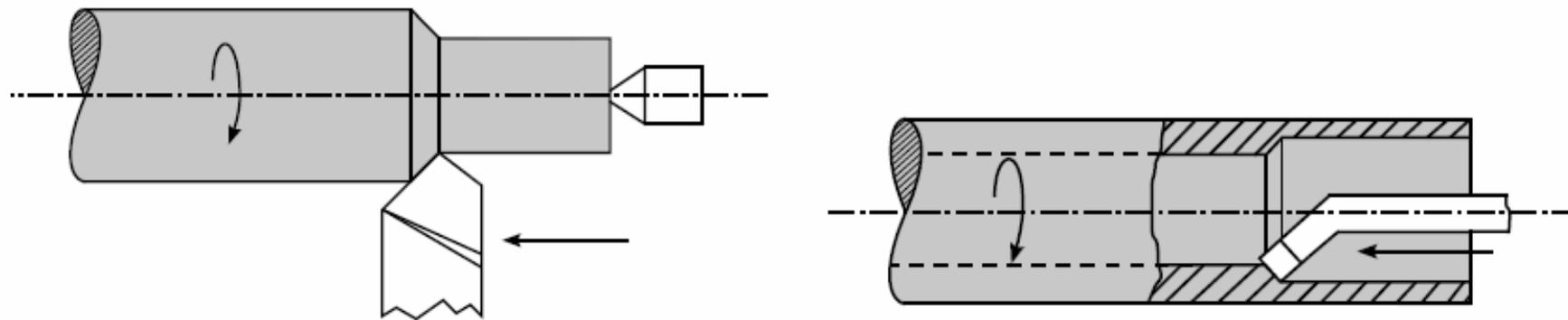


Figura 1.1: Torneamento cilíndrico externo (esquerda). Torneamento cilíndrico interno (direita).

TORNEAMENTO CILÍNDRICO

Quando o torneamento cilíndrico visa obter na peça um detalhe circular, na face perpendicular ao eixo principal de rotação da máquina, o torneamento é denominado sangramento axial (figura 1.2) e quando visa obter um canal ou secionar a peça radialmente, o torneamento é denominado sangramento radial.

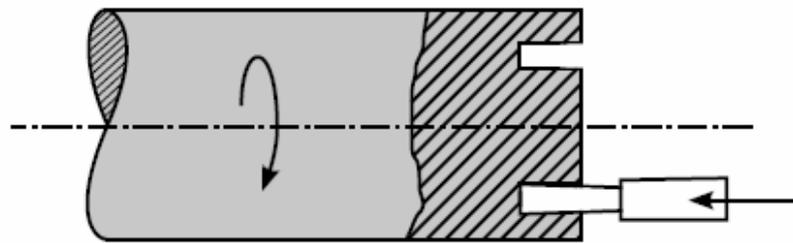
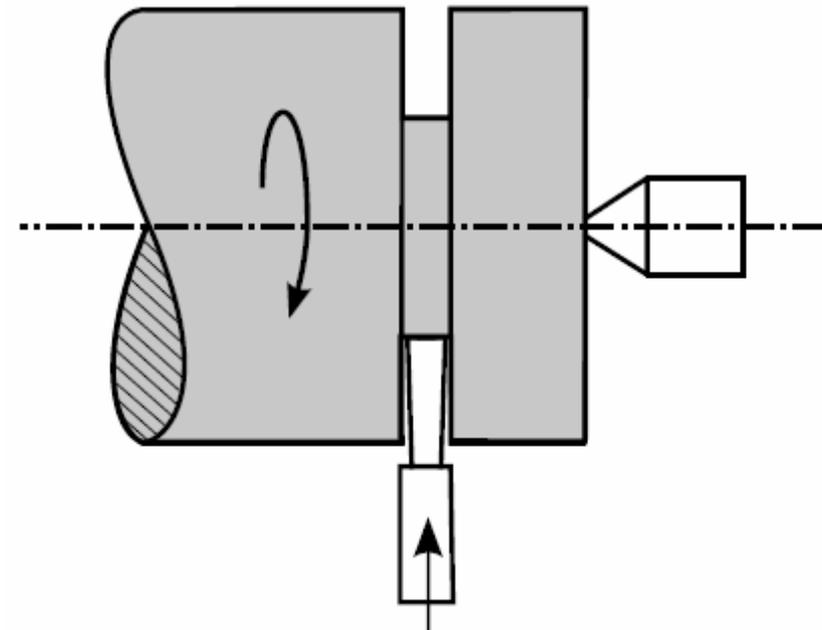


Figura 1.2: Sangramento axial



Sangramento radial (direita).

TORNEAMENTO CÔNICO

Processo de torneamento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória retilínea, inclinada em relação ao eixo principal de rotação da máquina. Pode ser externo ou interno (figura 1.3).

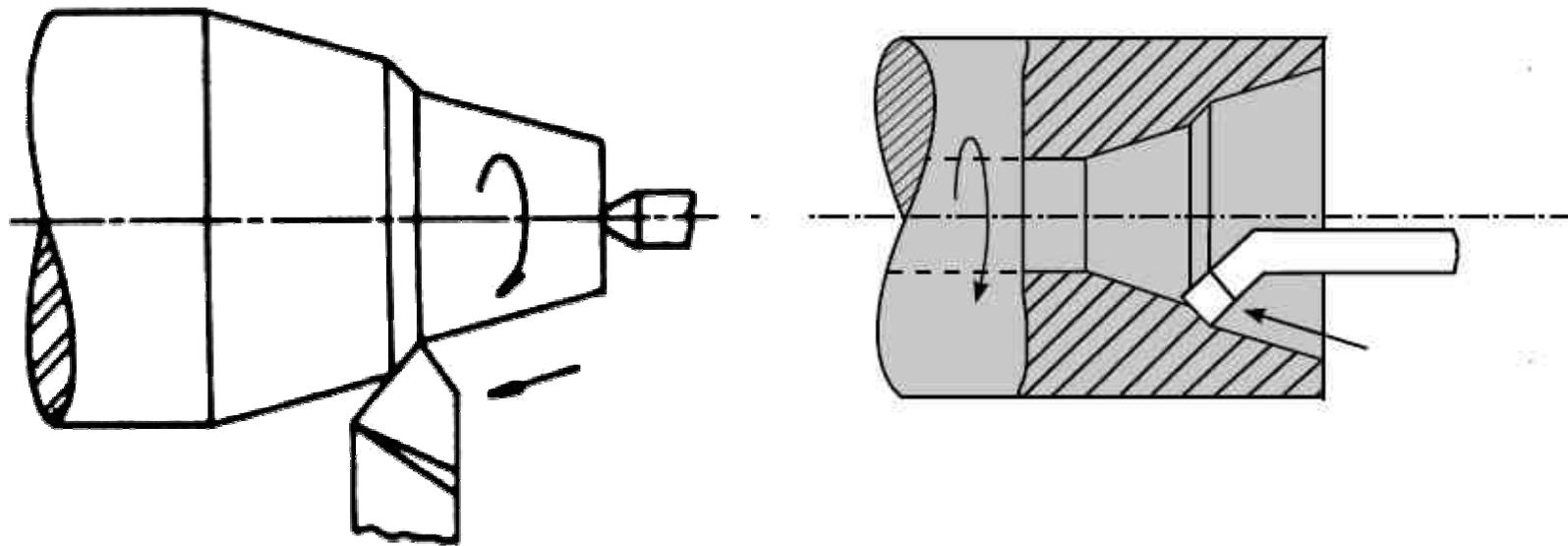


Figura 1.3: Torneamento cônico externo (esquerda). Torneamento cônico interno (direita).

TORNEAMENTO RADIAL (FACEAMENTO)

Processo de torneamento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória retilínea, perpendicular ao eixo de rotação da máquina. Quando o torneamento radial visa a obtenção de uma superfície plana, o torneamento é denominado torneamento de faceamento.

PERFILAMENTO

Processo de torneamento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória retilínea radial ou axial (figura 1.5), visa a obtenção de uma forma definida, determinada pelo perfil da ferramenta.

TORNEAMENTO COM FERRAMENTAS ESPECIAIS

VÍDEOS

Aplainamento

Processo mecânico de usinagem destinado a obtenção de superfícies regradas, geradas por um movimento retilíneo alternativo da peça ou da ferramenta. O aplainamento pode ser horizontal ou vertical. Quanto a finalidade, as operações de aplainamento podem ser classificadas ainda em aplainamento de desbaste e aplainamento de acabamento.

Animação 1; Animação 2; Animação 3; Animação 4; Animação 5;
Animação 6; Animação 7; Animação 8.

Aplainamento

APLAINAMENTO

Fig.11 - Aplainamento de guias

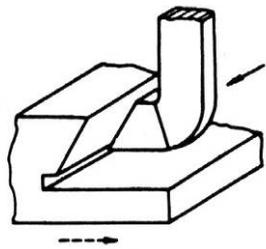


Fig.12- Aplainamento de superfícies

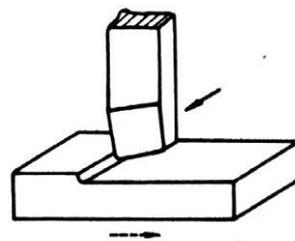


Fig.13 - Aplainamento de perfis

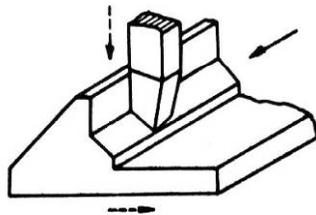


Fig.14 - Aplainamento de rasgo de chaveta

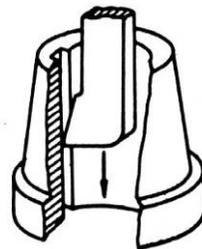


Fig.15 - Aplainamento de rasgos

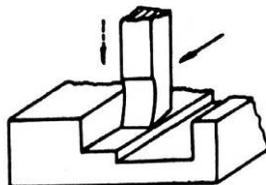
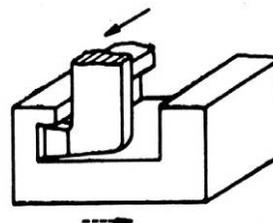


Fig.16- Aplainamento de ranhuras em "T"



APLAINAMENTO

Fig.17- Aplainamento de sup. cilíndricas de revolução

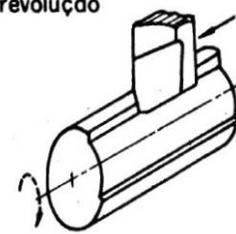
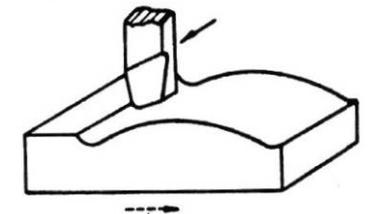


Fig.18- Aplainamento de sup. cilíndricas



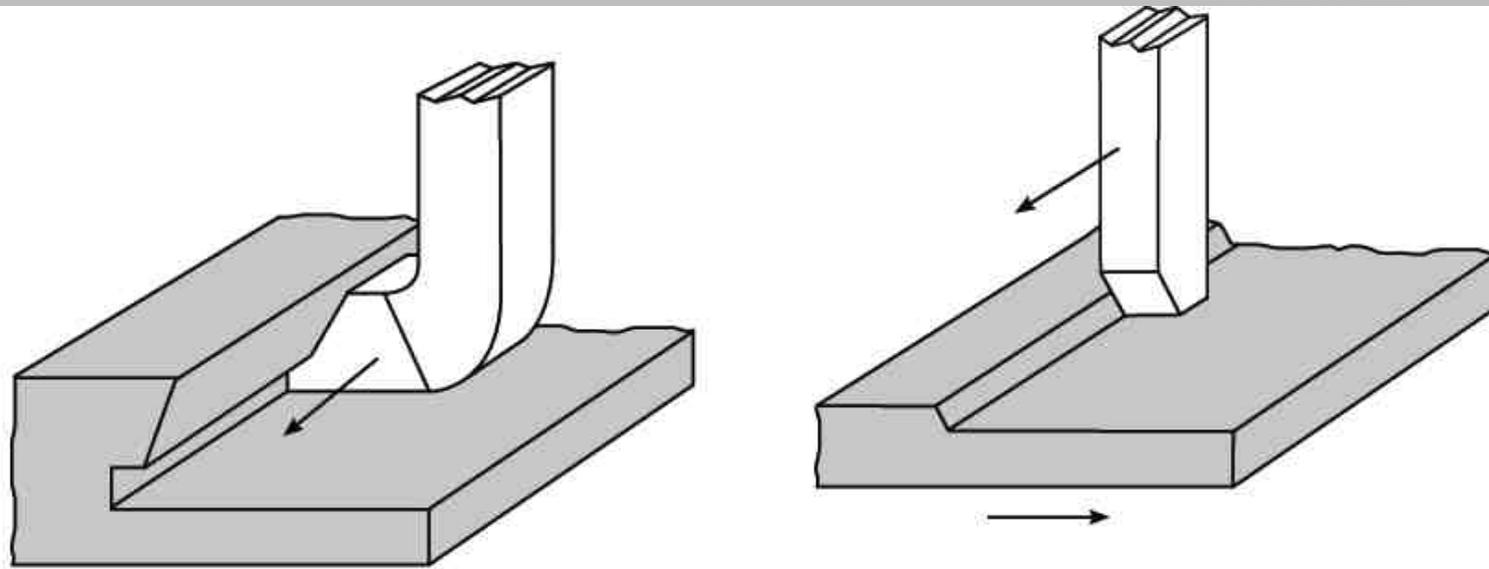


Figura 1.7: Aplainamento de guias (esquerda). Aplainamento de superfícies (direita).

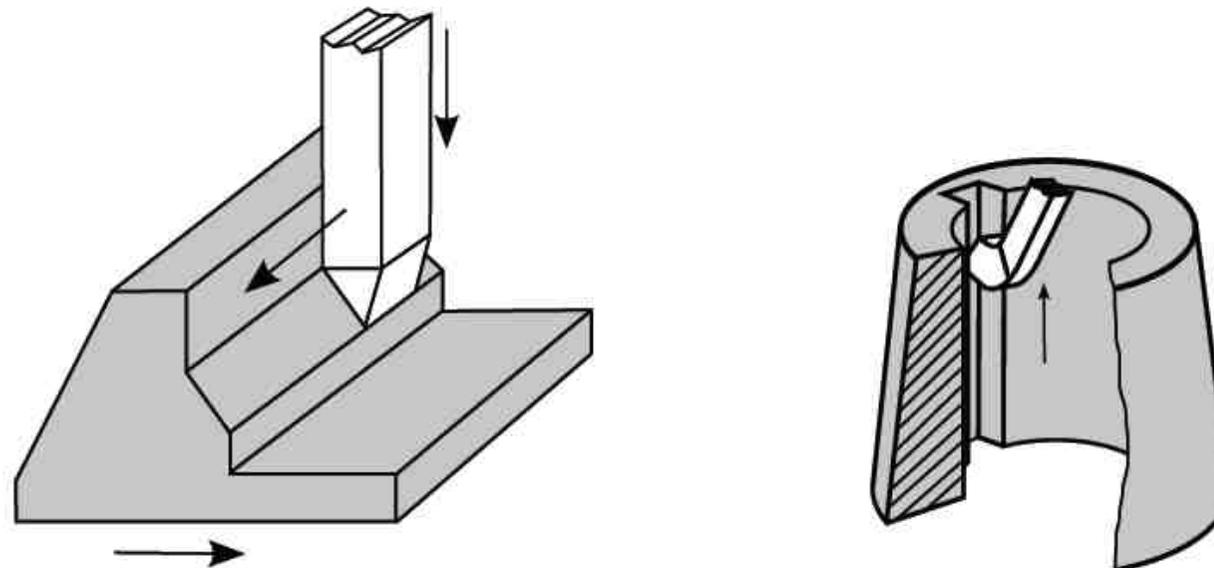


Figura 1.8: Aplainamento de perfis (esquerda). Aplainamento de rasgos de chaveta (direita).

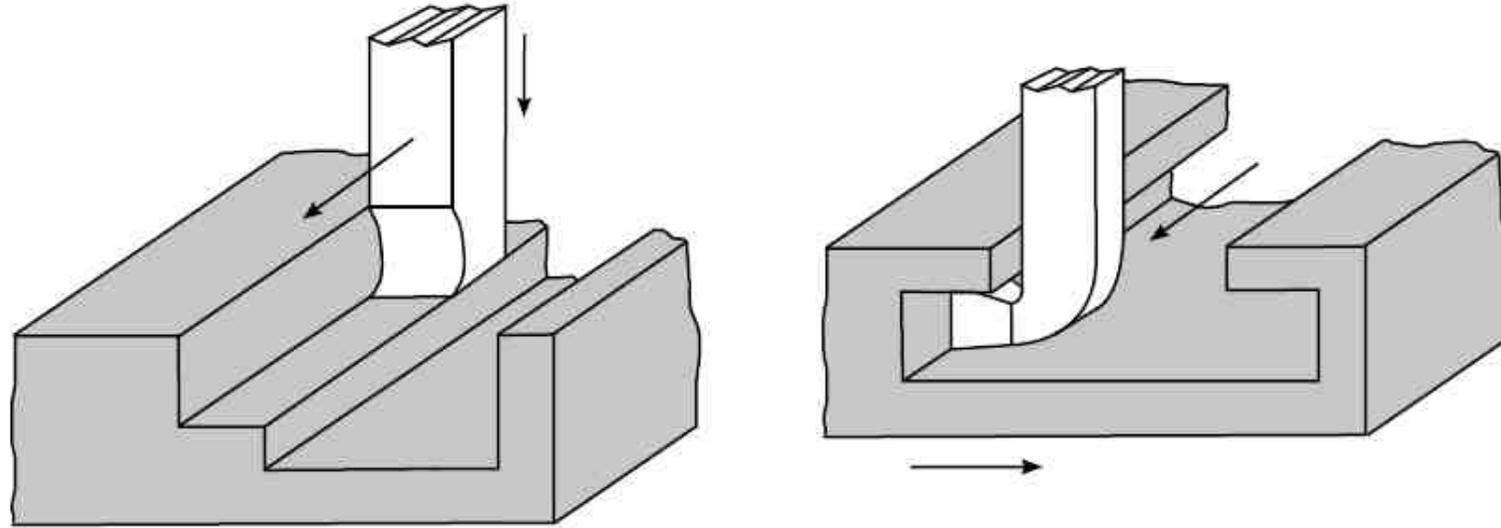


Figura 1.9: Aplainamento de rasgos (esquerda). Aplainamento de ranhuras em T (direita).

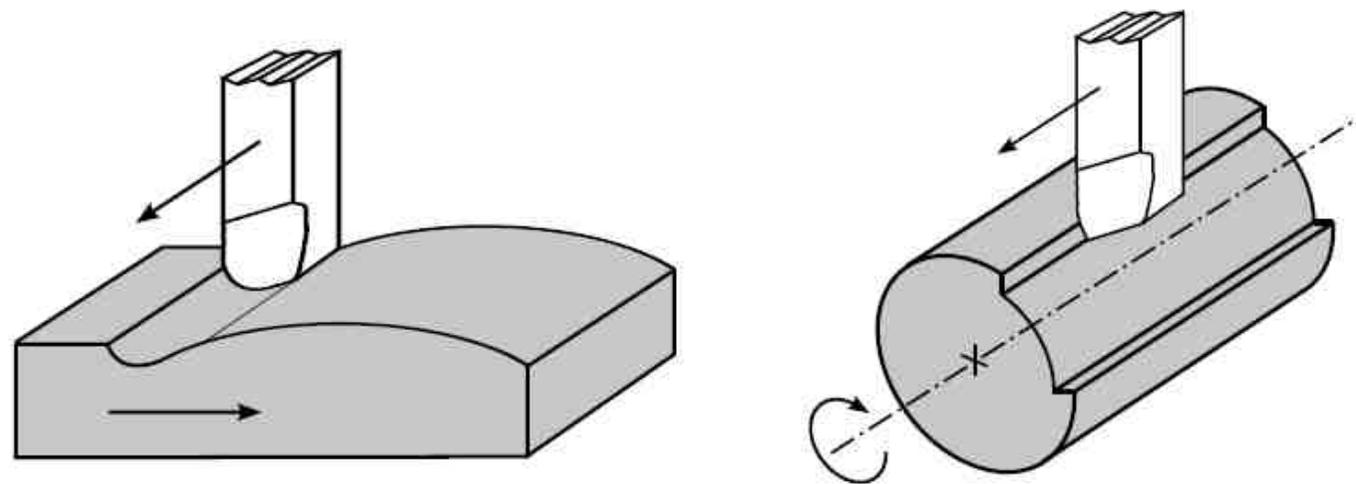


Figura 1.10: Aplainamento de superfícies cilíndricas (esquerda). Aplainamento de superfícies cilíndricas de revolução (direita).

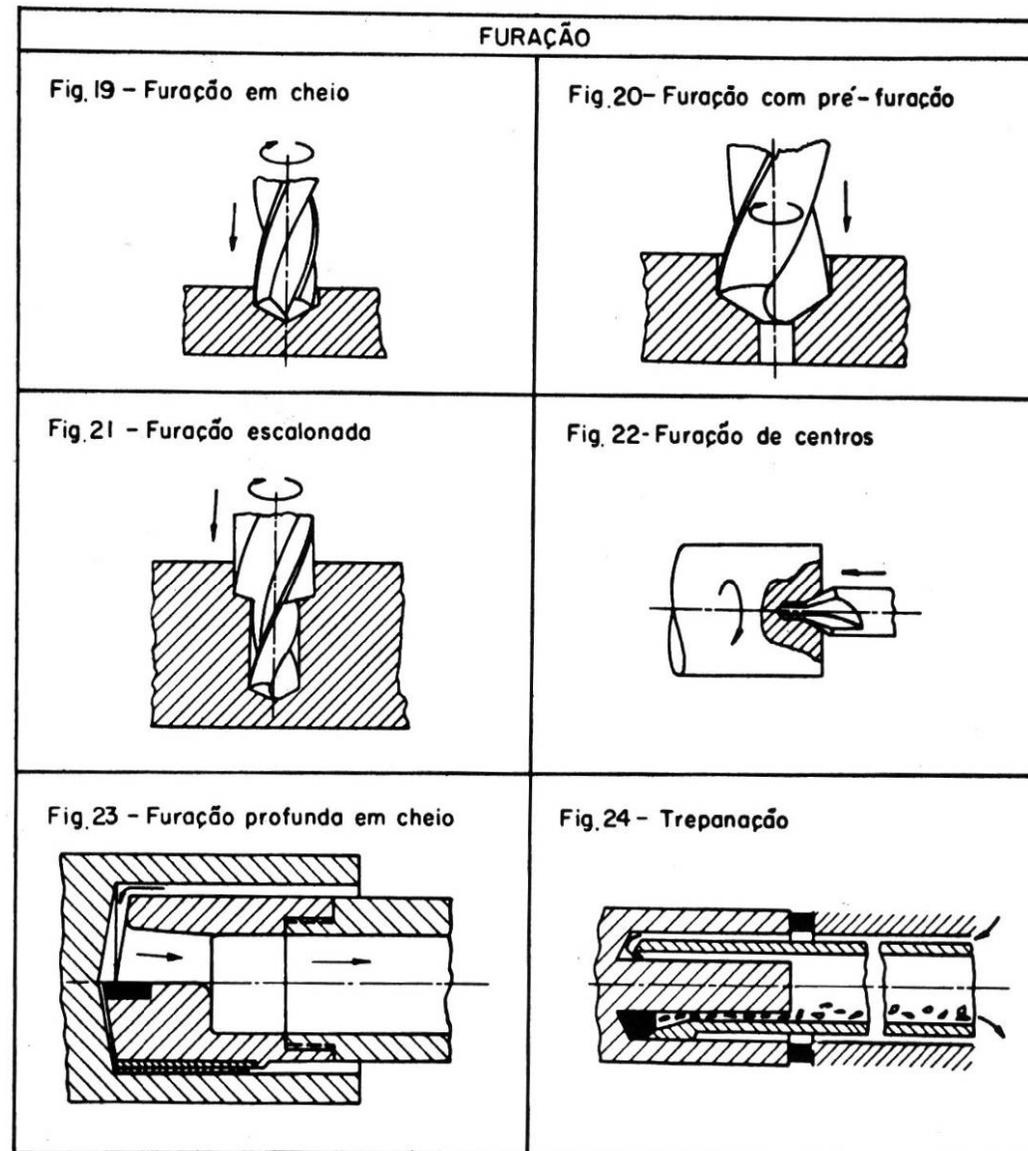
Furação

Processo mecânico de usinagem destinado a 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.

Vídeo

[Animação 1](#); [Animação 2](#); [Animação 3](#); [Animação 4](#); [Animação 5](#)
[Animação 6](#); [Animação 7](#); [Animação 8](#); [Animação 9](#)

Furação



FURAÇÃO EM CHEIO

Processo de furação destinado á abertura de um furo cilíndrico numa peça, removendo todo o material compreendido no volume do furo final, na forma de cavaco. No caso de furos de grande profundidade há necessidade de ferramenta especial.

FURAÇÃO ESCALONADA

Processo de furação destinado á obtenção de um furo com dois ou mais diâmetros, simultaneamente.

FURAÇÃO DE CENTROS

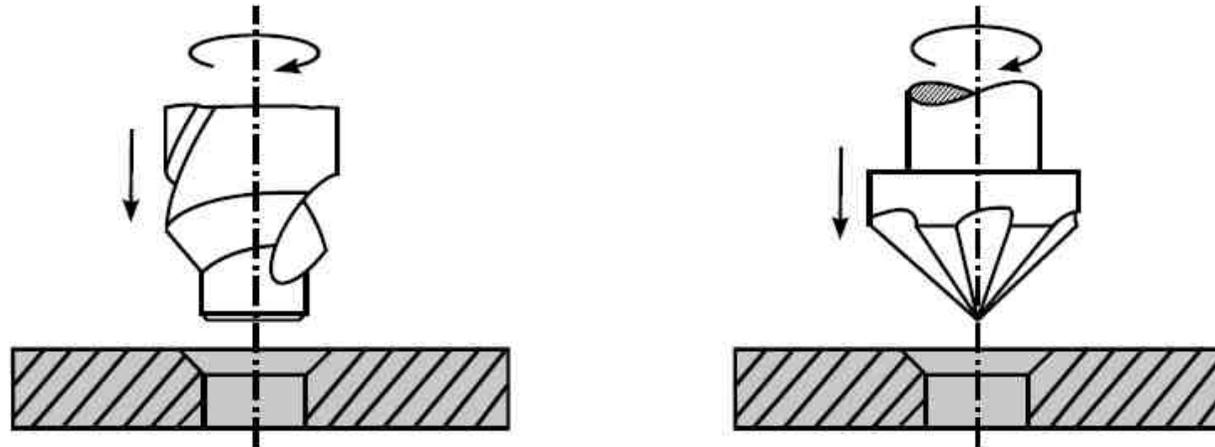
Processo de furação destinado à obtenção de furos de centro, visando uma operação posterior na peça.

TREPANAÇÃO

Processo de furação em que apenas uma parte do material compreendido no volume do furo final é reduzida a cavaco, permanecendo um núcleo maciço.

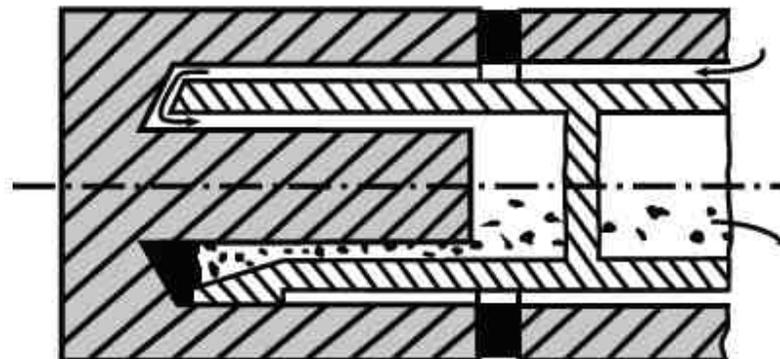
ESCAREAMENTO

Processo de furação destinado á abertura de um furo cilíndrico numa peça pré-furad~



TREPANAÇÃO

Processo de furação em que apenas uma parte do material compreendido no volume do furo final é reduzida a cavaco, permanecendo um núcleo maciço.



ALARGAMENTO

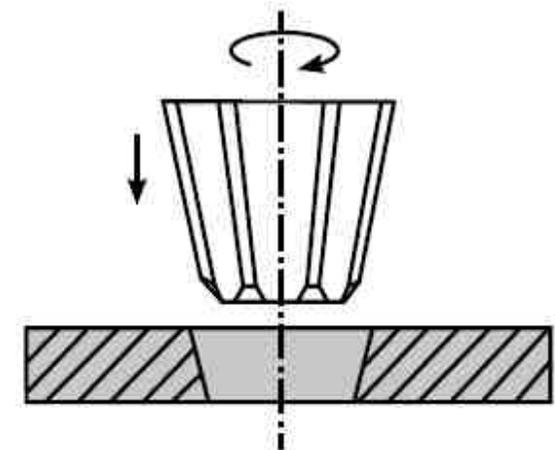
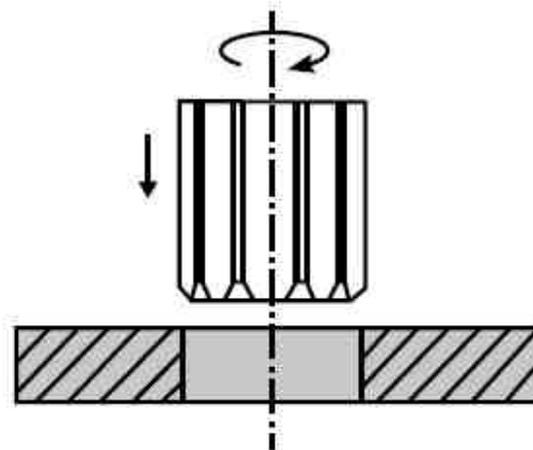
Processo mecânico de usinagem destinado ao desbaste ou ao acabamento de furos cilíndricos ou cônicos, com auxílio de ferramenta geralmente multicortante. Para tanto, a ferramenta ou a peça giram e a ferramenta ou a peça se deslocam segundo uma trajetória retilínea, coincidente ou paralela ao eixo de rotação da ferramenta.

Animação 1

Animação 2

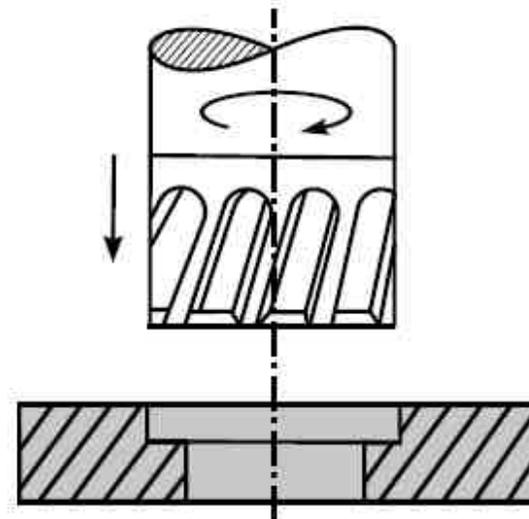
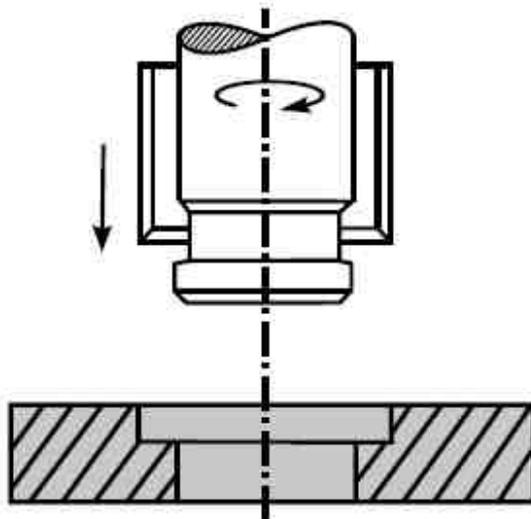
Animação 3

Animação 4



REBAIXAMENTO

Processo mecânico de usinagem destinado à obtenção de uma forma qualquer na extremidade de um furo. Para tanto, a ferramenta ou a peça giram e a ferramenta ou a peça se deslocam segundo uma trajetória retilínea, coincidente ou paralela ao eixo de rotação da ferramenta.



Mandrilamento

Processo mecânico de usinagem destinado a obtenção de superfícies de revolução com auxílio de uma ou várias ferramentas de barra. Para tanto, a ferramenta gira e a peça ou ferramenta se deslocam simultaneamente segundo uma trajetória determinada.

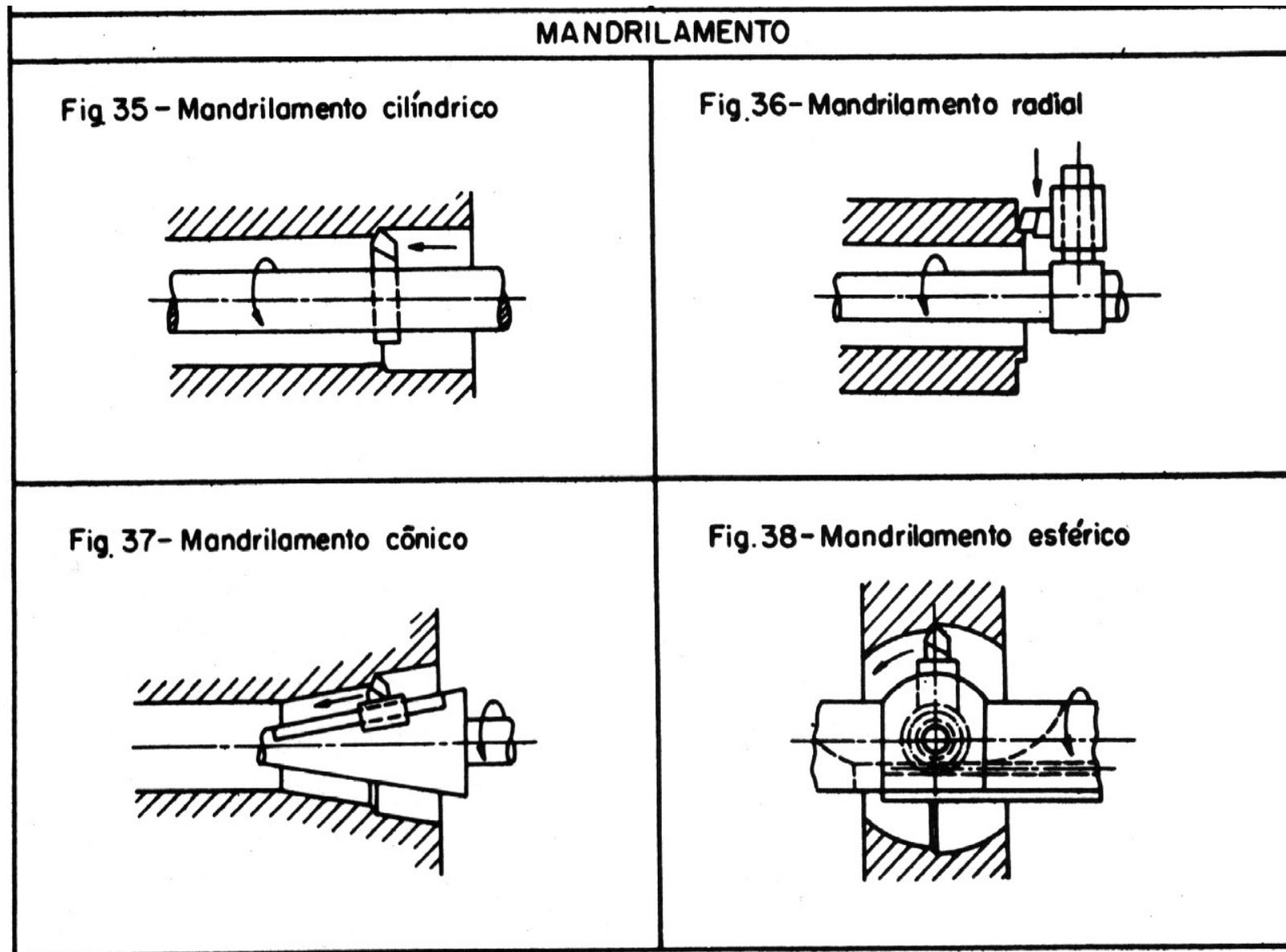
Animação 1

Animação 2

Animação 3

Animação 4

Mandrilamento

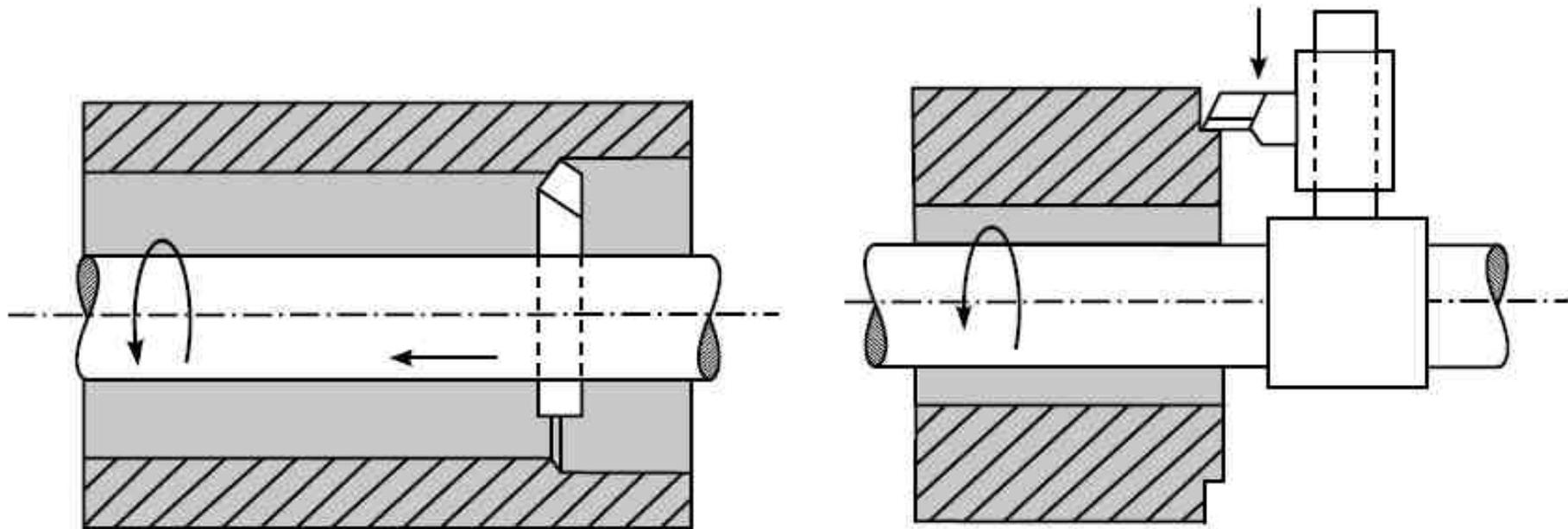


MANDRILAMENTO CILÍNDRICO

Processo de mandrilamento no qual a superfície usinada é cilíndrica de revolução, cujo eixo coincide com o eixo em torno do qual gira a ferramenta.

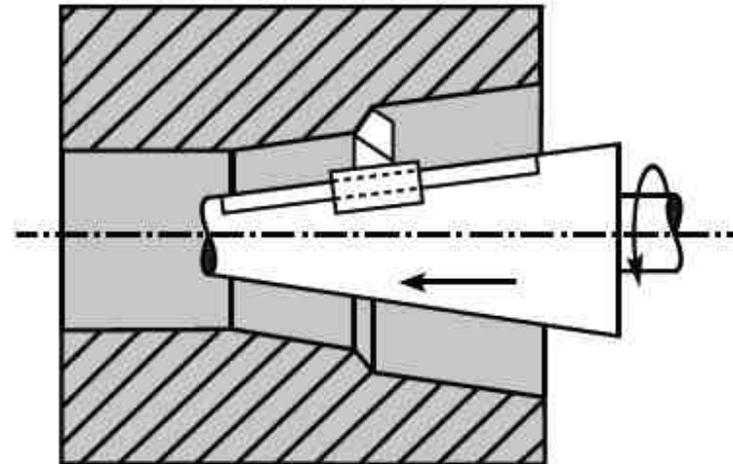
MANDRILAMENTO RADIAL

Processo de mandrilamento no qual a superfície usinada é plana e perpendicular ao eixo em torno do qual gira a ferramenta.



MANDRILAMENTO CÔNICO

Processo de mandrilamento no qual a superfície usinada é cônica de revolução, cujo eixo coincide com o eixo em torno do qual gira a ferramenta.



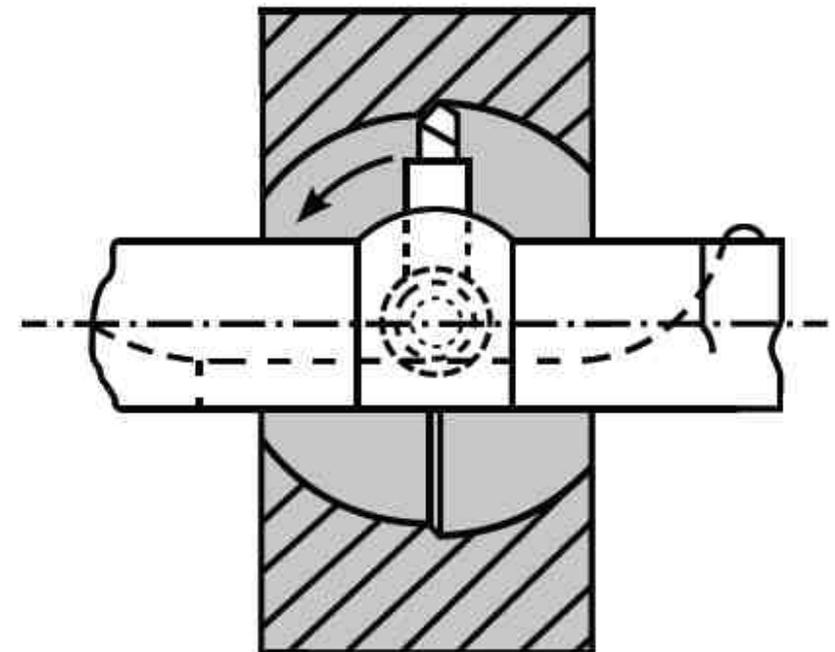
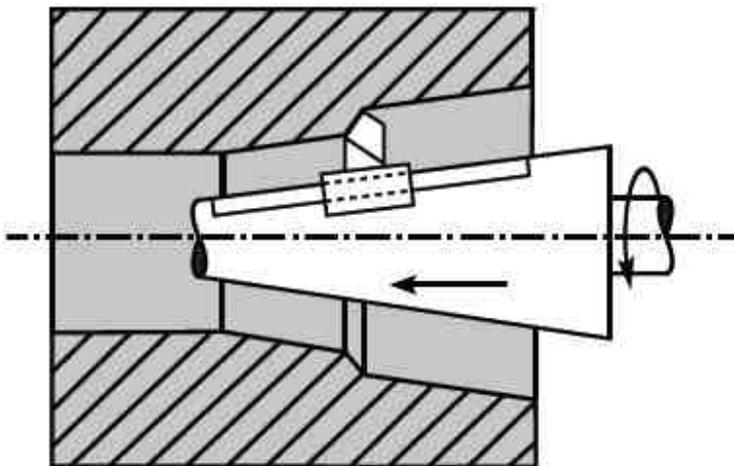
MANDRILAMENTO CÔNICO

Processo de mandrilamento no qual a superfície usinada é cônica de revolução, cujo eixo coincide com o eixo em torno do qual gira a ferramenta.

MANDRILAMENTO DE SUPERFÍCIES ESPECIAIS

Processo de mandrilamento no qual a superfície usinada é uma superfície de revolução, diferente das anteriores, cujo eixo coincide com o eixo em torno do qual gira a ferramenta.

Exemplos: mandrilamento esférico, mandrilamento de sangramento, etc.



Fresamento

Processo mecânico de usinagem destinado a obtenção de superfícies quaisquer com o auxílio de ferramentas geralmente multicortantes. Para tanto, a ferramenta gira e a peça ou ferramenta se desloca segundo uma trajetória qualquer.

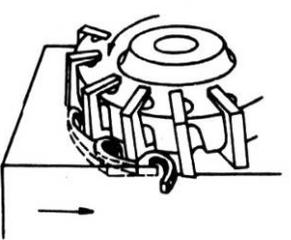
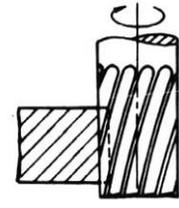
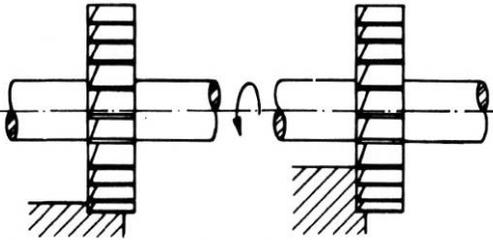
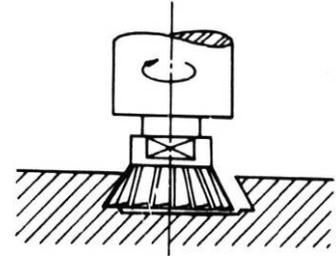
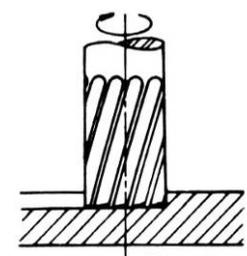
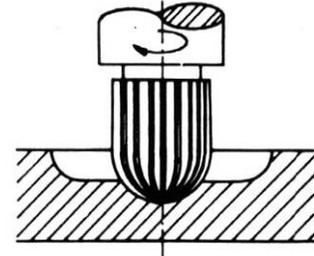
Vídeo

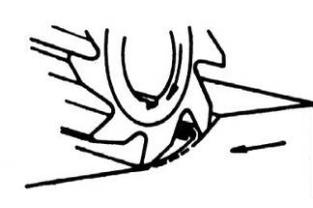
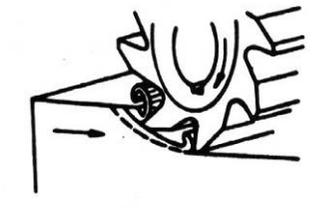
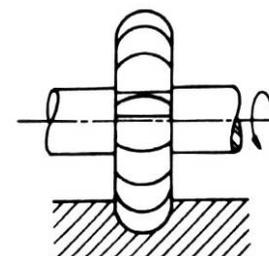
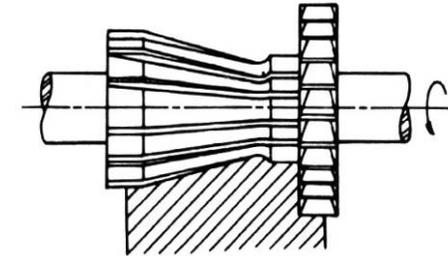
[Animação 1](#); [Animação 2](#); [Animação 3](#); [Animação 4](#)

[Animação 5](#); [Animação 6](#); [Animação 7](#); [Animação 8](#)

[Animação 9](#)

Fresamento

FRESAMENTO	
<p>Fig. 41-Fresamento frontal</p> 	<p>Fig. 42-Fresamento cilíndrico tangencial</p> 
<p>Fig. 43-Fresamento de duas superfícies ortogonais</p>  <p>Predominantemente tangencial Predominantemente frontal</p>	<p>Fig. 44- Fresamento tangencial de encaixes "rabo de andorinha"</p> 
<p>Fig. 45-Fresamento frontal de canaletas com fresa de tópo</p> 	<p>Fig. 46-Fresamento frontal (caso especial)</p> 

FRESAMENTO	
<p>Fig. 39-Fresamento cilíndrico tangencial</p>  <p>Concordante</p>	<p>Fig. 40-Fresamento cilíndrico tangencial</p>  <p>Discordante</p>
<p>Fig. 47- Fresamento tangencial de perfil</p> 	<p>Fig. 48-Fresamento composto</p> 

FRESAMENTO CILÍNDRICO TANGENCIAL

Processo de fresamento destinado à obtenção de superfície plana paralela ao eixo de rotação da ferramenta. Quando a superfície obtida não for plana ou o eixo de rotação da ferramenta for inclinado em relação à superfície originada na peça, será considerado um processo especial de fresamento tangencial.

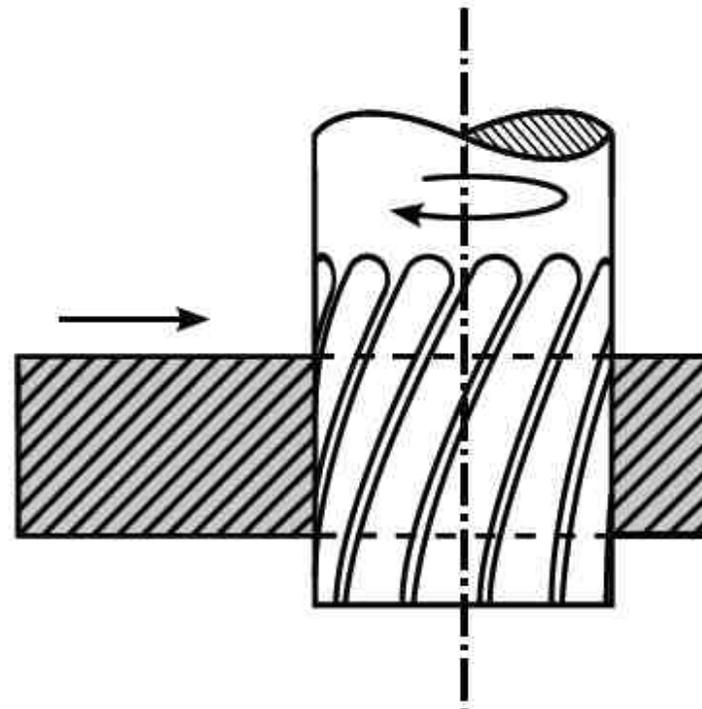


Figura 1.24: Fresamento cilíndrico tangencial.

FRESAMENTO FRONTAL

Processo de fresamento destinado à obtenção de superfície plana perpendicular ao eixo de rotação da ferramenta.

Há casos em que os dois tipos básicos de fresamento comparecem simultaneamente, podendo haver ou não predominância de um sobre o outro.

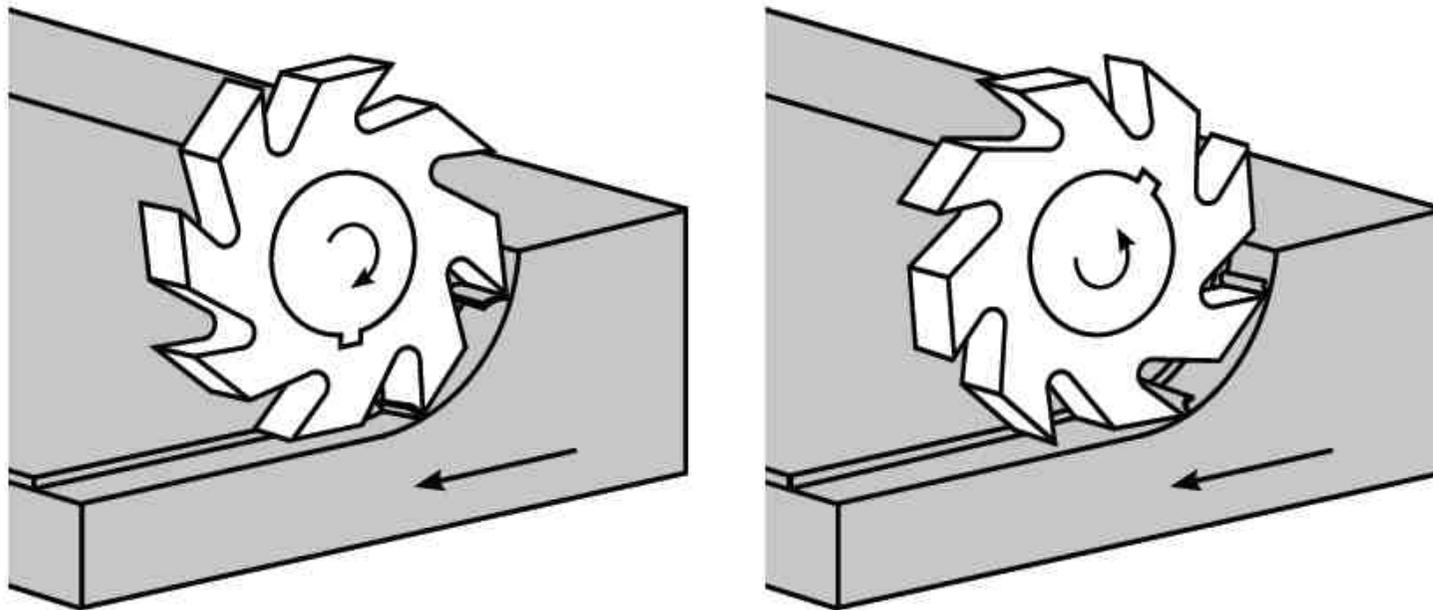


Figura 1.25: Fresamento cilíndrico tangencial concordante (esquerda). Fresamento cilíndrico tangencial discordante (direita).

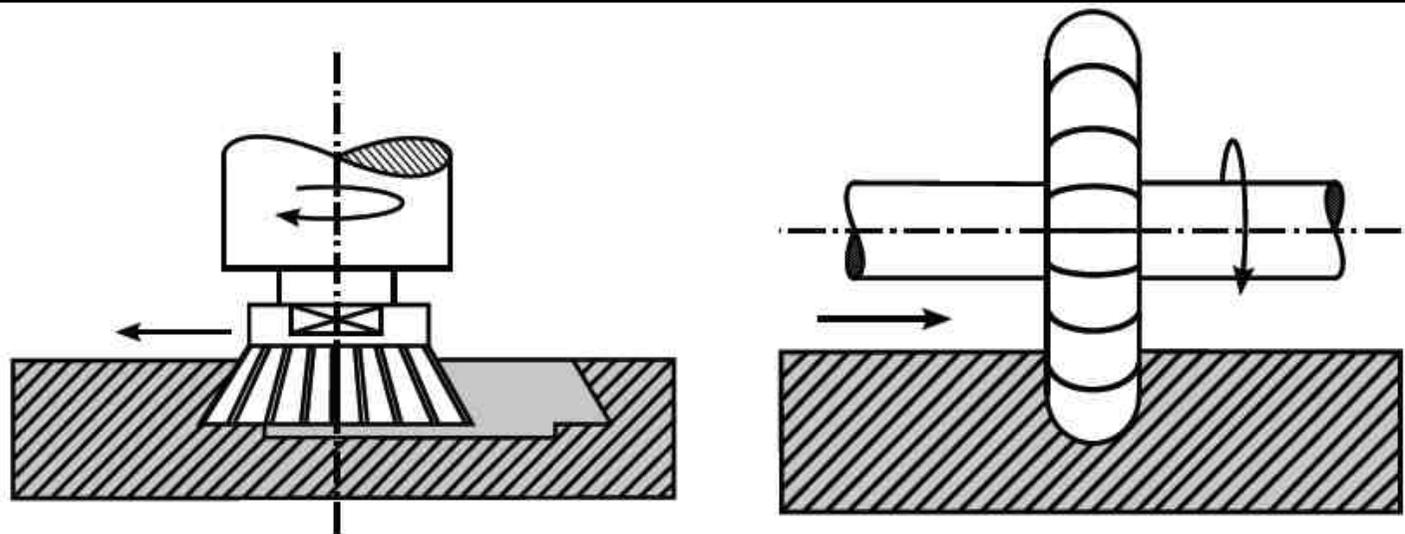


Figura 1.26: Fresamento tangencial de encaixes tipo “rabo-de-andorinha” (esquerda). Fresamento tangencial de perfil (direita).

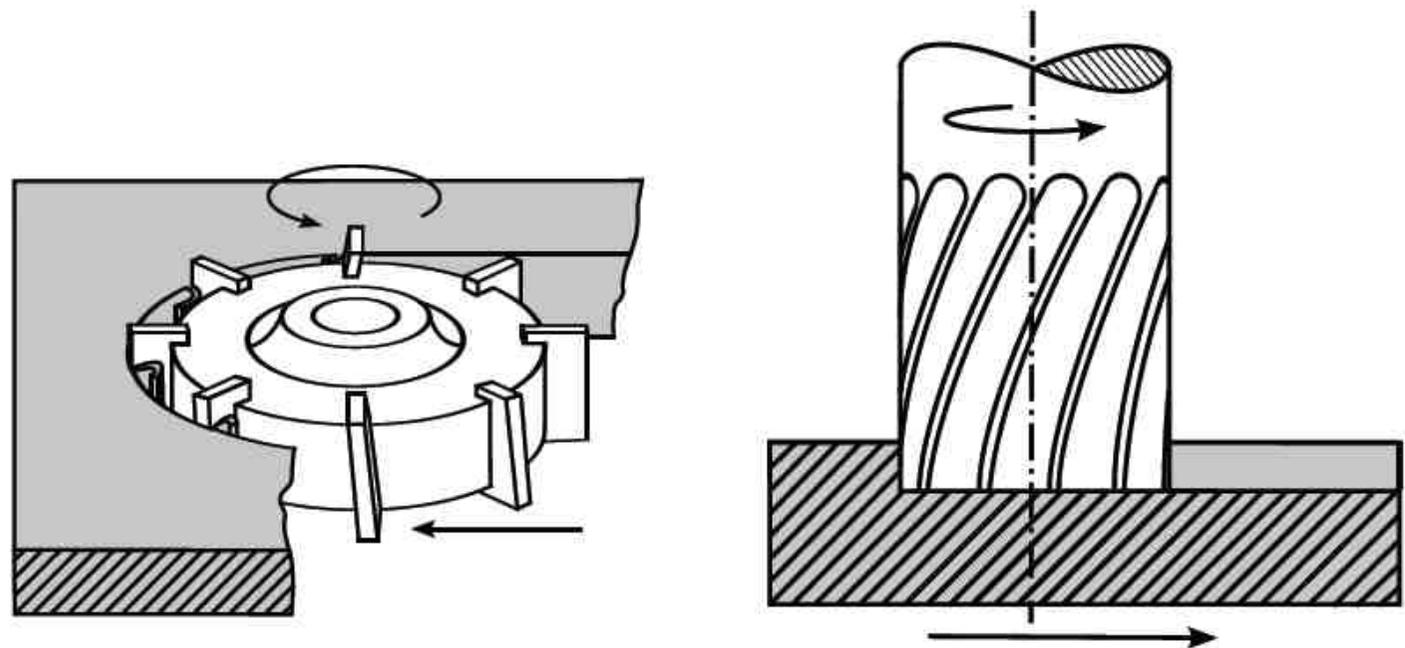


Figura 1.27: Fresamento frontal (esquerda). Fresamento frontal de canaletas com fresa de topo (direita).

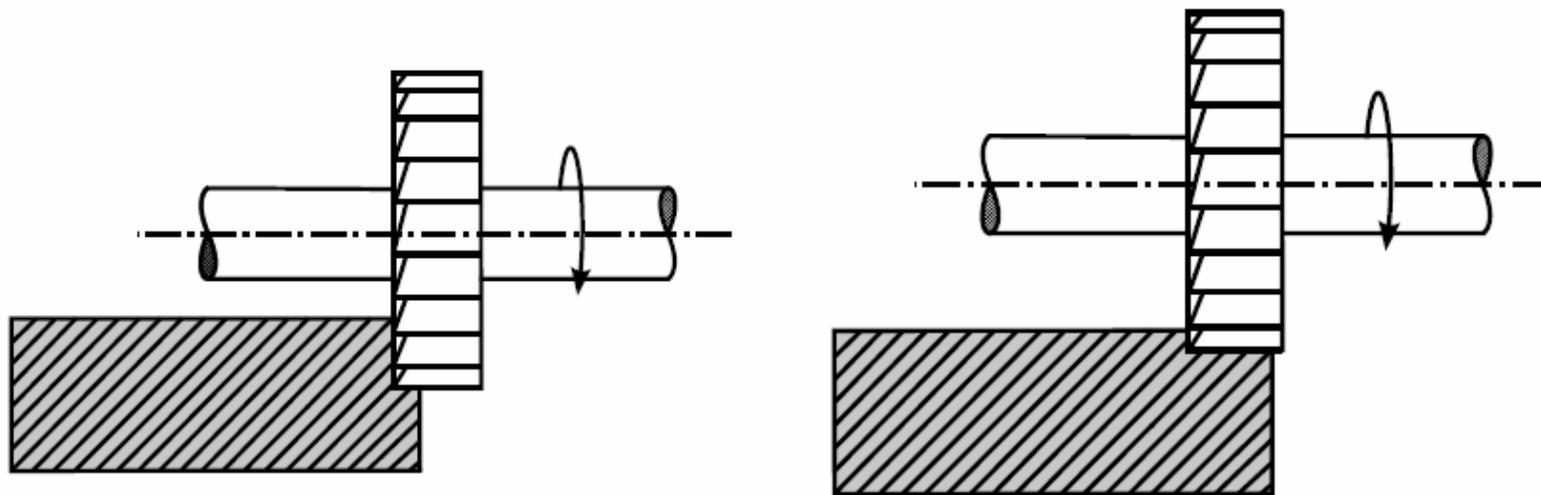


Figura 1.29: Fresamento predominantemente frontal (esquerda). Fresamento predominantemente tangencial (direita).

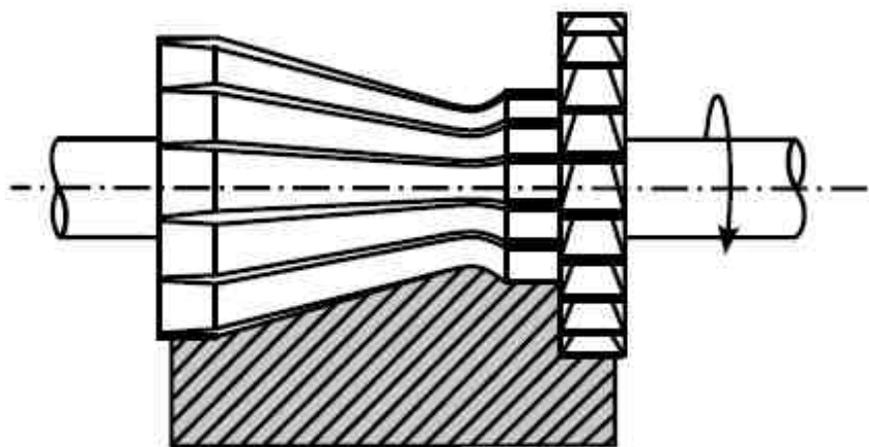


Figura 1.30: Fresamento composto.

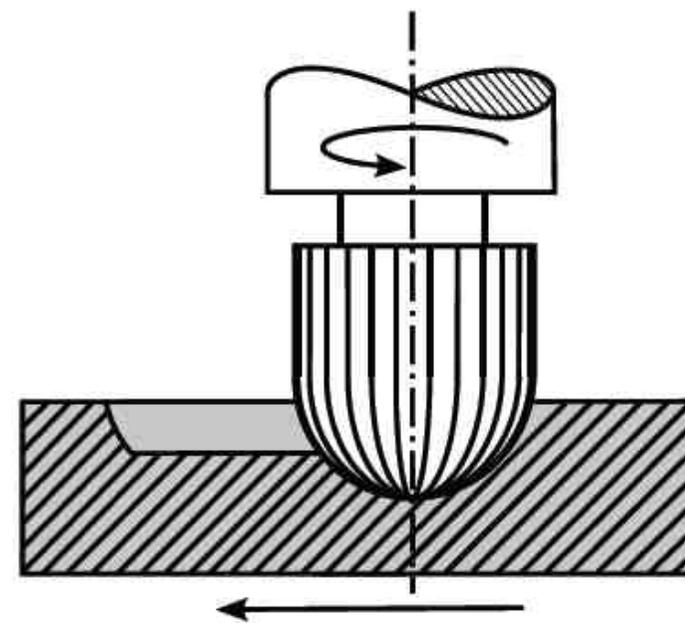


Figura 1.28: Fresamento frontal (caso especial).

GERAÇÃO DE ENGRENAGENS Animação



Serramento

Processo mecânico de usinagem destinado ao seccionamento ou recorte com auxílio de ferramentas multicortantes de pequena espessura. Para tanto, a ferramenta gira ou se desloca, ou executa ambos os movimentos e a peça se desloca ou se mantém parada.

Animação 1

Animação 2

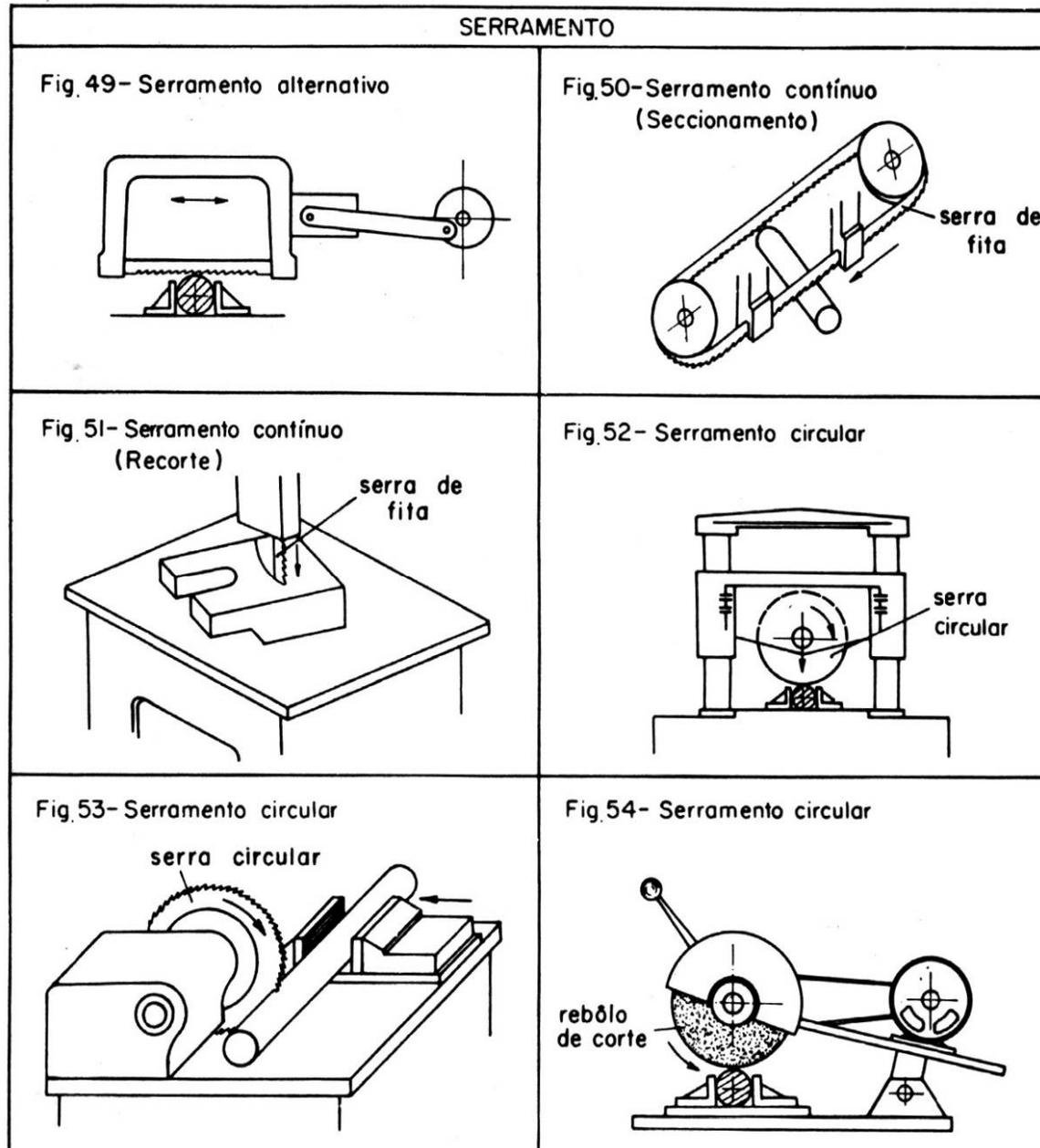
Animação 3

Animação 4

Animação 5

Animação 6

Serramento



SERRAMENTO RETILÍNEO

Processo de serramento no qual a ferramenta se desloca segundo uma trajetória retilínea, com movimento alternativo ou não. No primeiro caso, o serramento é retilíneo alternativo no segundo caso, o serramento é retilíneo c

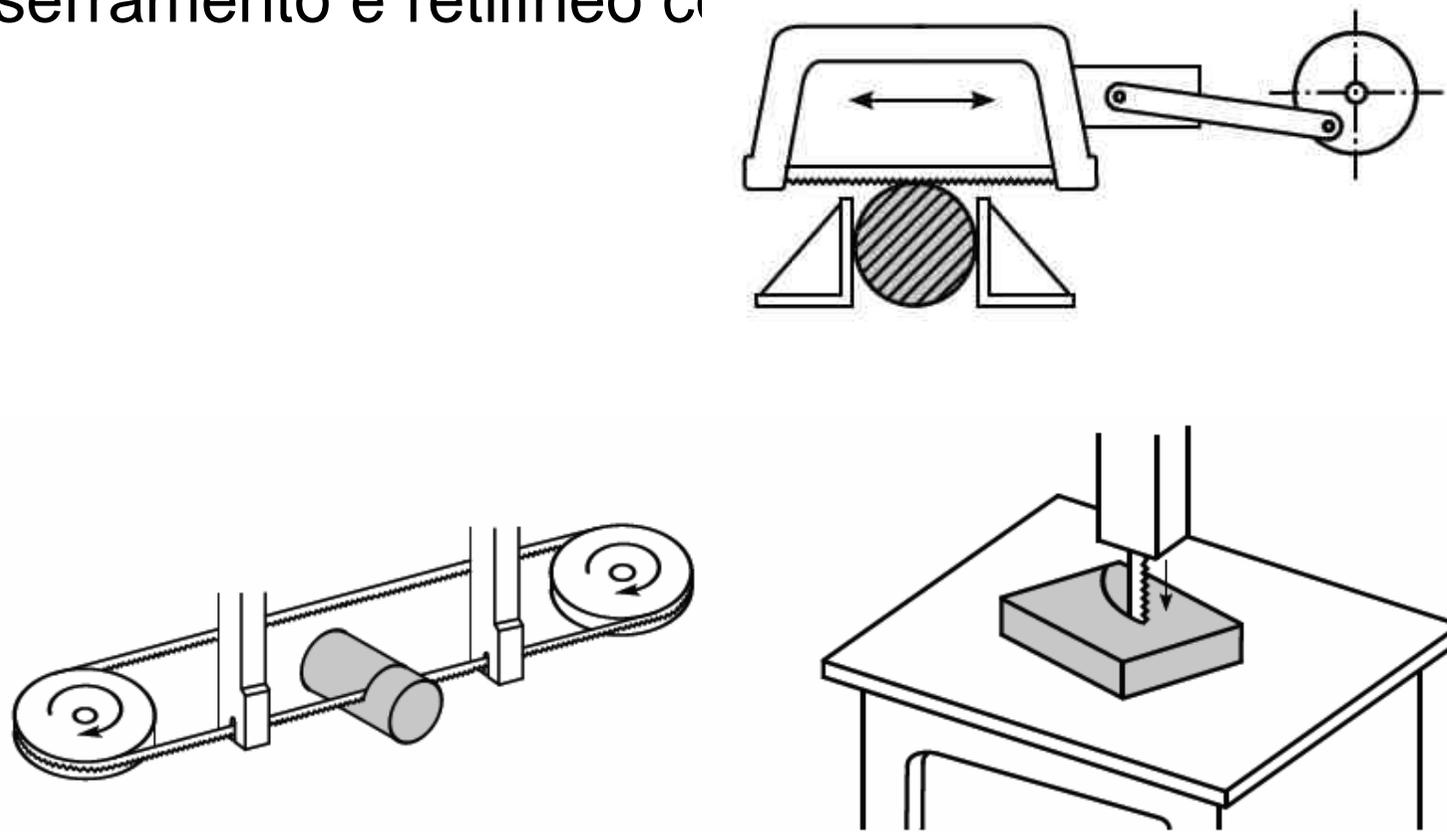


Figura 1.32: Serramento contínuo (seccionamento) (esquerda). Serramento contínuo (recorte) (direita).

SERRAMENTO CIRCULAR

Processo de serramento no qual a ferramenta gira ao redor de seu eixo e a peça ou ferramenta se desloca figura.

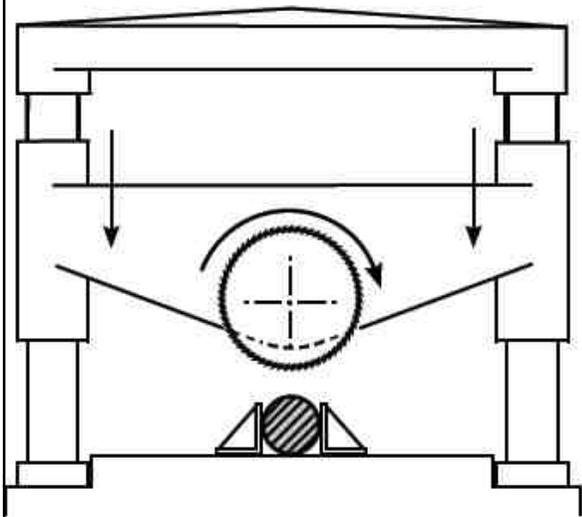


Figura 1.33: Tipos de serramento circular.

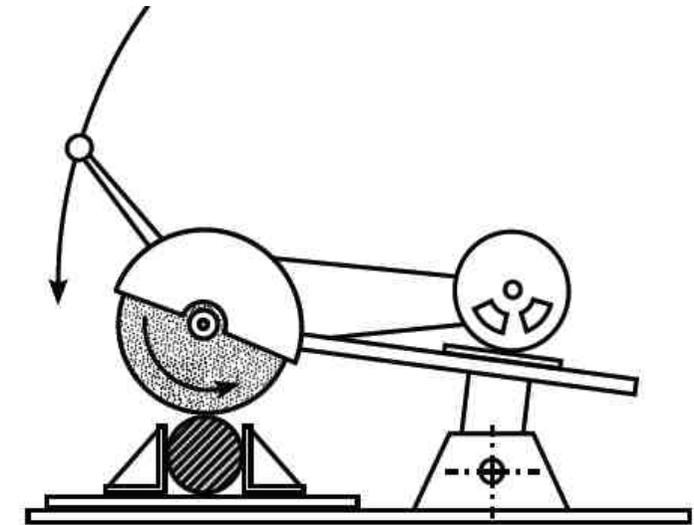
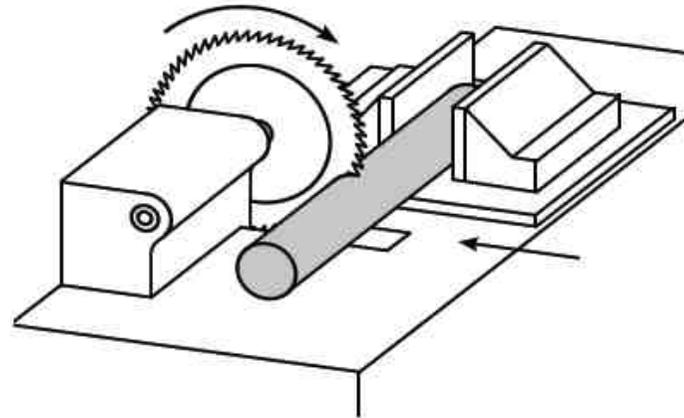


Figura 1.34: Serramento com rebolo de corte.

Brochamento

Processo mecânico de usinagem destinado à obtenção de superfícies quaisquer com auxílio de ferramentas multicortantes. Para tanto, a ferramenta ou peça se desloca segundo uma trajetória retilínea, coincidente ou paralela ao eixo da ferramenta.

Vídeo – Fabricação de engrenagens e Brochamento

Animação 1

Animação 2

CLASSIFICAÇÃO

Brochamento

BROCHAMENTO

Fig.55- Brochamento interno

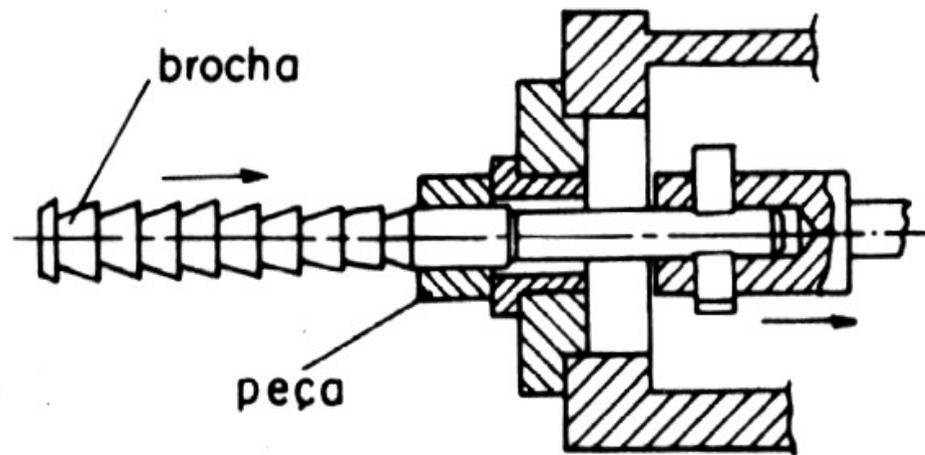
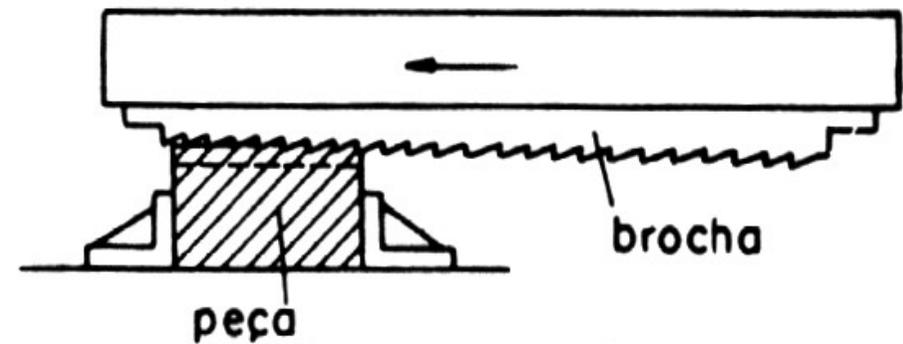


Fig.56- Brochamento externo



BROCHAMENTO INTERNO

Processo de brochamento executado num furo passante da peça

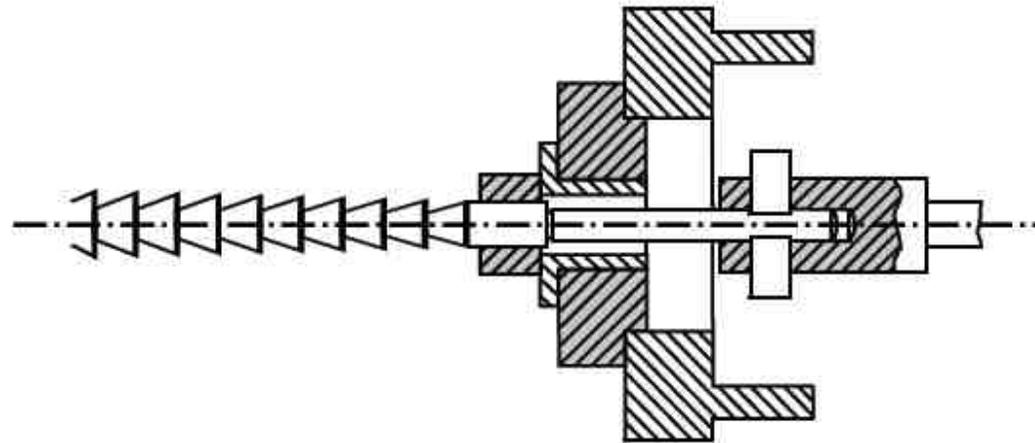


Figura 1.35: Brochamento interno.

BROCHAMENTO EXTERNO

Processo de brochamento executado numa superfície externa da peça.

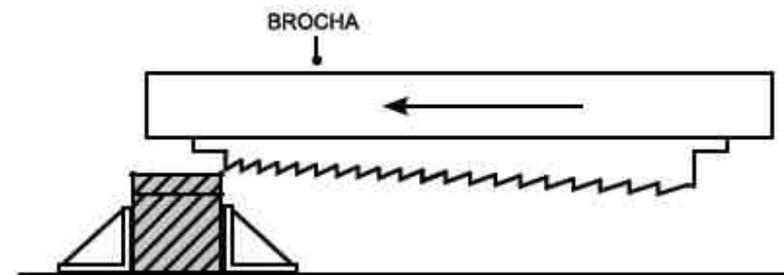
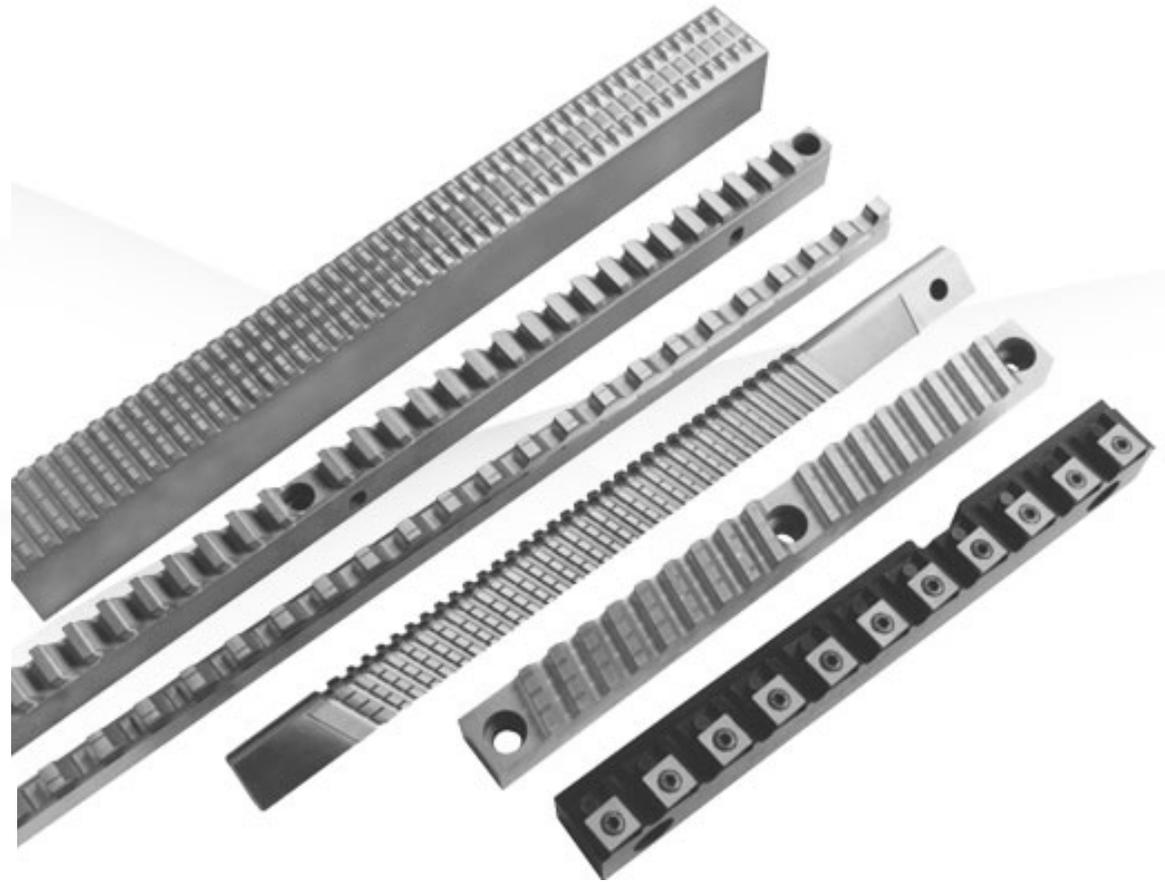
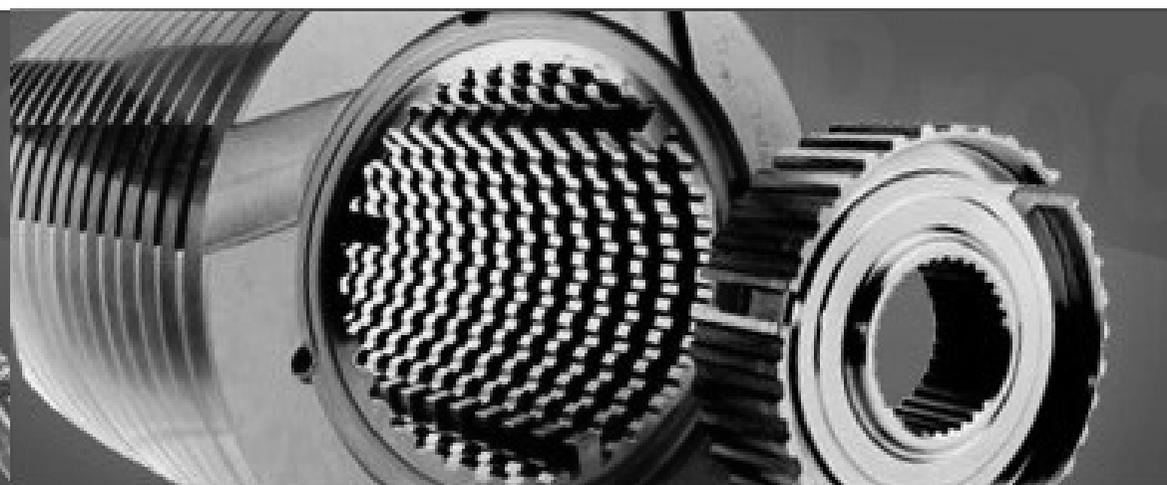
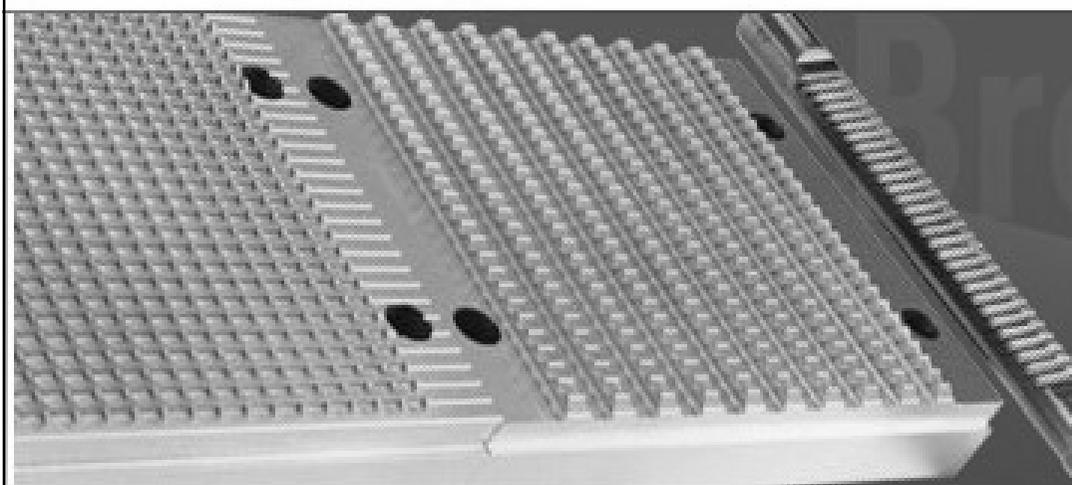
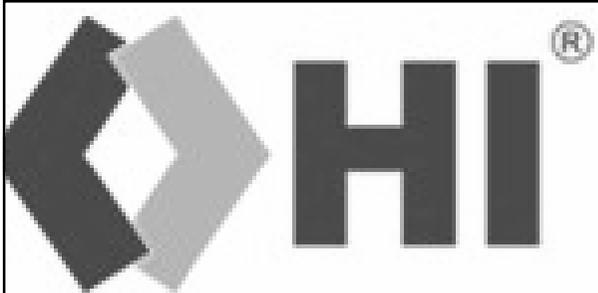


Figura 1.36: Brochamento externo.





Roscamento

Processo mecânico de usinagem destinado a obtenção de filetes, por meio da abertura de um ou vários sulcos helicoidais de passo uniforme, em superfícies cilíndricas ou cônicas 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.

[Animação 1](#); [Animação 2](#); [Animação 3](#); [Animação 4](#); [Animação 5](#);
[Animação 6](#); [Animação 7](#); [Animação 8](#); [Animação 9](#); [Animação 10](#);

Roscamento

ROSCAMENTO

Fig. 57-Roscamento interno com ferramenta de perfil único

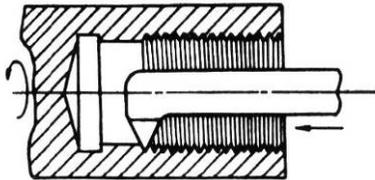


Fig. 58-Roscamento interno com ferramenta de perfil múltiplo

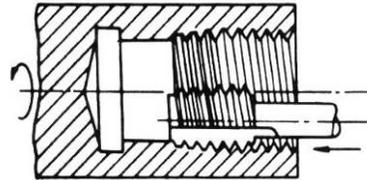


Fig. 59-Roscamento interno com macho

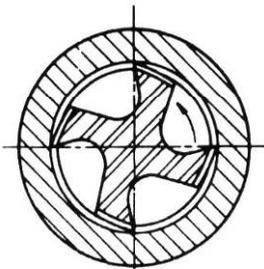


Fig. 60-Roscamento interno com fresa

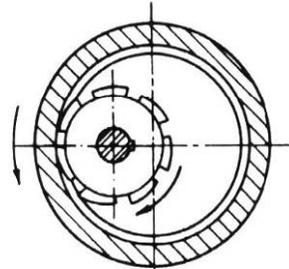


Fig. 61-Roscamento externo com ferramenta de perfil único

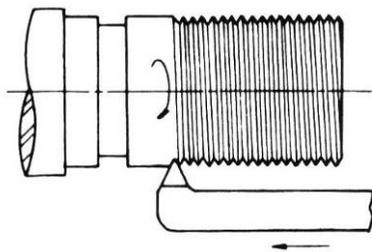
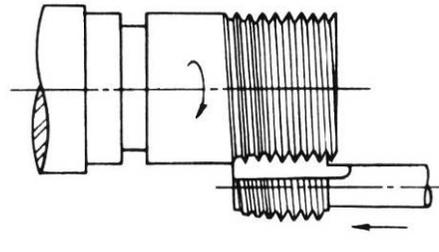


Fig. 62-Roscamento externo com ferramenta de perfil múltiplo



ROSCAMENTO

Fig. 65-Roscamento externo com fresa de perfil múltiplo

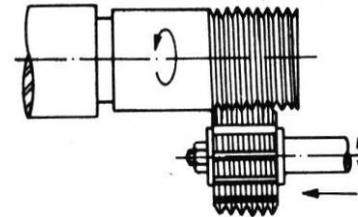


Fig. 66-Roscamento externo com fresa de perfil único

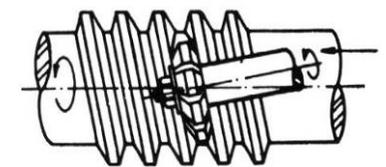


Fig. 63-Roscamento externo com cossinete

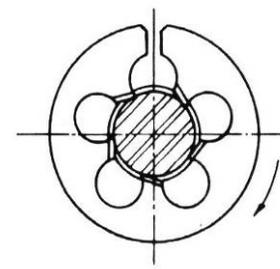
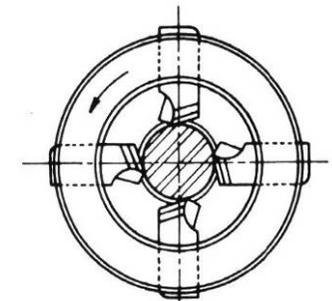


Fig. 64-Roscamento externo com jogo de pentes



LIMAGEM

Processo mecânico de usinagem destinado à obtenção de superfícies quaisquer com auxílio de ferramentas multicortantes (elaboradas por picagem) de movimento contínuo ou alternativo

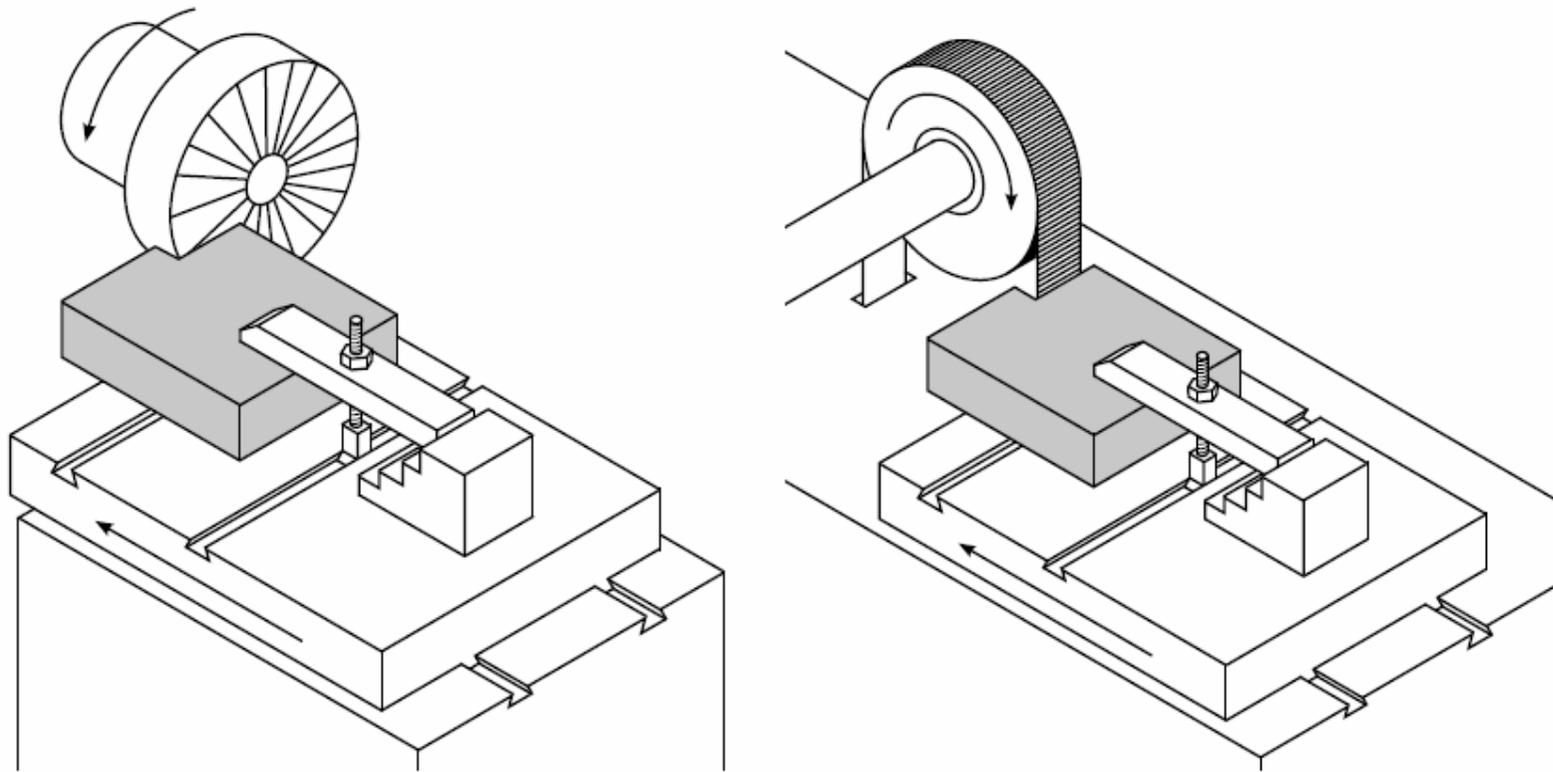


Figura 1.42: Limagem contínua com lima de disco (esquerda). Limagem contínua com lima de segmentos (direita).

RASQUETEAMENTO

Processo manual de usinagem destinado à ajustagem de superfícies com auxílio de uma ferramenta monocortante

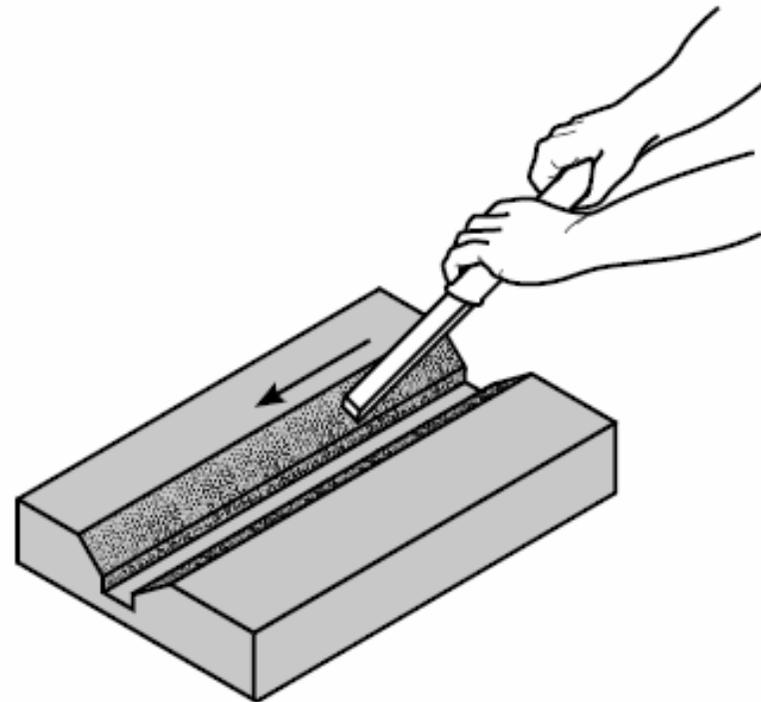


Figura 1.43: Rasqueteamento.