

FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

OBJETIVOS:

- Conhecer as diversas teorias existentes para cálculo das forças e potências de corte;
- Aprender a dimensionar as forças e potência de corte no processo de torneamento.
- Aplicar os conceitos selecionando um torno para uma operação.

FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Qual a máquina ?

Operação: torneamento cilíndrico externo

$$\chi = 90^\circ,$$

$$\alpha = 6^\circ,$$

$$\gamma = 10^\circ,$$

Metal duro,

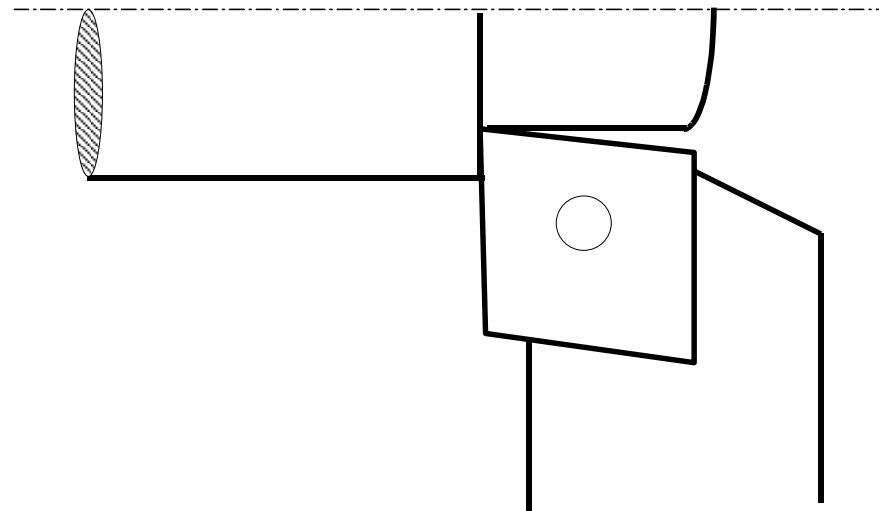
$$a_p = 2,0 \text{ mm},$$

$$f = 0,5 \text{ mm/rev},$$

ABNT 1060,

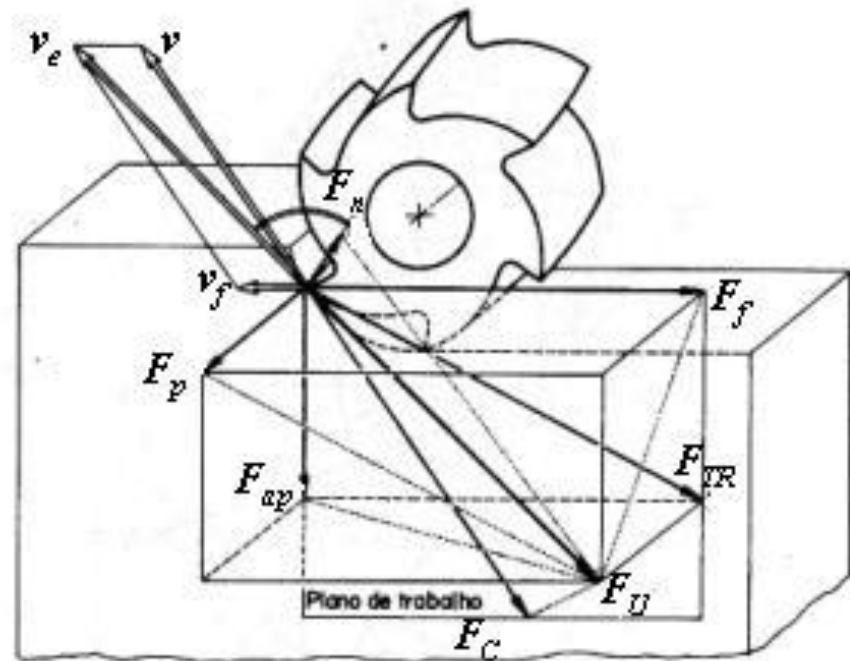
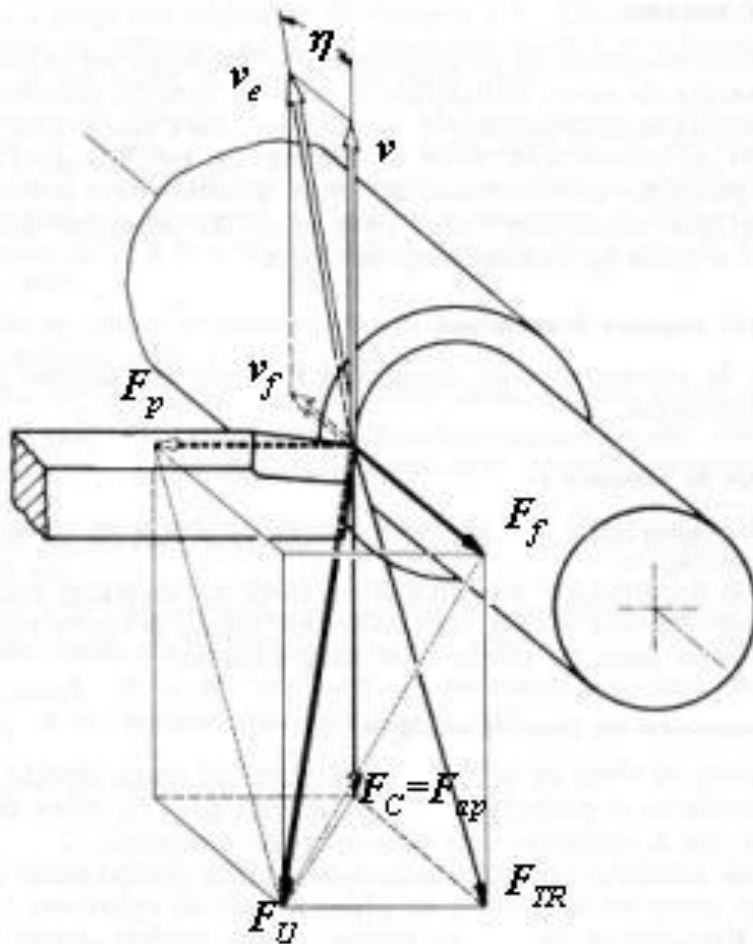
$$\phi = 250,0 \text{ mm},$$

$$v_c = 50 \text{ m/min}.$$



FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Forças de usinagem



FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

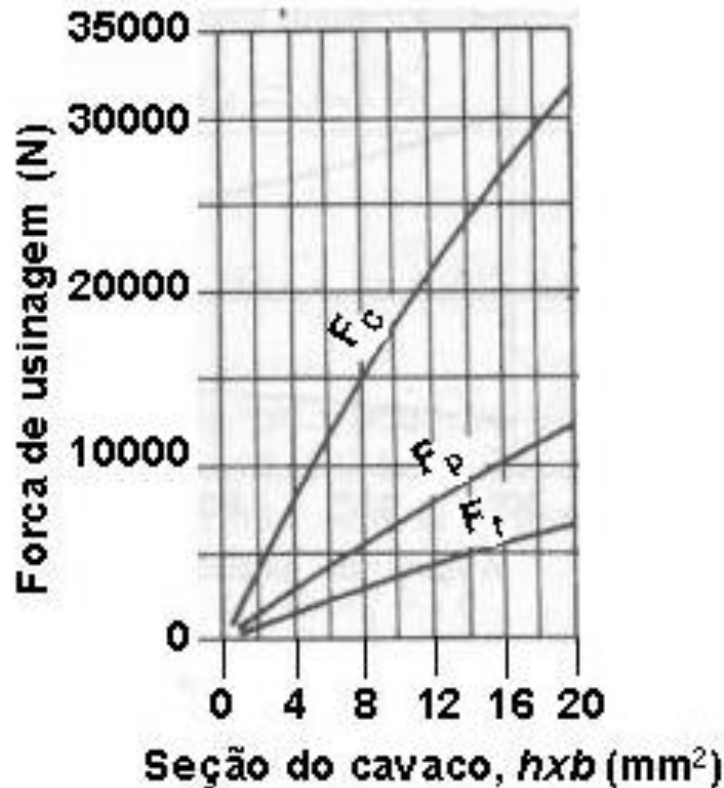
Potência de usinagem em torneamento

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60000}$$

$$P_f = \frac{F_f \cdot v_f}{60 \times 10^{-6}}$$

$$P_{mc} = \frac{P_c}{\eta_c}$$

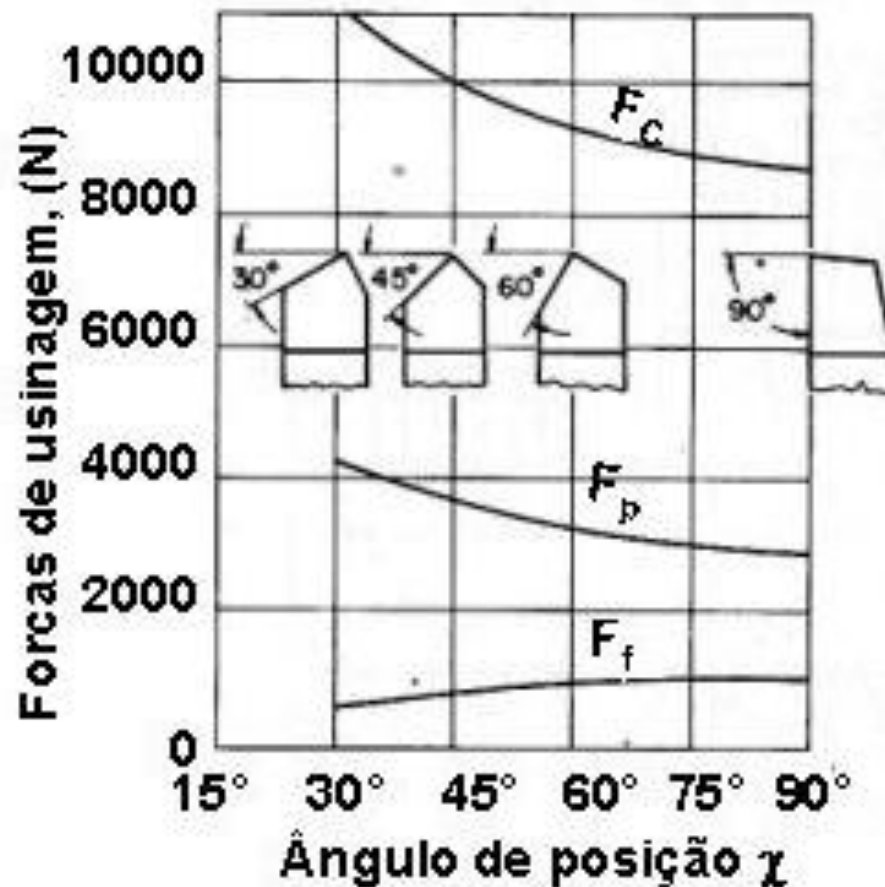
$$P_{mf} = \frac{P_f}{\eta_f}$$



$$F_c : F_p : F_f \approx 4,5 : 2,5 : 1$$

FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Potência de usinagem em torneamento

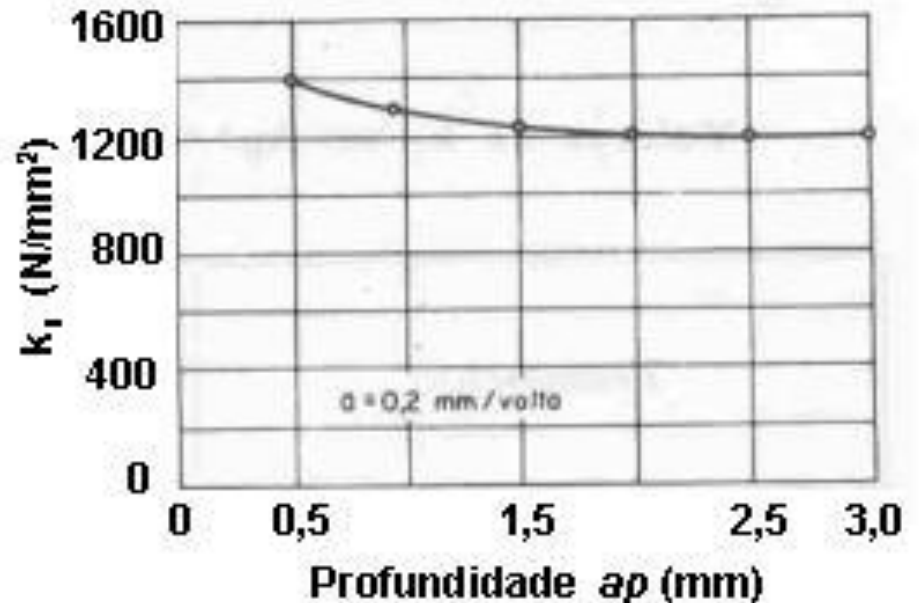
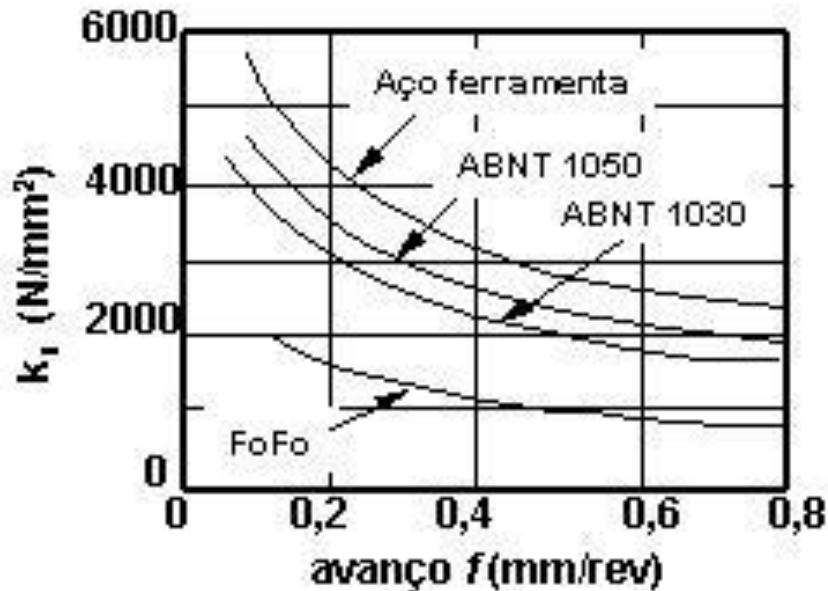


FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Cálculo teórico das componentes da força de usinagem em torneamento

$$F_C = k_s \cdot S$$

$$S = b \cdot h = a_p \cdot f$$



FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Cálculo teórico das componentes da força de usinagem em torneamento

Determinação teórica da pressão específica de corte em torneamento.

Taylor

$$k_s = \frac{200}{f^{0,07}} \quad \text{para aços de baixo carbono (\%C < 0,35)} \quad (5.9)$$

$$k_s = \frac{135}{f^{0,25} \cdot a_p^{0,07}} \quad \text{para FoFo cinzento} \quad (5.10)$$

$$k_s = \frac{88}{f^{0,25} \cdot a_p^{0,07}} \quad \text{Para FoFo branco} \quad (5.11)$$

FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Cálculo teórico das componentes da força de usinagem em torneamento

Determinação teórica da pressão específica de corte em torneamento.

AWF

$$k_s = \frac{C_w}{f^{0,477}}$$

ASME

$$k_s = \frac{C_a}{f^n}$$

$n = 0,2$ para aços

$n = 0,3$ para FoFo

FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Cálculo teórico das componentes da força de usinagem em torneamento

Determinação teórica da pressão específica de corte em torneamento.

KIENZLE

$$k_s = k_{s1} \cdot h^{-z}$$

$$F_C = k_s \cdot h \cdot b = (k_{s1} \cdot h^{-z}) \cdot h \cdot b \rightarrow F_C = k_{s1} \cdot h^{1-z} \cdot b$$

$$F_f = k_{f1} \cdot h^{1-x} \cdot b$$

$$F_p = k_{p1} \cdot h^{1-y} \cdot b$$

FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Cálculo teórico das componentes da força de usinagem em torneamento

Determinação teórica da pressão específica de corte em torneamento.

KIENZLE

• Correções no ângulo de saída, γ : para cada grau de diminuição (aumento), em relação aos valores tabelados, deve-se aumentar (diminuir) a:

Força de corte: de 1,5%;

Força de avanço: de 5%;

Força de profundidade: de 4%

• Ângulo de folga, α : para variações entre 4 e 11° não há correções. Valores maiores devem ser ensaiados, antes de se proceder a correções.

• Ângulo de inclinação, l : para cada grau de diminuição (aumento), em relação aos valores tabelados, deve-se aumentar (diminuir) a:

Força de corte: de 1,5%;

Força de avanço: de 1,5%;

Força de profundidade: de 10%.

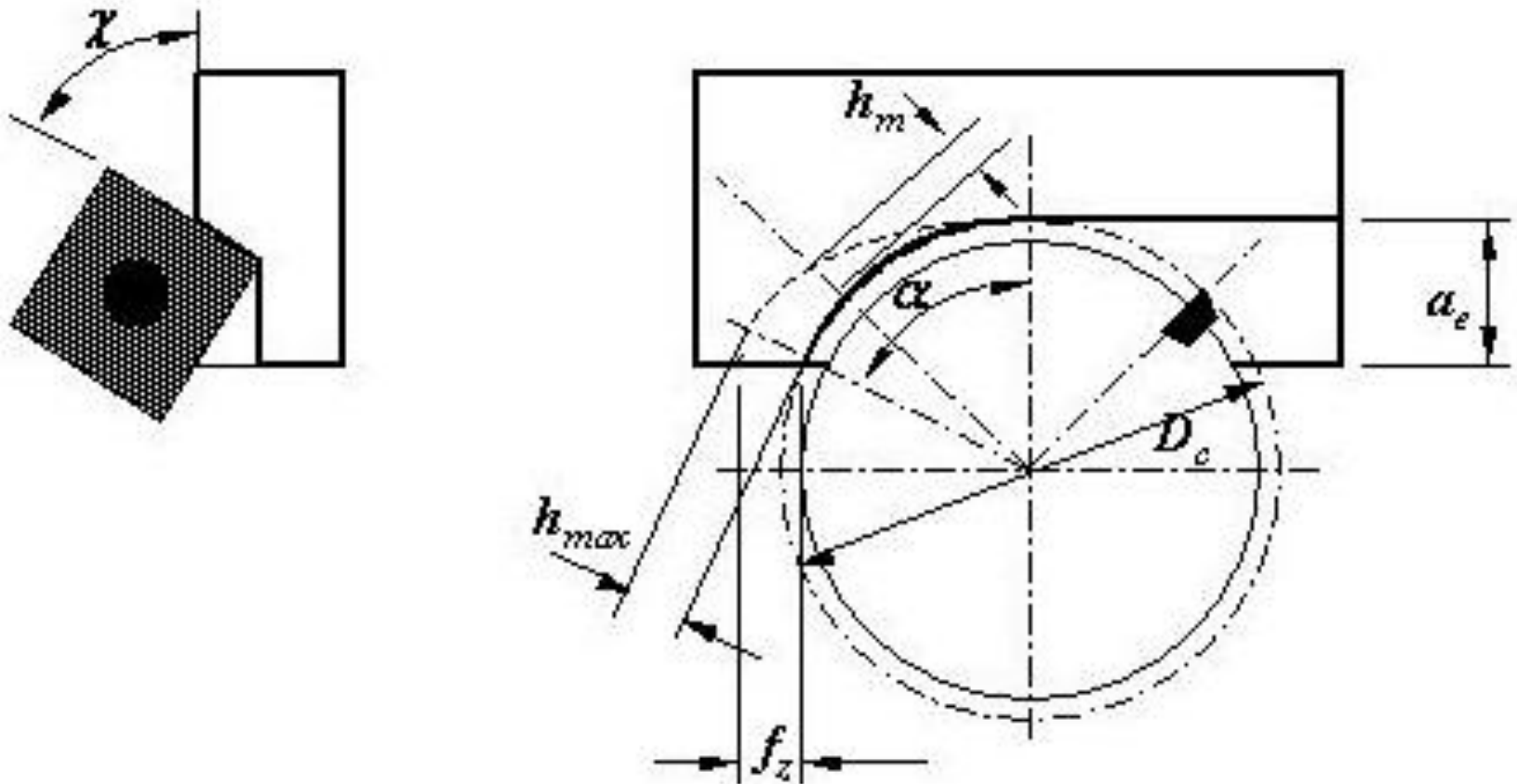
• Ângulo de posição, c : As componentes de possuem considerações diferentes:

Força de corte: correção levada em consideração na equação;

Força de avanço: para cada grau de diminuição (aumento), em relação aos valores tabelados, deve-se diminuir (aumentar) em 2,5%;

FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Determinação teórica da potência de corte em fresamento.



FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Determinação teórica da potência de corte em fresamento.

$$P_C = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f \cdot k_s}{60 \times 10^6}$$

$$k_s = k_{s1} \cdot h_m^z$$

$$h_m = \frac{\text{sen } \chi \cdot 180 \cdot a_e \cdot f_z}{\pi \cdot D_c \cdot \arcsen\left(\frac{a_e}{D_c}\right)}$$

FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Tabela A.1 – Valores das constantes para as equações (5.12) e (5.13) para cálculo da pressão específica de corte segundo a AWF e ASME.

Material	Dureza típica (HB)	C_a^1	C_w^2
ABNT 1020/25	127	182	120
ABNT 1020- Laminado a frio	156	190	-
ABNT 1035	174	201	140
ABNT 1045	187	215	145
ABNT 1050 Laminado a quente	201	224	-
ABNT 1060	217	245	150
ABNT 1095	280	280	160
ABNT 1112, laminado a quente	130	104	-
ABNT 1112 laminado a frio	167	125	-
ABNT 1112 Laminado frio	183	125	-
ABNT 1315 laminado a quente	120	108	-
ABNT 1315 laminado a frio	161	105	-
ABNT 13140 laminado a quente	217	240	-
ABNT 2315 normalizado	192	182	-
ABNT 2330 laminado a frio	223	202	-
ABNT 2340 normalizado	223	202	-
ABNT 2512 normalizado	-	182	-
ABNT 3115 normalizado	128	132	-
ABNT 3115 laminado a frio	163	138	-
ABNT 3130 laminado a frio	210	197	-
ABNT 3140 temperado	285	228	-
ABNT 3140 recozido	207	178	-
ABNT 3240 recozido	170	145	-
ABNT 4340 temperado	400	310	-
ABNT 4340 recozido	302	233	-

FORÇA E POTÊNCIA DE CORTE

Material: ABNT 1020					Tratamento: Estado bruto de laminação (Normalizado)			Similar DIN: Ck 20			Fls. 2		
Análise química (%)						Características Mecânicas						$P_c = k_{s1} \cdot h^{1-z} \cdot b$ $P_a = k_{a1} \cdot h^{1-x} \cdot b$ $P_p = k_{p1} \cdot h^{1-y} \cdot b$ $h = a \cdot \text{sen } \alpha$ $b = p / \text{sen } \alpha$	
C	Si	Mn	P	S		Limite de resistência σ_t	463	N/mm ²					
0,19	-	0,43	0,015	0,013		Limite de escoamento σ_e	224	N/mm ²					
						Alongamento ($l_0=5d_0$) δ	27	%					
						Estricção γ	60,4	%					
						Dureza	129	HB					
Características para cálculo da força de usinagem P_c, P_a, P_p													
Material Ferramenta	Geometria da Ferr.						Velocidade de corte m/min	k_{s1} N/mm ²	$1-z$	k_{a1} N/mm ²	$1-x$	k_{p1} N/mm ²	$1-y$
	δ	α	λ	χ	ε	r mm							
MD P20	6	8	5	60	90	1,0	50	1480	0,790	420	0,420	350	0,420
MD P20	6	8	5	60	90	1,0	100	1400	0,807	350	0,400	330	0,450
MD P20	6	8	5	60	90	1,0	150	1340	0,810	320	0,430	280	0,430