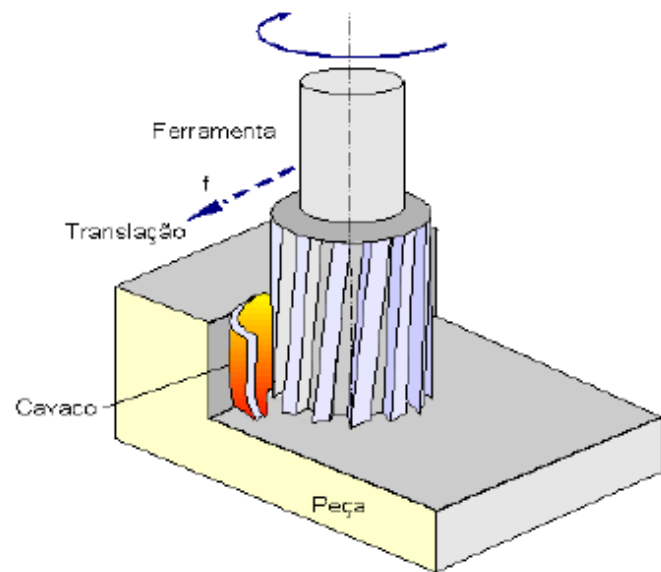
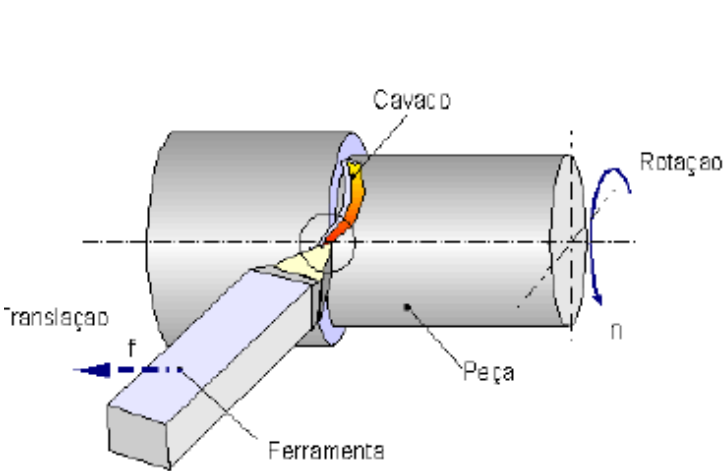


## Introdução

Diferenças principais entre torneamento e fresamento:

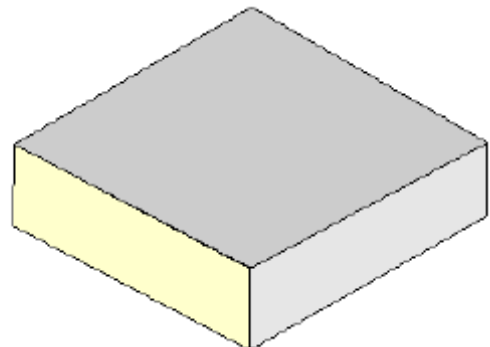
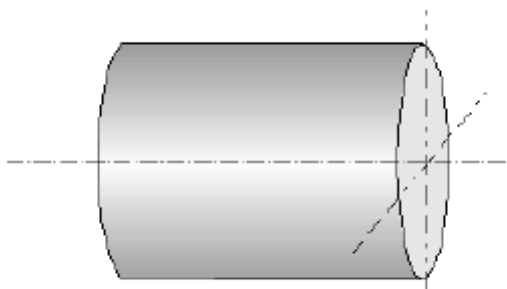
### 1) Cinemática do processo

- torneamento ==> peça rotaciona e ferramenta translada
- fresamento ==> peça translada e ferramenta gira

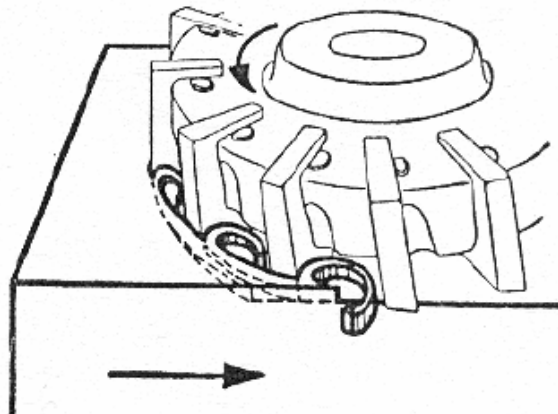
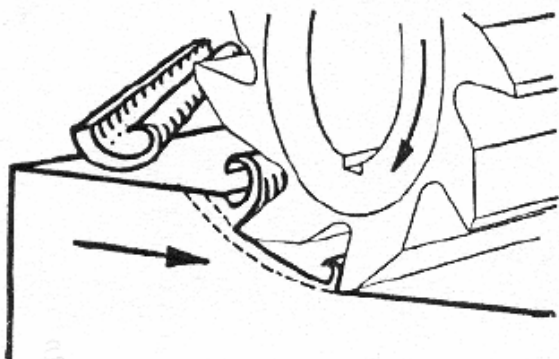


### 2) Formas geradas

- torneamento ==> peças com simetria de revolução
- fresamento ==> peças prismáticas



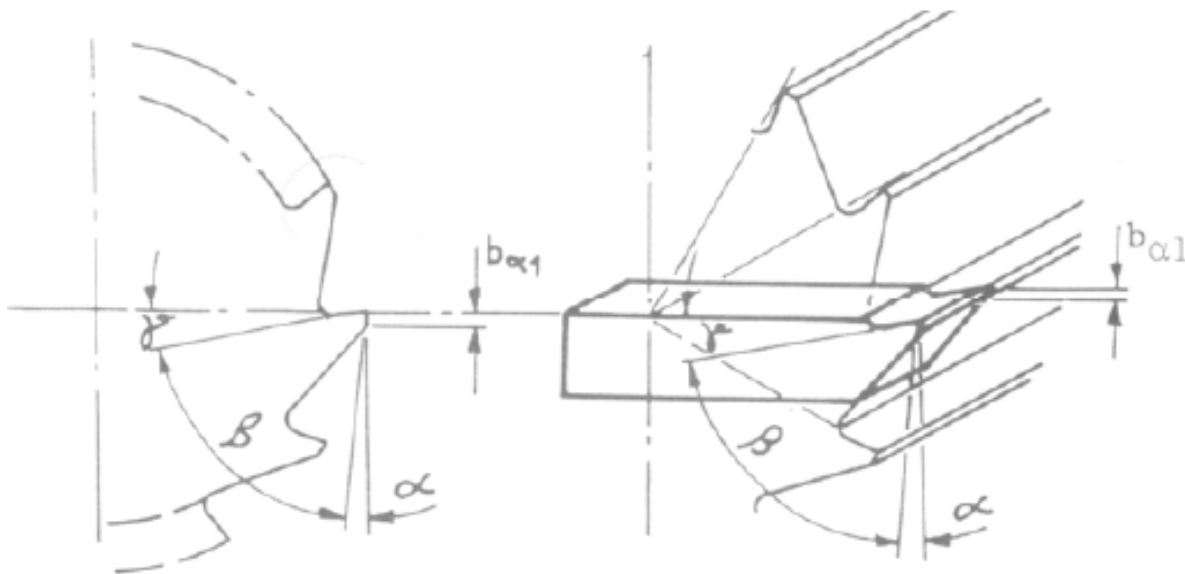
## Tipos de Fresamento:



**Fresamento tangencial (periférico):** dentes ativos encontram-se na periferia (superfície cilíndrica) da ferramenta, e o eixo da ferramenta é paralelo à superfície a ser usinada. As ferramentas usadas no fresamento tangencial são chamadas fresas cilíndricas ou tangenciais.

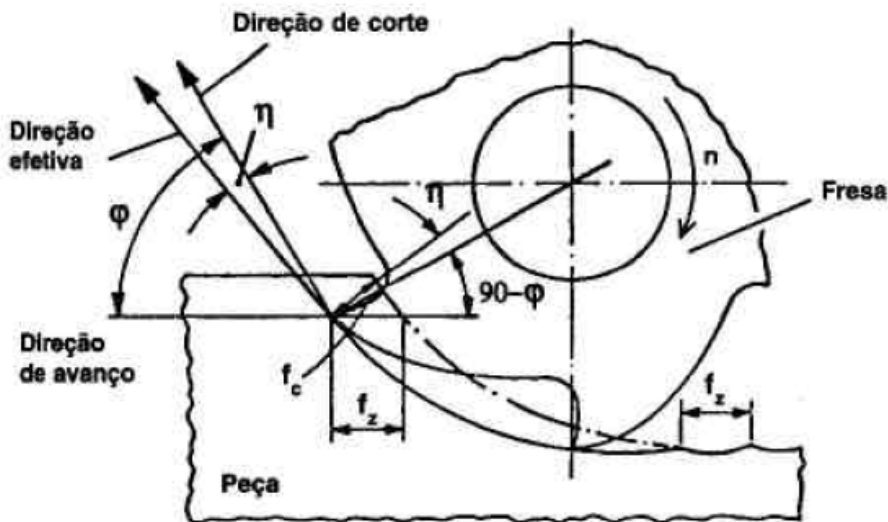
**Fresamento frontal (de topo):** dentes ativos estão na superfície frontal da ferramenta, cujo eixo é perpendicular à superfície a ser usinada. As ferramentas usadas no fresamento frontal são chamadas fresas frontais ou de topo.

## Geometria da Ferramenta (semelhança com torneamento):



# Processos de Fabricação - Fresamento

## Parâmetros da operação de fresamento:

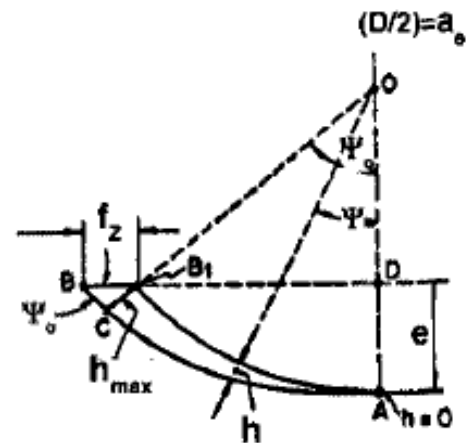
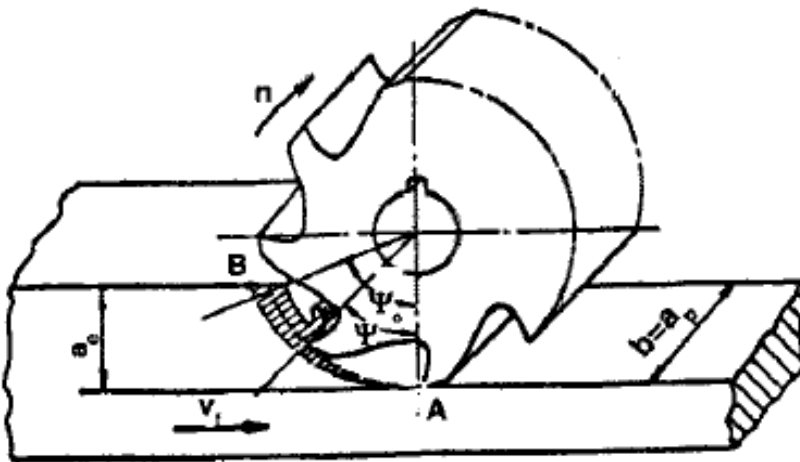


- Diâmetro da fresa ( $D$ )
- Número de dentes ( $Z$ )
- Avanço por dente ( $f_z$ ) – percurso percorrido por um dente em uma revolução da ferramenta. Representa a distância entre duas superfícies consecutivas na direção de avanço
- Ângulo da direção de avanço ( $\varphi$ ) – ângulo entre as direções de corte e de avanço. Varia continuamente durante o processo.
- Ângulo da direção efetiva ( $\eta$ ) – ângulo entre a direção de corte e a direção efetiva. Varia continuamente durante o processo.
- Profundidade ou largura de usinagem ( $a_p$ ) – profundidade ou largura de penetração da ferramenta na direção perpendicular ao plano de trabalho.
- Penetração de trabalho ( $a_e$ ) – penetração da ferramenta medida no plano de trabalho e perpendicular à direção de avanço. Apesar de não ser usada no processo de torneamento, é muito importante no fresamento e na retificação plana.

# Processos de Fabricação - Fresamento

## Fresamento Discordante :

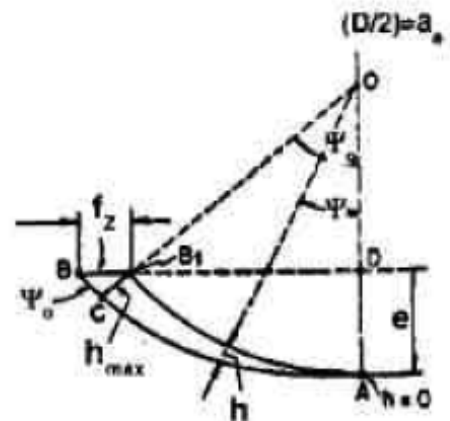
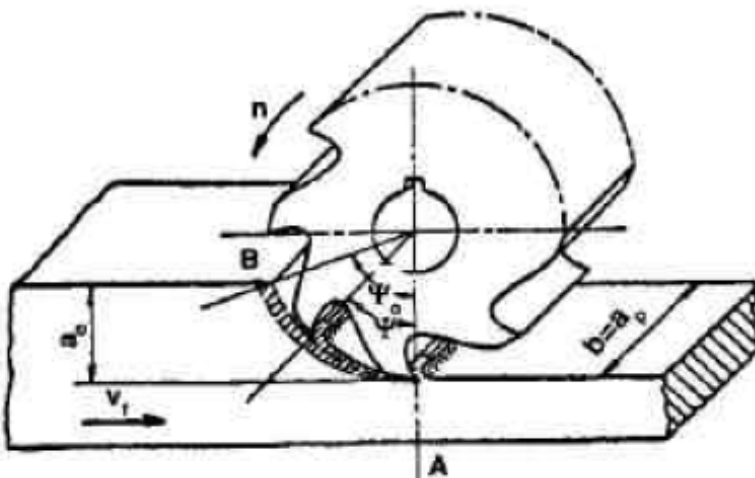
- Ângulo da direção de avanço ( $\varphi$ ) cresce desde zero até um valor máximo.
- O sentido do movimento de avanço é contrário ao movimento rotatório da fresa.
- Da mesma maneira que  $\varphi$ , a espessura de corte aumenta de zero até um máximo.
- No início do corte, a fresa toca a peça e a força para baixo, causando uma força que tende a afastá-las. Logo após, porém, a força de corte aponta para cima, o que faz com que a fresa puxe a peça ao seu encontro. Esta variação de intensidade e do sentido da força de corte produz vibrações que prejudicam a tolerância e o acabamento superficial da superfície fabricada.

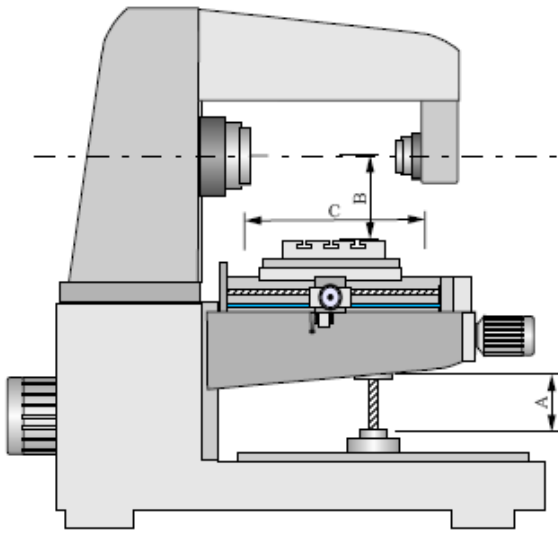


# Processos de Fabricação - Fresamento

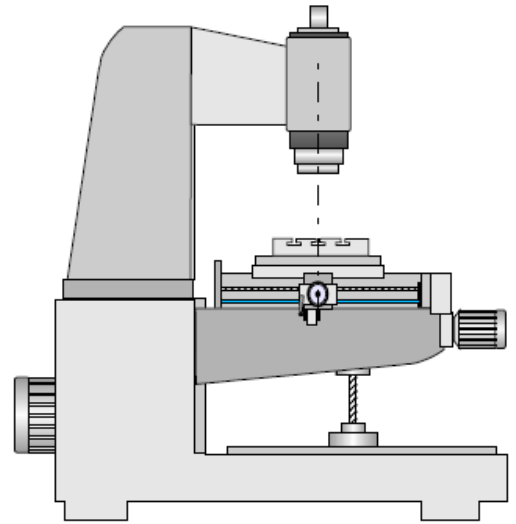
## Fresamento Discordante:

- Ângulo da direção de avanço ( $\varphi$ ) inicia o corte em seu valor máximo, decrescendo até zero.
- O sentido do movimento de avanço é o mesmo do movimento rotatório da fresa.
- Componente vertical de força de usinagem possui sempre o mesmo sentido, o que elimina os efeitos negativos observados no fresamento discordante.
- Contato da fresa com a peça inicia em b ( $hD_{\text{máx.}}$ ) e se desloca até o ponto de menor espessura do cavaco.
- Um inconveniente do fresamento tangencial concordante é que a força de avanço ocorre no mesmo sentido do deslocamento. Para que a mesa ande em um sentido, a porca do sistema e avanço deve suportar esforços no outro. Como a Fres sobre a fresa varia em módulo, a força resultante sobre o fuso irá variar em módulo e direção, podendo causar vibração. Este problema pode ser corrigido através de manutenção a fim de tirar folgas da máquina e do uso de fusos de esferas, onde não existe folga.
- Outro problema do fresamento concordante é que o corte inicia sempre com a espessura máxima de corte. Se a superfície possui camada superficial endurecida (óxido ou sujeira), o contato inicial ferramenta-peça será em condições desfavoráveis, o que causará a queda da vida da ferramenta.

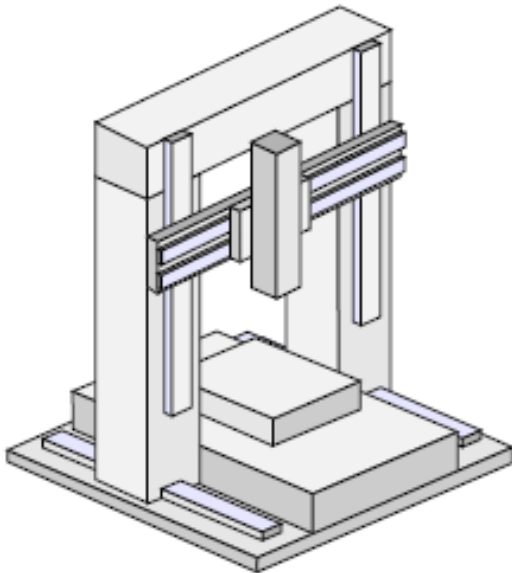




*Fresadora Horizontal*



*Fresadora Vertical*



*Fresadora de Portal  
(Gantry)*



*Fresadora Hexapod*