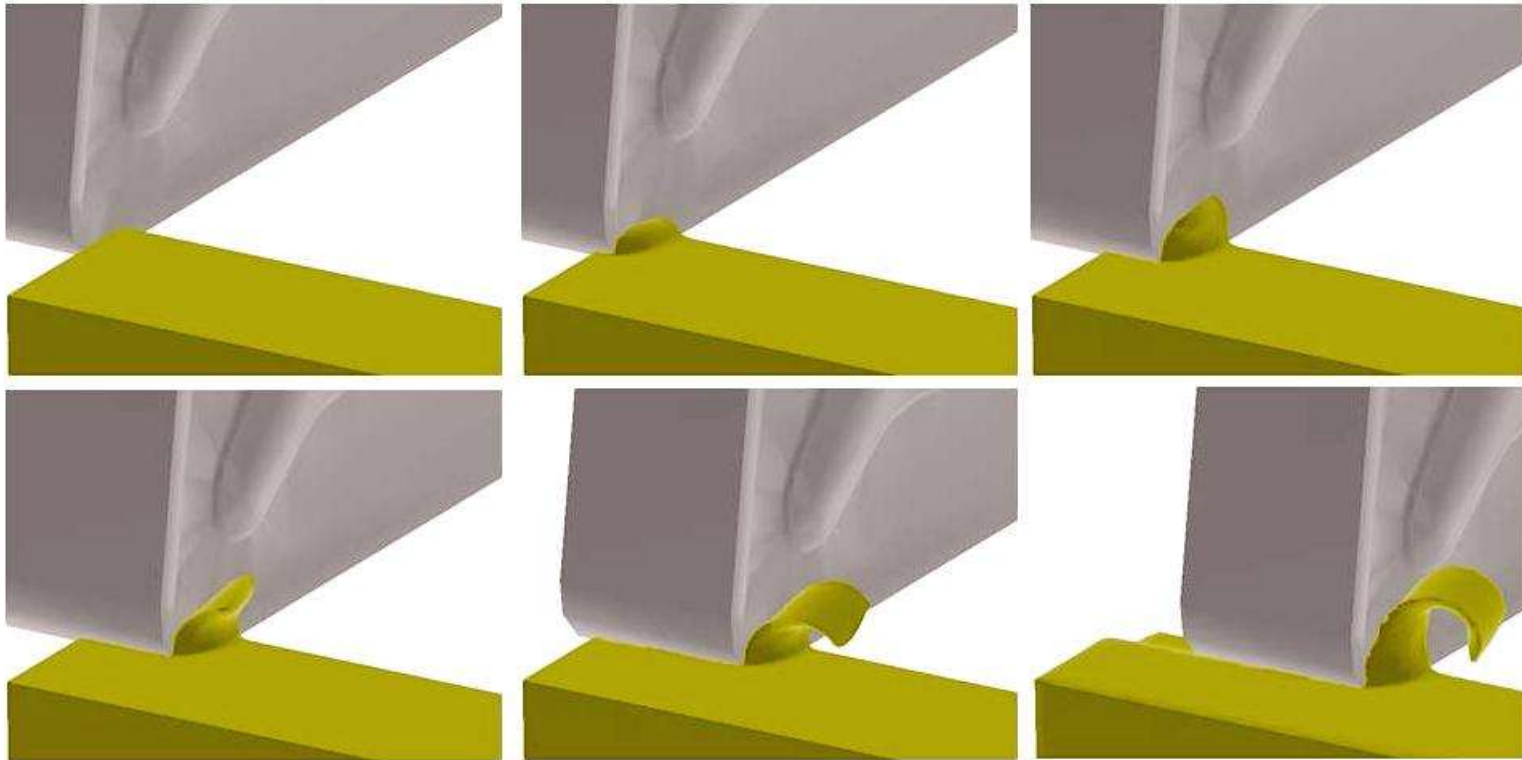


## **Processos de Usinagem**



## **Tópicos**

- Introdução à disciplina
  - Definição de usinagem
  - Usinagem dentro dos processos de fabricação
  - Importância da usinagem na indústria metal mecânica
  - Limites dos processos de fabricação
  - Classificação dos processos de usinagem
  - Evolução histórica
  - Cinemática geral dos processos
  - Grandezas do processo
-

## **Definição de usinagem**

**Definição** - segundo a DIN 8580, aplica-se a todos os processos de fabricação onde ocorre a remoção de material sob a forma de cavaco.

**Usinagem** - operação que confere à peça forma, dimensões ou acabamento, ou ainda uma combinação qualquer desses três, através da remoção de material sob a forma de cavaco.

**Cavaco** - porção de material da peça retirada pela ferramenta, caracterizando-se por apresentar forma irregular.

O Estudo da usinagem é baseado na mecânica (Atrito, Deformação), na Termodinâmica (Calor) e nas propriedades dos materiais.

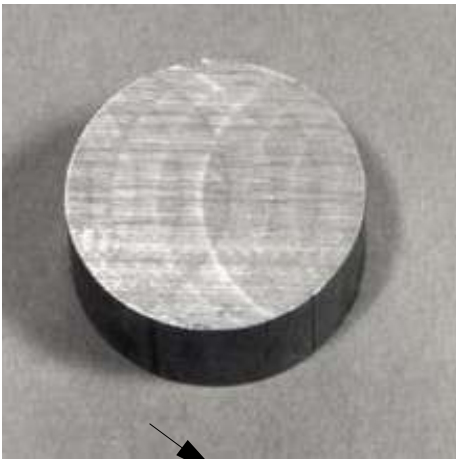
---

# Usinagem

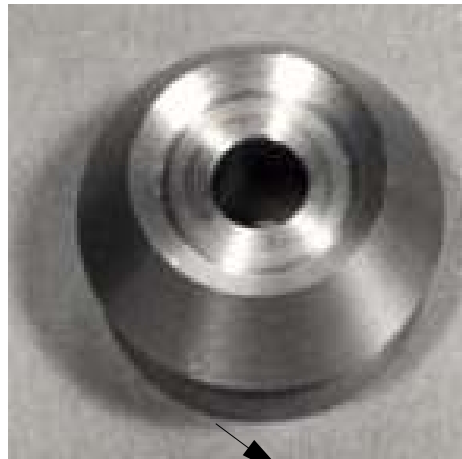
Material Bruto

Seqüência de Usinagem

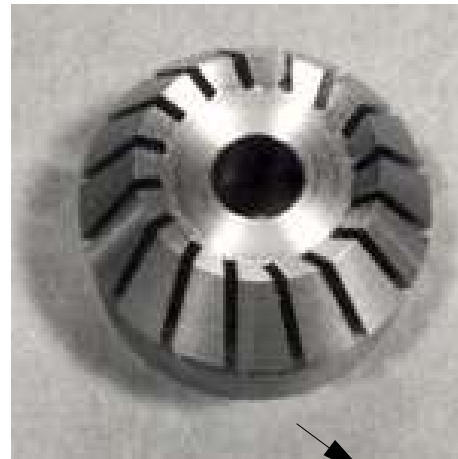
Produto Final



Remoção de cavaco



Remoção de cavaco



Remoção de cavaco



## **Importância da usinagem na indústria metal mecânica**



A maior parte de todos os produtos industrializados em alguma de suas etapas de produção sofre algum processo de usinagem

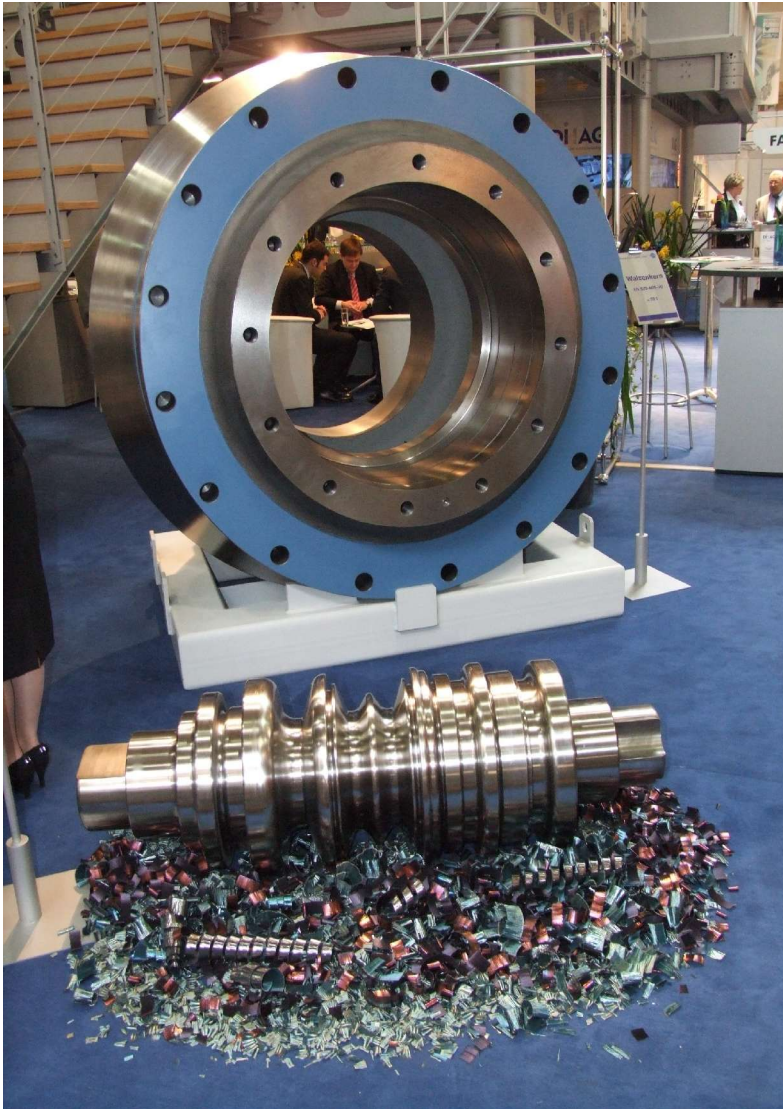
---

## Importância da usinagem na indústria metal mecânica



- 80% dos furos são realizados por usinagem
- 100% dos processos de melhoria da qualidade superficial são feitos por usinagem
- o comércio de máquinas-ferramentas representa uma das grandes fatias da riqueza mundial
- 70% das engrenagem para transmissão de potência
- 90% dos componentes da indústria aeroespacial
- 100% dos pinos médico-odontológicos

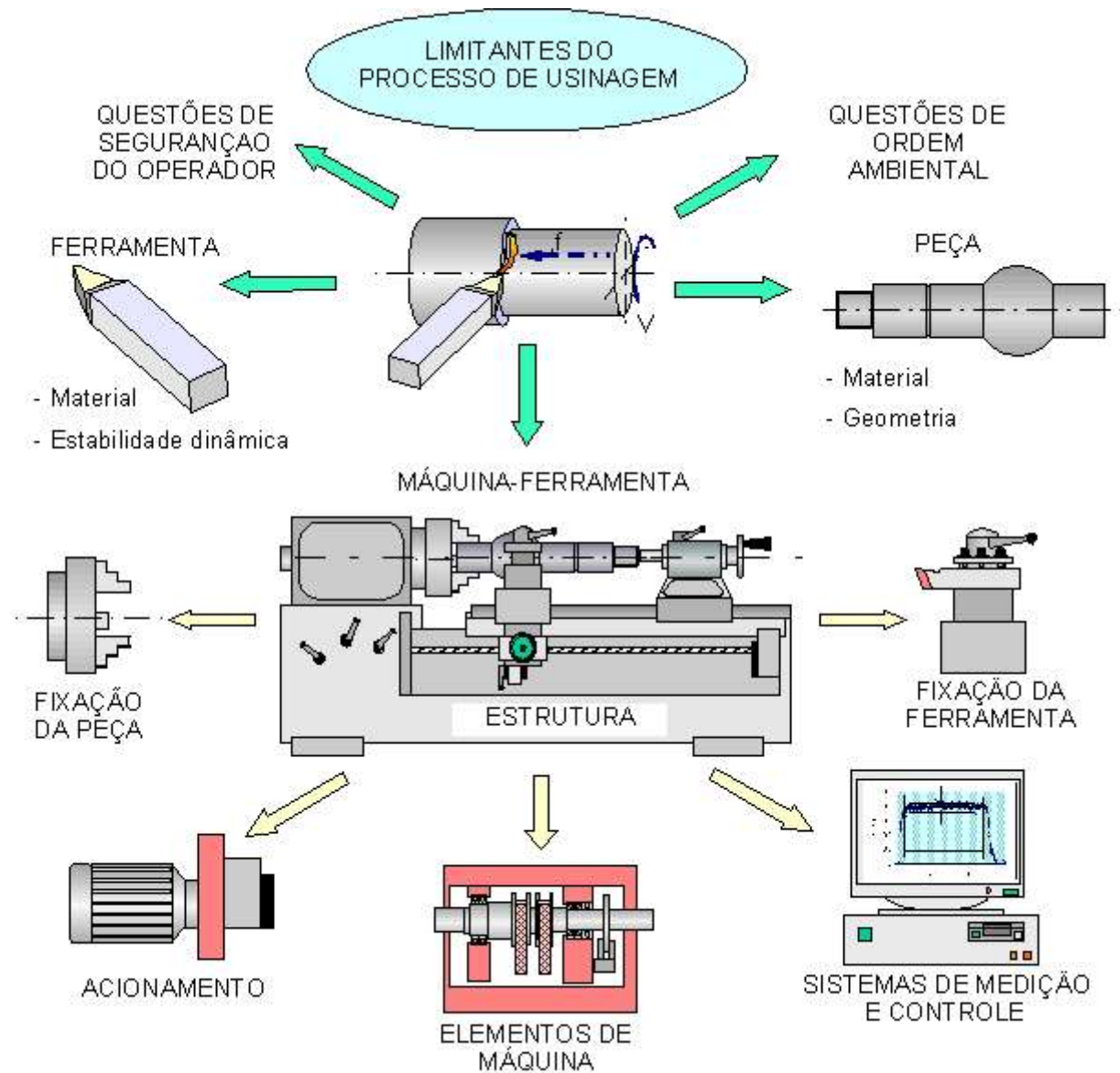
## Importância da usinagem na indústria metal mecânica



### Outros produtos usinados

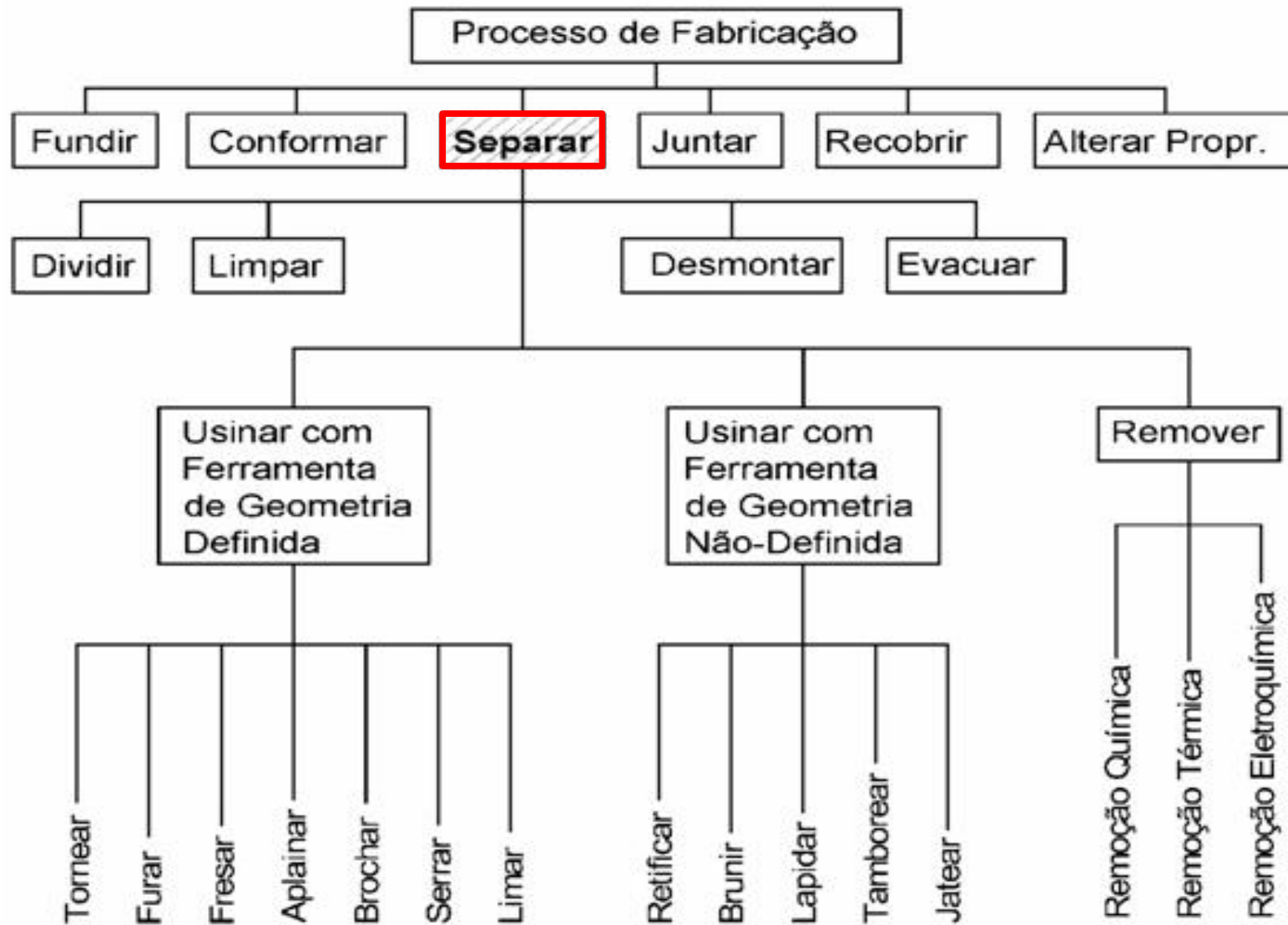
- 70% das lentes de contatos extraoculares
- 100% das lentes de contatos intraoculares
- Lentes para CD player ou suas matrizes

# Limites dos processos de usinagem





## Usinagem dentro dos processos de fabricação



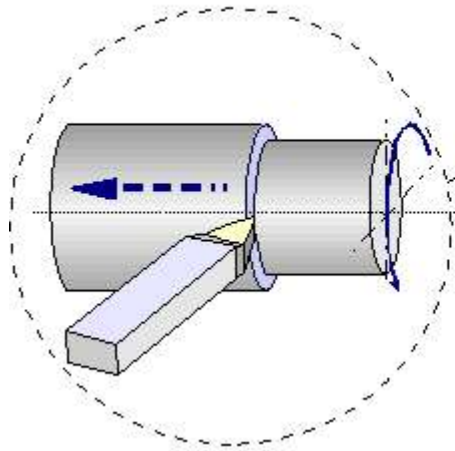
## **Classificação dos processos de usinagem**

Os processos de usinagem são classificados da seguinte forma:

- Usinagem com Ferramenta de Geometria Definida
  - Usinagem com Ferramentas de Geometria Não Definida
  - Usinagem por Processos Não Convencionais
-

## Classificação dos processos de usinagem

### - Usinagem com Ferramenta de Geometria Definida



→ Tornear

→ Fresar

→ Furar

→ Rosquar

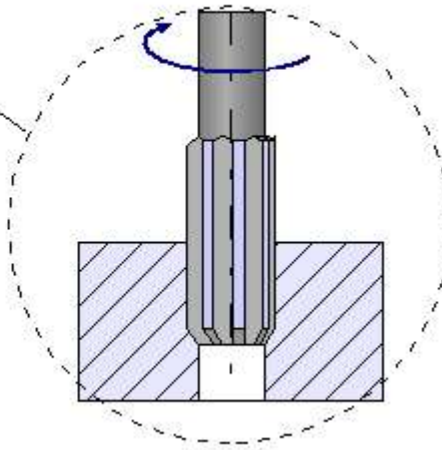
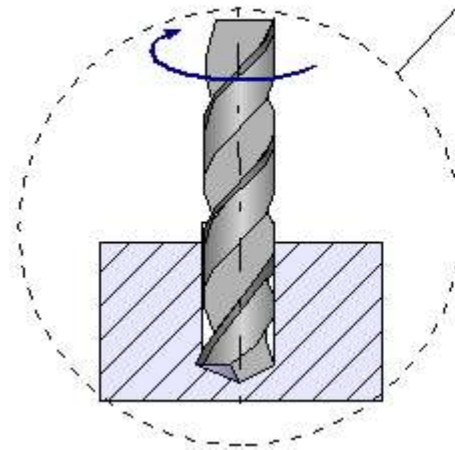
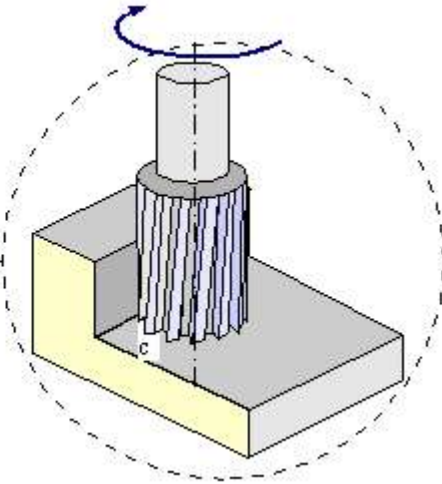
→ Alargar

→ Brochar

→ Serrar

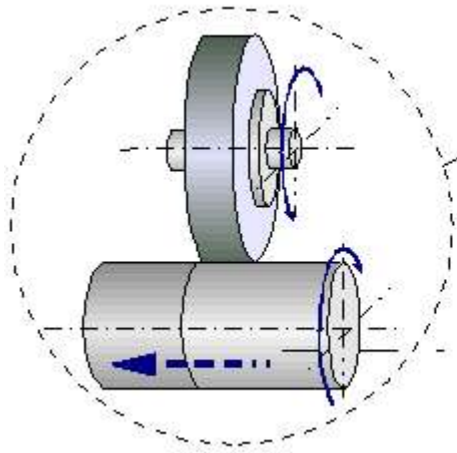
→ Plainar

→ outros



## Classificação dos processos de usinagem

### - Usinagem com Ferramentas de Geometria não Definida



→ Retificar

→ Brunir

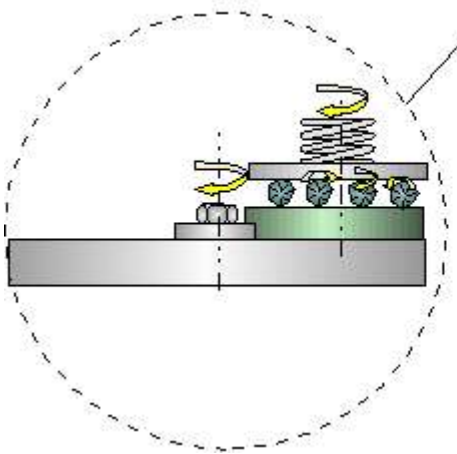
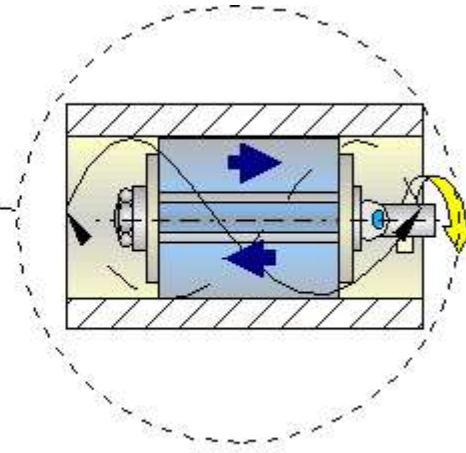
→ Lapidar

→ Lixar

→ Polir

→ Jatear

→ Tamborear, outros



## **Classificação dos processos de usinagem**

### **- Usinagem por Processos Não Convencionais**

- Remoção térmica
  - Remoção Química
  - Remoção Eletroquímica
  - Remoção por ultra-som
  - Remoção por jato d'água, outros
-

## Evolução Histórica

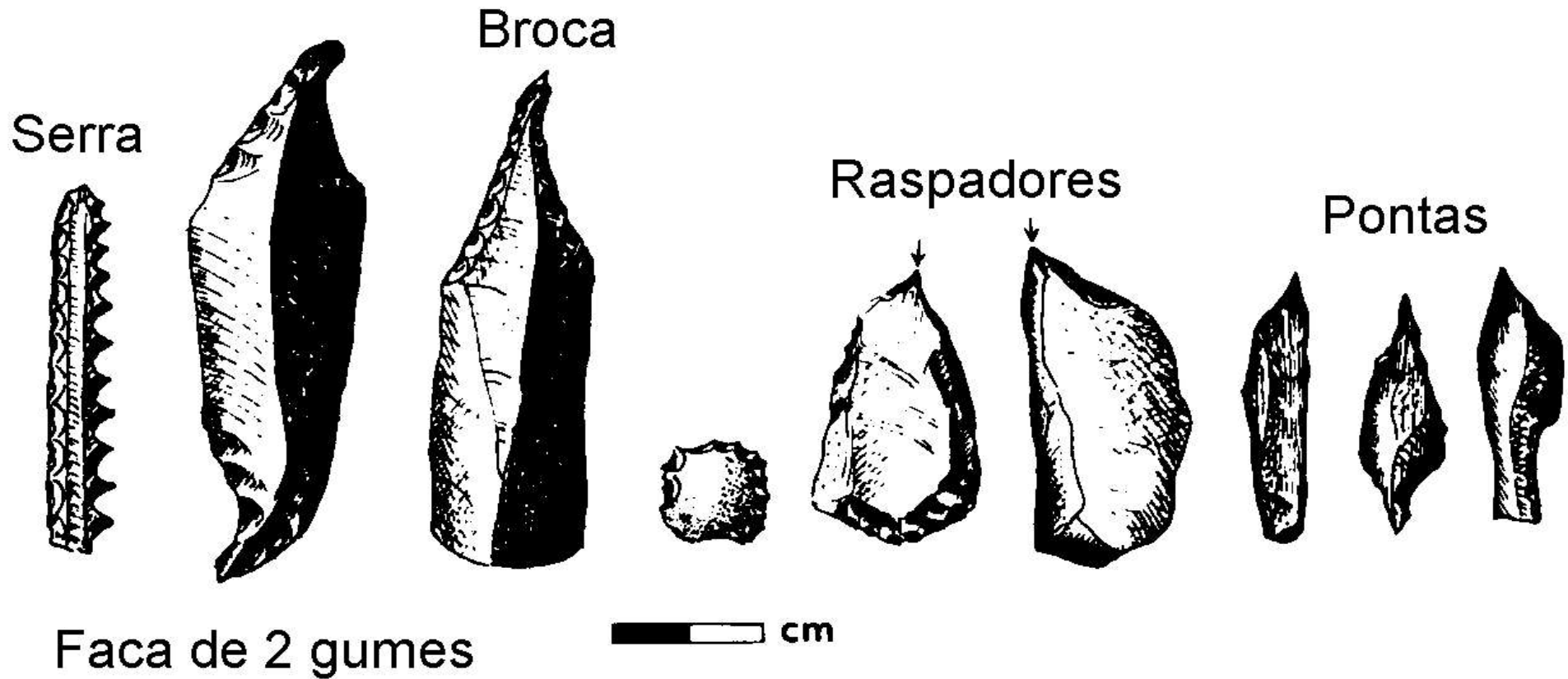


Figura 2 – Ferramentas de pedras

## Evolução Histórica

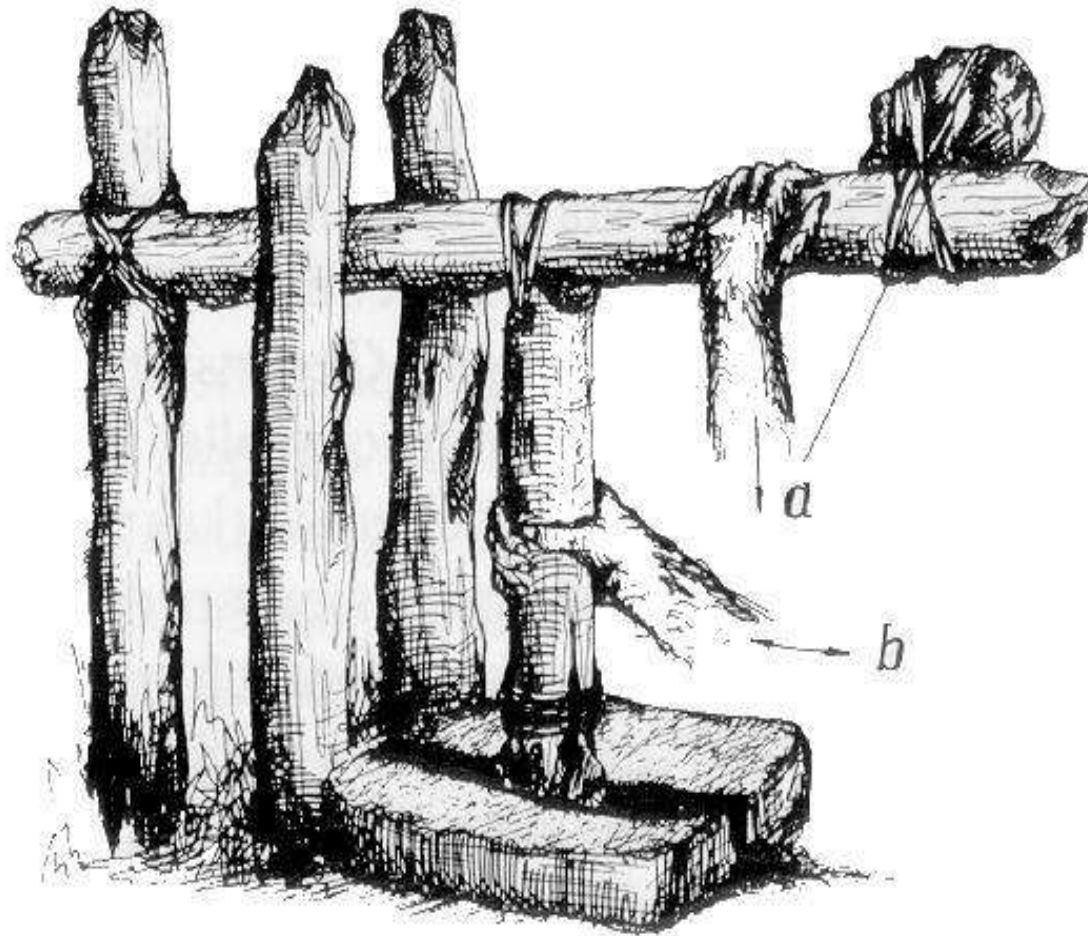


Figura 1 – Plaina Neolítica de 6000 A.C.

## **Evolução Histórica**



Figura 3 – Furadeira a arco egípcia – 1500 A. C.

---



## **Evolução Histórica**

- **1.000 A.C.** - Surgem os primeiros tornos - Idade do Bronze – metais predominantes Cu, Zn, Sn
  - **700 A.C.** - processamento do ferro
  - **SÉC. XIV** - Desenvolvimento das primeiras armas de fogo na Europa
  - **SÉC. XVI** - Torneamento ornamental - Jacques Benson
-

→ **SÉC. XVII** – Melhoria nos processos de fabricação de ferro e aço

→ **SÉC. XVIII** - Primeiras obras conhecidas sobre torneamento – Jacques Plumier - *L'ART DE TORNEURS*.

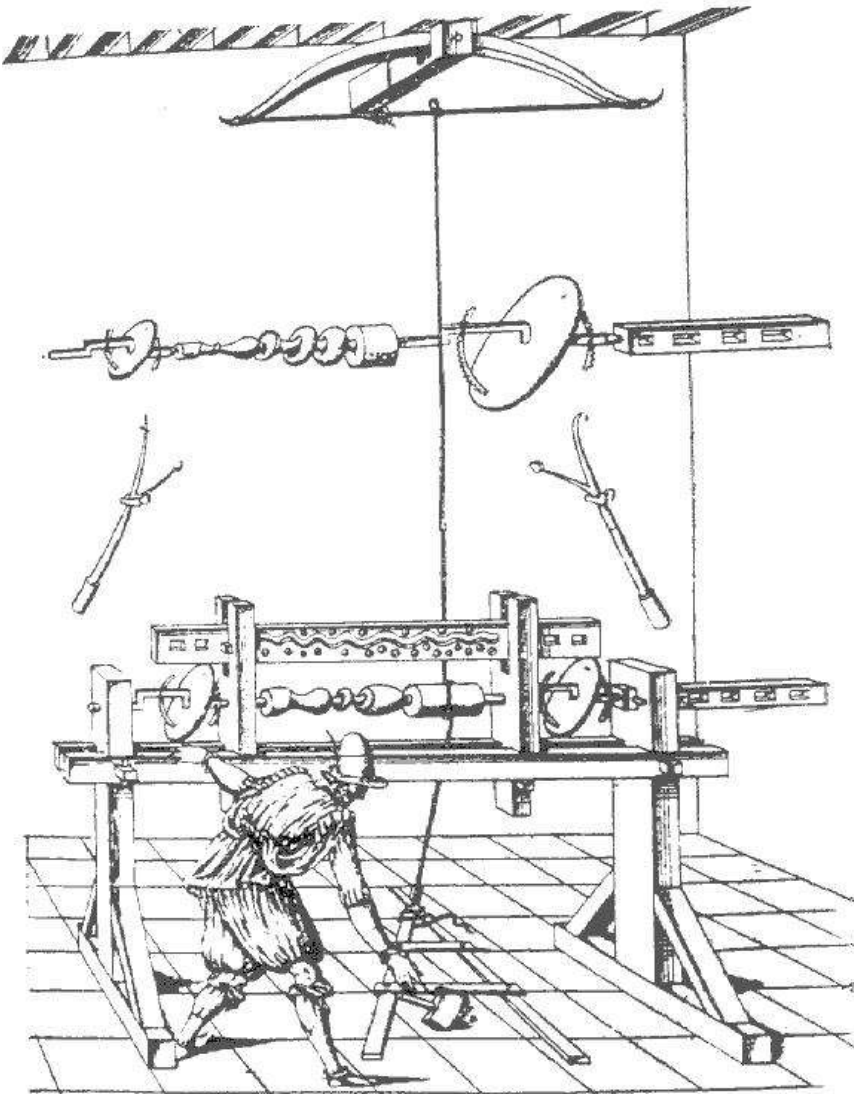


Figura 4 – Torno a arco – 1565

→ **SÉC. XIX – Revolução industrial**

- Desenvolvimento da máquina a vapor – James Watts
- Primeiras Máquinas-Ferramentas projetadas segundo princípios modernos

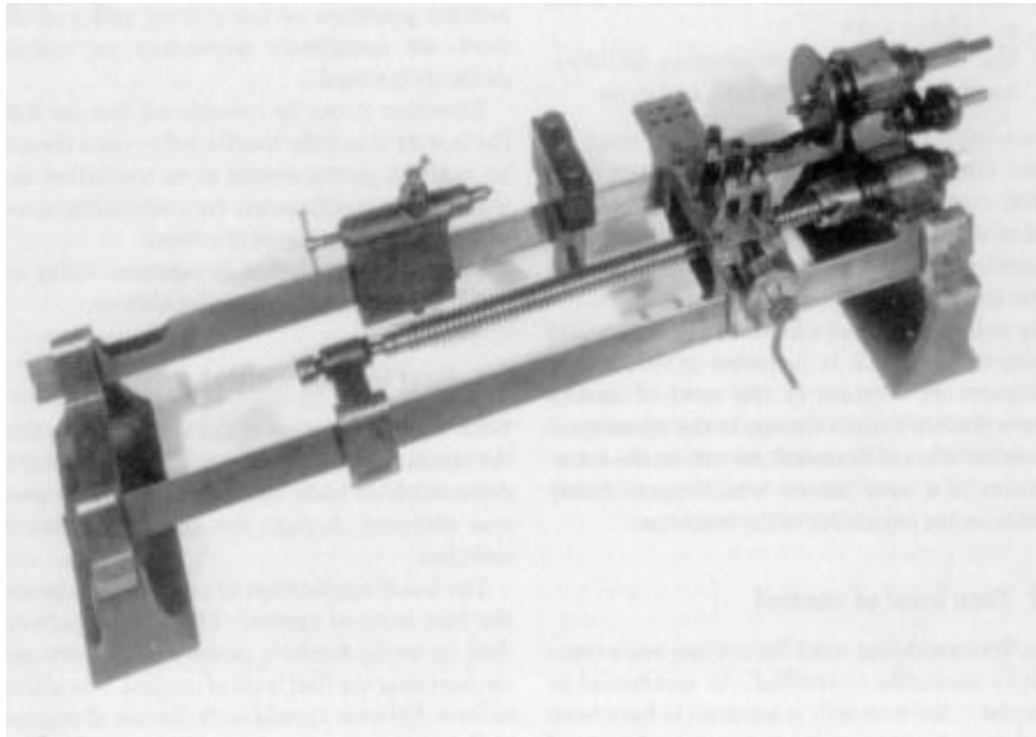


Figura 6 – Torno de Maudslay – 1848

---

→ **SÉC. XIX – Revolução industrial**

- Fabricação em série
- Aço ferramenta é o principal material de ferramentas de usinagem

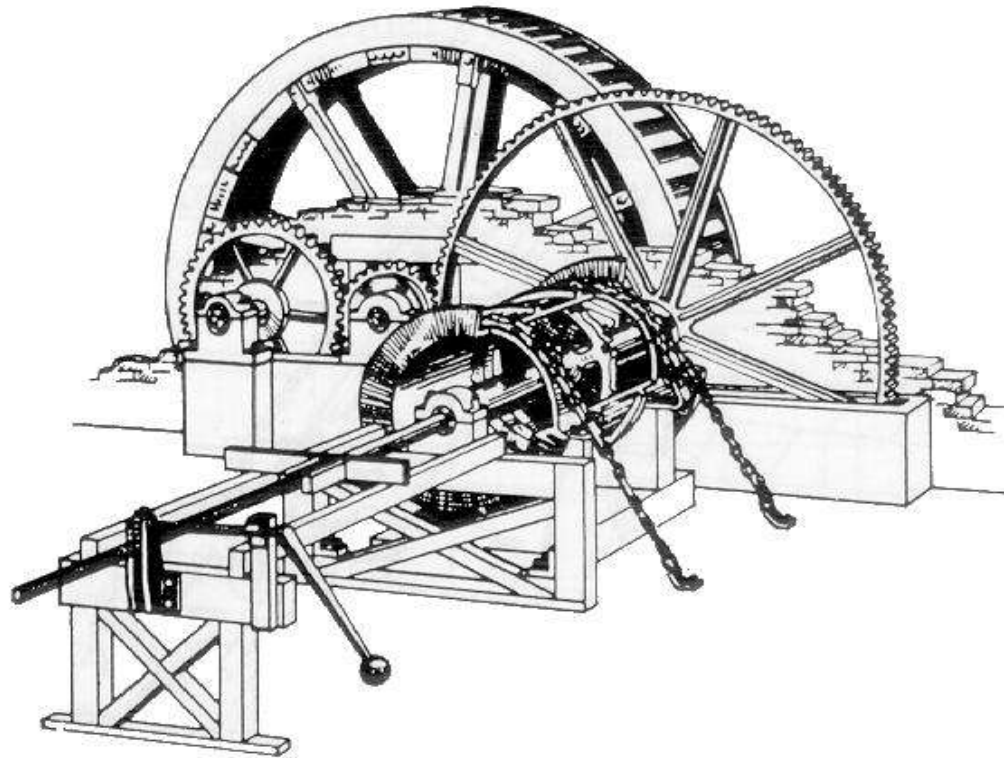


Figura 5 – Furadeira de Willkinson – Acionada a roda d'água

---

→ **SÉC. XX** – Século da tecnologia

➤ **1900** – Taylor apresenta o **Aço Rápido**

➤ **1930** – Vanner Bush inventa o primeiro computador analógico

➤ **1935** – é desenvolvido o Metal Duro

➤ **1946** – é desenvolvido o primeiro computador eletrônico digital – o ENIAC

➤ **1947** – é desenvolvido o primeiro transistor nos Laboratórios Bell

➤ **1950** – Primeira máquina-ferramenta numericament controlada, MIT

---

→ **SÉC. XX** – Século da tecnologia

- **1960** - Primeira LASER foi construído por Theodore Maiman, Laboratórios de pesquisa Hugues
  - **1968** Borroughs produz os primeiros computadores utilizando circuitos integrados
  - **'70** - BRIAN – Primeiras Pesquisas sobre usinagem de ultraprecisão
  - **'70** – Primeiras ferramentas Cermets – Japão
  - **'80** – Primeiras pesquisas sobre usinagem de alta-velocidade
  - **'90** – Ferramentas cerâmicas
  - **'90** – Ferramentas CBN, Diamante
-

## SÉC. XXI – Mais tecnologia

- '10 - Máquinas Flexíveis
- '10 – Integração total por computadores

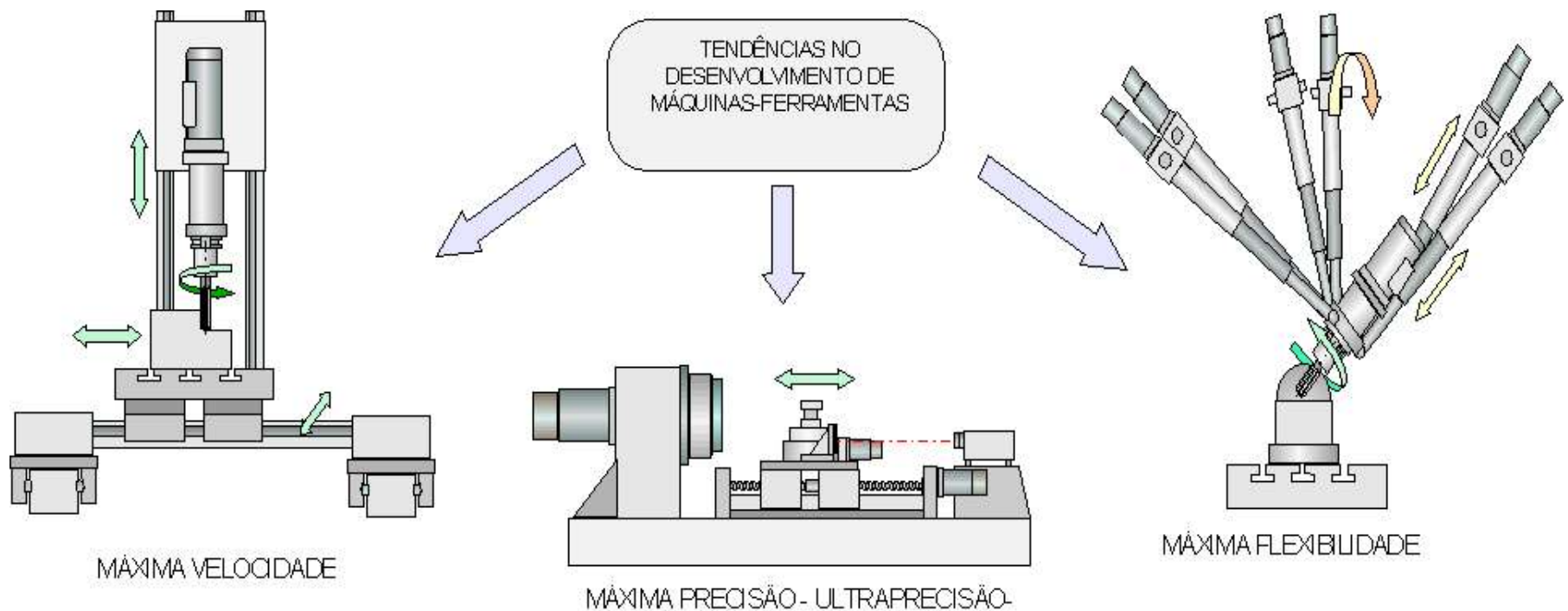


Figura 8 – Tendências para a usinagem no século XXI

## Grandezas do Processo

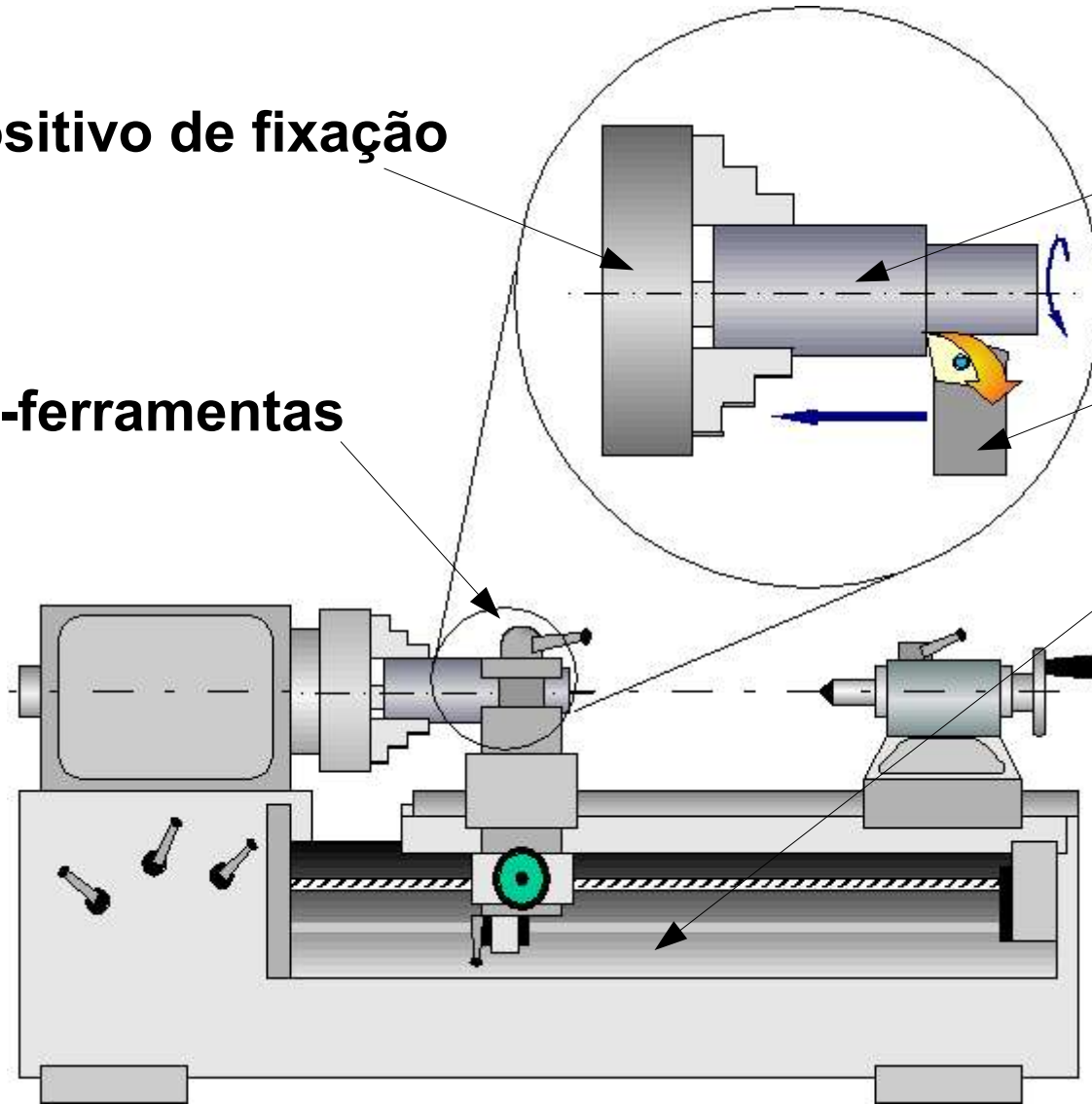
Dispositivo de fixação

Peça

Porta-ferramentas

Ferramenta

Máquina-ferramenta



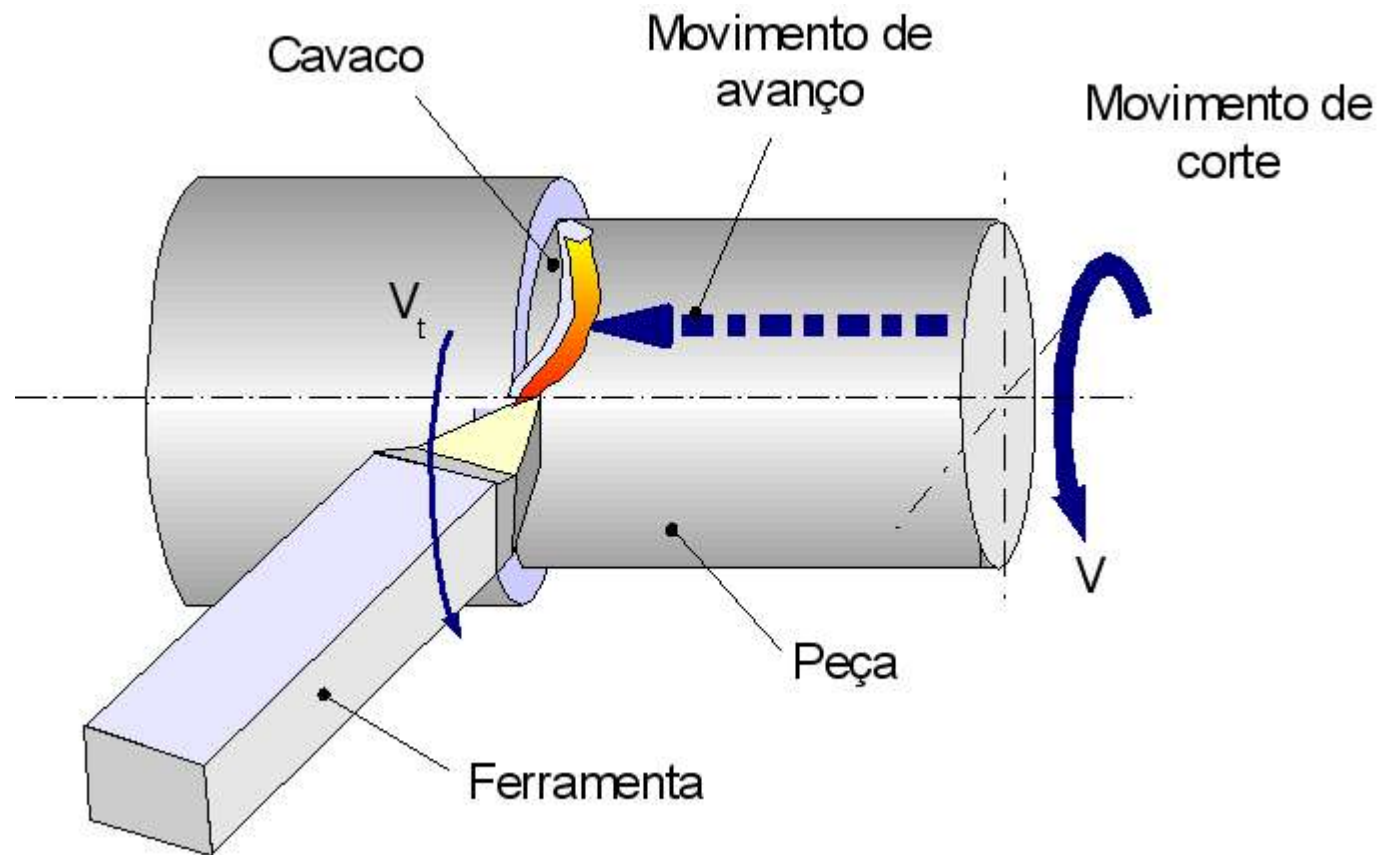


## **Grandezas do processo**

- **Peça** – Tudo aquilo que irá sofrer uma operação de usinagem
  - **Dispositivo de fixação** – local onde será fixada a peça
  - **Ferramenta** – tudo o que realiza uma operação de usinagem
  - **Porta-ferramenta** - dispositivo destinado a fixar a ferramenta
  - **Máquina-ferramenta** – elemento que proporcionará os movimentos, velocidade, avanço e a força necessária ao processo de usinagem
-

## Cinemática Geral dos Processos de Usinagem

Os processos de usinagem necessitam de um movimento relativo entre peça e ferramenta.



## Cinemática Geral dos Processos de Usinagem

→ Movimentos que *causam diretamente a remoção de cavaco*:

- de corte
- de avanço
- efetivo de corte

→ Movimentos que *não causam diretamente a remoção de cavaco*:

- de aproximação e afastamento
  - de ajuste
  - de correção
-

## Cinemática Geral dos Processos de Usinagem

### Velocidades do Processo de Usinagem

→ Velocidade de Corte ( $V_c$ )

$V_c = f$  (material peça, material ferramenta)

$$V_c = \frac{\pi * d * n}{1000} \quad (\text{Eq. 1})$$

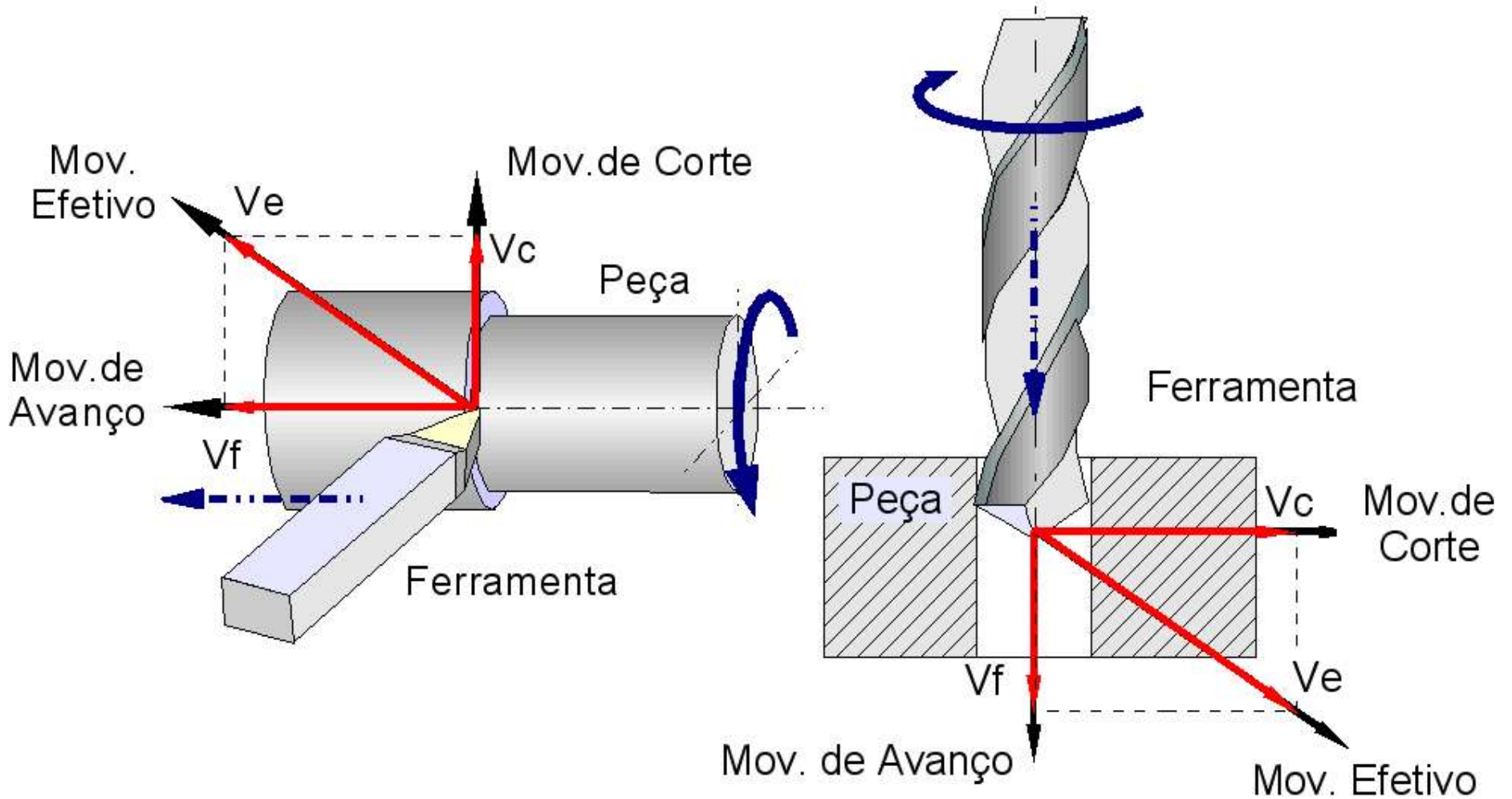
→ Velocidade de Avanço ( $V_f$ )

→ Velocidade efetiva de corte ( $V_e$ )

---

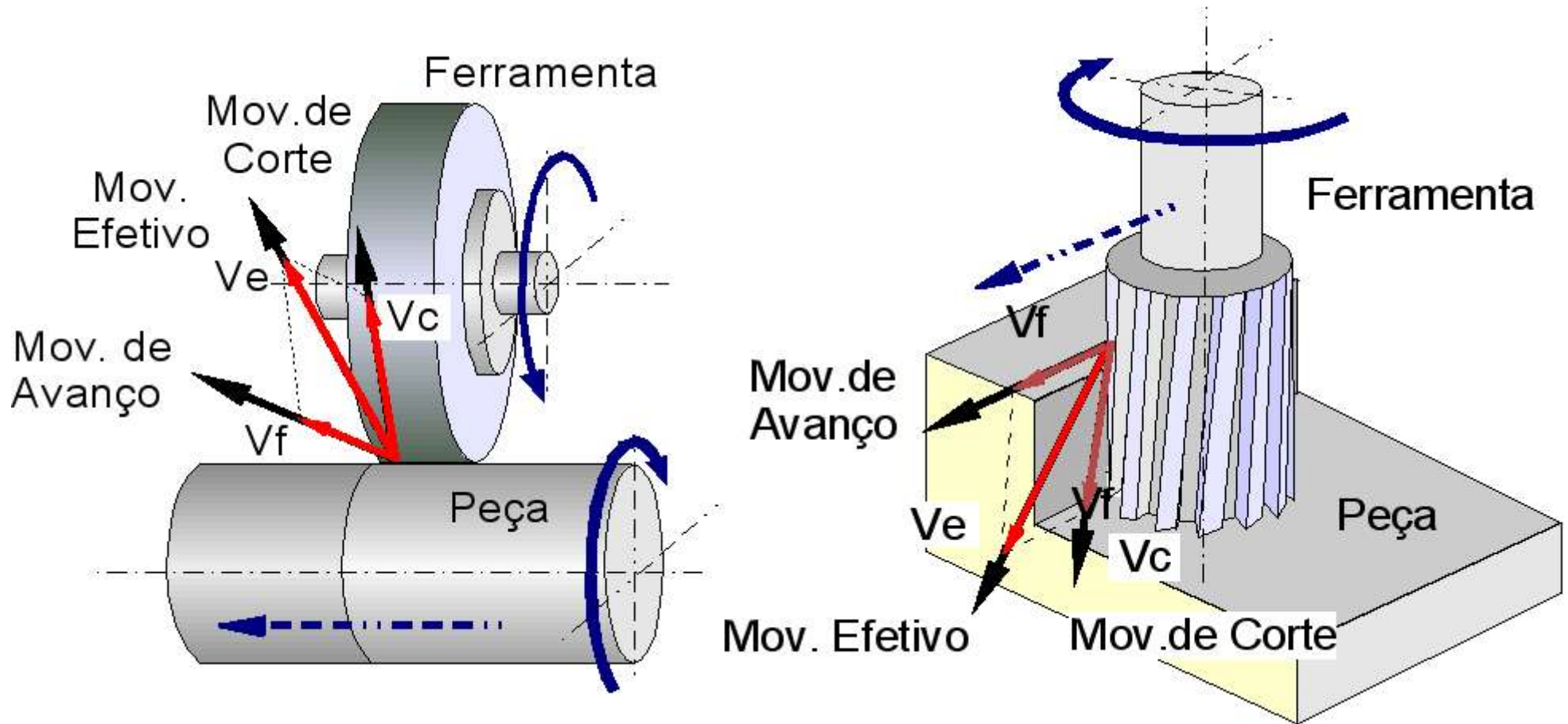
# Cinemática Geral dos Processos de Usinagem

## Movimentos nos processos de usinagem

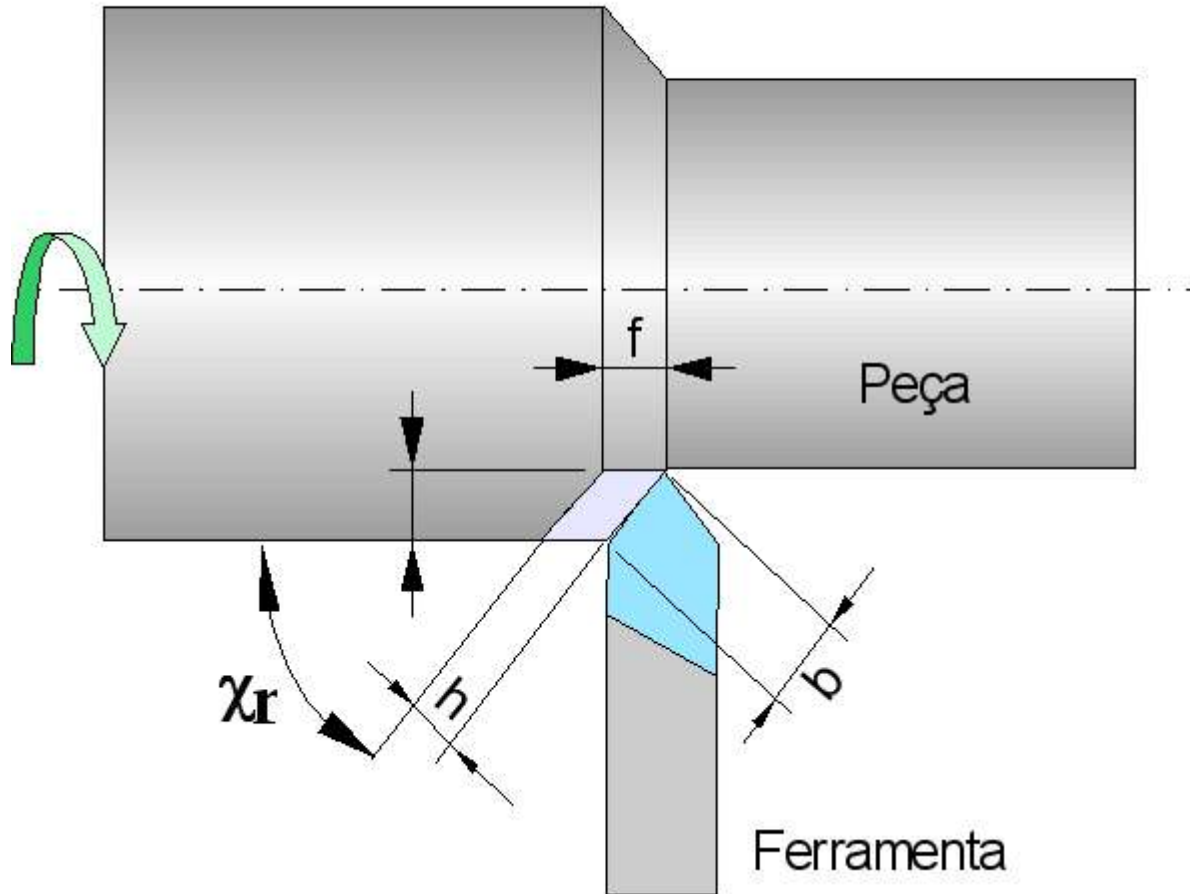


## Cinemática Geral dos Processos de Usinagem

### Movimentos nos processos de usinagem



## Grandezas do processo de usinagem



Onde:

$\chi_r$  - ângulo de direção do gume

$a_p$  - Profundidade de corte

$f$  - Avanço

$b$  - largura de usinagem

$h$  - Espessura de usinagem

$a_p * f$  = seção de usinagem

$b * h$  = seção de usinagem