

## Condições de corte recomendadas

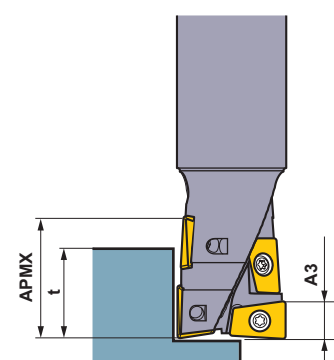
### Velocidade de corte

vc = m/min

Material	No.	Dureza	Quebra-cavaco	Velocidade de corte vc (m/min)		
<b>P</b>				<b>MP6120</b>	<b>VP15TF</b>	<b>MP6130</b>
Aço baixo carbono (ASTM A36, AISI 1010 etc.)	1	≤180HB	<b>M2</b>	200 (170–240)	180 (150–220)	160 (130–200)
Aço carbono Aço liga (AISI 1045, AISI 440 etc.)	2	180–350HB	<b>M2</b>	180 (140–220)	160 (120–200)	140 (100–180)
<b>M</b>				<b>MP7130</b>	<b>MP7140</b>	<b>VP30RT (VP15TF)</b>
Aço inoxidável austenítico (AISI 304, AISI 316 etc.)	1	≤200HB	<b>M2</b>	170 (120–200)	160 (100–180)	150 (120–180)
Aço inoxidável austenítico (AISI 304LN, AISI 316LN etc.)	2	>200HB	<b>M2</b>			
Aço inoxidável ferrítico e martensítico (AISI 410, AISI 430 etc.)	3	≤200HB	<b>M2</b>			
Aço inoxidável ferrítico e martensítico (AISI 431, AISI 420 etc.)	4	>200HB	<b>M2</b>			
<b>K</b>				<b>VP15TF</b>		
Ferro fundido cinzento (DIN GG-45 etc.)	1	≤350MPa	<b>M2</b>	180 (150–220)	–	–
Ferro fundido nodular (DIN GGG-45 etc.)	2	≤450MPa	<b>M2</b>	180 (150–220)	–	–
<b>N</b>				<b>HT110</b>		
Liga de alumínio (A6061, A7075 etc.)	1	Si < 5%	<b>G1</b>	500 (200–800)	–	–
Liga de alumínio (AC4B etc.)	2	5% ≤ Si ≤ 10%	<b>G1</b>	100 (50–300)	–	–
Liga de alumínio (ADC12, A390 etc.)	3	Si > 5%	<b>G1</b>	100 (50–300)	–	–
<b>S</b>				<b>MP9120</b>		
Liga de titânio (Ti-6Al-4V etc.)	1	–	<b>M2</b>	50 (30–70)	–	–
<b>H</b>				<b>VP15TF</b>		
Aço endurecido (AISI H13, AISI L6 etc.)	1	40–55HRC	<b>M2</b>	80 (50–120)	–	–

\* Para usinagem de liga de titânio, recomenda-se usinagem com refrigeração.

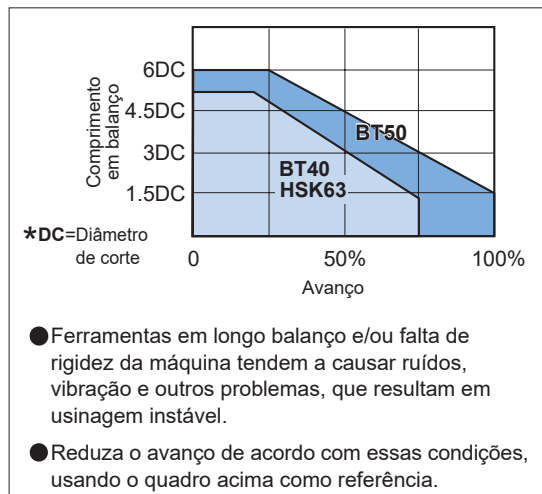
## Condições de corte recomendadas



- Até a profundidade de corte A3, as duas arestas de corte do topo mantêm contato com a peça.
- Além do campo do A3, existe uma área onde a ação de corte é realizada através de uma única aresta. Atenção especial na relação entre a profundidade de corte e o avanço nesta área.
- Os inserts do topo tendem a sofrer maiores danos. Em grandes profundidades de corte, recomenda-se aplicar a profundidade de corte (t), onde há 2 inserts cortando a peça, para reduzir o desgaste e os danos à aresta de corte.

Diâmetro da fresa	Prof. de corte recomendada t (mm)
φ 16,17	12 – 14
φ 20,21	14 – 17
φ 25,26	17 – 22
φ 32,33	22 – 28
φ 35	25 – 32
φ 40	28 – 35
φ 50	35 – 45

\*Os valores A3 e APMX são mostradas nas tabelas de suporte standard.



## Para fresamento a 90°

Material	No.	Dureza	φ 16, 17			φ 20, 21			φ 25, 26		
			ap	ae	f (mm/rot)	ap	ae	f (mm/rot)	ap	ae	f (mm/rot)
P Aço baixo carbono	1	≤180HB	≤4.5	≤8	0.25	≤6	≤10	0.3	≤7.5	≤12.5	0.35
			4.5–12	≤5	0.16	6–14	≤7	0.25	7.5–17	≤8	0.28
			12–17	≤3	0.1	14–22	≤4	0.18	17–27	≤5	0.2
Aço carbono Aço liga	2	180–350HB	≤4.5	≤8	0.2	≤6	≤10	0.25	≤7.5	≤12.5	0.3
			4.5–12	≤4	0.14	6–14	≤6	0.2	7.5–17	≤7	0.25
			12–17	≤2	0.08	14–22	≤3	0.16	17–27	≤4	0.18
M Aço inoxidável	1,2,3,4	–	≤4.5	≤8	0.2	≤6	≤10	0.25	≤7.5	≤12.5	0.3
			4.5–12	≤4	0.14	6–14	≤6	0.2	7.5–17	≤7	0.25
			12–17	≤2	0.08	14–22	≤3	0.16	17–27	≤4	0.18
K Ferro fundido	1,2	–	≤4.5	≤8	0.25	≤6	≤10	0.3	≤7.5	≤12.5	0.35
			4.5–12	≤5	0.16	6–14	≤7	0.25	7.5–17	≤8	0.28
			12–17	≤3	0.1	14–22	≤4	0.18	17–27	≤5	0.2
N Liga de alumínio	1,2,3	–	≤4.5	≤11	0.3	≤6	≤14	0.35	≤7.5	≤12.5	0.4
			4.5–12	≤8	0.21	6–14	≤10	0.3	7.5–17	≤7	0.33
			12–17	≤5	0.15	14–22	≤6	0.23	17–27	≤4	0.25
S Liga de titânio	1	–	≤4.5	≤8	0.14	≤6	≤10	0.18	≤7.5	≤17.5	0.21
			4.5–12	≤4	0.1	6–14	≤6	0.14	7.5–17	≤12.5	0.18
			12–17	≤2	0.06	14–22	≤3	0.11	17–27	≤7.5	0.13
H Aço endurecido	1	40–55HRC	≤4.5	≤5	0.16	≤6	≤6	0.2	≤7.5	≤7	0.22
			4.5–12	≤3	0.1	6–14	≤4	0.16	7.5–17	≤4	0.18
			12–17	≤1	0.06	14–22	≤2	0.12	17–27	≤2	0.14

Material	No.	Dureza	φ 32, 33			φ 35			φ 40			φ 50		
			ap	ae	f (mm/rot)	ap	ae	f (mm/rot)	ap	ae	f (mm/rot)	ap	ae	f (mm/rot)
P Aço baixo carbono	1	≤180HB	≤9.5	≤16	0.4	≤11	≤17.5	0.45	≤12	≤20	0.5	≤15	≤25	0.6
			9.5–22	≤11	0.32	11–25	≤12	0.35	12–28	≤13	0.4	15–35	≤16	0.5
			22–35	≤6	0.25	25–40	≤6.5	0.28	28–44	≤7	0.3	35–55	≤10	0.35
Aço carbono Aço liga	2	180–350HB	≤9.5	≤16	0.35	≤11	≤17.5	0.37	≤12	≤20	0.4	≤15	≤25	0.5
			9.5–22	≤10	0.28	11–25	≤11	0.3	12–28	≤12	0.32	15–35	≤14	0.4
			22–35	≤5	0.2	25–40	≤5.5	0.22	28–44	≤6	0.25	35–55	≤8	0.3
M Aço inoxidável	1,2,3,4	–	≤9.5	≤16	0.35	≤11	≤17.5	0.37	≤12	≤20	0.4	≤15	≤25	0.5
			9.5–22	≤10	0.28	11–25	≤12	0.3	12–28	≤12	0.32	15–35	≤14	0.4
			22–35	≤5	0.2	25–40	≤6.5	0.22	28–44	≤6	0.25	35–55	≤8	0.3
K Ferro fundido	1,2	–	≤9.5	≤16	0.4	≤11	≤17.5	0.45	≤12	≤20	0.5	≤15	≤25	0.6
			9.5–22	≤11	0.32	11–25	≤12	0.35	12–28	≤13	0.4	15–35	≤16	0.5
			22–35	≤6	0.25	25–40	≤6.5	0.28	28–44	≤7	0.3	35–55	≤10	0.35
N Liga de alumínio	1,2,3	–	≤9.5	≤16	0.45	≤11	≤17.5	0.5	≤12	≤20	0.55	≤15	≤25	0.65
			9.5–22	≤10	0.37	11–25	≤12	0.4	12–28	≤12	0.45	15–35	≤14	0.55
			22–35	≤5	0.3	25–40	≤6.5	0.32	28–44	≤6	0.35	35–55	≤8	0.4
S Liga de titânio	1	–	≤9.5	≤23	0.25	≤11	≤24.5	0.26	≤12	≤28	0.28	≤15	≤35	0.35
			9.5–22	≤16	0.2	11–25	≤17.5	0.21	12–28	≤20	0.22	15–35	≤25	0.28
			22–35	≤10	0.14	25–40	≤10.5	0.15	28–44	≤12	0.18	35–55	≤15	0.21
H Aço endurecido	1	40–55HRC	≤9.5	≤8	0.25	≤11	≤9	0.28	≤12	≤10	0.3	≤15	≤14	0.35
			9.5–22	≤5	0.2	11–25	≤5.5	0.22	12–28	≤6	0.24	15–35	≤8	0.3
			22–35	≤2	0.16	25–40	≤2	0.17	28–44	≤2	0.18	35–55	≤4	0.22

(Nota 1) Atenção especial à profundidade de corte quando utilizar o tipo aresta curta.

(Nota 2) Quando utilizar o quebra-cavaco G1 (VP15TF), reduza o avanço em 20%.

(Nota 3) O "No." refere-se à velocidade de corte recomendada. Para mais informações, consulte a velocidade de corte na página 10.

## Para rasgos

(mm)

Material	No.	Dureza	φ16, 17		φ20, 21		φ25, 26	
			ap	f (mm/rot)	ap	f (mm/rot)	ap	f (mm/rot)
P Aço baixo carbono	1	≤180HB	≤4.5	0.16	≤6	0.18	≤7.5	0.2
			4.5-12	0.1	6-14	0.14	7.5-17	0.16
			12-17	0.07	14-22	0.1	17-27	0.12
Aço carbono Aço liga	2	180-350HB	≤4.5	0.14	≤6	0.16	≤7.5	0.18
			4.5-12	0.09	6-14	0.12	7.5-17	0.14
			12-17	0.05	14-22	0.1	17-27	0.1
M Aço inoxidável	1,2,3,4	-	≤4.5	0.14	≤6	0.16	≤7.5	0.18
			4.5-12	0.09	6-14	0.12	7.5-17	0.14
			12-17	0.05	14-22	0.1	17-27	0.1
K Ferro fundido cinzento	1	≤350MPa	≤4.5	0.16	≤6	0.18	≤7.5	0.2
			4.5-12	0.1	6-14	0.14	7.5-17	0.16
			12-17	0.07	14-22	0.1	17-27	0.12
N Liga de alumínio	1,2,3	-	≤4.5	0.18	≤6	0.2	≤7.5	0.22
			4.5-12	0.12	6-14	0.16	7.5-17	0.18
			12-17	0.09	14-22	0.12	17-27	0.14
S Liga de titânio	1	-	≤4.5	0.1	≤6	0.12	≤7.5	0.15
			4.5-12	0.05	6-14	0.08	7.5-17	0.1
			12-17	0.03	14-22	0.05	17-27	0.08
H Aço endurecido	1	40-55HRC	≤4.5	0.1	≤6	0.12	≤7.5	0.14
			4.5-12	0.07	6-14	0.1	7.5-17	0.12
			-	-	-	-	-	-

Material	No.	Dureza	φ32, 33		φ35		φ40		φ50	
			ap	f (mm/rot)	ap	f (mm/rot)	ap	f (mm/rot)	ap	f (mm/rot)
P Aço baixo carbono	1	≤180HB	≤9.5	0.25	≤11	0.27	≤12	0.3	≤15	0.35
			9.5-22	0.2	11-25	0.22	12-28	0.25	15-35	0.3
			22-35	0.14	25-40	0.16	28-44	0.18	35-55	0.22
Aço carbono Aço liga	2	180-350HB	≤9.5	0.2	≤11	0.22	≤12	0.25	≤15	0.3
			9.5-22	0.16	11-25	0.18	12-28	0.2	15-35	0.25
			22-35	0.12	25-40	0.13	28-44	0.14	35-55	0.16
M Aço inoxidável	1,2,3,4	-	≤9.5	0.2	≤11	0.22	≤12	0.25	≤15	0.3
			9.5-22	0.16	11-25	0.18	12-28	0.2	15-35	0.25
			22-35	0.12	25-40	0.13	28-44	0.14	35-55	0.16
K Ferro fundido cinzento	1	≤350MPa	≤9.5	0.25	≤11	0.27	≤12	0.3	≤15	0.35
			9.5-22	0.2	11-25	0.22	12-28	0.25	15-35	0.3
			22-35	0.14	25-40	0.16	28-44	0.18	35-55	0.22
N Liga de alumínio	1,2,3	-	≤9.5	0.27	≤11	0.3	≤12	0.32	≤15	0.37
			9.5-22	0.22	11-25	0.25	12-28	0.27	15-35	0.32
			22-35	0.16	25-40	0.18	28-44	0.2	35-55	0.25
S Liga de titânio	1	-	≤9.5	0.18	≤11	0.2	≤12	0.23	≤15	0.25
			9.5-22	0.12	11-25	0.15	12-28	0.2	15-35	0.23
			22-35	0.1	25-40	0.12	28-44	0.15	35-55	0.18
H Aço endurecido	1	40-55HRC	≤9.5	0.16	≤11	0.17	≤12	0.18	≤15	0.22
			9.5-22	0.12	11-25	0.13	12-28	0.14	15-35	0.16
			-	-	-	-	-	-	-	-

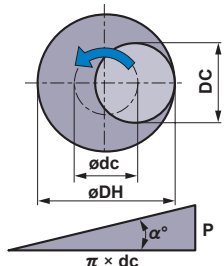
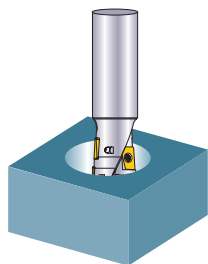
(Nota 1) Atenção especial à profundidade de corte quando utilizar o tipo aresta curta.

(Nota 2) Quando utilizar o quebra-cavaco G1 (VP15TF), reduza o avanço em 20%.

(Nota 3) O "No." refere-se à velocidade de corte recomendada. Para mais informações, consulte a velocidade de corte na página 10.

## Condições de corte recomendadas

### Para interpolação helicoidal



● Como determinar a trajetória do centro da ferramenta.

$$\text{Trajetória do centro da ferramenta} = \text{Diâmetro desejado do furo} - \text{Diâmetro de corte}$$

$$\phi_{dc} = \phi_{DH} - DC$$

● Profundidade de corte para cada passe.

$$P = \pi \times dc \times \tan \alpha^\circ$$

\*  $\alpha^\circ \leq 3^\circ$

- Diâmetro mínimo do furo usinado para o corte helicoidal : 1.2DC  
Diâmetro máximo do furo usinado para o corte helicoidal : 1.8DC
- Para a expulsão de cavacos eficiente, sempre use ar comprimido. (Na usinagem de alumínio, use fluido refrigerante.)
- Quando utilizar o quebra-cavaco G1 (VP15TF), reduza a taxa de avanço em 20%.

(mm)

Material	No.	Dureza	φ16, 17				φ20, 21				φ25, 26				
			DH	APMX	f (mm/rot)	P (mm/passe)	DH	APMX	f (mm/rot)	P (mm/passe)	DH	APMX	f (mm/rot)	P (mm/passe)	
P Aço baixo carbono	1	≤180HB	20	8	0.16	0.44	24	10	0.18	0.44	30	12.5	0.2	0.55	
			25	12	0.14	0.99	30	15	0.16	1.1	38	19	0.18	1.43	
			29	16	0.12	1.43	36	20	0.14	1.76	45	25	0.16	2.2	
	Aço carbono Aço liga	2	180–350HB	20	8	0.14	0.33	24	10	0.16	0.33	30	12.5	0.18	0.41
				25	12	0.12	0.74	30	15	0.14	0.82	38	19	0.16	1.07
				29	16	0.1	1.07	36	20	0.12	1.32	45	25	0.14	1.65
M Aço inoxidável	1,2,3,4	—	20	3	0.14	0.22	24	4	0.16	0.22	30	5	0.18	0.27	
			25	5	0.12	0.49	30	7	0.14	0.55	38	9	0.16	0.71	
			29	8	0.1	0.71	36	10	0.12	0.88	45	12.5	0.14	1.1	
K Ferro fundido cinzento	1	≤350MPa	20	10	0.16	0.55	24	14	0.18	0.55	30	18	0.2	0.69	
			25	13	0.14	1.23	30	17	0.16	1.37	38	21	0.18	1.78	
			29	16	0.12	1.78	36	20	0.14	2.19	45	25	0.16	2.74	
N Liga de alumínio	1,2,3	—	20	10	0.18	0.44	24	14	0.2	0.44	30	18	0.22	0.55	
			25	13	0.16	0.99	30	17	0.18	1.1	38	21	0.2	1.43	
			29	16	0.14	1.43	36	20	0.16	1.76	45	25	0.18	2.2	
S Liga de titânio	1	—	20	3	0.1	0.22	24	4	0.11	0.22	30	5	0.13	0.27	
			25	5	0.08	0.49	30	7	0.1	0.55	38	9	0.11	0.71	
			29	8	0.07	0.71	36	10	0.08	0.88	45	12.5	0.1	1.1	
H Aço endurecido	1	40–55HRC	20	3	0.1	0.22	24	4	0.12	0.22	30	5	0.14	0.27	
			25	5	0.08	0.49	30	7	0.1	0.55	38	9	0.12	0.71	
			29	8	0.06	0.71	36	10	0.08	0.88	45	12.5	0.1	1.1	

Material	No.	Dureza	φ32, 33				φ35				φ40				φ50				
			DH	APMX	f (mm/rot)	P (mm/passe)	DH	APMX	f (mm/rot)	P (mm/passe)	DH	APMX	f (mm/rot)	P (mm/passe)	DH	APMX	f (mm/rot)	P (mm/passe)	
P Aço baixo carbono	1	≤180HB	38	16	0.25	0.66	42	18	0.28	0.77	48	20	0.3	0.88	60	25	0.35	1.1	
			48	24	0.22	1.76	53	27	0.24	1.97	60	30	0.26	2.19	75	38	0.3	2.74	
			58	32	0.2	2.85	63	35	0.21	3.07	72	40	0.22	3.51	90	50	0.26	4.39	
	Aço carbono Aço liga	2	180–350HB	38	16	0.2	0.49	42	18	0.22	0.58	48	20	0.25	0.66	60	25	0.28	0.82
				48	24	0.18	1.32	53	27	0.2	1.48	60	30	0.22	1.65	75	38	0.26	2.06
				58	32	0.16	2.14	63	35	0.18	2.3	72	40	0.2	2.63	90	50	0.24	3.29
M Aço inoxidável	1,2,3,4	—	38	6	0.2	0.33	42	7	0.22	0.38	48	8	0.25	0.44	60	10	0.28	0.55	
			48	11	0.18	0.88	53	13	0.2	0.99	60	14	0.22	1.1	75	18	0.26	1.37	
			58	16	0.16	1.43	63	18	0.18	1.53	72	20	0.2	1.75	90	25	0.27	2.19	
K Ferro fundido cinzento	1	≤350MPa	38	22	0.25	0.82	42	25	0.28	0.95	48	28	0.3	1.1	60	35	0.35	1.37	
			48	27	0.22	2.19	53	30	0.24	2.47	60	34	0.26	2.74	75	43	0.3	3.43	
			58	32	0.2	3.57	63	35	0.21	3.84	72	40	0.22	4.39	90	50	0.26	5.49	
N Liga de alumínio	1,2,3	—	38	22	0.27	0.66	42	25	0.3	0.77	48	28	0.32	0.88	60	35	0.37	1.1	
			48	27	0.24	1.76	53	30	0.26	1.97	60	34	0.28	2.19	75	43	0.32	2.74	
			58	32	0.22	2.85	63	35	0.21	3.07	72	40	0.24	3.51	90	50	0.27	4.39	
S Liga de titânio	1	—	38	6	0.14	0.33	42	7	0.15	0.38	48	8	0.18	0.44	60	10	0.2	0.55	
			48	11	0.13	0.88	53	13	0.14	0.99	60	14	0.15	1.1	75	18	0.18	1.37	
			58	16	0.11	1.43	63	18	0.13	1.53	72	20	0.14	1.75	90	25	0.17	2.19	
H Aço endurecido	1	40–55HRC	38	6	0.16	0.33	42	7	0.17	0.38	48	8	0.18	0.44	60	10	0.2	0.55	
			48	11	0.14	0.88	53	13	0.15	0.99	60	14	0.16	1.1	75	18	0.18	1.37	
			58	16	0.12	1.43	63	18	0.13	1.53	72	20	0.14	1.75	90	25	0.16	2.19	

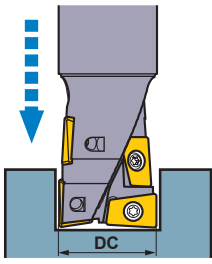
Para usinar aço endurecido, recomenda-se o método de interpolação helicoidal.

(Nota 1) Quando utilizar o quebra-cavaco G1 (VP15TF), reduza o avanço em 20%.

(Nota 2) O "No." refere-se à velocidade de corte recomendada. Para mais informações, consulte a velocidade de corte na página 10.

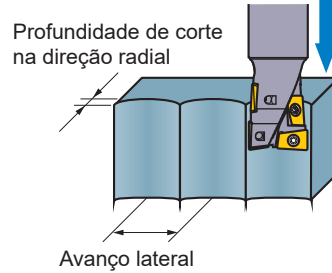
## ■ Para furação e mergulho

### ● Furação



- A profundidade de furação recomendada é 0.5DC.
- Realize furação com avanço interrompido (0.25–0.5mm) para quebrar os cavacos efetivamente.
- Use refrigeração interna ou externa para que a expulsão de cavacos seja eficiente.
- Os cavacos gerados podem dispersar-se em qualquer direção. Portanto, certifique-se de tomar as medidas de segurança adequadas.

### ● Mergulho



- O avanço para mergulho é o mesmo que o avanço para furação.
- Não é necessário o avanço interrompido ("pica-pau").
- Consulte a profundidade de corte para operações de mergulho na tabela abaixo.

Prof. de corte na direção radial	≤ 0.4DC
Avanço lateral	≤ 0.5DC

(mm)

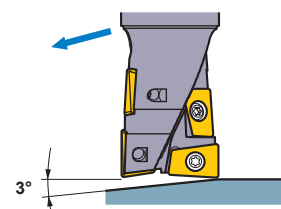
Material	No.	Dureza	φ 16, 17		φ 20, 21		φ 25, 26		φ 32, 33, 35		φ 40		φ 50	
			f (mm/rot)	Etapa	f (mm/rot)	Etapa	f (mm/rot)	Etapa	f (mm/rot)	Etapa	f (mm/rot)	Etapa	f (mm/rot)	Etapa
P Aço baixo carbono	1	≤180HB	0.035	0.2	0.045	0.3	0.05	0.3	0.055	0.3	0.06	0.3	0.065	0.3
	Aço carbono Aço liga	2	180–350HB	0.03	0.2	0.04	0.3	0.045	0.3	0.05	0.3	0.055	0.3	0.06
M Aço inoxidável	1,2,3,4	—	0.03	0.15	0.04	0.25	0.045	0.25	0.05	0.25	0.055	0.25	0.06	0.25
K Ferro fundido cinzento	1	≤350MPa	0.04	0.4	0.05	0.5	0.06	0.5	0.065	0.5	0.07	0.5	0.075	0.5
N Liga de alumínio	1,2,3	—	0.04	0.2	0.05	0.3	0.06	0.3	0.065	0.3	0.07	0.3	0.075	0.3
H Aço endurecido	1	40–55HRC	0.02	0.15	0.03	0.25	0.035	0.25	0.04	0.25	0.045	0.25	0.05	0.25

Para usinar aço endurecido, recomenda-se o método de interpolação helicoidal.

(Nota 1) Quando utilizar o quebra-cavaco G1 (VP15TF), reduza o avanço em 20%.

(Nota 2) O "No." refere-se à velocidade de corte recomendada. Para mais informações, consulte a velocidade de corte na página 10.

## ■ Para rampa



- Na usinagem de aços, recomenda-se um ângulo de rampa de 3°. Com um ângulo de rampa maior que 3°, os cavacos formados podem não se quebrar e, com isso, podem se enrolar em torno da ferramenta.
- Nas operações de rampa, recomenda-se reduzir o avanço em 40% sobre os parâmetros de corte na página 12.