



# SEM 0343 Processos de Usinagem

Professor:

Renato Goulart Jasinevicius



# Mandrilamento



# Mandrilamento

---

Processo

Operações

Mandriladoras-tipos

Ferramentas

Parâmetros de Corte

Capabilidade do Processo

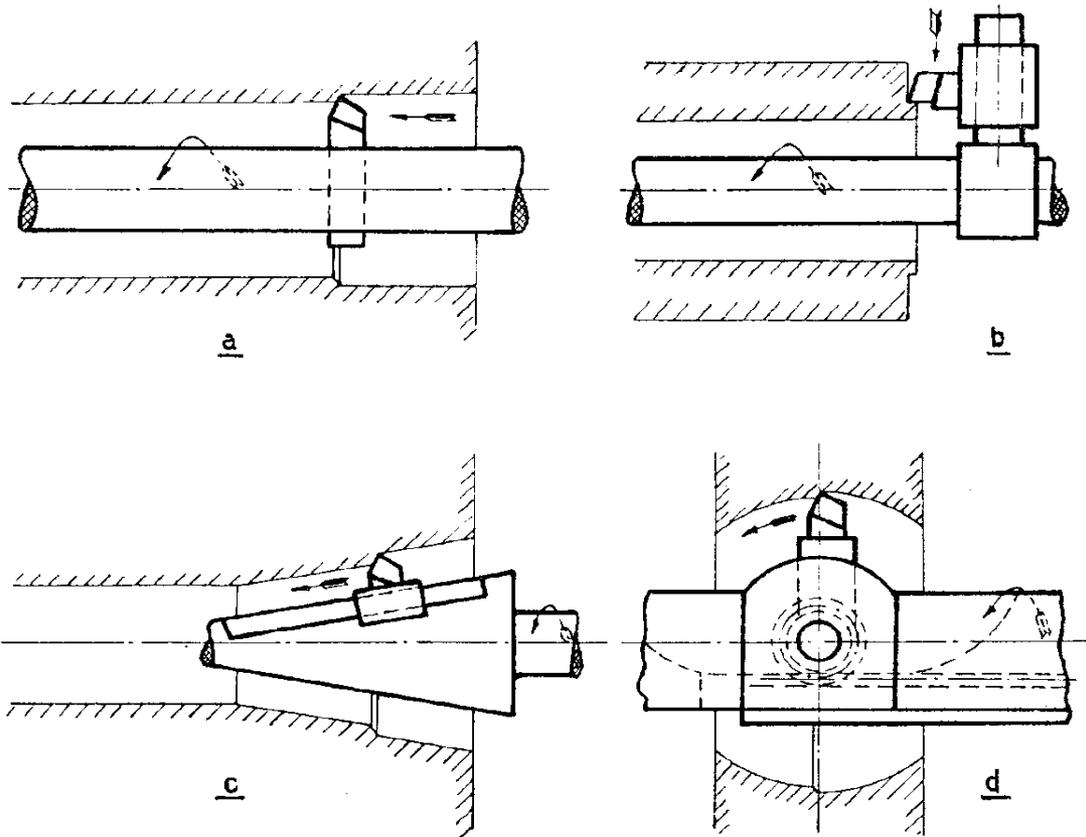


# Mandrilamento - Definição

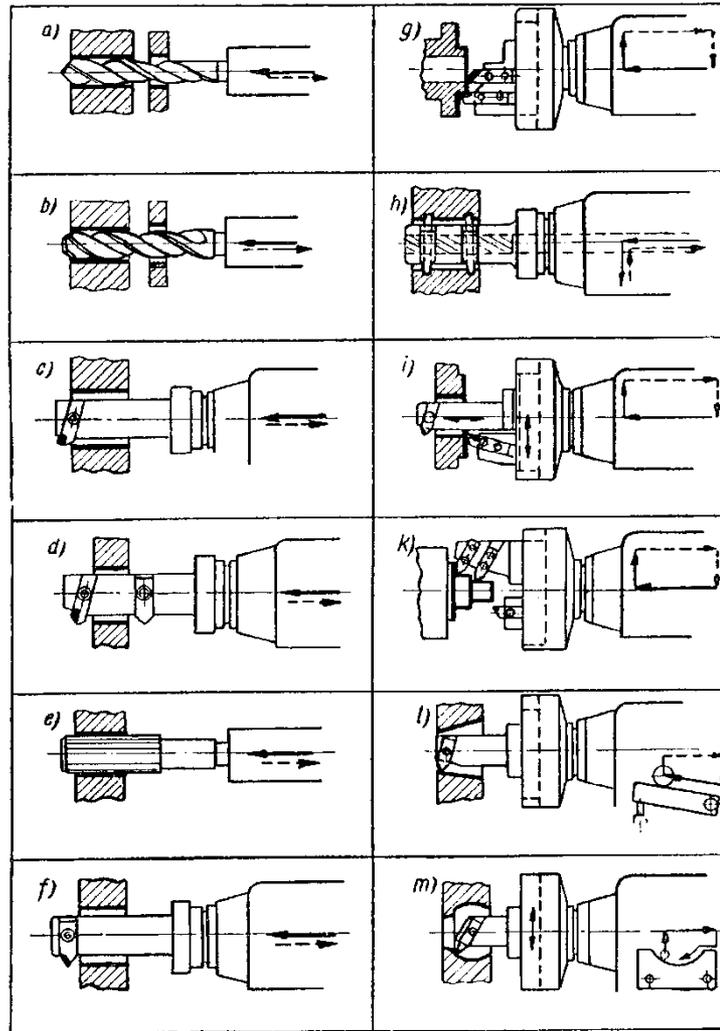
---

Mandrilamento é um processo de usinagem no qual superfícies internas de revolução (cilindros, cones, etc.) são geradas, com uma linha de centro coincidente com a linha de centro de eixo árvore, por meio de ferramentas monocortantes. Para tanto a ferramenta gira e a peça ou a ferramenta se deslocam simultaneamente segundo uma trajetória determinada.

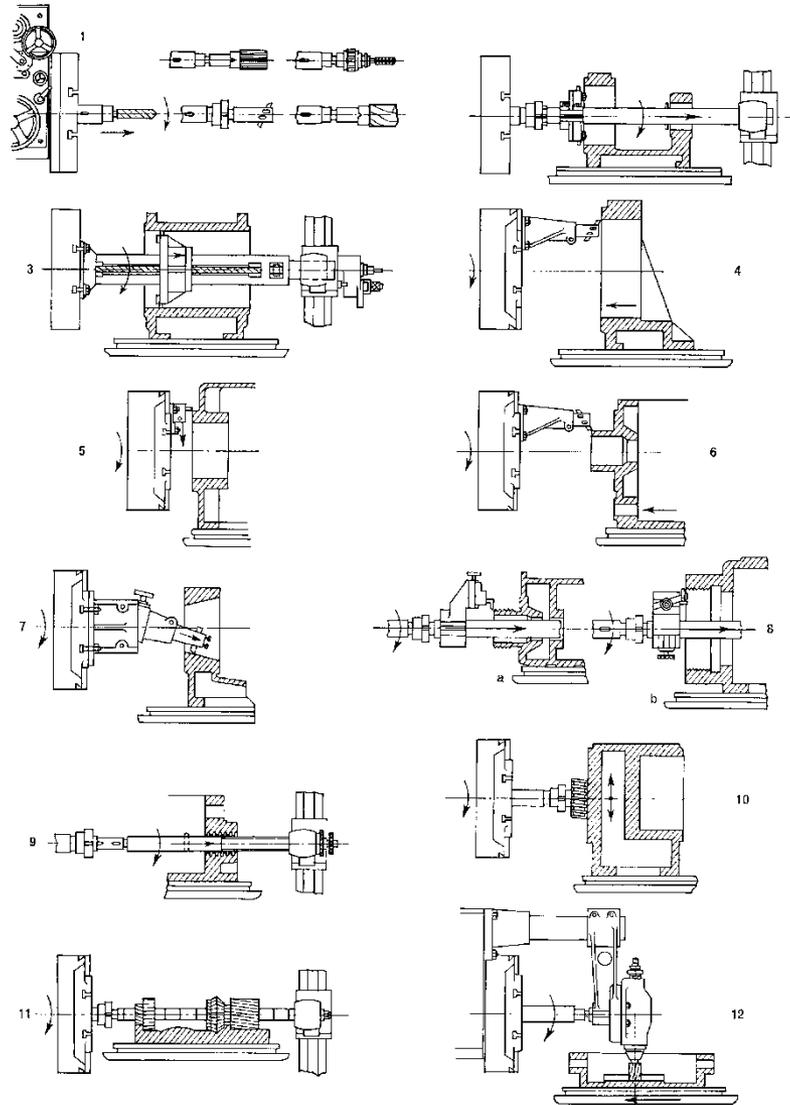
# Mandrilamento - Operações



# Mandrilamento - Operações



# Mandrilamento - Operações





# Tipos de Mandriladoras

---

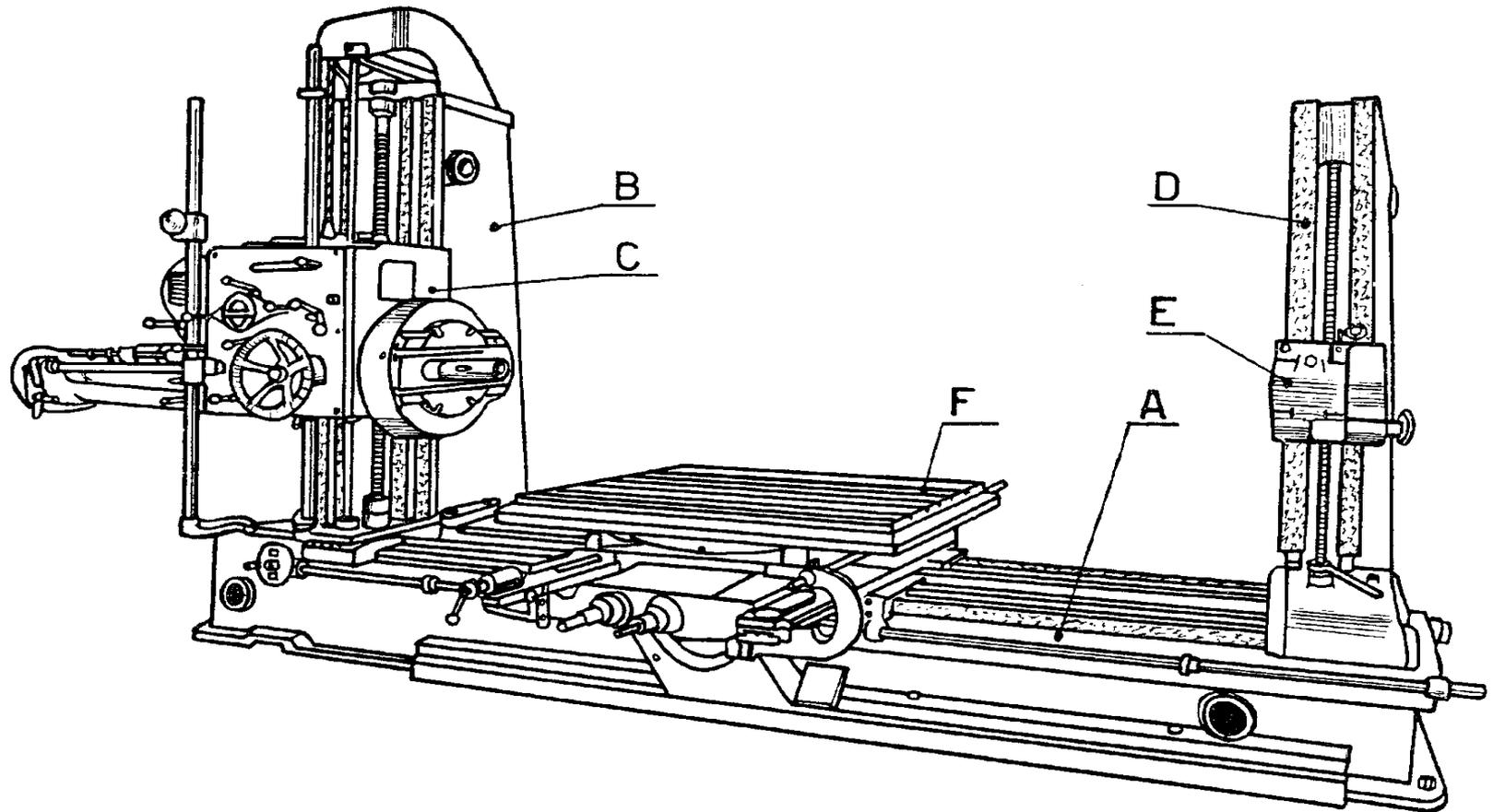
Horizontal Universal

Vertical Universal

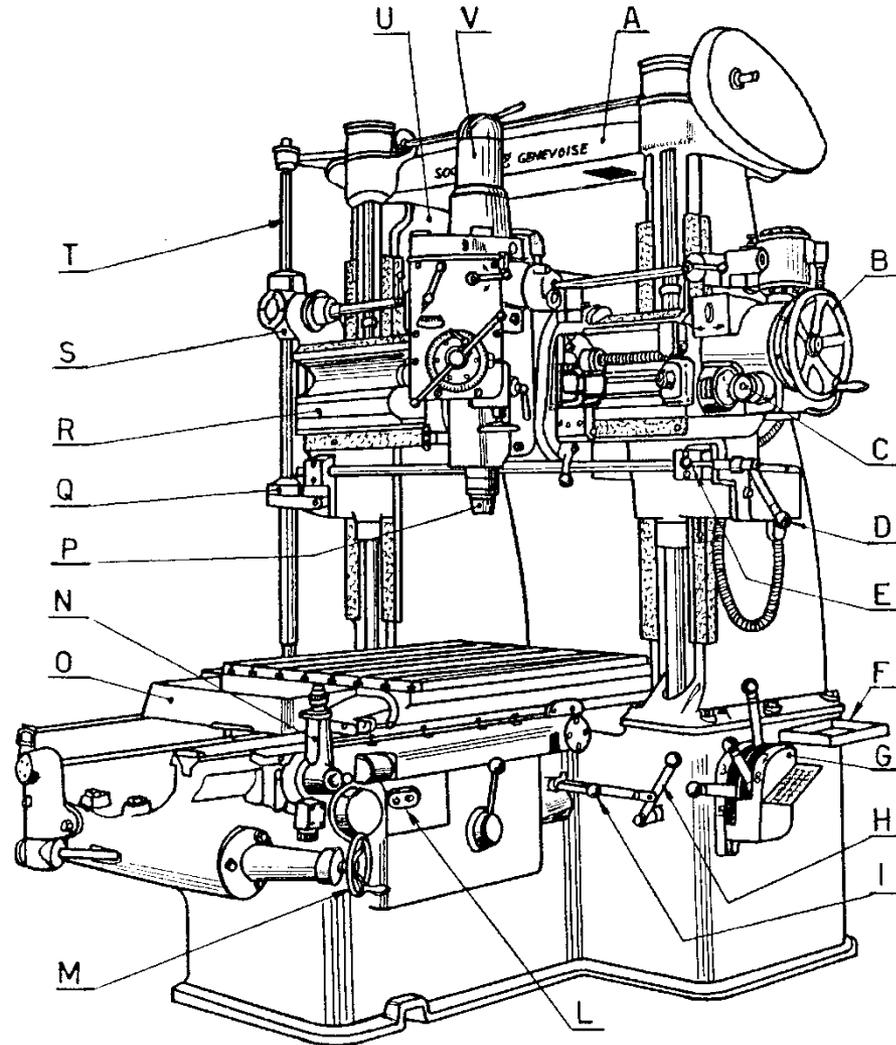
Múltipla

Comando Numérico

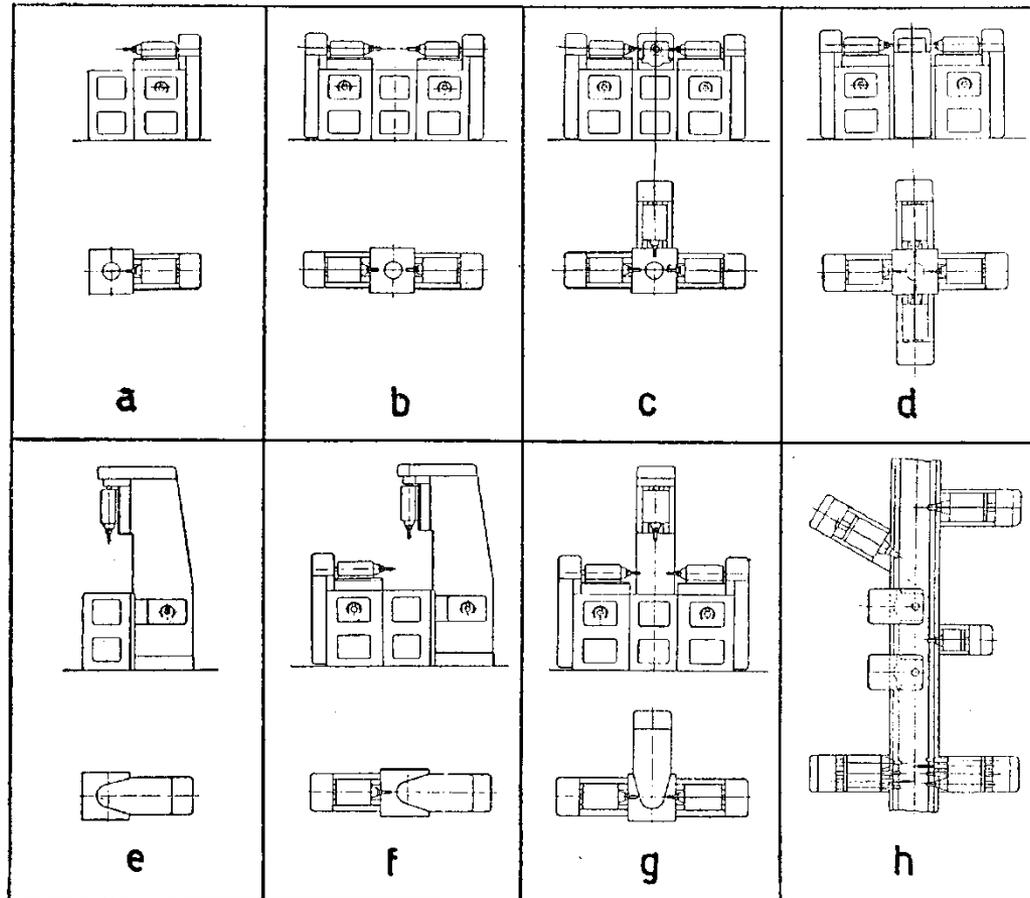
# Mandriladora Horizontal



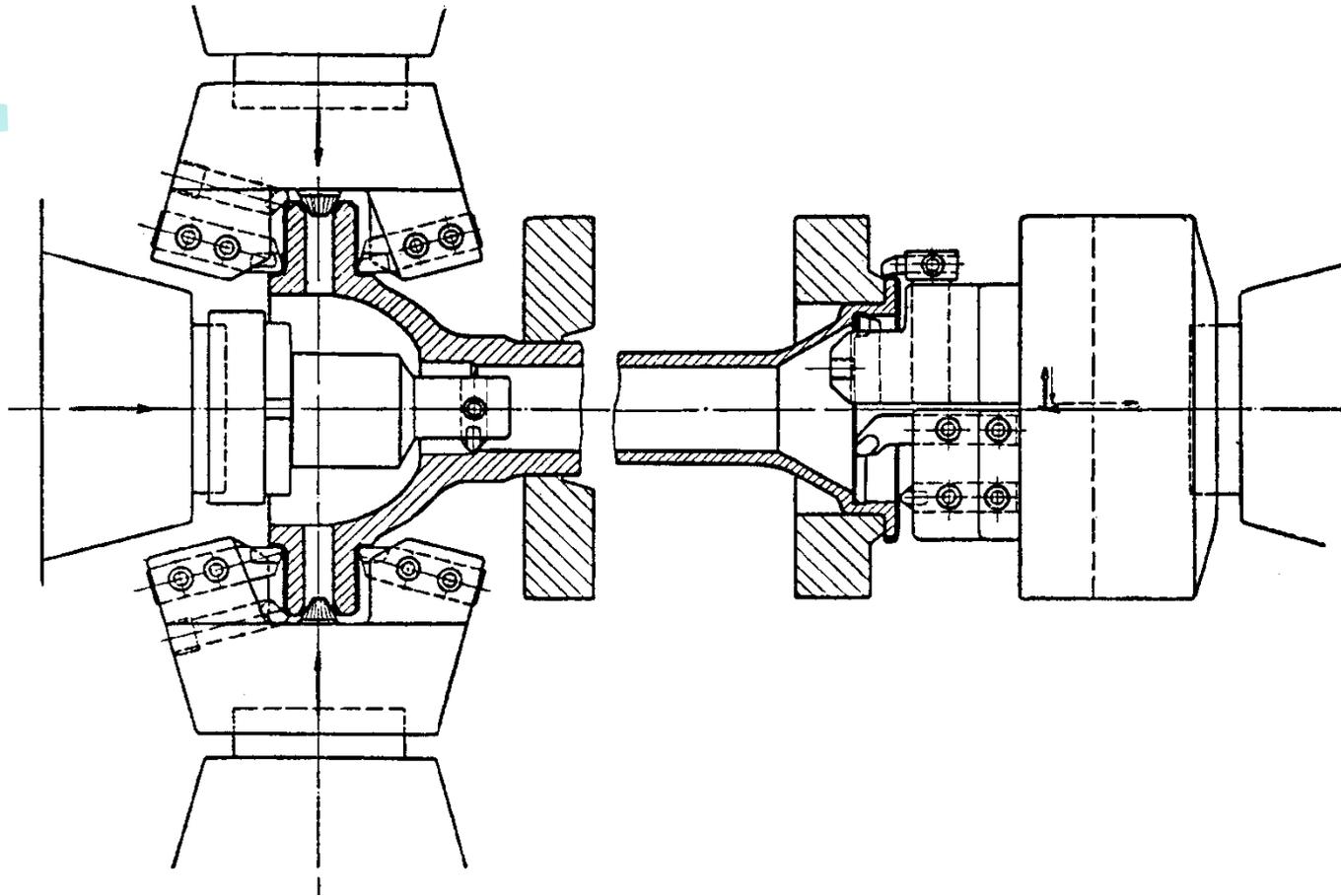
# Mandriladora Vertical



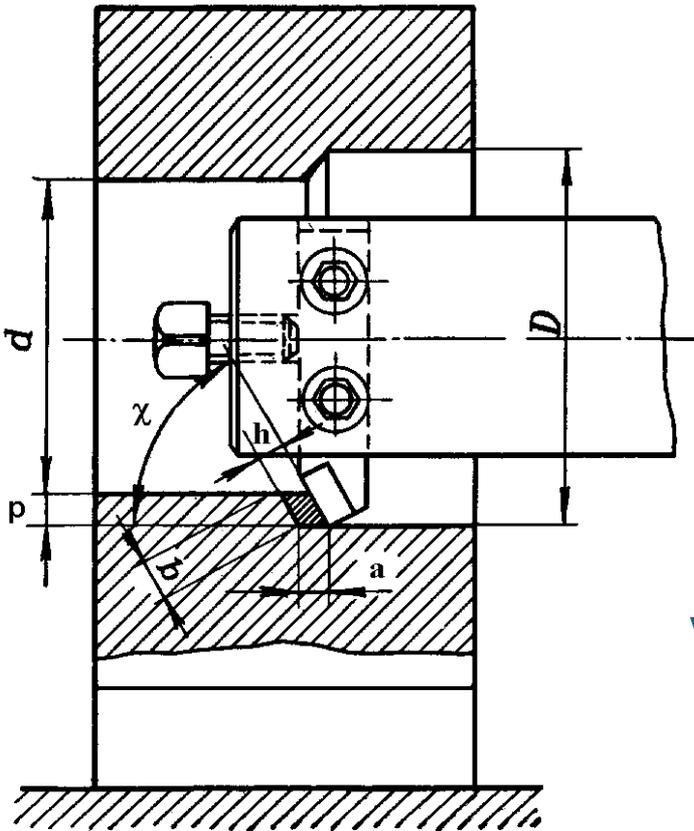
# Mandriladora Múltipla



# Exemplo



# Parâmetros do Processo



Área da seção transversal do cavaco  $S$

$$S = f \times ap = b \times h$$

$$b = \frac{ap}{\sin \chi}$$

$$h = f \sin \chi$$

Profundidade de corte

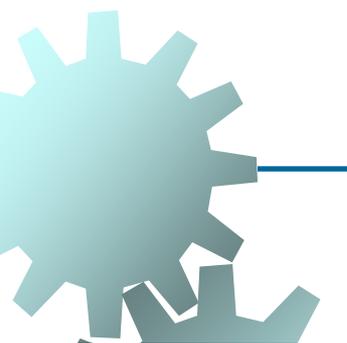
$$ap = \frac{D - d}{2}$$

Velocidade de corte

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

Velocidade de avanço

$$v_f = f.n$$



# Exemplo

---

Um furo com diâmetro de 45 mm deve sofrer uma operação de mandrilamento a fim de se obter um diâmetro final de 50 mm, em um único passe. Adotando-se um avanço de 0,2 mm/rev e uma velocidade de corte de 70 m/min, determinar a profundidade de corte  $p$ , a velocidade de avanço  $V_f$ , a rotação  $n$  e a área de seção transversal do cavaco  $S$ .

profundidade de corte:

$$a_p = \frac{D - d}{2} = \frac{50 - 45}{2} = 2,5 \text{ mm}$$

Rotação:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 70}{3,14 \times 50} = 445,6 \text{ rpm}$$

velocidade de avanço:

$$V_f = f \times n = 0,2 \times 445,6 = 89,12 \text{ mm/min}$$

área da seção transversal do cavaco:

$$s = a \times p = 0,2 \times 2,5 = 0,5 \text{ mm}^2$$



# Ferramentas para Mandrilar

---

- Material Usado
- Formas das Ferramentas
- Ângulos Principais
- Condições de Corte

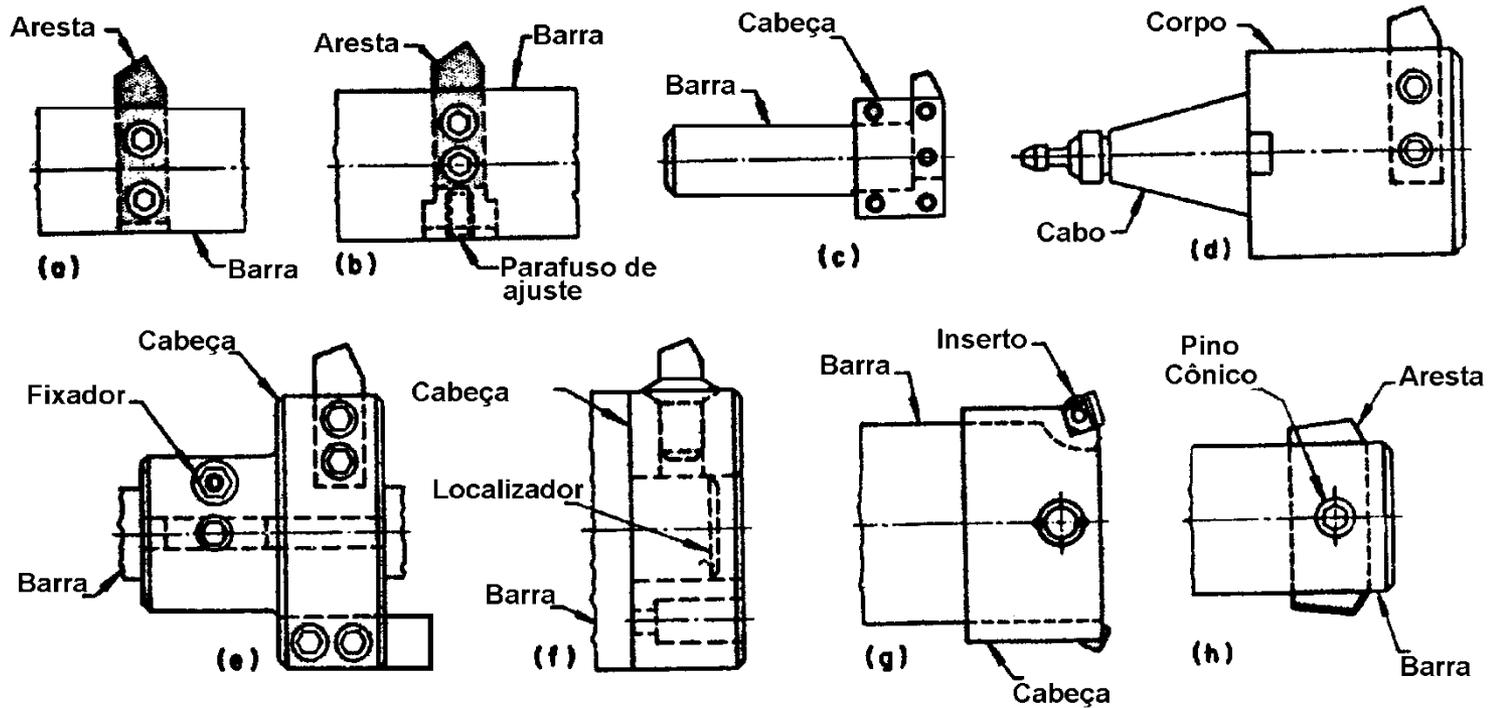


# Ferramentas para Mandrilar

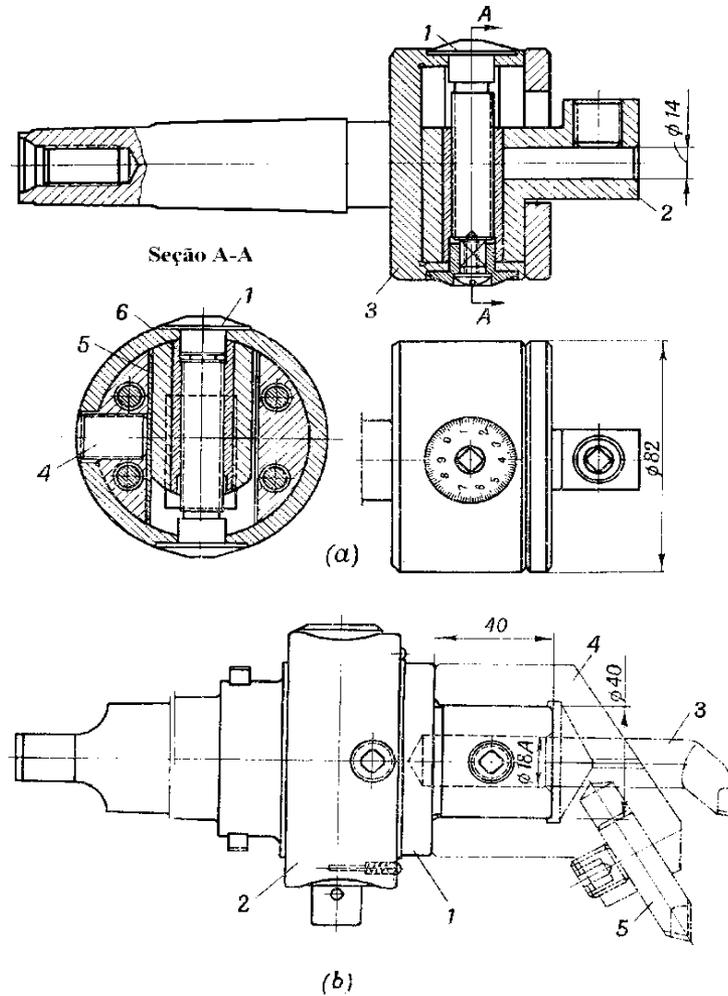
---

- Materiais Usados
  - Aço Rápido
  - Metal Duro
  - Material Cerâmico

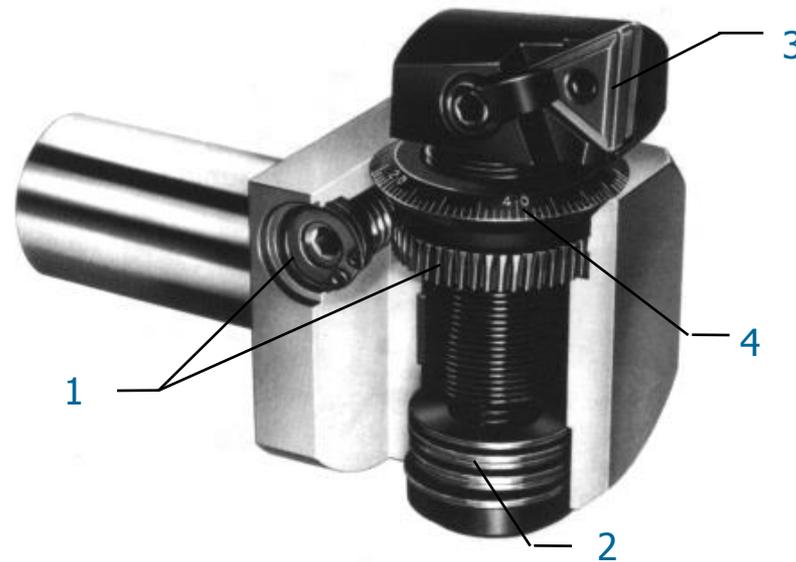
# Formas das Ferramentas



# Cabeçote Ajustável de Mandrilar



# Cápsula Micrométrica

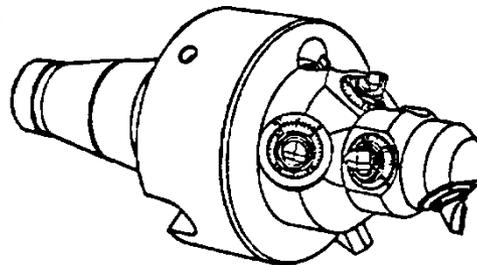


O sistema parafuso-corrêa (1) permite um deslocamento preciso da ponta da pastilha (3). Este deslocamento pode ser lido no colar graduado (4). Uma vez posicionada a ponta da pastilha, o conjunto é fixado na posição pelo parafuso fixador (2).

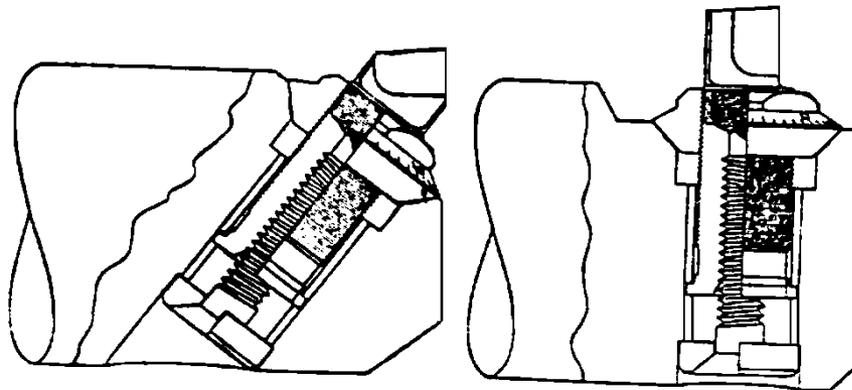
# Cabeçotes Múltiplos



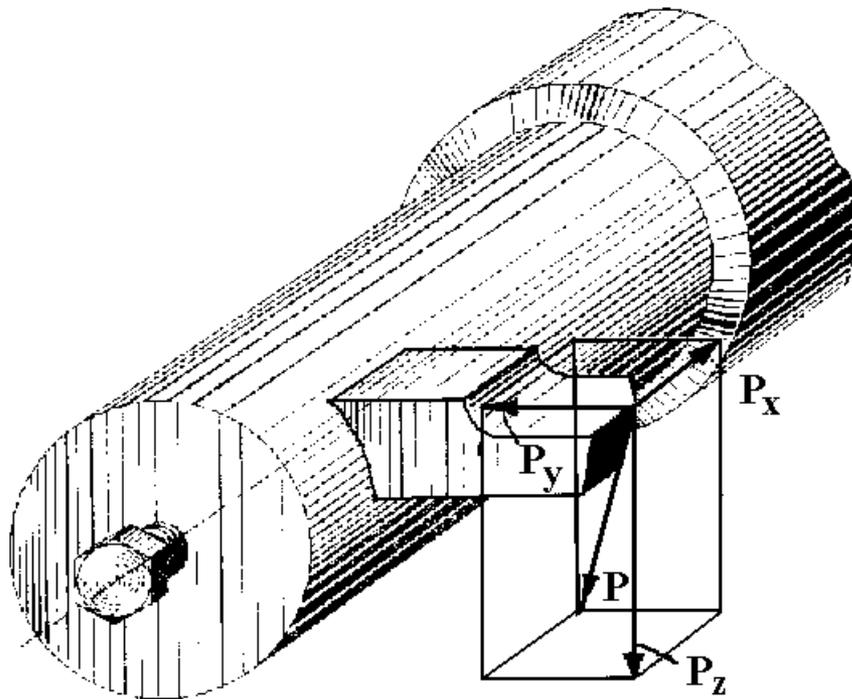
Cabeçote  
Multi-Ferramentas



Cápsulas Micrométricas



# Forças de Corte



Força de Corte - Kienzle

$$P_c = K_s \cdot S = K_{s1} \times h^{1-z} \times b$$

Momento de Torção

$$Mt = \frac{Fc \times D}{2 \times 1000}$$

Potência de Corte

$$Pc = \frac{Fc \times Vc}{60 \times 75}$$

$Fc = [Kgf]$ ;  $D = [mm]$ ;  $Vc = [m/min]$  e  $Pc = [CV]$

# Exemplo

Determinar o torque no eixo árvore e a potência de corte sabendo-se que o diâmetro do furo é de 100 mm, a força de corte é de 400 Kgf e a rotação da barra é de 250 rpm.

Torque no eixo:

$$M_t = \frac{F_c \times D}{2 \times 1000} = \frac{400 \times 100}{2 \times 1000} = 20 \text{ Kgf} \cdot m$$

$$V_c = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 100 \cdot 250}{1000} = 78,5 \text{ m/min} \longrightarrow P_c = \frac{F_c \times V_c}{60 \times 75} = \frac{400 \times 78,5}{60 \times 75} = 6,9 \text{ CV}$$

Material		$\sigma_t$	$K_{s1}$	1-z	Tratamento
ABNT	DIN	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )		Térmico
1015	C 15 G	373	1640	0,80	Recozido
1020	Ck 20 N	297	1400	0,71	Normalizado
1030	St 50.2	560	1800	0,75	_____
1035	C 35 G	490	1720	0,82	Recozido
1040	40 Mn 4	594	1710	0,79	Normalizado
1045	Ck 45 N	576	1810	0,80	Normalizado
1045	Ck 45 G	520	1710	0,84	Recozido
1050	Ck 53 N	696	1790	0,77	Normalizado
1060	Ck 60 G	608	1800	0,75	Recozido
1060	Ck 60 V	873	1750	0,76	Revenido
4032	34 Cr Mo 4 V	861	1880	0,75	Revenido
4032	34 Cr Mo 4	628	1720	0,74	Recozido
4140	42 Cr Mo 4	625	1630	0,82	Recozido
4340	_____	840	1510	0,79	Beneficiado
8620	_____	572	1460	0,81	Normalizado
8640	_____	765	1530	0,84	_____
8640	_____	728	1480	0,79	Beneficiado
FC 15	GG 15	180 HB	860	0,79	_____
FC 20	GG 20	220 HB	920	0,75	_____
FC 25	GG 25	220 HB	1040	0,74	_____
FC 30	GG30	206 HB	1170	0,71	_____
Meehanite M	_____	300 HB	1120	0,74	_____
Cu Zn 37	Cu Zn 37 F38	37,8	118	0,85	_____
Cu Zn 35 Ni	_____	46,9	103	0,82	_____
Cu Zn 40 P63	Cu Zn 39 Pb3 F44	45,5	45	0,68	_____

# Acessórios

Suportes para Peças

Cantoneiras

Apoios reguláveis

Blocos V

Grampos

