

---

# Usinagem I

2016.1

Parte I – Aula 1

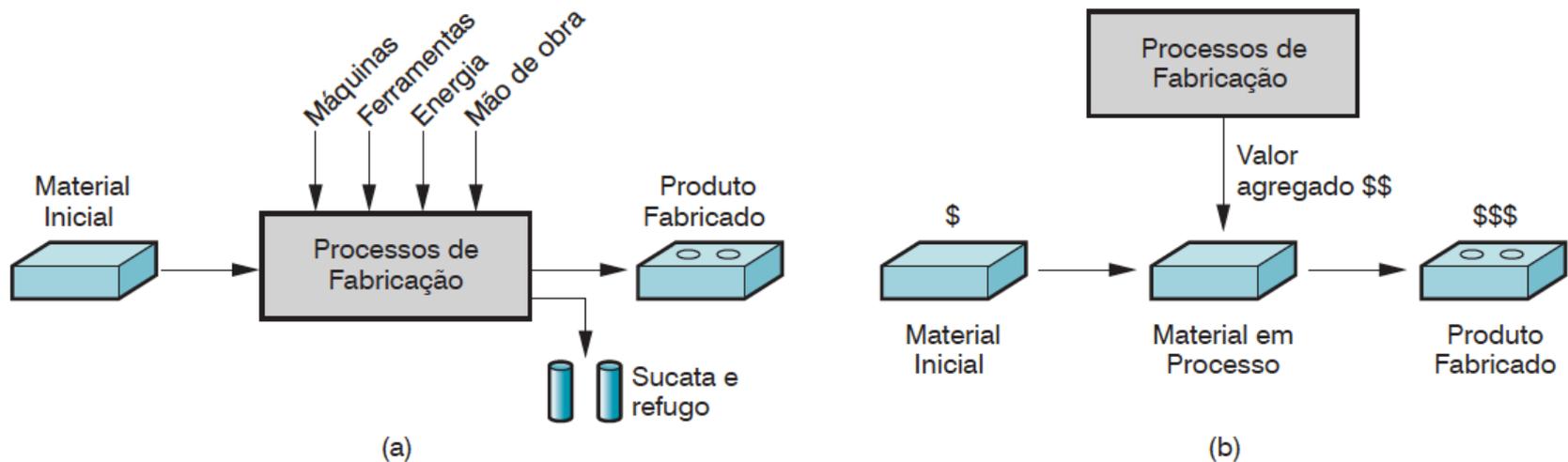
Processos de Usinagem / Conceitos Básicos

---

# Panorama do Curso – Usinagem I

- Parte I - Tecnologia da Usinagem (Prova 1)
- Parte II - Mecânica do Corte e Geometria da Ferramenta (Prova 2)
- Parte III - Processo de Usinagem (Prova 3)

## Processo de Fabricação



**FIGURA 1.1** Duas formas de definir fabricação: (a) como um processamento tecnológico (b) como um processamento econômico.

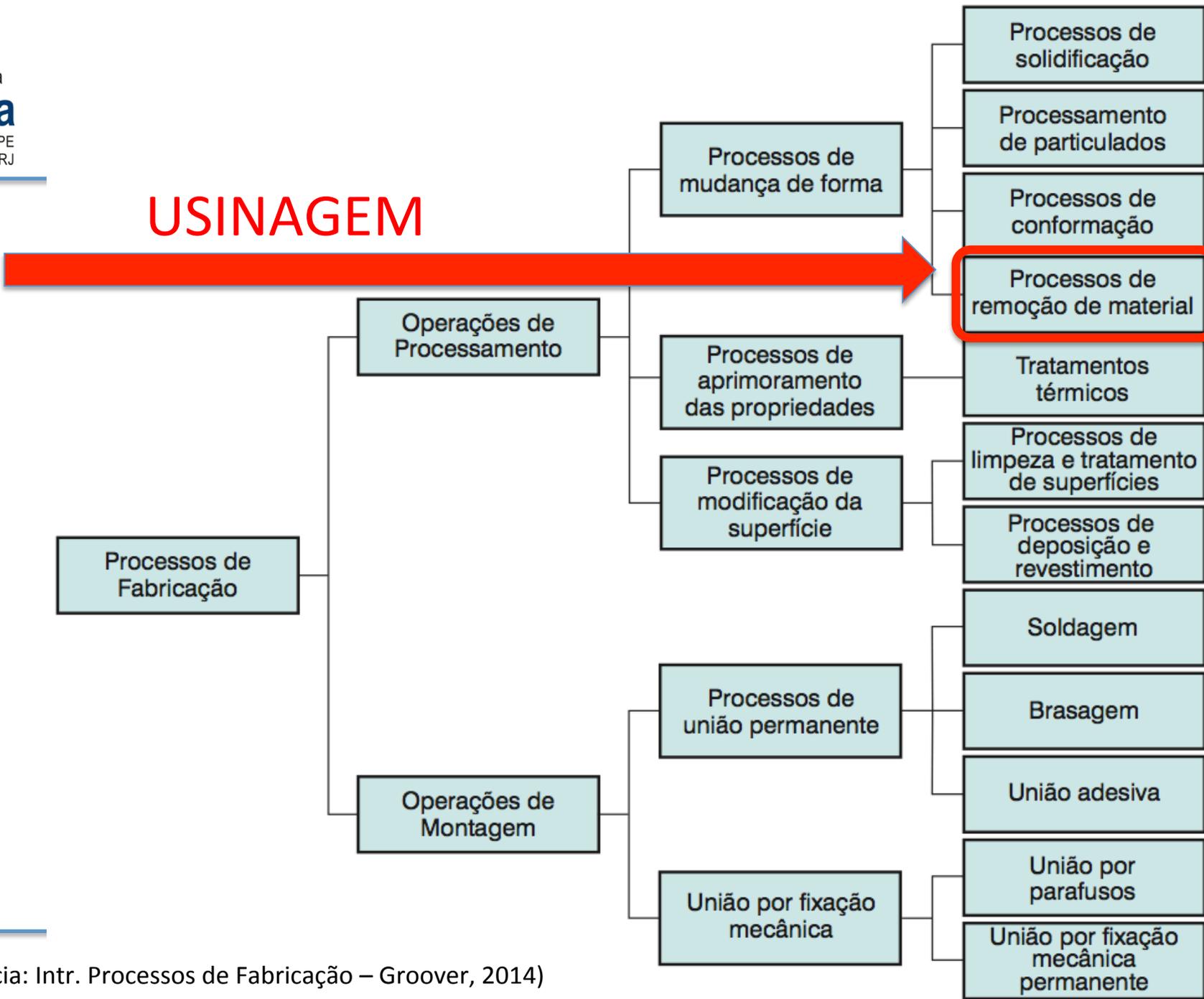
(Referência: Intr. Processos de Fabricação – Groover, 2014)

---

# Processos de Fabricação

- Processos de Solidificação  
(Fundição, Moldagem e Metalurgia do pó)
- Processos de Conformação  
Deformação Plástica
- Processos de Usinagem

# USINAGEM



# Definição – Processo de Usinagem

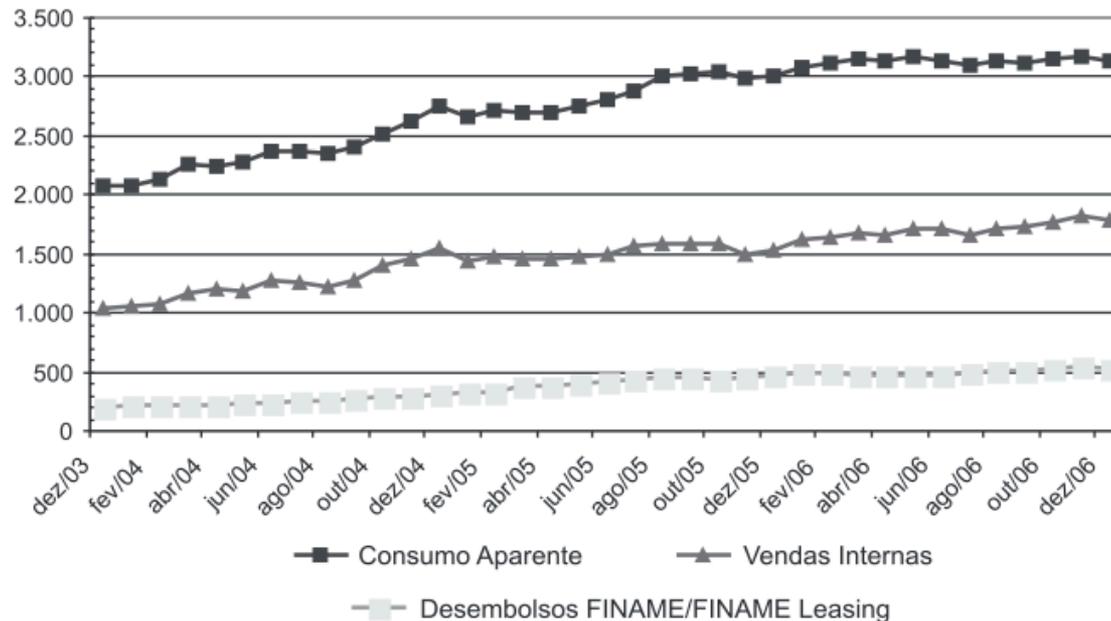
- ABNT 6162: Processo de fabricação por remoção de material realizado para conferir à peça forma, dimensão e/ou acabamento e produz cavaco.
- Cavaco: Porção de material retirado pela ferramenta

# Importância do Processo de Usinagem

- 80% dos furos são realizados por usinagem.
- Quase todos os processos de melhoria da qualidade superficial são feitos por usinagem.
- Setor de Máquinas-Ferramentas \$\$
- Transmissão de Potência: 70% com engrenagem
- 90% dos componentes da indústria aeroespacial são usinados e mais de 90% dos pinos e implantes médicos.



**Gráfico 1**  
**Indústria de Máquinas-Ferramenta**  
**Consumo Aparente, Vendas Internas e Desembolsos**  
**FINAME/FINAME Leasing – 12 Meses**  
 (Em R\$ Milhões)



Fonte: Abimaq/BNDES.

## Exemplo de Economia na Usinagem

*Empresa especializada na fabricação de caldeiras reduz em até 90% o tempo de furação com a adoção de novas ferramentas” – Revista “O mundo da Usinagem – V.94”*

- Fundada em 2001 na cidade de Piracicaba – SP, a DanPower nasceu como um escritório de engenharia e projetos especializado no ramo de caldeiras.
- Em 2006 deixou de ser um escritório de engenharia e passou a fabricar os produtos por ela desenvolvidos, agregando ao seu ramo de negócio a área de produção, um fabricante de caldeiras de alta tecnologia.
- Em 2008, o mercado entrou em recessão por conta da crise norte-americana e em 2010 pensaram em fechar a empresa.

## Exemplo de Economia na Usinagem (cont)

- Como parte de seu plano de modernização, em setembro de 2012 a empresa **adquiriu uma máquina especial CNC** para o processo de furação na fabricação dos espelhos das caldeiras
  - uma placa de aço, montada no interior das caldeiras, que sustenta e distribui os tubos por onde fluem os líquidos e gases do sistema.
  - **2000 furos por caldeira, o que representa 90% da usinagem** total da peça!
- “Quando adquirimos a máquina utilizamos várias ferramentas cujos resultados em termos de tempo e qualidade estavam **muito aquém** das nossas expectativas”, recorda Erick Gomes da DanPower.
- Diante dos problemas, a empresa chegou a cogitar a devolução da máquina e a compra de um equipamento importado, (gasto extra de R\$ 2,5 milhões).
- Então, a empresa contou com o auxílio técnico de um distribuidor autorizado de ferramentas: “O processo em questão exigia a abertura de furos com grandes dimensões e a potência da máquina era um fator limitante”.

## Exemplo de Economia na Usinagem (cont)

- Ao analisar o processo de usinagem e as características da máquina, o técnico optou pela adoção de ferramentas (brocas) especiais, que exigem forças de corte baixas o que e se adequou à potência disponível da máquina e aos diâmetros que a DanPower necessitava.
- Com isso, o tempo de usinagem dos espelhos passou de **dois meses para duas semanas**. “Obtivemos ganhos de produção, financeiros e de qualidade com essa economia”, avalia Erick Gomes.
- Hoje a fábrica tem quatro vezes seu tamanho original e emprega 130 funcionários. O sucesso teve quatro ingredientes fundamentais: a tecnologia dos produtos, inovação no processo produtivo, qualidade e confiança no mercado.

# Processos de Usinagem

---

- Convencional

- Torneamento
- Fresamento
- Furação
- Aplainamento
- Mandrilamento
- Serramento
- Brochamento
- Roscamento
- Retificação etc.

- Não convencional

- Jato d'água
- Jato abrasivo
- Fluxo abrasivo
- Ultrassom
- Eletroquímica
- Eletroerosão
- Feixe de elétrons
- Laser
- Plasma
- Química
- Fotoquímica etc.

Teoria da Usinagem dos Materiais  
– 2ª edição – Machado / Abrão /  
Coelho / Silva

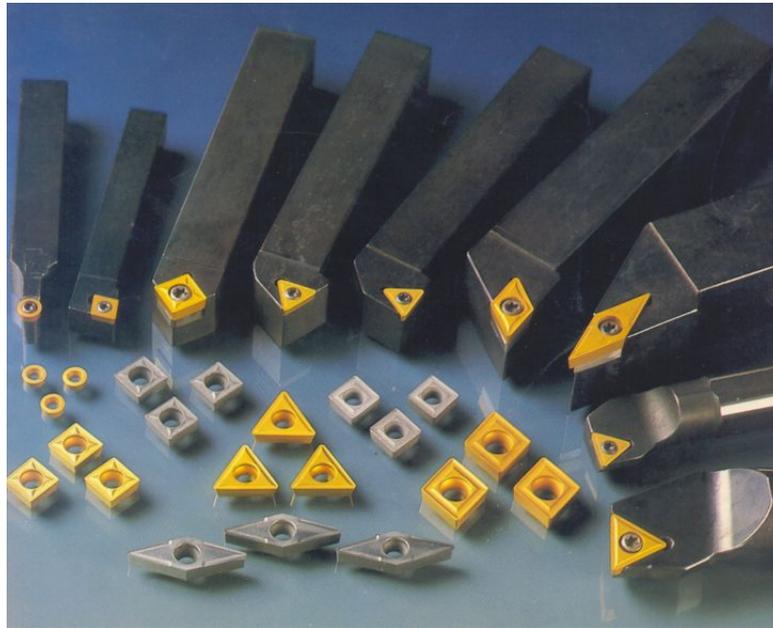


# Ferramenta de Geometria (Aresta) Definida

---

São ferramentas de aço ou sinterizadas que possuem arestas de corte facilmente identificadas.

Exemplos: ferramentas de barra (ou monocortantes), brocas, fresas, alargadores e outros.



# Ferramenta de Geometria não Definida (Rebolos)

---

São ferramentas formadas por grãos abrasivos unidos por um aglomerante. Nestas ferramentas cada grão funciona como uma aresta de corte.

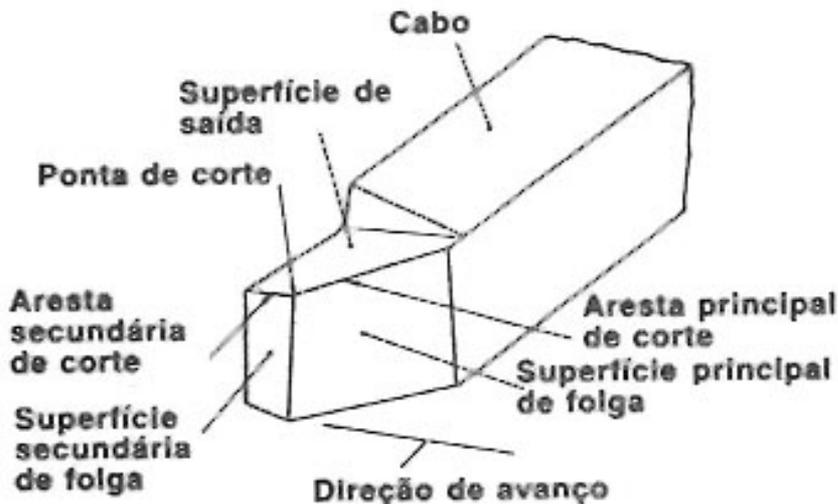
Exemplos: Rebolos para esmeril, para retificação e outros.



# Ferramentas Monocortantes

---

A monocortante possui apenas uma aresta de corte e é constituída de um material de grande dureza, que resiste a altas temperaturas.



***APLAINAMENTO***

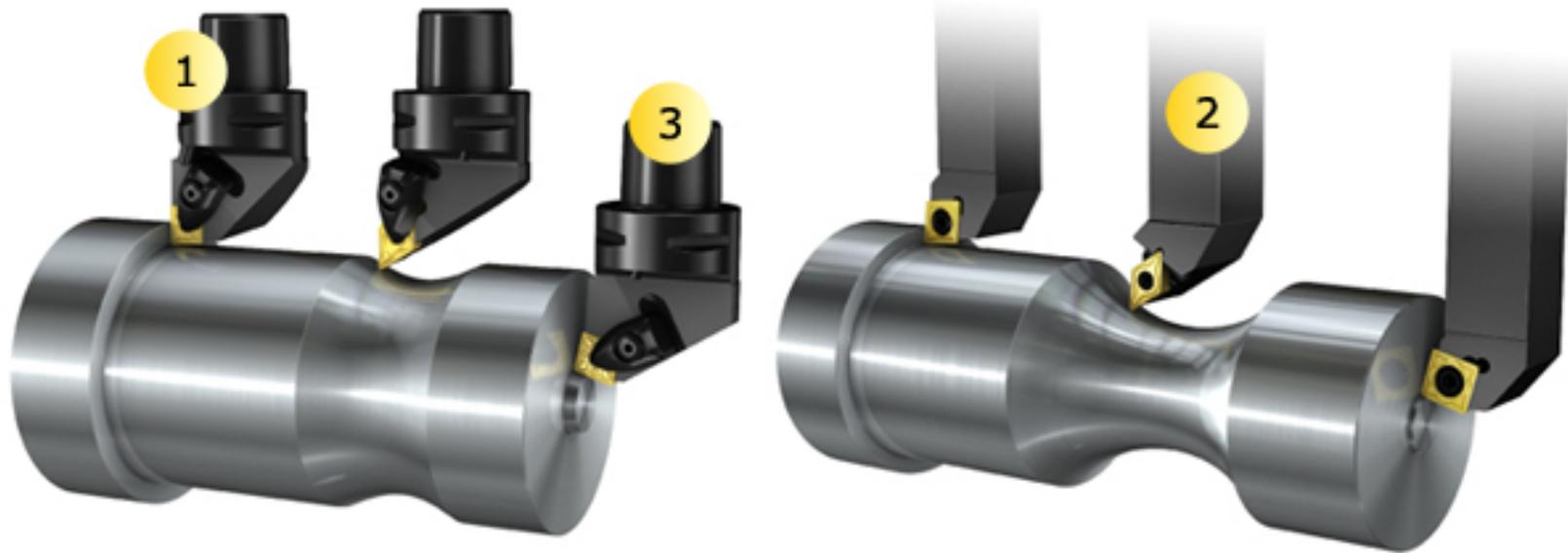
***TORNEAMENTO***

***MANDRILAMENTO***

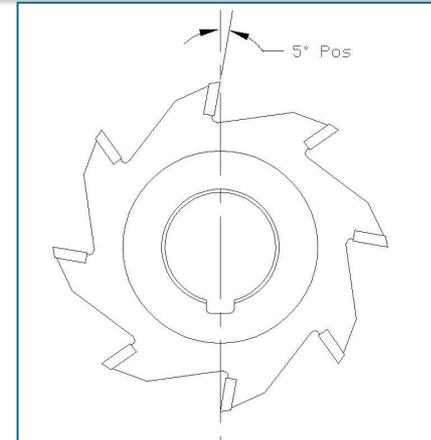
# Torneamento

## Geração de Peça de Revolução

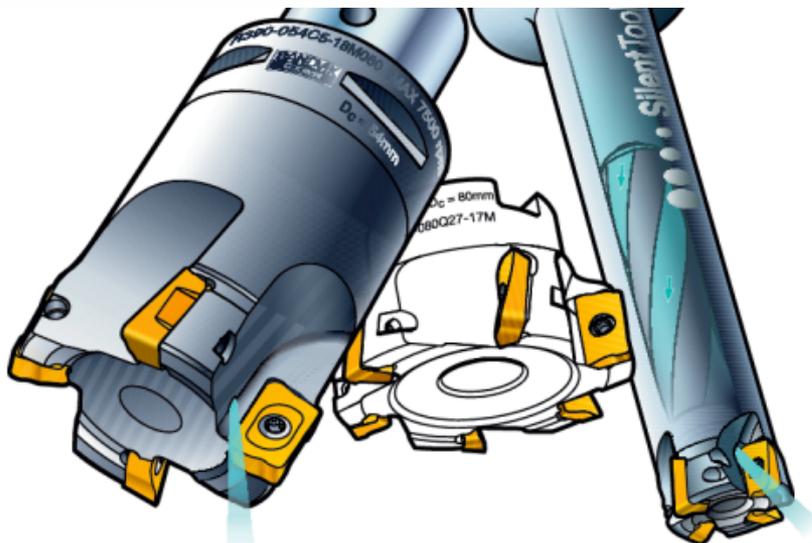
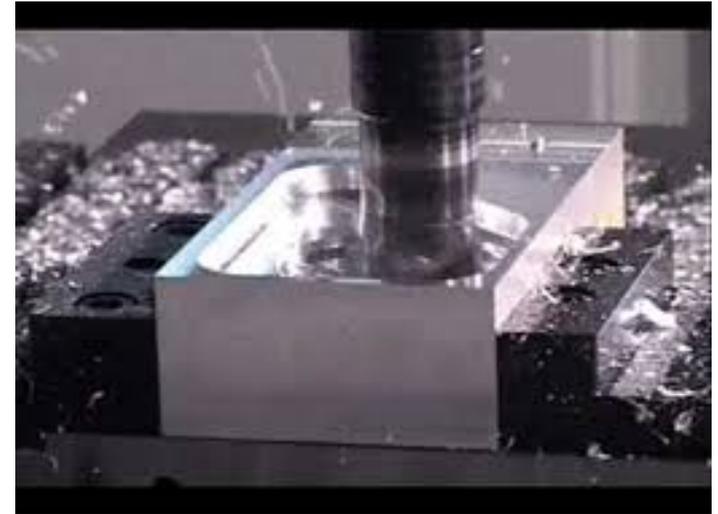
---



# Ferramentas Multicortantes

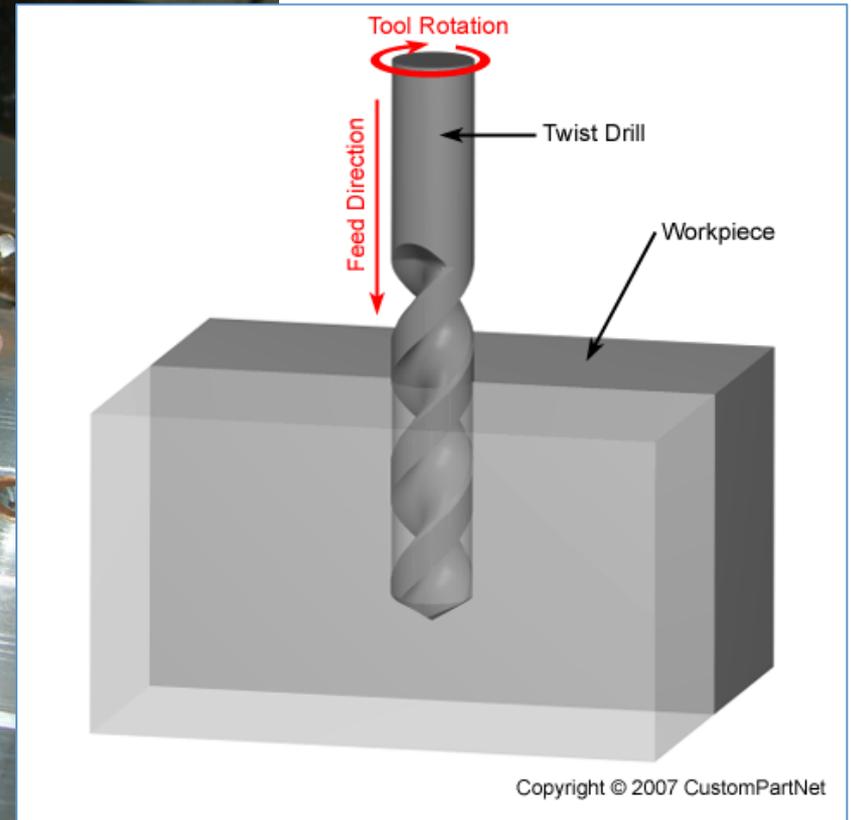


# Fresamento



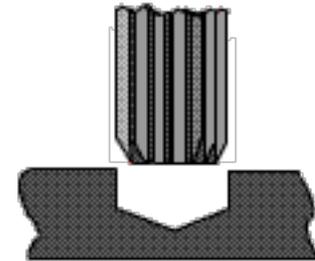
UFRJ

# Furação

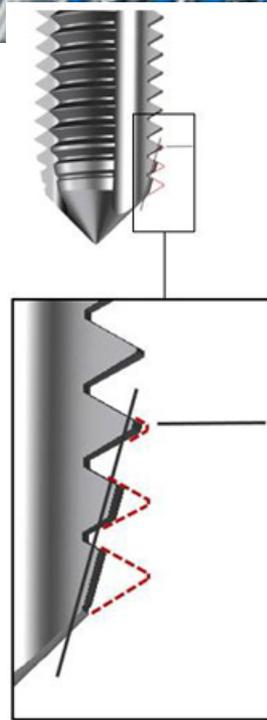


# Alargamento

---



# Rosqueamento Interno/Externo

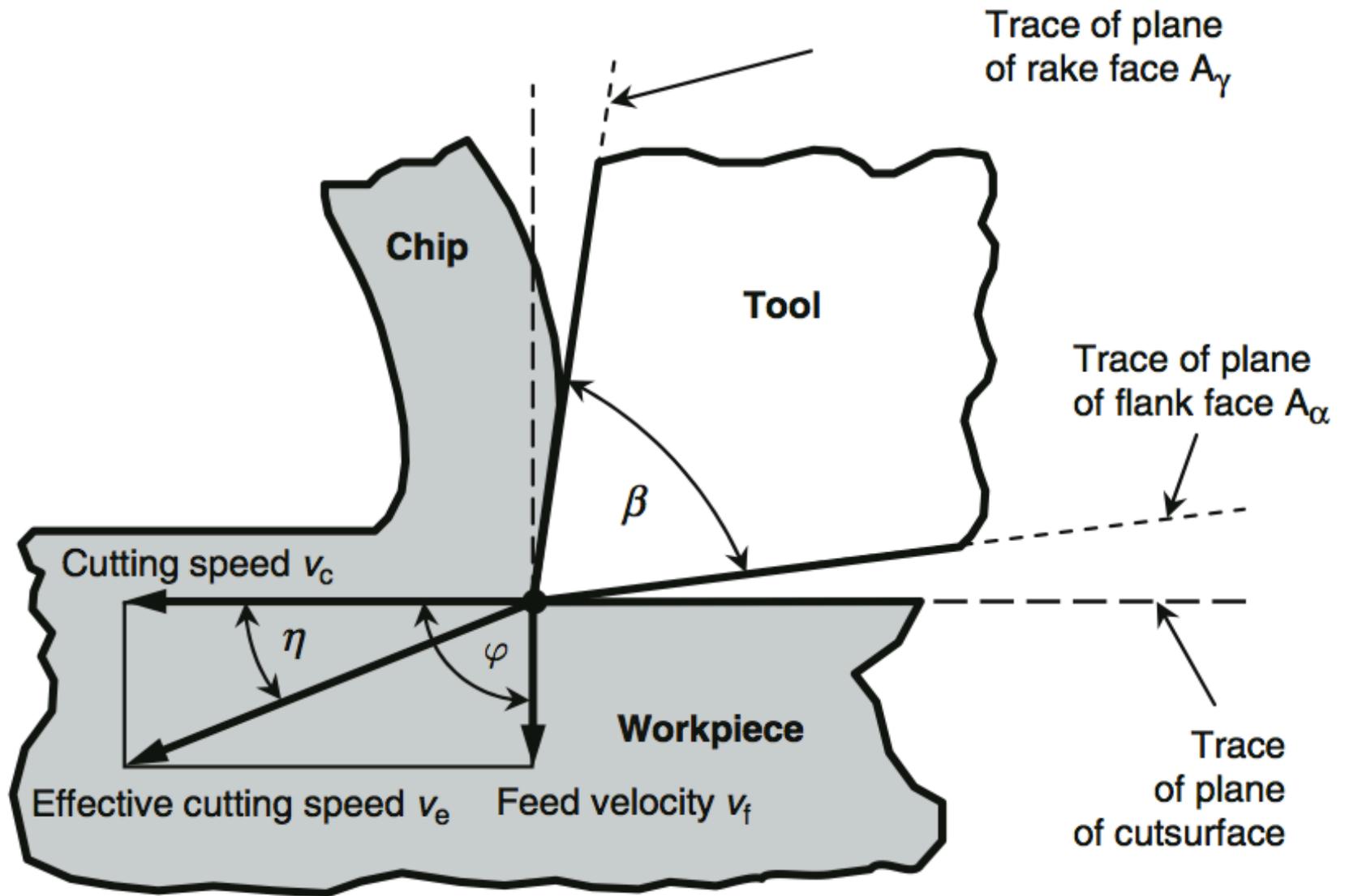


# Movimentos de Usinagem \*

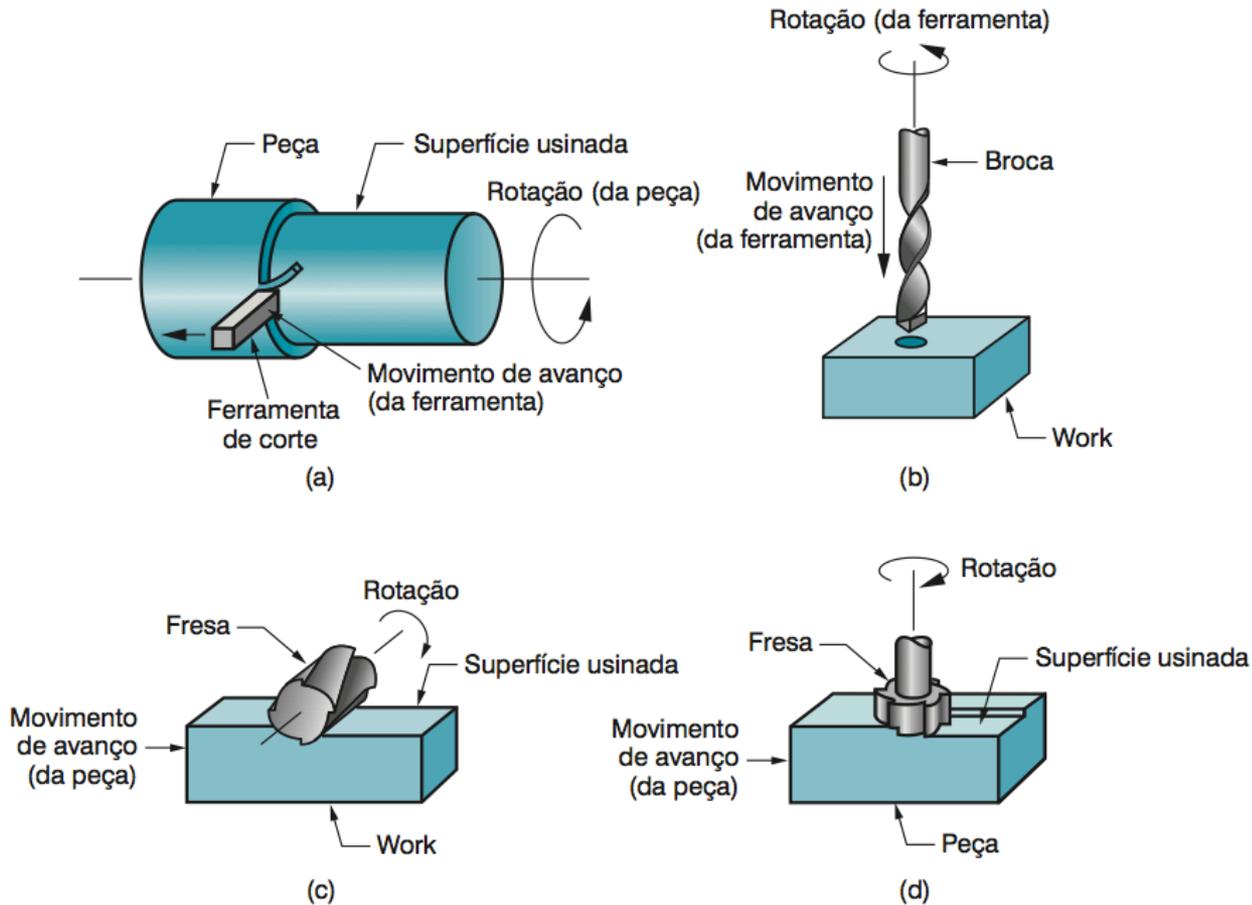
- Os que causam diretamente retirada de cavaco (Ativos)
  - Corte
  - Avanço
  - Efetivo de Corte
- Movimentos que não removem material diretamente (Passivos)
  - Aproximação
  - Ajuste
  - Correção
  - Recuo

# Direções e Velocidades\*

- Corte
- Avanço
- Efetivo de Corte



**Fig. 3.1** Description of the idealized cutting wedge

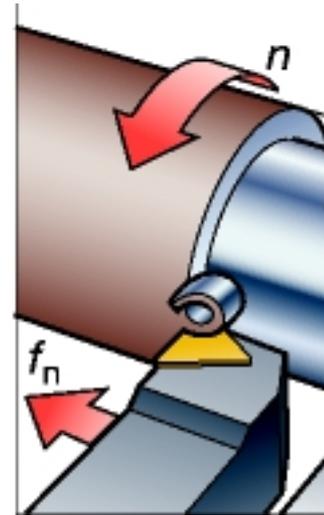
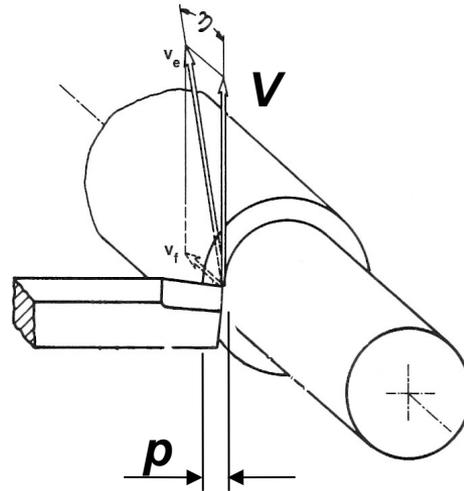


**FIGURA 15.2** Os três tipos mais comuns de processos de usinagem: (a) torneamento, (b) furação e duas formas de fresamento: (c) fresamento tangencial, e (d) fresamento frontal. (Crédito: *Fundamentals of Modern Manufacturing*, 4ª Edição por Mikell P. Groover, 2010. Reproduzido com permissão de John Wiley & Sons, Inc.)

# Principais Parâmetros de Corte\*

- **Velocidade de Corte ( $V$ )** é a velocidade da ferramenta na direção do movimento de corte;

Para calcular a rotação da peça ou da ferramenta

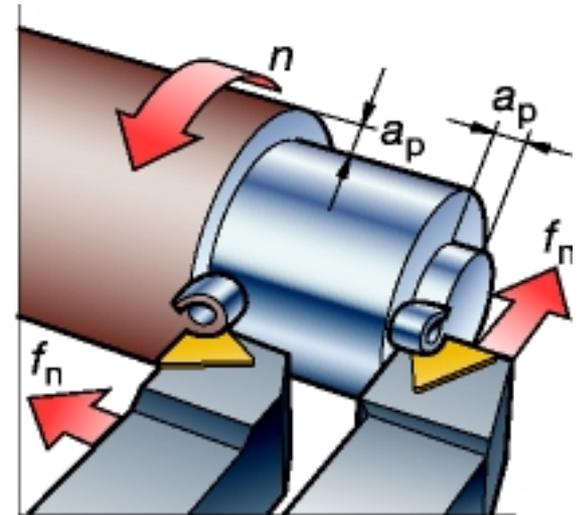


$$N = \frac{V (\text{mm}/\text{min})}{2\pi \cdot r (\text{mm})} = \frac{1000 \cdot V (\text{m}/\text{min})}{\pi \cdot D (\text{mm})}$$

# Principais Parâmetros de Corte\*

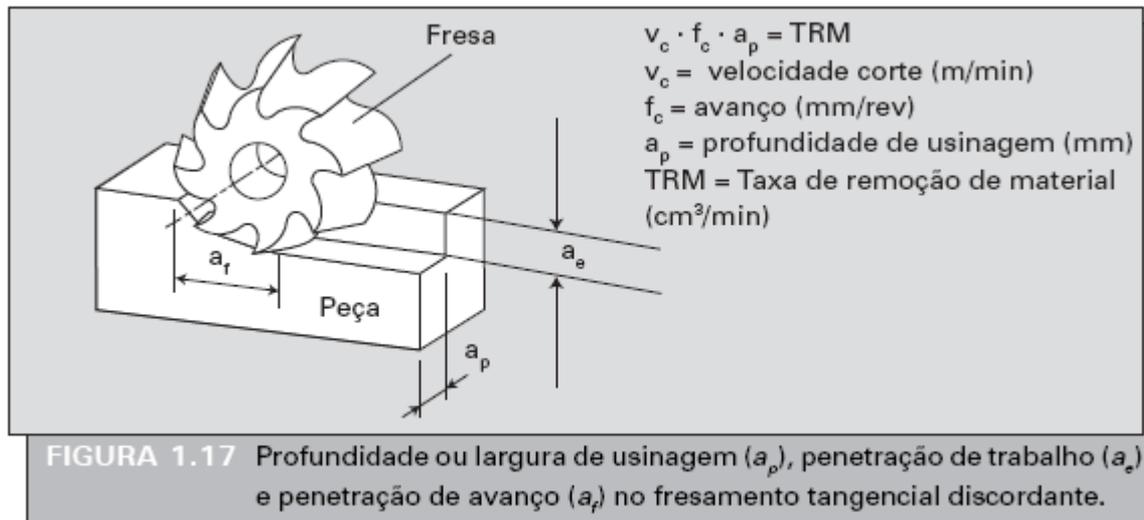
• **Avanço ( $a$  ou  $f$ )** é a distância deslocada pela ferramenta a cada movimento da ferramenta após uma rotação ( $f_{rot}$  ou  $f_n$ ) ou ciclo ( $f_t$ );

• **Profundidade de Corte ( $p$  ou  $a_p$ )** é a distância entre a superfície da peça que está sendo usinada e a ponta da ferramenta (espessura da camada a ser usinada);



# Principais Parâmetros de Corte\*

- **Penetração de trabalho ( $a_e$ )** (fresamento e retificação)



- **Largura de Corte ( $b$ )** Largura da seção transversal de usinagem