

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

SIGLAS DAS PROPRIEDADES DAS FERRAMENTAS DE CORTE CONFORME NORMA ISO 13399	Q002
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA TORNEAMENTO	Q006
CONTROLE DE CAVACO PARA TORNEAMENTO	Q008
EFEITOS DAS CONDIÇÕES DE CORTE PARA TORNEAMENTO	Q009
FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS FERRAMENTAS PARA TORNEAMENTO	Q011
FÓRMULAS PARA TORNEAMENTO	Q015
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA ROSQUEAMENTO	Q016
DIÂMETROS DAS BROCAS PARA FUROS ROSCADOS	Q017
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA FRESAMENTO DE FACE	Q018
FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS FERRAMENTAS PARA FRESAMENTO DE FACE	Q019
FÓRMULAS PARA FRESAMENTO DE FACE	Q022
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA FRESAMENTO DE TOPO	Q024
TERMINOLOGIA DAS FRESAS DE TOPO	Q025
TIPOS E FORMATOS DE FRESAS DE TOPO	Q026
SELEÇÃO DO PASSO DO AVANÇO DE PICO	Q027
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA FURAÇÃO	Q028
DESGASTES DA BROCA E DANOS DA ARESTA DE CORTE	Q029
TERMINOLOGIA DAS BROCAS E CARACTERÍSTICAS DE USINAGEM	Q030
FÓRMULAS PARA FURAÇÃO	Q033
LISTA DE REFERÊNCIA CRUZADA DE MATERIAIS METÁLICOS	Q034
AÇOS PARA MOLDES E MATRIZES	Q038
RUGOSIDADE SUPERFICIAL	Q040
TABELA DE COMPARAÇÃO DE DUREZA	Q041
TABELA DE TOLERÂNCIA DE ENCAIXE (FUROS)	Q042
TABELA DE TOLERÂNCIA DE ENCAIXE (EIXOS)	Q044
DIMENSÃO DO FURO PARA A CABEÇA DO PARAFUSO HEXAGONAL	Q046
CONE STANDARD	Q047
SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES	Q048
DESGASTES E DANOS EM FERRAMENTAS	Q049
MATERIAIS DAS FERRAMENTAS DE CORTE	Q050
CLASSES MITSUBISHI	Q051
TABELA DE COMPARAÇÃO DE CLASSES	Q052
TABELA DE COMPARAÇÃO DE QUEBRA-CAVACOS	Q058



SIGLAS DAS PROPRIEDADES DAS FERRAMENTAS DE CORTE CONFORME NORMA ISO 13399

Ordem alfabética

Fonte: norma ISO13399

URL : <https://www.iso.org/search/x/query/13399>

ISO 13399 Sigla	Descrição	Termos em inglês
ADJLX	Limite máximo de ajuste	adjustment limit maximum
ADJRG	Faixa de ajuste	adjustment range
ALF	Ângulo de folga radial	clearance angle radial
ALP	Ângulo de folga axial	clearance angle axial
AN	Ângulo de folga principal	clearance angle major
ANN	Ângulo de folga menor	clearance angle minor
APMX	Profundidade máxima de corte	depth of cut maximum
AS	Ângulo de folga da aresta alisadora	clearance angle wiper edge
ASP	Comprimento do parafuso de ajuste	adjusting screw protrusion
AZ	Profundidade máxima de mergulho	plunge depth maximum
B	Largura da haste	shank width
BBD	Balanceado pelo desenho	balanced by design
BCH	Comprimento do chanfro do canto	corner chamfer length
BD	Diâmetro do corpo	body diameter
BDX	Diâmetro máximo do corpo	body diameter maximum
BHCC	Número de círculos de parafusos de montagem	bolt hole circle count
BHTA	Ângulo de conicidade	body half taper angle
BMC	Código do material do corpo	body material code
BS	Comprimento da aresta alisadora	wiper edge length
BSR	Raio da aresta alisadora	wiper edge radius
CASC	Código do tamanho da cápsula	cartridge size code
CB	Número de faces do quebra-cavaco	chip breaker face count
CBDP	Profundidade do furo de fixação	connection bore depth
CBMD	Designação dos fabricantes de quebra-cavacos	chip breaker manufacturers designation
CBP	Propriedade do quebra-cavaco	chip breaker property
CCMS	Código de conexão - lado da máquina	connection code machine side
CCWS	Código de conexão - lado da peça	connection code workpiece side
CCP	Propriedade do canto de chanfro	chamfer corner property
CDI	Diâmetro de corte do inserto	insert cutting diameter
CDX	Profundidade máxima de corte	cutting depth maximum
CEATC	Código do tipo de ângulo de corte da ferramenta	tool cutting edge angle type code
CECC	Código da preparação da aresta de corte	cutting edge condition code
CEDC	Número de arestas de corte	cutting edge count
CF	Chanfro da ponta	spot chamfer
CHW	Largura do chanfro de canto	corner chamfer width
CICT	Número de dentes	cutting item count
CNC	Número de arestas de corte	corner count
CND	Diâmetro da entrada de refrigeração	coolant entry diameter
CNSC	Código do tipo de entrada de refrigeração	coolant entry style code
CNT	Tamanho da rosca da entrada de refrigeração	coolant entry thread size
CP	Pressão de refrigeração	coolant pressure
CRE	Raio	spot radius
CRKS	Tamanho da rosca do tirante de tração	connection retention knob thread size
CSP	Propriedade de fornecimento de refrigeração	coolant supply property
CTP	Propriedade de revestimento	coating property
CTX	Translação do ponto de corte no eixo X	cutting point translation X-direction
CTY	Translação do ponto de corte no eixo Y	cutting point translation Y-direction
CUTDIA	Máximo diâmetro de corte da peça	work piece parting diameter maximum
CUB	Base da unidade de conexão	connection unit basis
CW	Largura de corte	cutting width
CWX	Largura máxima de corte	cutting width maximum
CXD	Diâmetro da saída de refrigeração	coolant exit diameter

ISO 13399 Sigla	Descrição	Termos em inglês
CXSC	Código do tipo de saída de refrigeração	coolant exit style code
CZC	Código de tamanho da conexão	connection size code
D1	Diâmetro do furo de fixação	fixing hole diameter
DAH	Diâmetro do furo de acesso	diameter access hole
DAXN	Diâmetro externo mínimo do canal axial	axial groove outside diameter minimum
DAXX	Diâmetro externo máximo do canal axial	axial groove outside diameter maximum
DBC	Diâmetro do círculo de parafusos de montagem	diameter bolt circle
DC	Diâmetro de corte	cutting diameter
DCB	Diâmetro do furo de conexão	connection bore diameter
DCBN	Diâmetro mínimo do furo de conexão	connection bore diameter minimum
DCBX	Diâmetro máximo do furo de conexão	connection bore diameter maximum
DCC	Código do tipo de configuração do desenho	design configuration style code
DCCB	Diâmetro do alojamento do parafuso de montagem	counterbore diameter connection bore
DCIN	Diâmetro de corte interno	cutting diameter internal
DCINN	Diâmetro de corte interno mínimo	cutting diameter internal minimum
DCINX	Diâmetro de corte interno máximo	cutting diameter internal maximum
DCN	Diâmetro mínimo de corte	cutting diameter minimum
DCON	Diâmetro da conexão	connection diameter
DCONMS	Diâmetro da conexão - lado da máquina	connection diameter machine side
DCONWS	Diâmetro da conexão - lado da peça	connection diameter workpiece side
DCSC	Código do tamanho do diâmetro de corte	cutting diameter size code
DCSFMS	Diâmetro da superfície de contato - lado da máquina	contact surface diameter machine side
DCX	Diâmetro máximo de corte	cutting diameter maximum
DF	Diâmetro do flange	flange diameter
DHUB	Diâmetro do cubo	hub diameter
DMIN	Diâmetro mínimo do furo	minimum bore diameter
DMM	Diâmetro da haste	shank diameter
DN	Diâmetro do prolongamento	neck diameter
DRVA	Ângulo de acionamento	drive angle
EPSR	Ângulo da ponta do inserto	insert included angle
FHA	Ângulo de hélice do canal	flute helix angle
FHCSA	Conicidade do furo de fixação	fixing hole countersunk angle
FHCSD	Diâmetro superior do furo de fixação	fixing hole countersunk diameter
FLGT	Espessura do flange	flange thickness
FMT	Tipo de formato	form type
FXHLP	Propriedade do furo de fixação	fixing hole property
GAMF	Ângulo de saída radial	rake angle radial
GAMN	Ângulo de saída normal	rake angle normal
GAMO	Ângulo de saída ortogonal	rake angle orthogonal
GAMP	Ângulo de saída axial	rake angle axial
GAN	Ângulo de saída do inserto	insert rake angle
H	Altura da haste	shank height
HA	Altura teórica da rosca	thread height theoretical
HAND	Sentido	hand
HBH	Deslocamento inferior entre cabeça e haste	head bottom offset height
HBKL	Comprimento do deslocamento traseiro da cabeça	head back offset length
HBKW	Largura do deslocamento traseiro da cabeça	head back offset width
HBL	Comprimento do deslocamento inferior da cabeça	head bottom offset length
HC	Altura real da rosca	thread height actual
HF	Altura funcional	functional height
HHUB	Altura do cubo	hub height
HTB	Altura do corpo	body height
IC	Diâmetro do círculo inscrito	inscribed circle diameter
IFS	Código do tipo de montagem do inserto	insert mounting style code
IIC	Código da interface do inserto	insert interface code
INSL	Comprimento do inserto	insert length
KAPR	Ângulo da aresta de corte da ferramenta	tool cutting edge angle
KCH	Ângulo de chanfro do canto	corner chamfer angle

SIGLAS DAS PROPRIEDADES DAS FERRAMENTAS DE CORTE CONFORME NORMA ISO 13399

ISO 13399 Sigla	Descrição	Termos em inglês
KRINS	Ângulo da aresta de corte principal	cutting edge angle major
KWL	Comprimento do rasgo de chaveta	keyway length
KWW	Largura do rasgo de chaveta	keyway width
KYP	Propriedade da chaveta	keyway property
L	Comprimento da aresta de corte	cutting edge length
LAMS	Ângulo de inclinação	inclination angle
LB	Comprimento do corpo	body length
LBB	Largura do quebra-cavaco	chip breaker width
LBX	Comprimento máximo do corpo	body length maximum
LCCB	Profundidade de rebaixo do furo de conexão	counterbore depth connection bore
LCF	Comprimento do canal para cavacos	length chip flute
LDRED	Comprimento do diâmetro reduzido do corpo	reduced body diameter length
LE	Comprimento efetivo da aresta de corte	cutting edge effective length
LF	Comprimento funcional	functional length
LFA	Dimensão A de LF	a dimension on lf
LH	Comprim. da cabeça / Comprim. do diâm. reduzido do corpo	head length
LPR	Comprimento da saliência	protruding length
LS	Comprimento da haste	shank length
LSC	Comprimento de fixação	clamping length
LSCN	Comprimento mínimo de fixação	clamping length minimum
LSCX	Comprimento máximo de fixação	clamping length maximum
LTA	Comprimento LTA (comprimento de MCS para CRP)	LTA length (length from MCS to CRP)
LU	Comprimento útil	usable length
LUX	Máximo comprimento útil	usable length maximum
M	Tolerância do raio de ponta (dimensão m)	m-dimension
M2	Distância entre o círculo inscrito nominal e a ponta do inserto que tenha ângulo da ponta secundário	distance between the nominal inscribed circle and the corner of an insert that has the secondary included angle
MHA	Ângulo do furo de montagem	mounting hole angle
MHD	Distância do furo de montagem	mounting hole distance
MHH	Altura do furo de montagem	mounting hole height
MIID	Identificação do inserto master	master insert identification
MTP	Código do tipo de fixação	clamping type code
NCE	Número de cortes no topo	cutting end count
NOF	Número de canais	flute count
NOI	Número de indexações do inserto	insert index count
NT	Número de dentes do inserto para rosqueamento	tooth count
OAH	Altura total	overall height
OAL	Comprimento total	overall length
OAW	Largura total	overall width
PDPT	Profundidade do perfil do inserto	profile depth insert
PDX	Distância do perfil ex	profile distance ex
PDY	Distância do perfil ey	profile distance ey
PFS	Código do tipo de perfil	profile style code
PL	Comprimento da ponta	point length
PNA	Ângulo de perfil da rosca	profile included angle
PSIR	Ângulo de ataque da ferramenta	tool lead angle
PSIRL	Ângulo da aresta de corte principal à esquerda	cutting edge angle major left hand
PSIRR	Ângulo da aresta de corte principal à direita	cutting edge angle major right hand
RAL	Ângulo de folga à esquerda	relief angle left hand
RAR	Ângulo de folga à direita	relief angle right hand
RCP	Propriedade do canto arredondado	rounded corner property
RE	Raio de canto	corner radius
REL	Raio de canto esquerdo	corner radius left hand
RER	Raio de canto direito	corner radius right hand
RMPX	Ângulo máximo de rampa	ramping angle maximum
RPMX	Rotação máxima	rotational speed maximum
S	Espessura do inserto	insert thickness
S1	Espessura total do inserto	insert thickness total

ISO 13399 Sigla	Descrição	Termos em inglês
SC	Código do formato do inserto	insert shape code
SDL	Comprimento entre diâmetros escalonados	step diameter length
SIG	Ângulo da ponta	point angle
SSC	Código do tamanho do assento do inserto	insert seat size code
SX	Código do formato da seção transversal da haste	shank cross section shape code
TC	Classe de tolerância do inserto	tolerance class insert
TCE	Código da aresta de corte inclinada	tipped cutting edge code
TCTR	Classe de tolerância de rosca	thread tolerance class
TD	Diâmetro da rosca	thread diameter
THFT	Tipo de formato da rosca	thread form type
THL	Comprimento de rosqueamento	threading length
THLGTH	Comprimento da rosca	thread length
THSC	Código do formato do adaptador	tool holder shape code
THUB	Espessura do cubo	hub thickness
TP	Passo da rosca	thread pitch
TPI	Fios por polegada	threads per inch
TPIN	Mínimos fios por polegada	threads per inch minimum
TPIX	Máximos fios por polegada	threads per inch maximum
TPN	Passo mínimo da rosca	thread pitch minimum
TPT	Tipo de perfil da rosca	thread profile type
TPX	Passo máximo da rosca	thread pitch maximum
TQ	Torque	torque
TSYC	Código do tipo de ferramenta	tool style code
TTP	Tipo de rosca	thread type
ULDR	Relação comprimento útil/diâmetro	usable length diameter ratio
UST	Sistema de unidades	unit system
W1	Largura do inserto	insert width
WEP	Propriedade da aresta alisadora	wiper edge property
WF	Largura funcional	functional width
WF2	Distância entre o ponto de referência de corte (CRP) e a superfície de alojamento frontal da ferramenta de torneamento.	distance between the cutting reference point and the front seating surface of a turning tool
WFS	Largura funcional secundária	functional width secondary
WT	Peso da ferramenta	weight of item
ZEFF	Número efetivo de arestas de corte no topo	face effective cutting edge count
ZEFP	Número efetivo de arestas de corte na periferia	peripheral effective cutting edge count
ZNC	Número de arestas de corte central	cutting edge center count
ZNF	Número de insertos montados no topo	face mounted insert count
ZNP	Número de insertos montados na periferia	peripheral mounted insert count

SIGLAS DAS REFERÊNCIAS CONFORME NORMA ISO 13399

ISO 13399 Sigla	Descrição	Termos em inglês
CIP	Sistema de coordenadas no processo	Coordinate system In Process
CRP	Ponto de referência de corte	Cutting Reference Point
CSW	Sistema de coordenadas - lado da peça	Coordinate System Workpiece side
MCS	Sistema de coordenadas de montagem	Mounting Coordinate System
PCS	Sistema de coordenadas primárias	Primary Coordinate System

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA TORNEAMENTO

Problemas			Soluções		Seleção da Classe do Inserto				Condições de Corte				Geometria da Ferramenta						Máquina e Fixação					
					Selecione uma classe mais dura	Selecione uma classe mais tenaz	Selecione uma classe mais resistente ao choque térmico	Selecione uma classe mais resistente à adesão	Velocidade de corte	Avanço	Profundidade de corte	Refrigeração		Revise o quebra-cavaco	Ângulo de saída	Raio da ponta	Ângulo de posição	Resistência da aresta / Preparação da aresta	Classe do inserto	Aumente a rigidez da ferramenta	Aumente a rigidez de fixação da ferramenta e da peça	Reduza o balanço do suporte	Reduza a potência de corte e a folga da máquina	
			Aumente ↗	Diminua ↘								Não utilize óleo Solúvel em água Usinagem com ou sem refrigeração												
													Aumente ↗											Diminua ↘
Fatores																								
Deterioração da vida da ferramenta	Rápido desgaste do inserto	Classe inadequada	●																					
		Geometria inadequada da aresta de corte																						
		Velocidade de corte inadequada						↘		↗				● Refrig.										
	Microlascamento e fratura da aresta de corte	Classe inadequada		●																				
		Condições de corte impróprias							↘		↘													
		Necessidade de uma aresta de corte mais resistente.												●										
		Ocorrência de trincas térmicas			●			↘		↘		↘		● sem refrigeração.										
Formação de aresta postiça				●		↗		↗				● Refrig.												
Baixa rigidez																								
Fora de Tolerância	Dimensões não são constantes	Baixa precisão do inserto																●						
		Alto esforço de corte e desvio da aresta de corte													●		●		●		●		●	
	Necessário ajustar frequentemente devido ao aumento da dimensão	Classe inadequada	●																					
		Condições de corte impróprias						↘		↗														
Deterioração do Acabamento	Acabamento superficial ruim	Ocorrência de soldagem						↗		●		● Refrig.												
		Geometria inadequada da aresta de corte												●		↗								
		Trepidação						↘		↘		↘							●		●		●	
Geração de Calor	Precisão de usinagem e vida da ferramenta deterioradas pelo calor excessivo	Condições de corte impróprias						↘		↘		↘												
		Geometria inadequada da aresta de corte												●		↗					↘			

Problemas			Soluções		Seleção da Classe do Inserto				Condições de Corte				Geometria da Ferramenta						Máquina e Fixação			
					Selecione uma classe mais dura	Selecione uma classe mais tenaz	Selecione uma classe mais resistente ao choque térmico	Selecione uma classe mais resistente à adesão	Velocidade de corte	Avanço	Profundidade de corte	Refrigeração		Selecione quebra-cavacos	Ângulo de saída	Raio da ponta	Ângulo de posição	Resistência da aresta / Preparação da aresta	Classe do inserto	Aumente a rigidez da ferramenta	Aumente a rigidez de fixação da ferramenta e da peça	Reduza o balanço do suporte
			Aumente ↗	Diminua ↘								Não utilize óleo Solúvel em água Usinagem com ou sem refrigeração										
									Fatores		Aumente ↗		Diminua ↘									
Rebarbas, Lascamento, etc.	Rebarbas (aço, alumínio)	Entalhe	●																			
		Condições de corte impróprias					↘	↗			● Refrig.											
		Geometria inadequada da aresta de corte										●	↗	↘	↘	↘						
	Lascamento da peça (ferro fundido)	Condições de corte impróprias						↘	↘													
		Geometria inadequada da aresta de corte										●	↗	↗	↗	↘						
		Ocorrência de vibrações																●	●	●	●	
	Rebarbas (aço baixo carbono)	Classe inadequada				●																
		Condições de corte impróprias					↗				●	● Refrig.										
		Geometria inadequada da aresta de corte										●	↗			↘						
		Ocorrência de vibrações																●	●	●	●	
	Controle de Cavacos	Cavacos longos	Condições de corte impróprias					↘	↗	↗		● Refrig.										
			Grande campo de controle de cavacos										●									
Geometria inadequada da aresta de corte														↘	↘							
Cavacos são curtos e dispersos		Condições de corte impróprias						↘	↘		● sem refrigeração.											
		Pequeno campo de controle de cavacos										●										
		Geometria inadequada da aresta de corte												↗	↗							

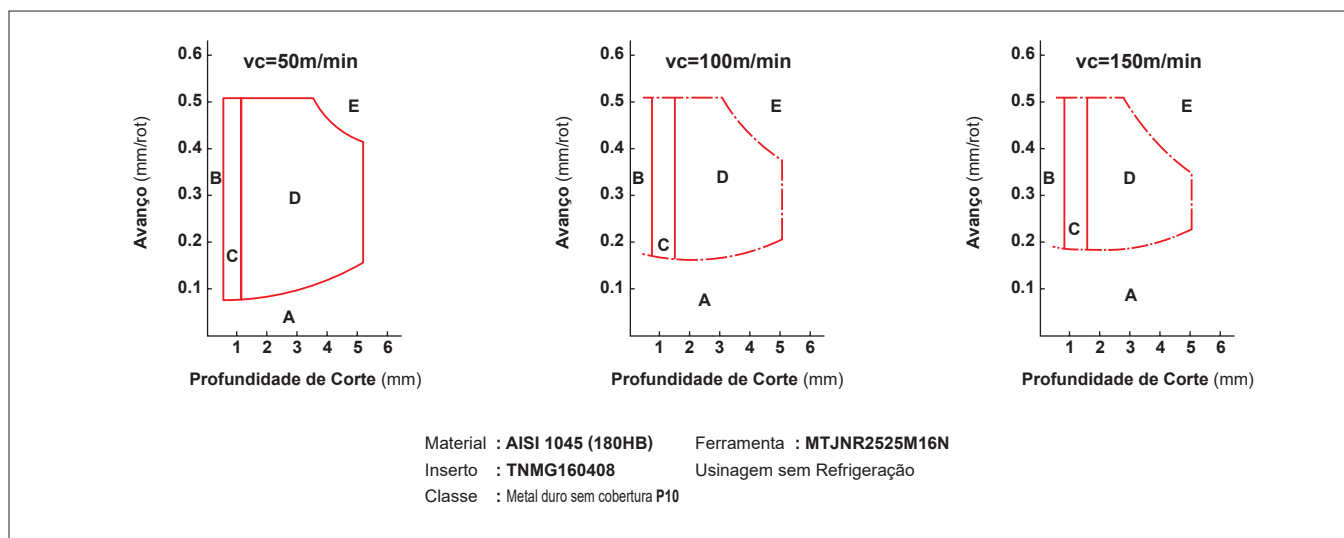
CONTROLE DE CAVACO PARA TORNEAMENTO

■ CONDIÇÕES DE CONTROLE DE CAVACOS NO TORNEAMENTO DE AÇO

Tipo	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E
Pequena Profundidade de Corte $d < 7\text{mm}$					
Grande Profundidade de Corte $d = 7-15\text{mm}$					
Comprimento da espiral (I)	Sem Espiral	$I \geq 50\text{mm}$	$I \leq 50\text{mm}$ 1-5 Espirais	≈ 1 Espiral	Menos que 1 Espiral Meia espiral
Notas	● Forma irregular e contínua. ● Emaranhado à peça e à ferramenta.	● Forma regular e contínua. ● Cavacos longos.	Bom	Bom	● Dispersão dos cavacos. ● Trepidação ● Acabamento ruim. ● Limite de esforço da ferramenta.

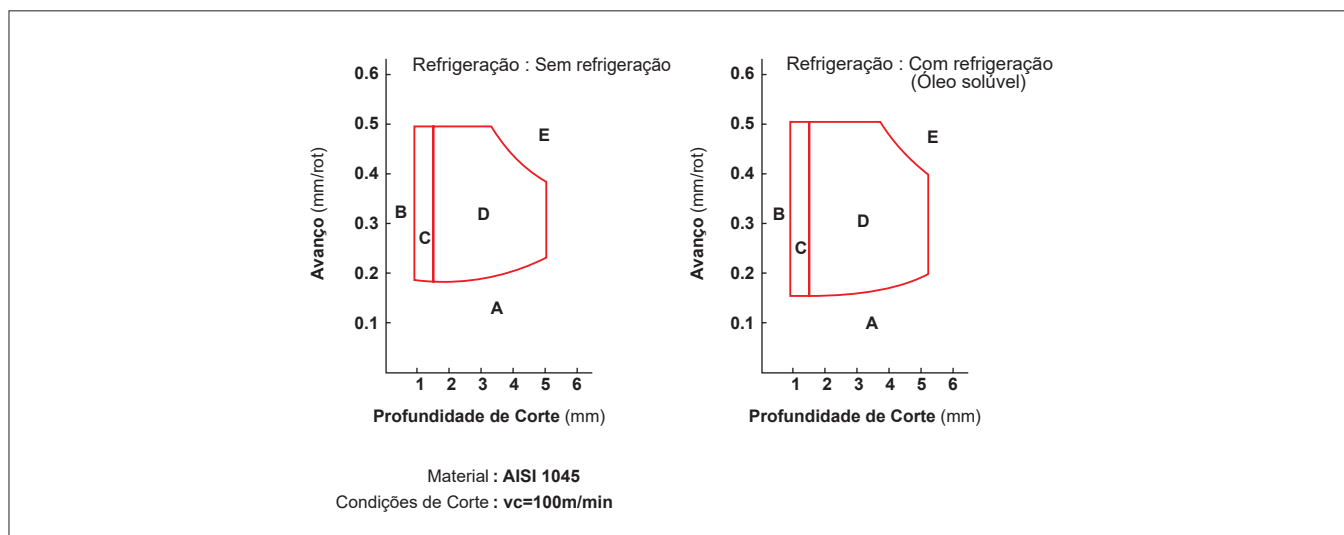
● Efeitos da velocidade de corte no campo de controle de cavacos

Em geral, quando a velocidade de corte aumenta, o campo de controle de cavacos tende a diminuir.



● Efeitos do fluido refrigerante no campo de controle de cavacos

Com a velocidade de corte constante, o campo de controle de cavacos varia dependendo do uso ou não do fluido refrigerante.



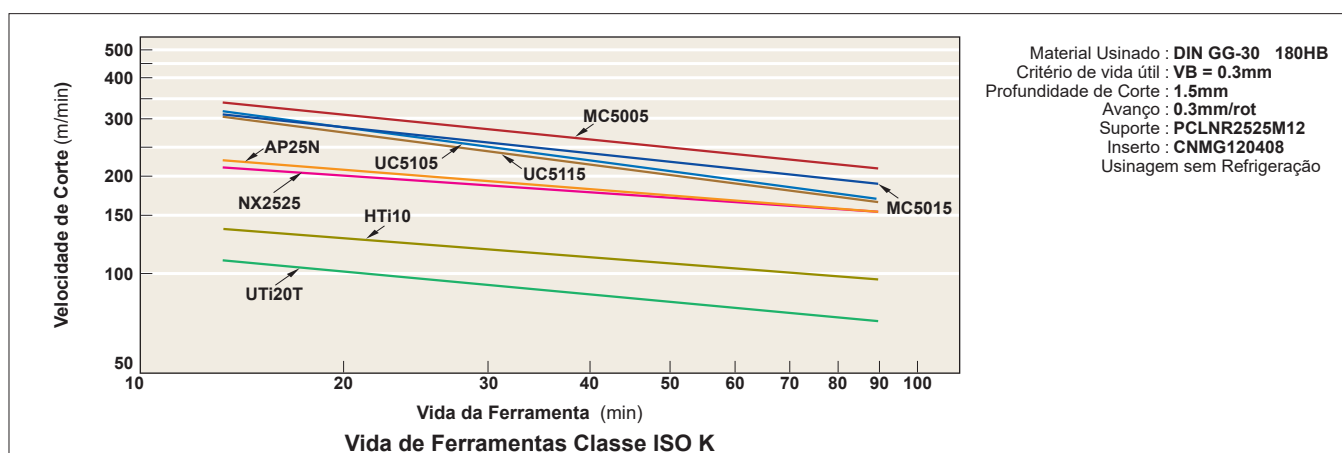
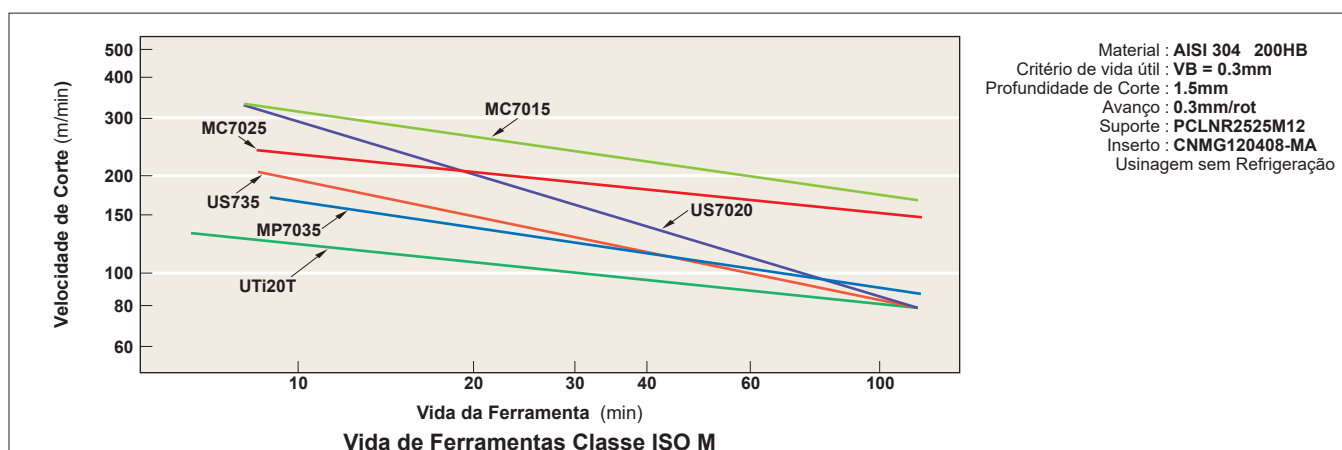
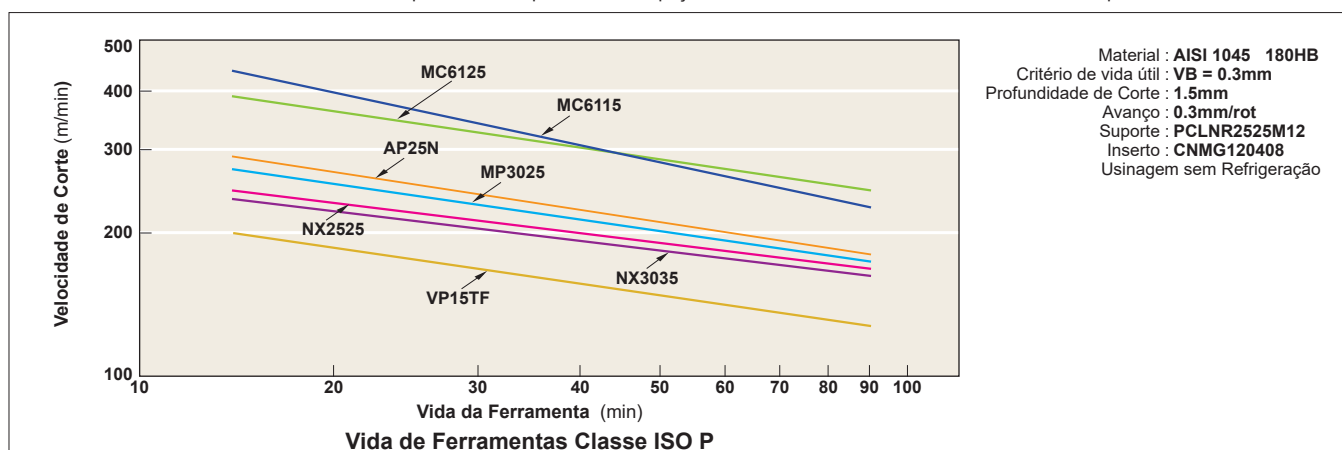
EFEITOS DAS CONDIÇÕES DE CORTE PARA TORNEAMENTO

■ EFEITOS DAS CONDIÇÕES DE CORTE PARA TORNEAMENTO

Condições ideais para usinagem são: o menor tempo de corte, a maior vida da ferramenta e a usinagem mais precisa. Para obter estas condições é necessário a seleção eficiente de condições de corte e ferramentas; baseada no material usinado, dureza e formato da peça e capacidade da máquina.

■ VELOCIDADE DE CORTE

A velocidade de corte afeta diretamente a vida da ferramenta. Aumentando a velocidade de corte, a temperatura de usinagem aumenta, resultando na diminuição da vida da ferramenta. A velocidade de corte varia dependendo do tipo e dureza da peça usinada. É necessário selecionar uma classe adequada à velocidade de corte.



● Efeitos da Velocidade de Corte

1. Aumentando a velocidade de corte em 20% a vida da ferramenta diminui para 1/2. Aumentando a velocidade de corte em 50% a vida da ferramenta diminui para 1/5.
2. Usinagens em baixas velocidades de corte (20—40m/min) tendem a causar trepidação. Portanto diminuem a vida da ferramenta.

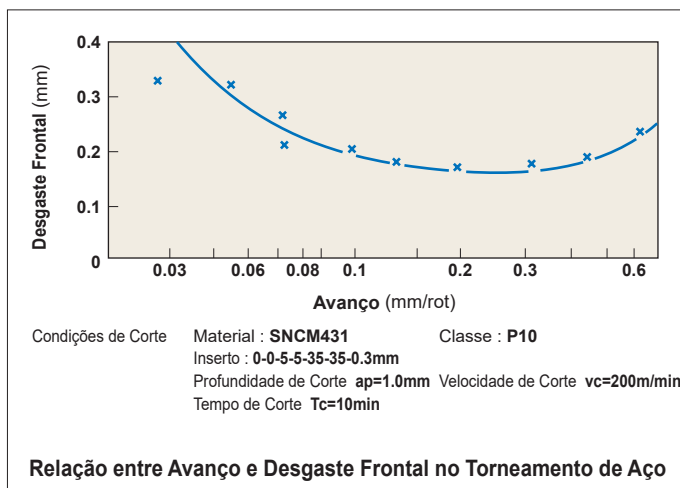
EFEITOS DAS CONDIÇÕES DE CORTE PARA TORNEAMENTO

■ AVANÇO

Em usinagem com suportes em geral, avanço é a distância percorrida pelo suporte em cada rotação da peça. Em fresamento, avanço é a distância percorrida pela mesa da máquina em uma rotação da fresa dividida pelo número de cortes da ferramenta, isto é indicado em avanço por dente.

● EFEITOS DO AVANÇO

1. Diminuir o avanço resulta em desgaste frontal e diminuição da vida da ferramenta.
2. Aumentar o avanço aumenta a temperatura de usinagem e o desgaste frontal. No entanto, o efeito na vida da ferramenta é mínimo se comparado ao efeito da velocidade de corte.
3. Aumentando o avanço, melhora a eficiência da usinagem.

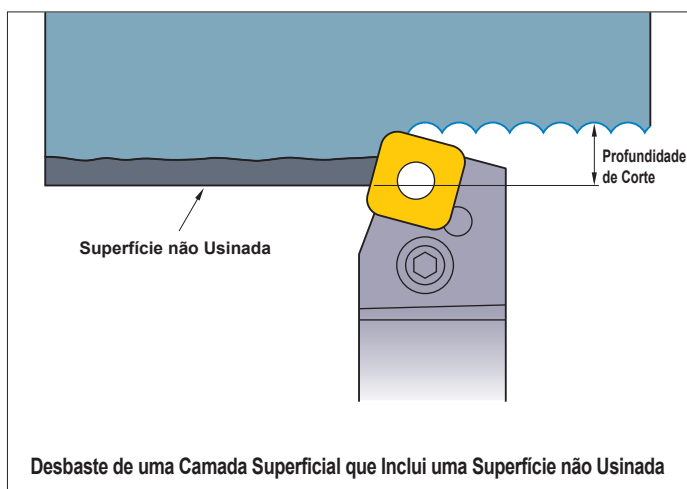
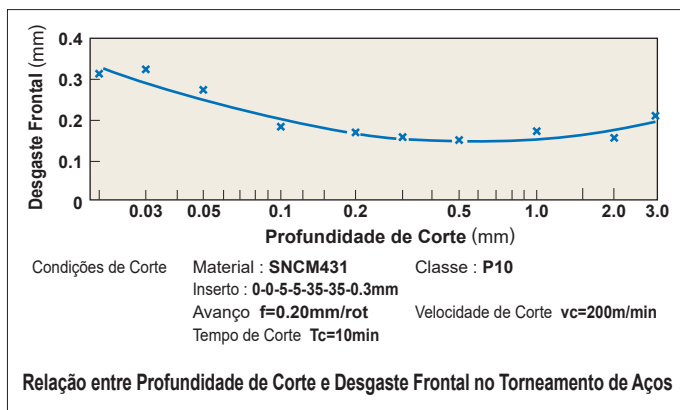


■ PROFUNDIDADE DE CORTE

A profundidade de corte é determinada de acordo com o material a ser removido, formato da peça usinada, potência e rigidez da máquina e rigidez da ferramenta.

● Efeitos da Profundidade de Corte

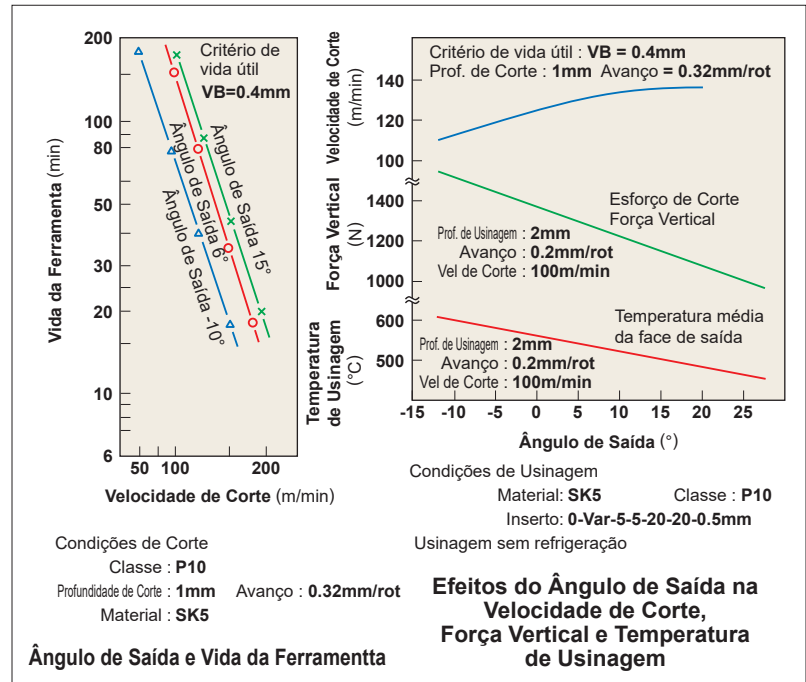
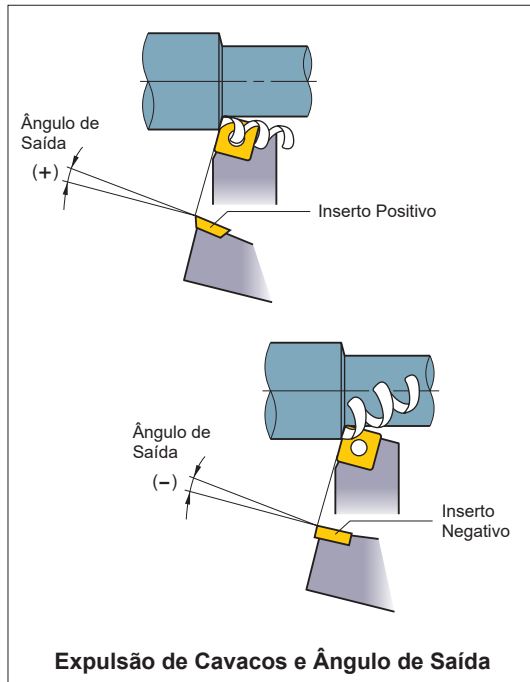
1. Mudanças na profundidade de corte não alteram muito a vida da ferramenta.
2. Pequena profundidade de corte resulta em fricção e usinagem da camada mais dura da peça. Portanto, menor vida da ferramenta.
3. Quando usinamos uma superfície em bruto ou de ferro fundido, a profundidade de corte precisa ser aumentada enquanto a potência da máquina permitir, para evitar a usinagem de impurezas e pontos de incrustação da camada mais dura da peça com ponta da aresta de corte, e prevenir desgastes anormais e microlascas.



FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS FERRAMENTAS PARA TORNEAMENTO

■ ÂNGULO DE SAÍDA

Ângulo de saída é um ângulo da aresta de corte que tem grande efeito no esforço de corte, expulsão de cavacos, temperatura de corte e vida da ferramenta.



● Efeito do Ângulo de Saída

1. Aumentando o ângulo de saída na direção positiva (+), reduz o esforço de corte.
2. Aumentando o ângulo de saída na direção positiva (+) em 1° diminui o consumo de potência em 1% aproximadamente.
3. Aumentando o ângulo de saída na direção positiva (+) diminui a resistência da aresta de corte e na direção negativa (-) aumenta o esforço de usinagem.

Quando Aumentar o Ângulo de Saída no Sentido Negativo (-)

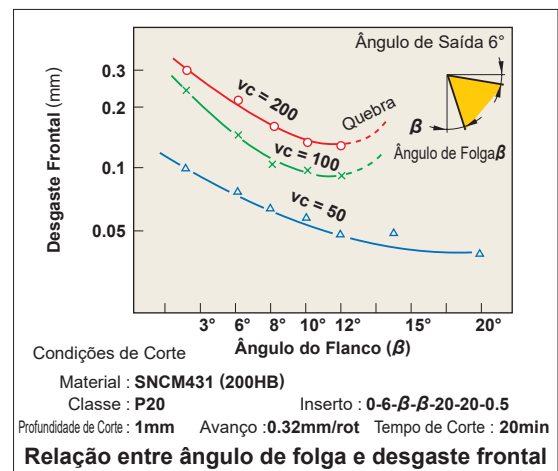
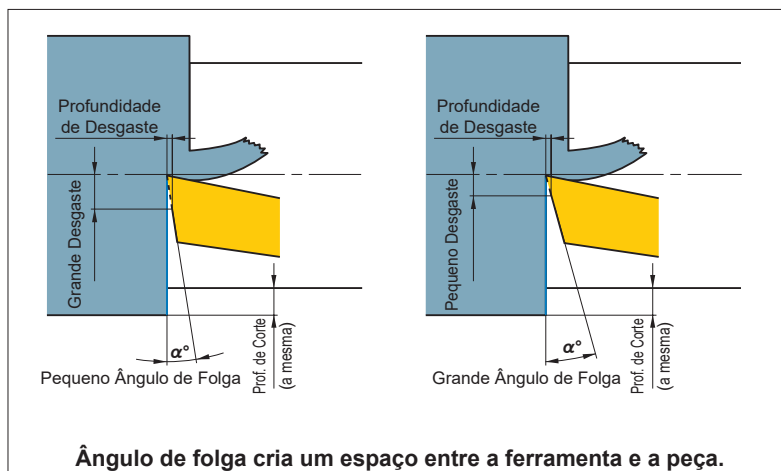
- Material usinado é duro.
- Quando exigir maior resistência da aresta de corte, como no corte interrompido e usinagem de superfícies em bruto.

Quando Aumentar o Ângulo de Saída no Sentido Positivo (+)

- Material de baixa dureza.
- Material de alta usinabilidade.
- Quando a peça usinada ou a máquina tem baixa rigidez.

■ Ângulo de Folga

Ângulo de folga previne a fricção entre face lateral da ferramenta e a peça usinada o que facilita o avanço.



● Efeito do Ângulo de Folga

1. Aumentando ângulo de folga diminui a ocorrência de desgaste frontal.
2. Aumentando ângulo de folga diminui a resistência da aresta de corte.

Quando Diminuir o Ângulo de Folga

- Material usinado é duro.
- Quando é necessário reforçar a aresta de corte.

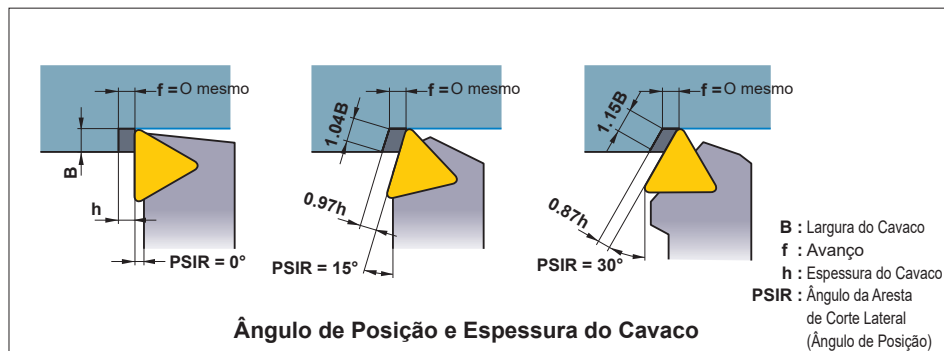
Quando Aumentar o Ângulo de Folga

- Material de baixa dureza.
- Materiais com facilidade de encruamento.

FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS FERRAMENTAS PARA TORNEAMENTO

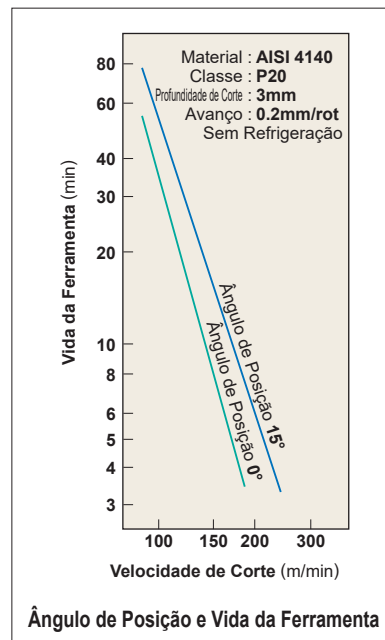
■ ÂNGULO DA ARESTA DE CORTE LATERAL (ÂNGULO DE POSIÇÃO)

O ângulo de posição reduz o impacto de entrada na usinagem e afeta a força de avanço, a força de reação e a espessura do cavaco.



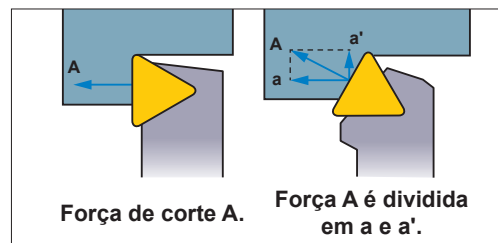
● Efeitos do Ângulo de Posição

1. Com o mesmo avanço, aumentando o ângulo de posição aumenta o comprimento de contato do cavaco na aresta e diminui a espessura do cavaco. Como resultado, a força de usinagem é dispersada em uma aresta de corte mais longa e a vida útil é prolongada.
2. Aumentando o ângulo de posição aumenta a força a' . Portanto, peças longas e delgadas, em alguns casos, podem sofrer deformação.
3. Aumentando o ângulo de posição piora o controle de cavacos.
4. Aumentando o ângulo de posição diminui a espessura do cavaco e aumenta a largura do cavaco. Portanto, quebrar os cavacos é mais difícil.



Quando Diminuir o Ângulo
○ Acabamentos com pequenas profundidades de corte. ○ Peças longas e delgadas. ○ Quando a máquina tem pouca rigidez.

Quando Aumentar o Ângulo
○ Materiais duros que produzem altas temperaturas de usinagem. ○ Quando desbastamos uma peça usinada de diâmetro grande. ○ Quando a máquina tem alta rigidez.

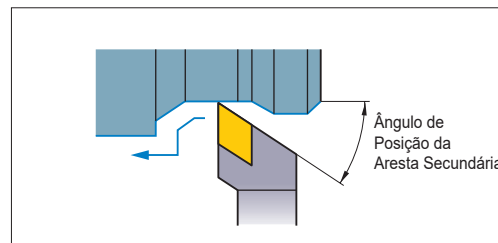


■ ÂNGULO DE POSIÇÃO DA ARESTA SECUNDÁRIA

O ângulo de posição da aresta secundária evita a interferência entre a superfície usinada e a ferramenta (aresta de corte secundária). Geralmente 5°—15°.

● Efeitos do Ângulo de Posição da Aresta Secundária

1. Diminuindo o ângulo de posição da aresta secundária aumenta a resistência da aresta de corte, mas também, aumenta a temperatura da aresta de corte.
2. Diminuindo o ângulo de posição da aresta secundária aumenta a força de reação e pode resultar em trepidação e vibração durante a usinagem.
3. Pequeno ângulo de posição da aresta secundária para desbaste e grande ângulo para acabamento é o recomendado.

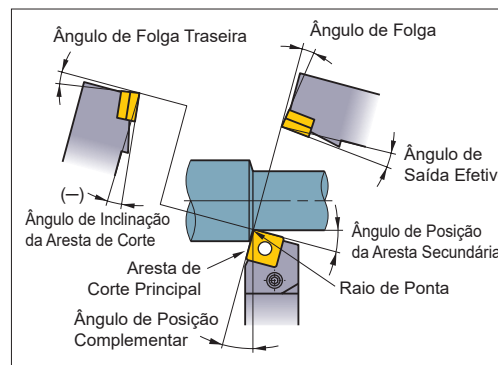


■ ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DA ARESTA DE CORTE

A inclinação da aresta de corte indica a inclinação da face de saída. Em usinagem pesada, a aresta de corte recebe um choque extremamente grande no início da usinagem. A inclinação da aresta de corte previne a aresta de receber este choque e quebrar. 3°—5° em torneamento e 10°—15° em faceamento são as recomendações.

● Efeitos da Inclinação da Aresta de Corte

1. Ângulo de inclinação da aresta negativo (−) direciona o cavaco na direção da peça usinada, e positivo (+) direciona o cavaco na direção oposta.
2. Ângulo de inclinação da aresta negativo (−) aumenta a resistência da aresta, mas também aumenta a força de reação dos esforços de usinagem.

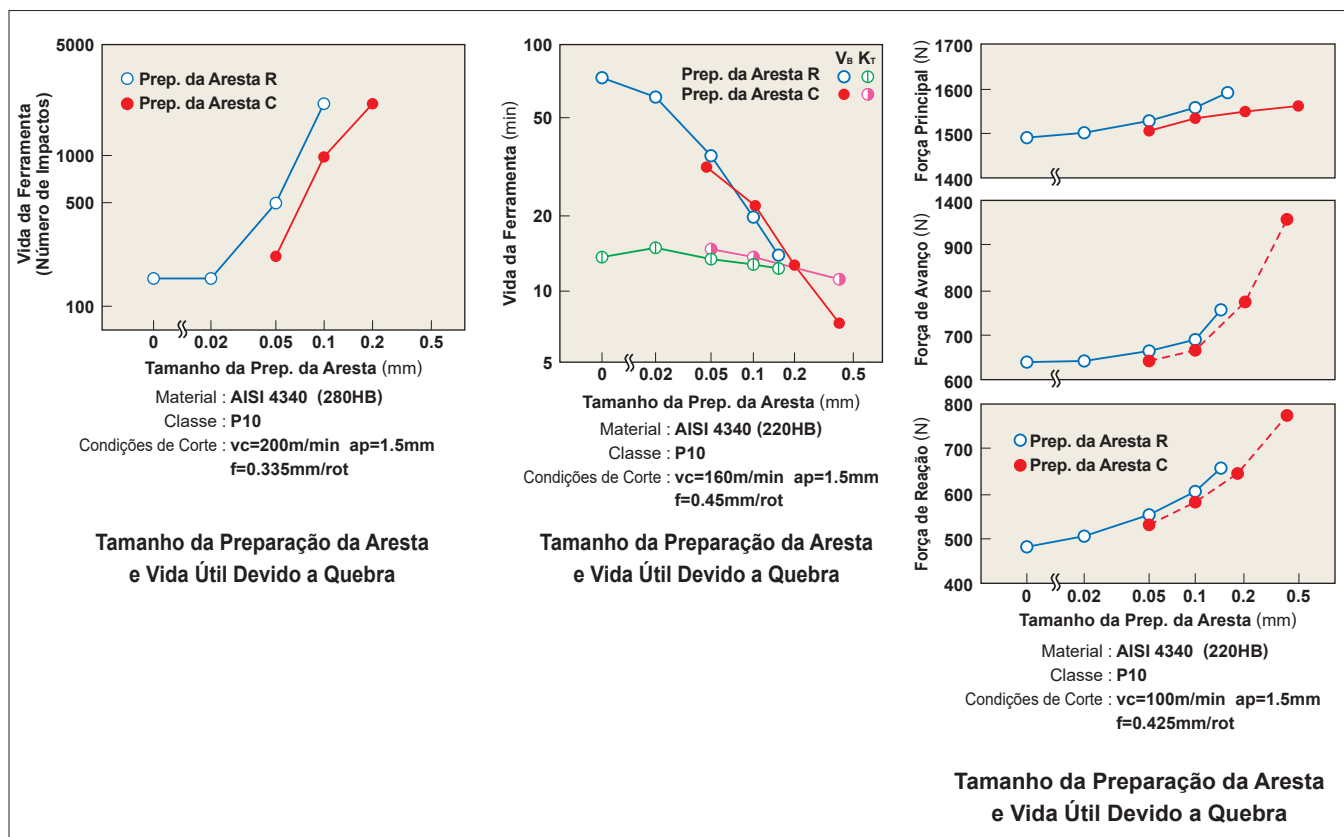
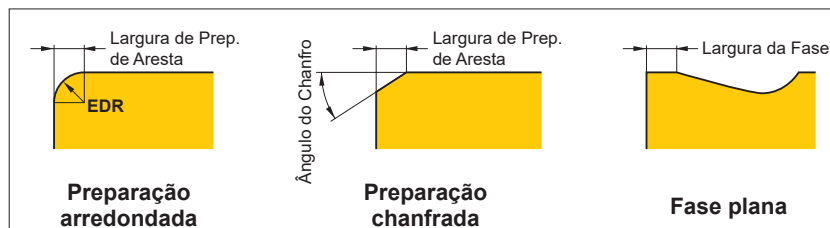


PREPARAÇÃO DA ARESTA E FASE PLANA

A preparação da aresta e a fase plana têm grande influência sobre a resistência da aresta de corte.

A preparação da aresta pode ser arredondada e/ou chanfrada. O tamanho ideal da largura da preparação é de aproximadamente 1/2 do avanço.

A fase plana é uma estreita área plana na superfície de saída.



Efeito da Preparação de Aresta

1. Aumentar a preparação de aresta, aumenta a vida útil da ferramenta e reduz as quebras.
2. Aumentar a preparação de aresta, aumenta a ocorrência de desgaste frontal e reduz a vida da ferramenta. O tamanho da preparação de aresta não afeta o desgaste na face de saída.
3. Aumentar a preparação de aresta aumenta os esforços de usinagem e a trepidação.

Quando Diminuir o Tamanho da Prep. de Aresta

- Em acabamentos com pequena profundidade de corte e pequeno avanço.
- Materiais de baixa dureza.
- Quando a peça usinada e/ou a máquina tem baixa rigidez.

Quando Aumentar o Tamanho da Prep. de Aresta

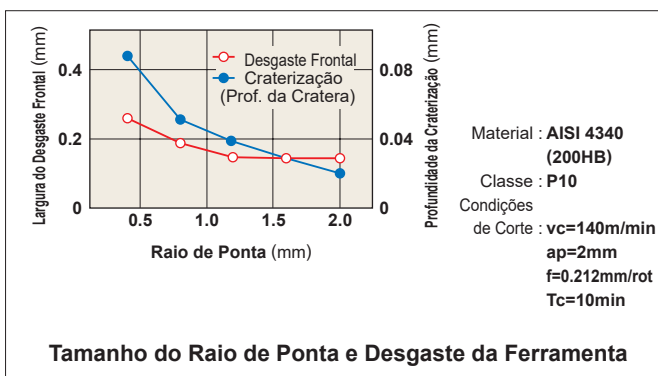
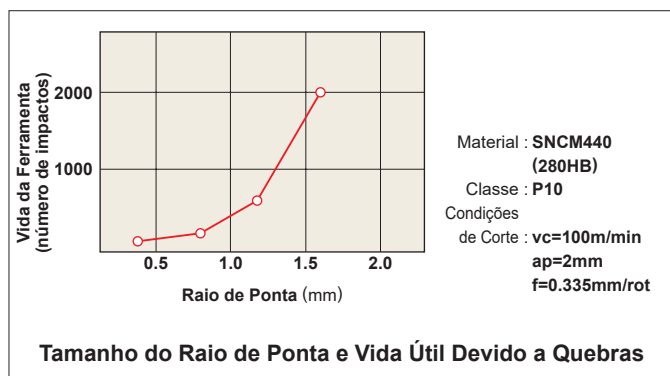
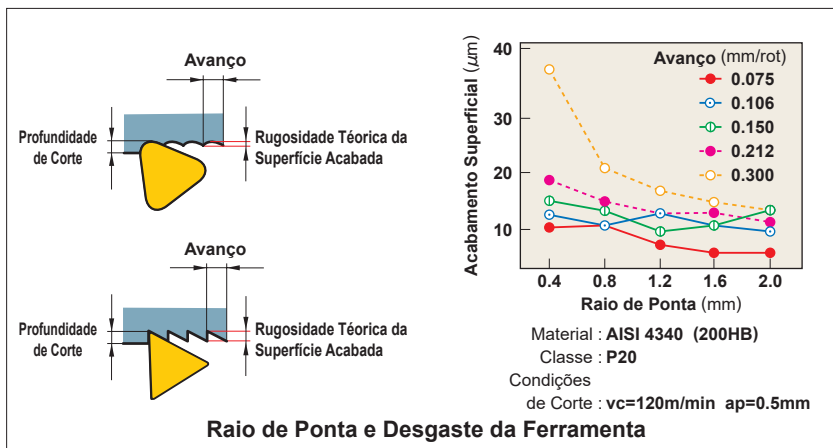
- Materiais usinados duros.
- Quando exigir maior resistência da aresta de corte, como no corte interrompido e usinagem de superfícies em bruto.
- Quando a máquina tem boa rigidez.

Nota 1) Insertos de metal duro sem cobertura, com cobertura CVD e de cermet já têm preparação da aresta (honing) arredondada.

FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS FERRAMENTAS PARA TORNEAMENTO

RAIO DA PONTA

O raio da ponta afeta a resistência da aresta de corte e o acabamento da superfície. Em geral é recomendado um raio de ponta 2-3 vezes maior que o avanço.



Efeitos do Raio da Ponta

1. Aumentando o raio de ponta melhora a rugosidade do acabamento da superfície.
2. Aumentando o raio de ponta melhora a resistência da aresta de corte.
3. Aumentando muito o raio de ponta, aumentam os esforços de usinagem e causa trepidações.
4. Aumentado o raio de ponta diminuem os desgastes frontal e da face de saída.
5. Aumentando muito o raio de ponta resulta em um controle de cavacos ruim.

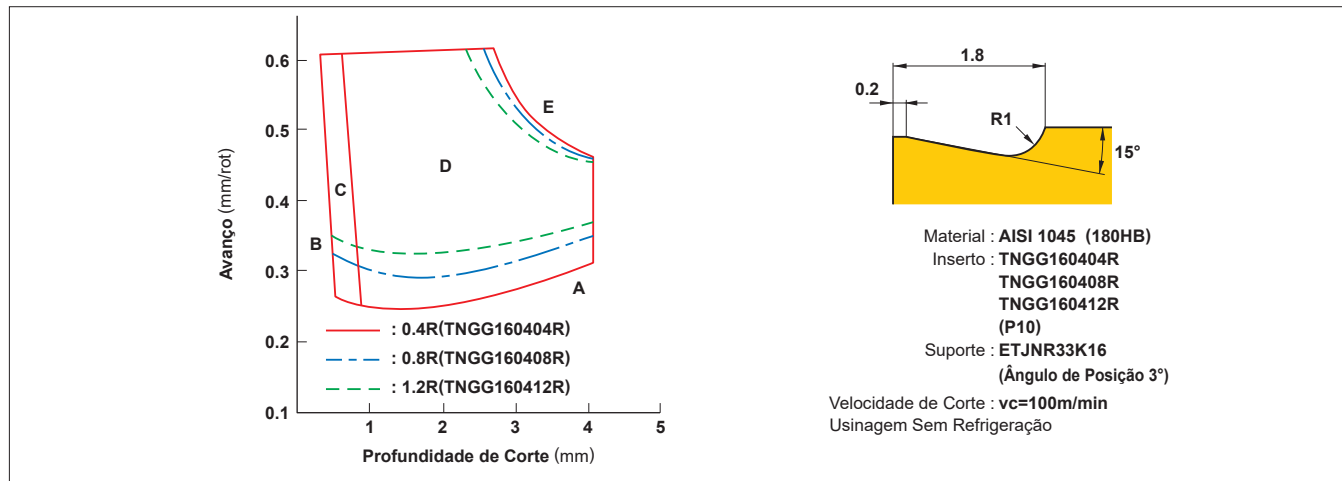
Quando Diminuir o Raio de Ponta

- Acabamentos com pequenas profundidades de corte.
- Peças longas e delgadas.
- Quando a máquina tem pouca rigidez.

Quando Aumentar o Raio de Ponta

- Quando exigir maior resistência da aresta de corte, como no corte interrompido e usinagem de superfícies em bruto.
- Em desbastes de peças com diâmetros grandes.
- Quando a máquina tem boa rigidez.

Raio de Ponta e Área de Controle de Cavacos



*Os símbolos A, B, C, D e E no gráfico acima correspondem aos dados da tabela "Condições de controle de cavacos no torneamento de aço" na página Q008.

FÓRMULAS PARA TORNEAMENTO

POTÊNCIA DE CORTE (Pc)

$$P_c = \frac{ap \cdot f \cdot vc \cdot K_c}{60 \times 10^3 \cdot \eta}$$

P_c (kW) : Potência de Usinagem Efetiva
f (mm/rot) : Avanço por Rotação
K_c (MPa) : Coeficiente de Força Específica de Corte
ap (mm) : Profundidade de Corte
vc (m/min) : Velocidade de Corte
η : (Coeficiente da Eficiência da Máquina)

(Problema) Qual é a potência de usinagem necessária para usinar aço baixo carbono com velocidade de corte 120m/min, profundidade de corte 3mm e avanço 0.2mm/rot (Eficiência da máquina 80%) ?

(Resposta) Substitua o coeficiente de força específica de corte K_c=3100MPa na fórmula.

$$P_c = \frac{3 \times 0.2 \times 120 \times 3100}{60 \times 10^3 \times 0.8} = 4.65 \text{ (kW)}$$

● K_c

Material	Resistência à Tração e Dureza (MPa)	Coeficiente de Força Específica de Corte K _c (MPa)				
		0.1 (mm/rot)	0.2 (mm/rot)	0.3 (mm/rot)	0.4 (mm/rot)	0.6 (mm/rot)
Aço Baixo Carbono (com ligas especiais)	520	3610	3100	2720	2500	2280
Aço Baixo Carbono	620	3080	2700	2570	2450	2300
Aço Endurecido	720	4050	3600	3250	2950	2640
Aço Ferramenta	670	3040	2800	2630	2500	2400
Aço Ferramenta	770	3150	2850	2620	2450	2340
Aço Cromo-Manganês	770	3830	3250	2900	2650	2400
Aço Cromo-Manganês	630	4510	3900	3240	2900	2630
Aço Cromo-Molibdênio	730	4500	3900	3400	3150	2850
Aço Cromo-Molibdênio	600	3610	3200	2880	2700	2500
Aço Níquel Cromo-Molibdênio	900	3070	2650	2350	2200	1980
Aço Níquel Cromo-Molibdênio	352HB	3310	2900	2580	2400	2200
Ferro Fundido Endurecido	46HRC	3190	2800	2600	2450	2270
Ferro Fundido Meehanite	360	2300	1930	1730	1600	1450
Ferro Fundido Cinzento	200HB	2110	1800	1600	1400	1330

VELOCIDADE DE CORTE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot Dm \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

vc (m/min) : Velocidade de Corte
Dm (mm) : Diâmetro da Peça
π (3.14) : Pi
n (min⁻¹) : Rotação do Eixo Principal

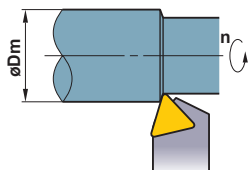
*Dividido por 1,000 para converter mm em m.

(Problema) Qual é a velocidade de corte quando a rotação do eixo principal é 700 min⁻¹ e o diâmetro da peça Ø50 ?

(Resposta) Substitua na fórmula π=3.14, Dm=50, n=700.

$$vc = \frac{\pi \cdot Dm \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 50 \times 700}{1000} = 110 \text{ m/min}$$

Velocidade de Corte é 110m/min.



AVANÇO (f)

$$f = \frac{l}{n} \text{ (mm/rot)}$$

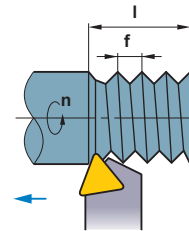
f (mm/rot) : Avanço por Rotação
l (mm/min) : Compr. Usinado por Min.
n (min⁻¹) : Rotação do Eixo Principal

(Problema) Qual é o avanço por rotação quando a rotação do eixo principal é 500min⁻¹ e comprimento usinado por minuto é 120 mm/min.?

(Resposta) Substitua n=500, l=120 na fórmula

$$f = \frac{l}{n} = \frac{120}{500} = 0.24 \text{ mm/rot}$$

A resposta é 0.24mm/rot.



TEMPO DE CORTE (Tc)

$$T_c = \frac{l_m}{f} \text{ (min)}$$

T_c (min) : Tempo de Corte
l_m (mm) : Comprimento da Peça
f (mm/min) : Compr. Usinado por Min.

(Problema) Qual é o tempo de corte quando 100mm da peça são usinados a 1000min⁻¹ com avanço=0.2mm/rot ?

(Resposta) Primeiro calcule o comprimento usinado por min. baseado no avanço e na rotação.

$$l = f \times n = 0.2 \times 1000 = 200 \text{ mm/min}$$

Substitua a resposta acima na fórmula.

$$T_c = \frac{l_m}{f} = \frac{100}{200} = 0.5 \text{ min}$$

0.5x60=30(seg.) A resposta é 30 seg.

RUGOSIDADE TEÓRICA DA SUPERFÍCIE ACABADA (h)

$$h = \frac{f^2}{8RE} \times 1000 (\mu\text{m})$$

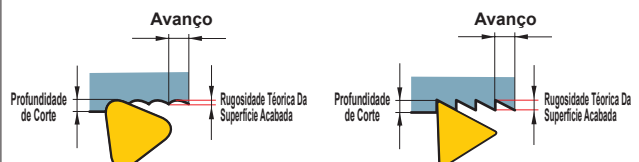
h (μm) : Rugosidade da Superfície Acabada
f (mm/rot) : Avanço por Rotação
RE (mm) : Raio de Ponta do Inserto

(Problema) Qual é a rugosidade teórica da superfície acabada quando o raio de ponta do inserto é 0.8mm e o avanço é 0.2 mm/rot ?

(Resposta) Substitua na fórmula f=0.2 mm/rot, R=0.8.

$$h = \frac{0.2^2}{8 \times 0.8} \times 1000 = 6.25 \mu\text{m}$$

A Rugosidade teórica da superfície acabada é 6 μm.



SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA ROSQUEAMENTO

Problemas	Observações	Causas	Soluções
Baixa precisão da rosca.	Roscas não se acoplam.	Instalação de ferramenta incorreta.	Regule a altura do centro do inserto para 0 mm.
			Verifique a inclinação do suporte (Lateral).
	Rosca rasa.	Profundidade de corte incorreta.	Modifique a profundidade de corte.
		Baixa resistência do inserto ao desgaste e à deformação plástica.	Verifique "Desgaste rápido da aresta de corte." e "Deformação plástica acentuada." abaixo.
Acabamento superficial ruim.	Superfície danificada.	Cavacos enrolam-se durante usinagem ou ficam incrustados na peça.	Modifique para avanço de flanco e controle a direção do fluxo de cavacos.
			Utilize insertos com quebra-cavacos 3-D, classe de tolerância M.
		A lateral da aresta de corte do inserto interfere na peça.	Verifique o ângulo de hélice e selecione um calço adequado.
	Superfície com fissuras.	Aresta postiça.	Aumente a velocidade de corte.
			Aumente a pressão do fluido refrigerante.
		Resistência ao corte excessiva.	Diminua a profundidade de corte por passe.
	Superfície vibrada.	Velocidade de corte excessiva.	Diminua a velocidade de corte.
		Fixação inadequada da peça ou da ferramenta.	Verifique novamente a fixação da peça e da ferramenta (Pressão da placa, folga na fixação).
		Instalação de ferramenta incorreta.	Regule a altura do centro do inserto para 0 mm.
	Vida da ferramenta muito curta.	Desgaste rápido da aresta de corte.	Velocidade de corte excessiva.
Excessivo número de passes causa desgaste por abrasão.			Reduza o número de passes.
Baixa porfundidade de corte no último passe.			Não repasse o corte na profundidade de 0 mm. Recomenda-se usinagem com profundidade maior que 0.05 mm.
Desgaste não uniforme das arestas de corte esquerda e direita.		Ângulo de hélice da peça não coincide com inclinação da ferramenta.	Verifique o ângulo de hélice da peça e selecione um calço adequado.
Lascamento e fraturas.		Velocidade de corte muito baixa.	Aumente a velocidade de corte.
		Resistência ao corte excessiva.	Aumente o número de passes e diminua o esforço de corte por passe.
		Fixação instável.	Verifique a deflexão da peça.
			Diminua o balanço da ferramenta.
		Obstrução por cavacos.	Verifique novamente a fixação da peça e da ferramenta (Pressão da placa, folga na fixação).
			Aumente a pressão de refrigeração para um melhor escoamento dos cavacos.
			Modifique os passes para controlar os cavacos. (Aumente cada passe para que o fluido refrigerante remova os cavacos)
		Modifique o avanço interno convencional para retrocesso, evitando que os cavacos se emaranhem.	
Peças sem chanfro elevam a resistência ao corte no início de cada passe.		Chanfre as faces de entrada e saída da peça.	
Deformação plástica acentuada.		Altas velocidades de corte e temperaturas excessivas.	Diminua a velocidade de corte.
	Falta de refrigeração.	Verifique se a refrigeração é suficiente.	
		Aumente a pressão do fluido refrigerante.	
Resistência ao corte excessiva.	Aumente o número de passes e diminua o esforço de corte por passe.		

DIÂMETROS DAS BROCAS PARA FUROS ROSCADOS

● Rosca Métrica de Passo Normal

Nominal	Diâmetro de Broca	
	HSS	Metal Duro
M1 ×0.25	0.75	0.75
M1.1×0.25	0.85	0.85
M1.2×0.25	0.95	0.95
M1.4×0.3	1.10	1.10
M1.6×0.35	1.25	1.30
M1.7×0.35	1.35	1.40
M1.8×0.35	1.45	1.50
M2 ×0.4	1.60	1.65
M2.2×0.45	1.75	1.80
M2.3×0.4	1.90	1.95
M2.5×0.45	2.10	2.15
M2.6×0.45	2.15	2.20
M3 ×0.5	2.50	2.55
M3.5×0.6	2.90	2.95
M4 ×0.7	3.3	3.4
M4.5×0.75	3.8	3.9
M5 ×0.8	4.2	4.3
M6 ×1.0	5.0	5.1
M7 ×1.0	6.0	6.1
M8 ×1.25	6.8	6.9
M9 ×1.25	7.8	7.9
M10 ×1.5	8.5	8.6
M11 ×1.5	9.5	9.7
M12 ×1.75	10.3	10.5
M14 ×2.0	12.0	12.2
M16 ×2.0	14.0	14.2
M18 ×2.5	15.5	15.7
M20 ×2.5	17.5	17.7
M22 ×2.5	19.5	19.7
M24 ×3.0	21.0	—
M27 ×3.0	24.0	—
M30 ×3.5	26.5	—
M33 ×3.5	29.5	—
M36 ×4.0	32.0	—
M39 ×4.0	35.0	—
M42 ×4.5	37.5	—
M45 ×4.5	40.5	—
M48 ×5.0	43.0	—

● Rosca Métrica de Passo Fino

Nominal	Diâmetro de Broca	
	HSS	Metal Duro
M1 ×0.2	0.80	0.80
M1.1×0.2	0.90	0.90
M1.2×0.2	1.00	1.00
M1.4×0.2	1.20	1.20
M1.6×0.2	1.40	1.40
M1.8×0.2	1.60	1.60
M2 ×0.25	1.75	1.75
M2.2×0.25	1.95	2.00
M2.5×0.35	2.20	2.20
M3 ×0.35	2.70	2.70
M3.5×0.35	3.20	3.20
M4 ×0.5	3.50	3.55
M4.5×0.5	4.00	4.05
M5 ×0.5	4.50	4.55
M5.5×0.5	5.00	5.05
M6 ×0.75	5.30	5.35
M7 ×0.75	6.30	6.35
M8 ×1.0	7.00	7.10
M8 ×0.75	7.30	7.35
M9 ×1.0	8.00	8.10
M9 ×0.75	8.30	8.35
M10 ×1.25	8.80	8.90
M10 ×1.0	9.00	9.10
M10 ×0.75	9.30	9.35
M11 ×1.0	10.0	10.1
M11 ×0.75	10.3	10.3
M12 ×1.5	10.5	10.7
M12 ×1.25	10.8	10.9
M12 ×1.0	11.0	11.1
M14 ×1.5	12.5	12.7
M14 ×1.0	13.0	13.1
M15 ×1.5	13.5	13.7
M15 ×1.0	14.0	14.1
M16 ×1.5	14.5	14.7
M16 ×1.0	15.0	15.1
M17 ×1.5	15.5	15.7
M17 ×1.0	16.0	16.1
M18 ×2.0	16.0	16.3
M18 ×1.5	16.5	16.7
M18 ×1.0	17.0	17.1

Nominal	Diâmetro de Broca	
	HSS	Metal Duro
M20 ×2.0	18.0	18.3
M20 ×1.5	18.5	18.7
M20 ×1.0	19.0	19.1
M22 ×2.0	20.0	—
M22 ×1.5	20.5	—
M22 ×1.0	21.0	—
M24 ×2.0	22.0	—
M24 ×1.5	22.5	—
M24 ×1.0	23.0	—
M25 ×2.0	23.0	—
M25 ×1.5	23.5	—
M25 ×1.0	24.0	—
M26 ×1.5	24.5	—
M27 ×2.0	25.0	—
M27 ×1.5	25.5	—
M27 ×1.0	26.0	—
M28 ×2.0	26.0	—
M28 ×1.5	26.5	—
M28 ×1.0	27.0	—
M30 ×3.0	27.0	—
M30 ×2.0	28.0	—
M30 ×1.5	28.5	—
M30 ×1.0	29.0	—
M32 ×2.0	30.0	—
M32 ×1.5	30.5	—
M33 ×3.0	30.0	—
M33 ×2.0	31.0	—
M33 ×1.5	31.5	—
M35 ×1.5	33.5	—
M36 ×3.0	33.0	—
M36 ×2.0	34.0	—
M36 ×1.5	34.5	—
M38 ×1.5	36.5	—
M39 ×3.0	36.0	—
M39 ×2.0	37.0	—
M39 ×1.5	37.5	—
M40 ×3.0	37.0	—
M40 ×2.0	38.0	—
M40 ×1.5	38.5	—
M42 ×4.0	38.0	—

Nominal	Diâmetro de Broca	
	HSS	Metal Duro
M42 ×3.0	39.0	—
M42 ×2.0	40.0	—
M42 ×1.5	40.5	—
M45 ×4.0	41.0	—
M45 ×3.0	42.0	—
M45 ×2.0	43.0	—
M45 ×1.5	43.5	—
M48 ×4.0	44.0	—
M48 ×3.0	45.0	—
M48 ×2.0	46.0	—
M48 ×1.5	46.5	—
M50 ×3.0	47.0	—
M50 ×2.0	48.0	—
M50 ×1.5	48.5	—

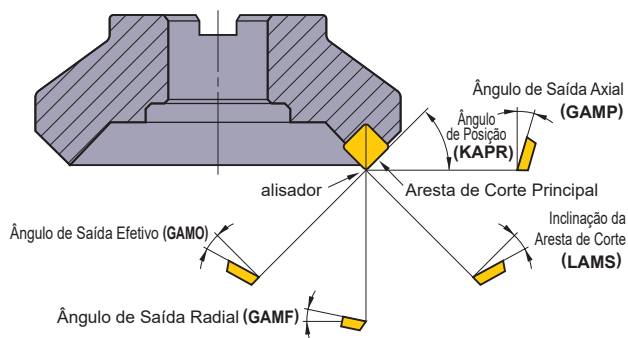
Nota 1) Quando usar brocas com os diâmetros apresentados nesta tabela, a precisão dimensional do furo usinado varia conforme as condição de corte. Portanto, efetue a medição do furo usinado e, caso não esteja adequado como pré-furo, o diâmetro da broca deve ser corrigido.

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA FRESAMENTO DE FACE

Problemas			Soluções		Seleção da Classe do Inserto				Condições de Corte				Geometria da Ferramenta							Máquina e Fixação																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
					Selecione Uma Classe Mais Dura	Selecione Uma Classe Mais Tenaz	Selecione uma classe mais resistente ao choque térmico	Selecione uma classe mais resistente à adesão	Velocidade De Corte	Avanço	Profundidade De Corte	Ângulo de engajamento	Refrigeração		Ângulo De Saída	Raio Da Ponta	Resistência da aresta / Preparação da aresta	Diâmetro Da Ferramenta	Número De Dentes	Bolsão De Cavacos Mais Amplo	Uso de um inserto alisador	Reduza o batimento	Aumente a rigidez da ferramenta	Aumente a rigidez de fixação da ferramenta e da peça	Reduza o balanço	Reduza a potência de corte e a folga da máquina																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
													Aumente ↗	Diminua ↘													Aumente ↗	Diminua ↘	Menor ↘	Maior ↗																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Fatores																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Deterioração da vida da ferramenta			Rápido desgaste do inserto	Classe inadequada	●																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS FERRAMENTAS PARA FRESAMENTO DE FACE

■ FUNÇÃO DE CADA ÂNGULO DA ARESTA DE CORTE EM FRESAS DE FACEAR

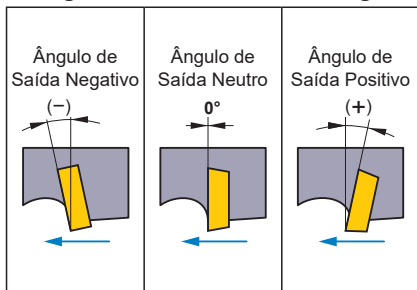


Cada Ângulo da Aresta de Corte em Fresas de Facear

Tipo de Ângulo	Símbolo	Função	Efeito
Ângulo de Saída Axial	GAMP	Determinar expulsão de cavacos.	Positivo : Excelente usinabilidade.
Ângulo de Saída Radial	GAMF	Determinar esforço de corte.	Negativo : Excelente Expulsão de cavacos.
Ângulo de Posição	KAPR	Determinar espessura do cavaco.	Pequeno : Cavacos finos e pequeno impacto de usinagem, grande força de reação.
Ângulo de Saída Efetivo	GAMO	Determinar esforço de corte efetivo.	Positivo (grande) : Excelente usinabilidade. Minimiza aresta postiça. Negativo (grande) : Usinabilidade ruim. Aresta de corte reforçada.
Inclinação da Aresta de Corte	LAMS	Determinar direção de expulsão de cavacos.	Positivo (grande) : Excelente Expulsão de cavacos. Baixa resistência de aresta.

■ INSERTOS STANDARD

● Ângulo de Saída Positivo e Negativo

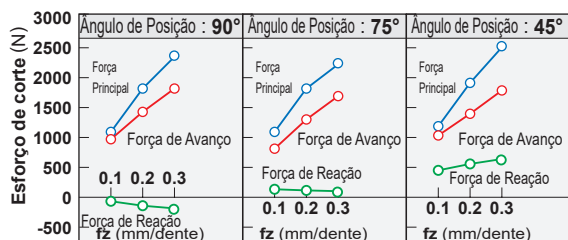


- Formato de inserto na qual a aresta de corte precede é um ângulo de saída positivo.
- Formato de inserto na qual a aresta de corte sucede é um ângulo de saída negativo.

● Formatos Standard da Aresta de Corte

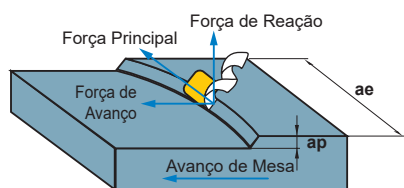
Combinações Standard da Aresta de Corte	(+) Ângulo de Saída Axial	(-) Ângulo de Saída Axial	(+) Ângulo de Saída Axial
	Ângulo de Saída Radial (+)	Ângulo de Saída Radial (-)	Ângulo de Saída Radial (-)
	Duplo Positiva (Aresta Tipo DP)	Duplo Negativa (Aresta Tipo DN)	Negativa/Positiva (Aresta Tipo NP)
Ângulo de Saída Axial (GAMP)	Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)
Ângulo de Saída Radial (GAMF)	Positivo (+)	Negativo (-)	Negativo (-)
Inserto Utilizado	Inserto Positivo (Uma Face de Uso)	Inserto Negativo (Dupla face de Uso)	Inserto Positivo (Uma Face de Uso)
Material	Aço	●	-
	Ferro Fundido	-	●
	Ligas de Alumínio	●	-
	Materiais de Difícil Usinabilidade	●	-

■ ÂNGULO DE POSIÇÃO (KAPR) E CARACTERÍSTICAS DE USINAGEM



Material : AISI 4140 (281HB)
Ferramenta : Ø125mm Inserto Único
Condições de Corte : vc=125.6m/min ap=4mm ae=110mm

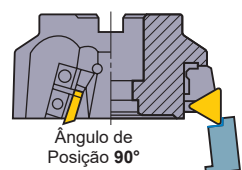
Comparação entre Esforços de Corte e Formatos de Insertos Diferentes



As Três Forças dos Esforços de Corte em Fresamento

Ângulo de Posição 90°

A menor força de reação. Pode levantar a peça quando a fixação não é rígida.



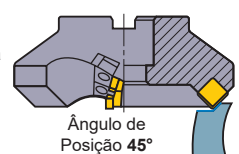
Ângulo de Posição 75°

O ângulo de posição de 75° é recomendado para faceamento de peças com baixa rigidez, como paredes finas.



Ângulo de Posição 45°

A maior força de reação. Em peças finas: flexão e diminuição da precisão de usinagem.
* Previne microlasclas da aresta da peça em usinagem de ferro fundido.



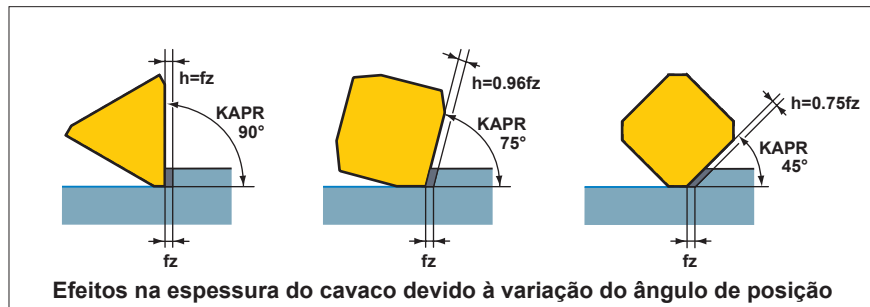
- * Força principal: Força oposta ao sentido de rotação da fresa.
- * Força de reação: Força que reage na direção axial.
- * Força de avanço: Força no sentido oposto ao avanço.

FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS FERRAMENTAS PARA FRESAMENTO DE FACE

■ ÂNGULO DE POSIÇÃO E VIDA ÚTIL DA FERRAMENTA

● Ângulo de posição e espessura do cavaco

Com a profundidade de corte e o avanço por dente f_z constantes, quanto menor o KAPR, menor será a espessura do cavaco h (KAPR 45° corresponde a aproximadamente 75% de KAPR 90°), o que reduz o esforço de corte e prolonga a vida útil. Por outro lado, quanto maior a espessura do cavaco, maior será o esforço de corte, o que pode causar vibrações e redução da vida útil.



● Ângulo de posição e desgaste da ferramenta

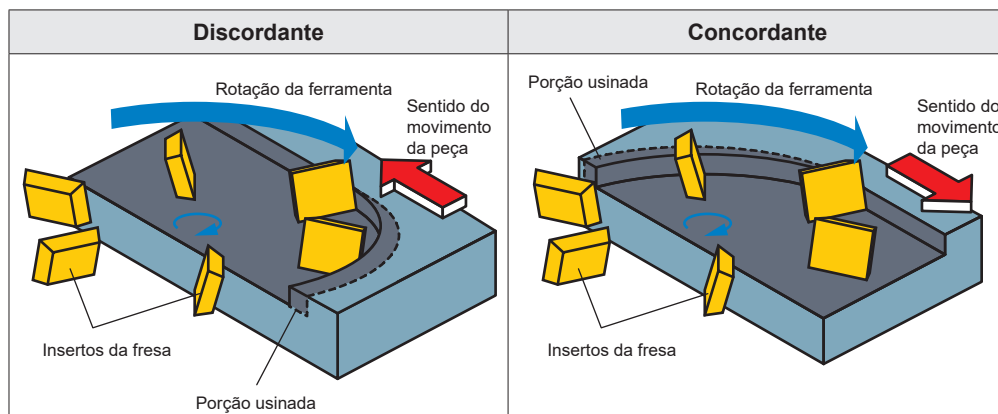
A tabela a seguir apresenta padrões de desgaste para diferentes ângulos de posição. Comparando os ângulos de posição de 90° e 45°, percebe-se claramente que a craterização é mais severa com o ângulo de posição de 90°. Isto ocorre devido à elevada força de atrito dos cavacos espessos. O avanço da craterização pode causar a perda de resistência da aresta de corte, resultando em microlascamento e fratura. Consequentemente, a vida da ferramenta será reduzida.

	Ângulo de Posição 90°	Ângulo de Posição 75°	Ângulo de Posição 45°
vc=100m/min Tc=69min			
vc=125m/min Tc=55min			
vc=160m/min Tc=31min			

Material : **SNCM439 287HB**
 Fresa : **DC=125mm**
 Inserto : Metal Duro sem Cobertura M20
 Condições de Corte : **ap=3.0mm**
ae=110mm
fz=0.2mm/dente
 Usinagem Sem Refrigeração

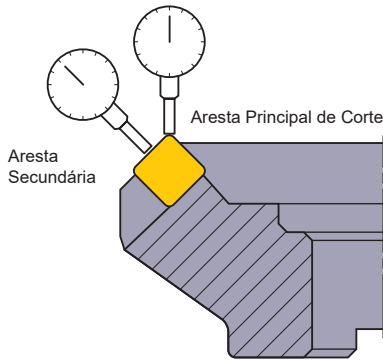
■ FRESAMENTO DISCORDANTE E CONCORDANTE

Para selecionar o método de usinagem entre o fresamento discordante e o concordante, é preciso considerar as condições da máquina-ferramenta, da ferramenta e a aplicação. Em termos de vida da ferramenta, o fresamento concordante geralmente é mais vantajoso.



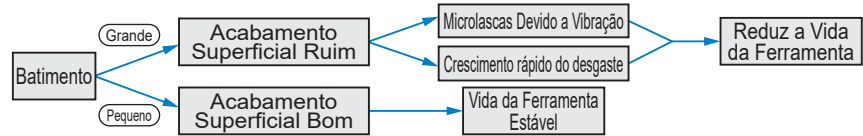
■ ACABAMENTO SUPERFICIAL

● Precisão do Batimento da Aresta de Corte

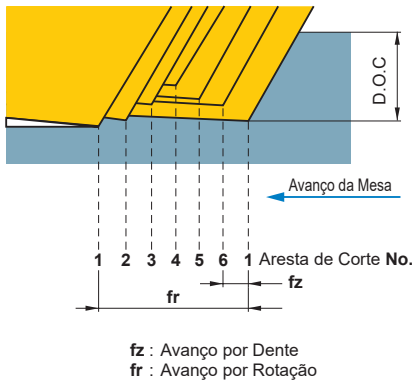


Precisão e Batimento em Fresas de Facear

Precisão do batimento da aresta de corte de insertos intercambiáveis no corpo de uma ferramenta, afeta diretamente a precisão do acabamento da superfície e a vida da ferramenta.



● Melhora da Rugosidade Superficial Acabada



Batimento da Aresta de Corte Secundária e Acabamento da Superfície

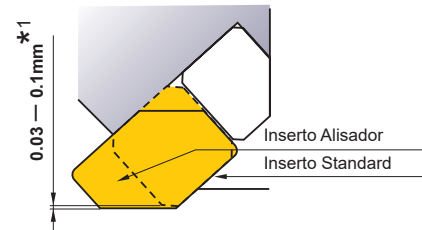
Como a aresta de corte secundária (fase alisadora) da Mitsubishi Materials possui normalmente 1.4mm, teoricamente a precisão do acabamento superficial deve ser mantida, se o avanço por rotação for menor que o comprimento da aresta secundária.

Problemas reais

- Batimento da aresta de corte.
- Inclinação da aresta secundária.
- Precisão do corpo da fresa.
- Precisão de componentes da fresa.
- Aresta postiça, vibração, trepidação.

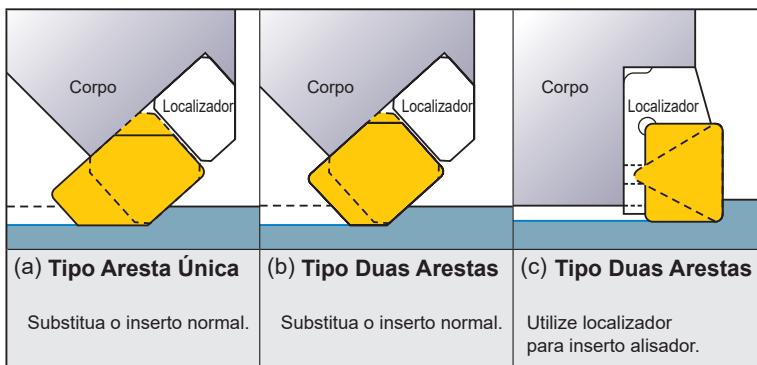
Sugestão de Solução

- Inserto Alisador
- * O acabamento superficial será melhor se a usinagem com inserto alisador for realizada sobre uma superfície pré-usinada.



- Substitua um ou dois insertos normais por insertos alisadores.
- Insertos alisadores devem ser montados de 0.03—0.1mm acima dos insertos normais.
- *1. Os valores podem variar dependendo da combinação entre a fresa e o inserto.

● Como Montar um Inserto Alisador



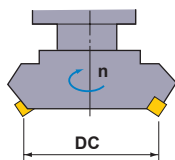
- O comprimento da aresta alisadora não deve ser maior que o avanço por rotação.
- A aresta alisadora muito grande causa trepidação.
- Quando o diâmetro da fresa é grande e o avanço por rotação é maior que o comprimento da aresta de corte do inserto alisador, utilize dois ou três insertos alisadores.
- Quando utilizar mais que um inserto alisador, elimine o batimento entre eles.
- Utilize classes com alta resistência ao desgaste para insertos alisadores.

FÓRMULAS PARA FRESAMENTO DE FACE

■ VELOCIDADE DE CORTE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

★Dividido por 1,000 para converter mm em m.



vc (m/min) : Velocidade de Corte
π (3.14) : Pi
DC (mm) : Diâmetro da Ferramenta
n (min⁻¹) : Rotação do Eixo Principal

(Problema) Qual é a velocidade de corte quando a rotação do eixo principal é 350min⁻¹ e o diâmetro da ferramenta é φ125 ?

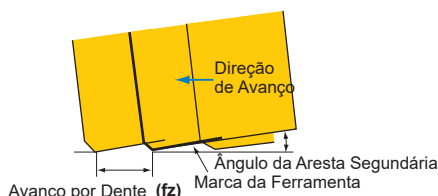
(Resposta) Substitua na fórmula π=3.14, DC=125, n=350.

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 350}{1000} = 137.4 \text{ m/min}$$

A velocidade é 137.4m/min.

■ AVANÇO POR DENTE (fz)

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} \text{ (mm/dente)}$$



fz (mm/dente): Avanço por Dente.
vf (mm/min) : Avanço da Mesa
n (min⁻¹) : Rotação do Eixo Principal (Avanço por Rotação **fr=z*fz**)
z : Número de Insertos

(Problema) Qual é o avanço por dente quando a rotação é 500min⁻¹, o número de insertos é 10 e o avanço da mesa é de 500mm/min ?

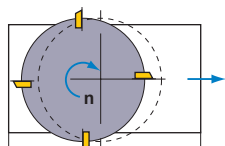
(Resposta) Substitua os valores acima na fórmula.

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} = \frac{500}{10 \times 500} = 0.1 \text{ mm/dente}$$

A resposta é 0.1mm/dente.

■ AVANÇO DA MESA (vf)

$$vf = fz \cdot z \cdot n \text{ (mm/min)}$$



vf (mm/min) : Avanço da Mesa.
fz (mm/dente): Avanço por Dente.
n (min⁻¹) : Rotação do Eixo Principal da Peça
z : Número de Insertos

(Problema) Qual é o tempo de avanço da mesa quando o avanço por dente é 01mm/dente,

o número de insertos é 10 e a rotação é de 500min⁻¹ ?

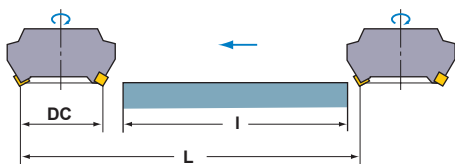
(Resposta) Substitua os valores acima na fórmula.

$$vf = fz \cdot z \cdot n = 0.1 \times 10 \times 500 = 500 \text{ mm/min}$$

O avanço da mesa é 500mm/min.

■ TEMPO DE CORTE (Tc)

$$Tc = \frac{L}{vf} \text{ (min)}$$



Tc (min) : Tempo de Corte.
vf (mm/min): Avanço da Mesa.
L (mm) : Comprimento Total do Avanço da Mesa (Comprimento da Peça (l) + Diâmetro da Ferramenta (DC))

(Problema) Qual o tempo de corte necessário para o acabamento de 100mm de largura e 300mm de comprimento em uma superfície de ferro fundido (DIN GG-20), quando o diâmetro da ferramenta é φ200, o número de insertos é 16, a velocidade de corte é 125m/min, e o avanço por dente é 0.25 mm? (rotação da ferramenta é 200min⁻¹)

(Resposta) Calcule o avanço da mesa $vf=0.25 \times 16 \times 200=800 \text{ mm/min}$
 Calcule o comprimento total do avanço da mesa. $L=300+200=500 \text{ mm}$
 Substitua as respostas acima na fórmula.

$$Tc = \frac{L}{vf} = \frac{500}{800} = 0.625 \text{ (min)}$$

0.625×60=37.5 (seg). A resposta é 37.5 segundos.

■ POTÊNCIA DE CORTE (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot K_c}{60 \times 10^6 \times \eta}$$

Pc (kW) : Potência de Corte Efetiva

ae (mm) : Largura de Corte

Kc (MPa) : Coeficiente de Força Específica de Corte

ap (mm) : Profundidade de Corte

vf (mm/min) : Avanço da Mesa

η : Coeficiente da Eficiência da Máquina

(Problema) Qual é a potência de corte necessária para fresar aço ferramenta com velocidade de corte de 80m/min; profundidade de corte de 2mm; largura de corte 80mm, avanço da mesa 280mm/min com uma fresa de $\phi 250$ e 12 insertos. Eficiência da máquina 80%.

(Resposta) Primeiro, calcule a rotação da ferramenta para obter o avanço por dente.

$$n = \frac{1000 v_c}{\pi D C} = \frac{1000 \times 80}{3.14 \times 250} = 101.91$$

$$\text{Avanço por Dente } f_z = \frac{v_f}{z \times n} = \frac{280}{12 \times 101.9} = 0.228 \text{ mm/dente}$$

Substitua a força específica de corte na fórmula.

$$P_c = \frac{2 \times 80 \times 280 \times 1800}{60 \times 10^6 \times 0.8} = 1.68 \text{ kW}$$

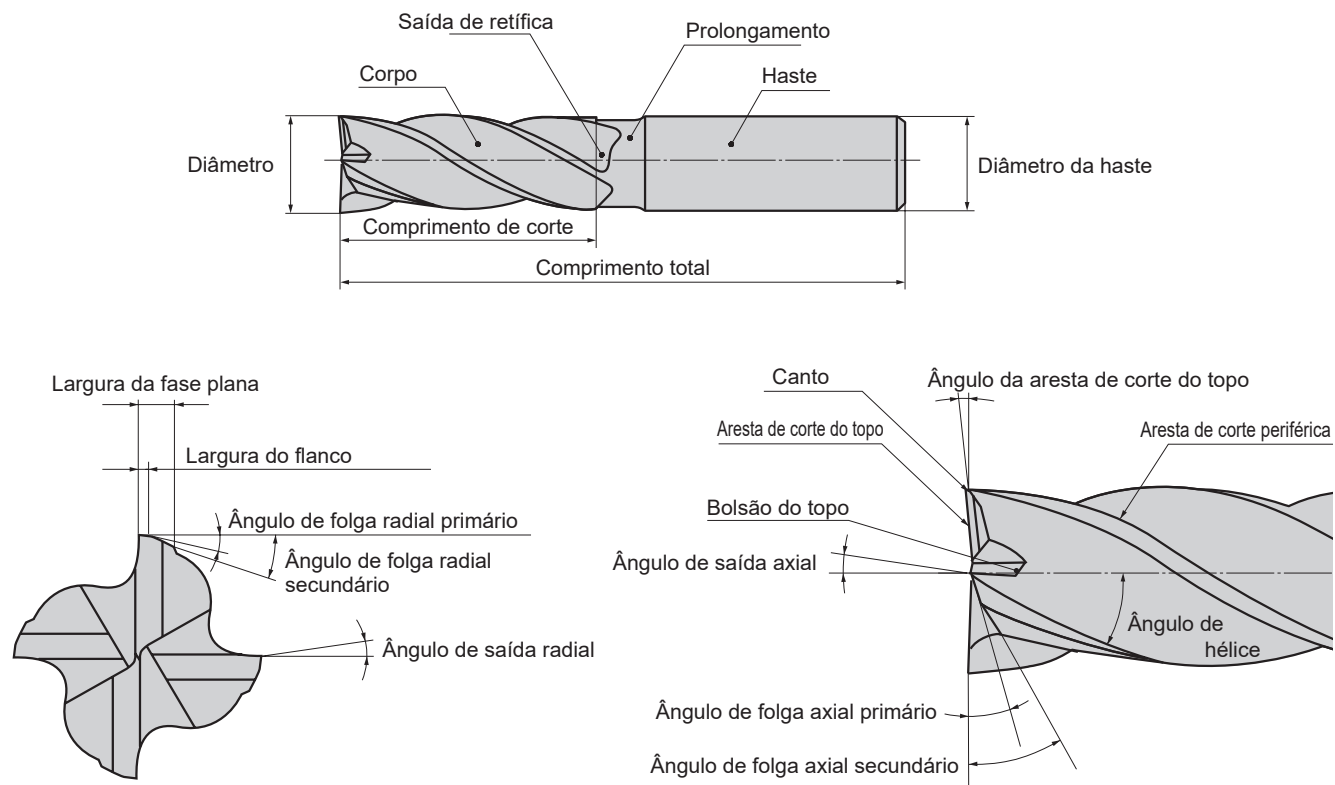
● Kc

Material	Resistência à Tração e Dureza (MPa)	Coeficiente de Força Específica Kc (MPa)				
		0.1mm/dente	0.2mm/dente	0.3mm/dente	0.4mm/dente	0.6mm/dente
Aço Baixo Carbono (com ligas especiais)	520	2200	1950	1820	1700	1580
Aço Baixo Carbono	620	1980	1800	1730	1600	1570
Aço Endurecido	720	2520	2200	2040	1850	1740
Aço Ferramenta	670	1980	1800	1730	1700	1600
Aço Ferramenta	770	2030	1800	1750	1700	1580
Aço Cromo-Manganês	770	2300	2000	1880	1750	1660
Aço Cromo-Manganês	630	2750	2300	2060	1800	1780
Aço Cromo-Molibdênio	730	2540	2250	2140	2000	1800
Aço Cromo-Molibdênio	600	2180	2000	1860	1800	1670
Aço Níquel Cromo-Molibdênio	940	2000	1800	1680	1600	1500
Aço Níquel Cromo-Molibdênio	352HB	2100	1900	1760	1700	1530
Aço Inoxidável Austenítico	155HB	2030	1970	1900	1770	1710
Ferro Fundido	520	2800	2500	2320	2200	2040
Ferro Fundido Meehanite	46HRC	3000	2700	2500	2400	2200
Ferro Fundido Endurecido	360	2180	2000	1750	1600	1470
Ferro Fundido Cinzento	200HB	1750	1400	1240	1050	970
Latão	500	1150	950	800	700	630
Ligas Leves (Al-Mg)	160	580	480	400	350	320
Ligas Leves (Al-Si)	200	700	600	490	450	390
Ligas Leves (Al-Zn-Mg-Cu)	570	880	840	840	810	720

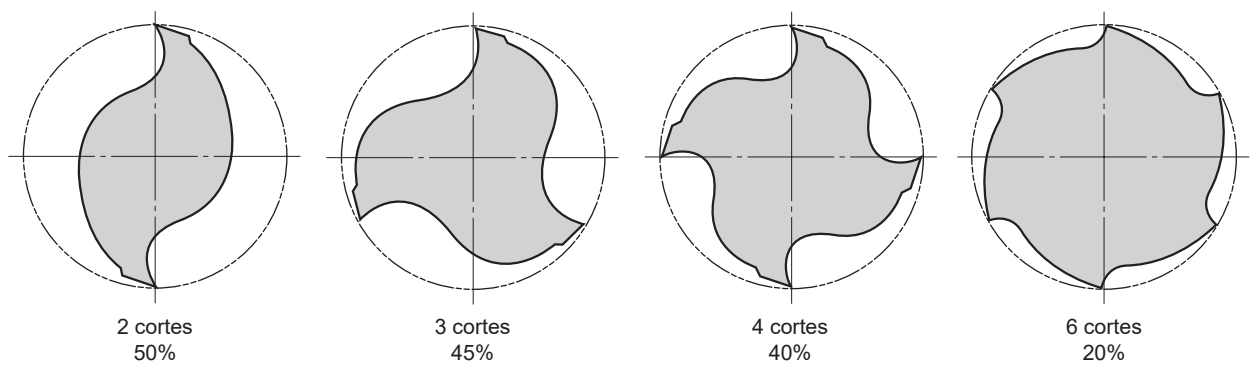
[illegible]

TERMINOLOGIA DAS FRESAS DE TOPO

TERMINOLOGIA DAS FRESAS DE TOPO



COMPARAÇÃO DA SEÇÃO DO BOLSÃO DE CAVACOS

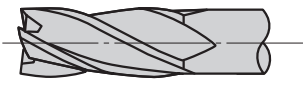
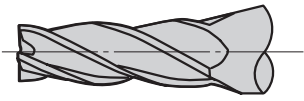
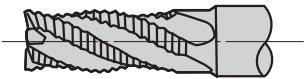
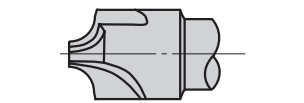


CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DE FRESAS DE TOPO COM DIFERENTES NÚMEROS DE CORTE

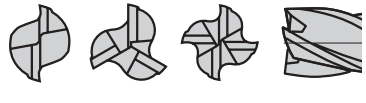
	2 cortes	3 cortes	4 cortes	6 cortes
Característica	Vantagem	Escoamento de cavaco é excelente. Indicada para mergulho. Baixo esforço de corte.	Escoamento de cavaco é excelente. Indicado para mergulho.	Alta rigidez. Durabilidade superior da aresta de corte.
	Desvantagem	Baixa rigidez.	Diâmetro não é fácil de medir.	Baixo escoamento de cavaco.
Aplicação	Rasgo, contorno, mergulho, etc. Amplo campo de utilização.	Rasgo, contorno. Desbaste, acabamento.	Pequenos rebaixos, contorno. Acabamento.	Material com Alta Dureza. Pequenos rebaixos, contorno.

TIPOS E FORMATOS DE FRESAS DE TOPO

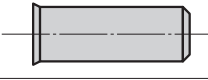
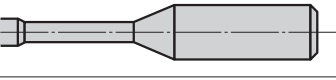
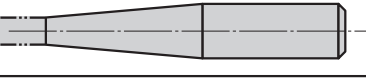
■ Aresta de Corte Periférica

Tipo	Formato	Característica
Cilíndrico		O tipo cilíndrico é utilizado mais frequentemente para rasgo, contorno e fresamento a 90°, etc. Pode ser utilizado para desbaste, semiacabamento e acabamento.
Cônico		Pode ser utilizado para fresamento de ângulo de extração de moldes.
Desbaste		Devido à aresta de corte em formato ondulado, produz cavacos pequenos e o esforço de corte é reduzido, sendo indicado para operações de desbaste. Não é indicado para acabamento.
Forma		Refere-se à aresta de corte com o formato específico a ser gerado na área usinada. Geralmente são fabricadas sob encomenda. Como exemplo, a figura ao lado apresenta uma fresa de topo para geração de raio.

■ Configuração do topo

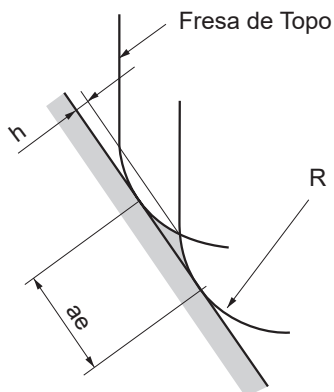
Tipo	Formato	Característica
Topo reto (Com furo de centro)		Geralmente é utilizado para rasgo, contorno e fresamento a 90°. Não pode realizar mergulho. Obtém precisão na reafiação devido à presença do furo de centro.
Topo reto (Com corte central)		Geralmente é utilizado para rasgo, contorno e fresamento a 90°. Pode realizar usinagem vertical. Permite reafiação.
Topo esférico		Indicado para usinagem de contorno e cópia.
Topo com raio		Para fresamento de raio e contorno. Eficiente na usinagem de raios de canto devido à rigidez da fresa de diâmetro grande com pequeno raio na ponta.

■ Tipos de haste

Tipo	Formato	Característica
Standard (Haste cilíndrica)		Para uso geral.
Haste longa		Para rasgos profundos. Devido à haste longa, permite ajustar o balanço conforme a aplicação.
Com prolongamento paralelo		Para rasgos profundos e fresas de topo com pequenos diâmetros, também indicado para mandrilamento.
Com prolongamento cônico		Para melhor desempenho em grandes balanços.

SELEÇÃO DO PASSO DO AVANÇO DE PICO

■ AVANÇO DE PICO DE FRESAMENTO (CONTORNO) COM FRESAS DE TOPO ESFÉRICO E FRESAS DE TOPO COM RAIOS



$$h = R \cdot \left[1 - \cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{ae}{2R} \right) \right\} \right]$$

R : Raio do Topo Esférico(RE), Raio da Ponta(RE)

ae : Avanço do Pico

h : Altura do Pico

■ RAIOS DA PONTA R DAS FRESAS DE TOPO E ALTURA DO PICO PELO AVANÇO DE PICO

Unidade : mm

R \ ae	Avanço de Pico									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.5	0.003	0.010	0.023	0.042	0.067	0.100	—	—	—	—
1	0.001	0.005	0.011	0.020	0.032	0.046	0.063	0.083	0.107	—
1.5	0.001	0.003	0.008	0.013	0.021	0.030	0.041	0.054	0.069	0.086
2	0.001	0.003	0.006	0.010	0.016	0.023	0.031	0.040	0.051	0.064
2.5	0.001	0.002	0.005	0.008	0.013	0.018	0.025	0.032	0.041	0.051
3		0.002	0.004	0.007	0.010	0.015	0.020	0.027	0.034	0.042
4		0.001	0.003	0.005	0.008	0.011	0.015	0.020	0.025	0.031
5		0.001	0.002	0.004	0.006	0.009	0.012	0.016	0.020	0.025
6		0.001	0.002	0.003	0.005	0.008	0.010	0.013	0.017	0.021
8			0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.013	0.016
10			0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.010	0.013
12.5			0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.008	0.010

R \ ae	Avanço de Pico									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.5	0.104	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.077	0.092	0.109	—	—	—	—	—	—	—
2.5	0.061	0.073	0.086	0.100	—	—	—	—	—	—
3	0.051	0.061	0.071	0.083	0.095	0.109	—	—	—	—
4	0.038	0.045	0.053	0.062	0.071	0.081	0.091	0.103	—	—
5	0.030	0.036	0.042	0.049	0.057	0.064	0.073	0.082	0.091	0.101
6	0.025	0.030	0.035	0.041	0.047	0.054	0.061	0.068	0.076	0.084
8	0.019	0.023	0.026	0.031	0.035	0.040	0.045	0.051	0.057	0.063
10	0.015	0.018	0.021	0.025	0.028	0.032	0.036	0.041	0.045	0.050
12.5	0.012	0.014	0.017	0.020	0.023	0.026	0.029	0.032	0.036	0.040

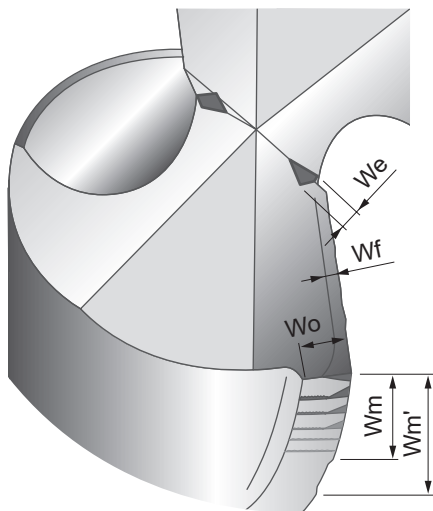
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA FURAÇÃO

Soluções			Condições de Corte									Geometria da Ferramenta							Máquina e Fixação				
			Velocidade De Corte	Avanço	Diminua O Avanço Do Início da Usinagem	Reduza o avanço na saída do furo passante	Paradas No Avanço	Aumente a precisão do pré-furo e a profundidade	Refrigeração			Largura da aresta transversal	Largura Da Prep. da Aresta	Espessura Do núcleo	Encurte o comprimento do canal	Reduza a diferença entre arestas	Use broca com refrigeração interna	Substitua por uma broca com adelgaçamento em X	Aumente a precisão de fixação da ferramenta	Diminua O Balanço da Ferramenta	Usine um rebaixo perpendicular ao eixo da broca	Aumente a rigidez de fixação da peça	Reduza a folga da máquina e aumente a rigidez
									Aumente a proporção de óleo	Aumente A Vazão	Aumente A Pressão												
Problemas	Fatores																						
Deterioração da vida da ferramenta	Quebra da broca	Baixa rigidez da broca												↗	●								
		Condições de corte impróprias		↘																			
		Batimento elevado																	●				●
		A superfície da peça é inclinada																			●		
	Grande desgaste na periferia do topo e na guia cilíndrica	Condições de corte impróprias	↘															●					
		Aumento da temperatura no ponto de corte							●		●												
		Batimento elevado																	●				
	Microlascamento da periferia do topo	Condições de corte impróprias		↘			●													●			
Batimento elevado																			●			●	
Vibração, trepidação												↘								●		●	
Microlascamento da aresta transversal	A largura da aresta transversal é muito grande											↘											
	Contato inicial ineficiente			●																			
	Vibração, trepidação												↘							●		●	
Deterioração da precisão do furo	Aumento do diâmetro do furo	Baixa rigidez da broca												↗	●	●							
		Geometria inadequada da broca															●						
	Redução do diâmetro do furo	Aumento da temperatura no ponto de corte							●		●						●						
		Condições de corte impróprias	↘															●					
	Retilidade precária	Geometria inadequada da broca																					
		Baixa rigidez da broca												↗	●	●							
	Baixa precisão de posição, cilíndricidade e acabamento superficial do furo	Grande deflexão do suporte																	●				●
		Guia insuficiente						●															
Baixa rigidez da broca													↗	●	●								
Contato inicial ineficiente																	●						
Rebarbas	Rebarbas na saída do furo												↘										
	Geometria inadequada da broca																						
Controle de Cavacos	Cavacos longos	Condições de corte impróprias		↗				●															
		Expulsão de cavaco precária								●	●					●							
	Obstrução por cavacos	Condições de corte impróprias	↘	↘					●														
		Expulsão de cavaco precária									●	●					●						

DESGASTES DA BROCA E DANOS DA ARESTA DE CORTE

■ CONDIÇÃO DE DESGASTE DA BROCA

A figura abaixo mostra um desenho simples representando o desgaste da aresta de corte de uma broca. A formação e a intensidade do desgaste variam de acordo com o material da peça e os parâmetros de corte adotados. Mas o desgaste periférico é, em geral, o maior e determina a vida de uma broca. Na reafiação, o desgaste frontal na ponta deve ser removido completamente. Portanto, quanto maior o desgaste, mais material precisa ser removido para renovar a aresta de corte.



W_e : Desgaste da aresta transversal

W_f : Desgaste Frontal (Diâmetro médio)

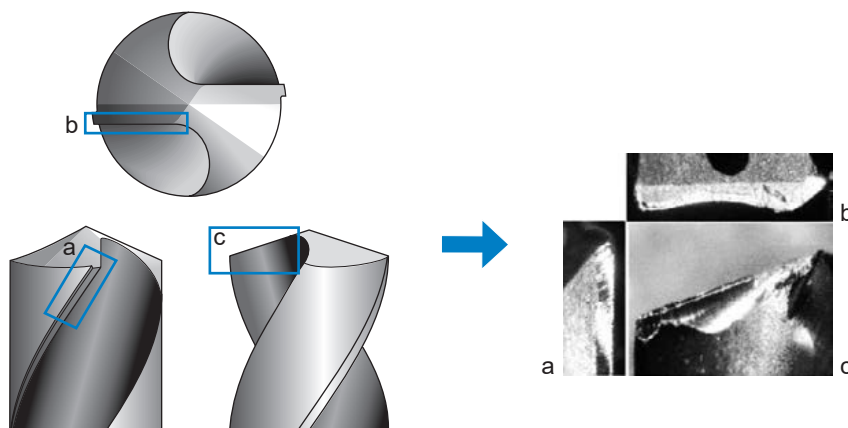
W_o : Desgaste periférico

W_m : Desgaste na guia cilíndrica

W_m' : Desgaste na guia cilíndrica (Aresta periférica)

■ DANOS DA ARESTA DE CORTE

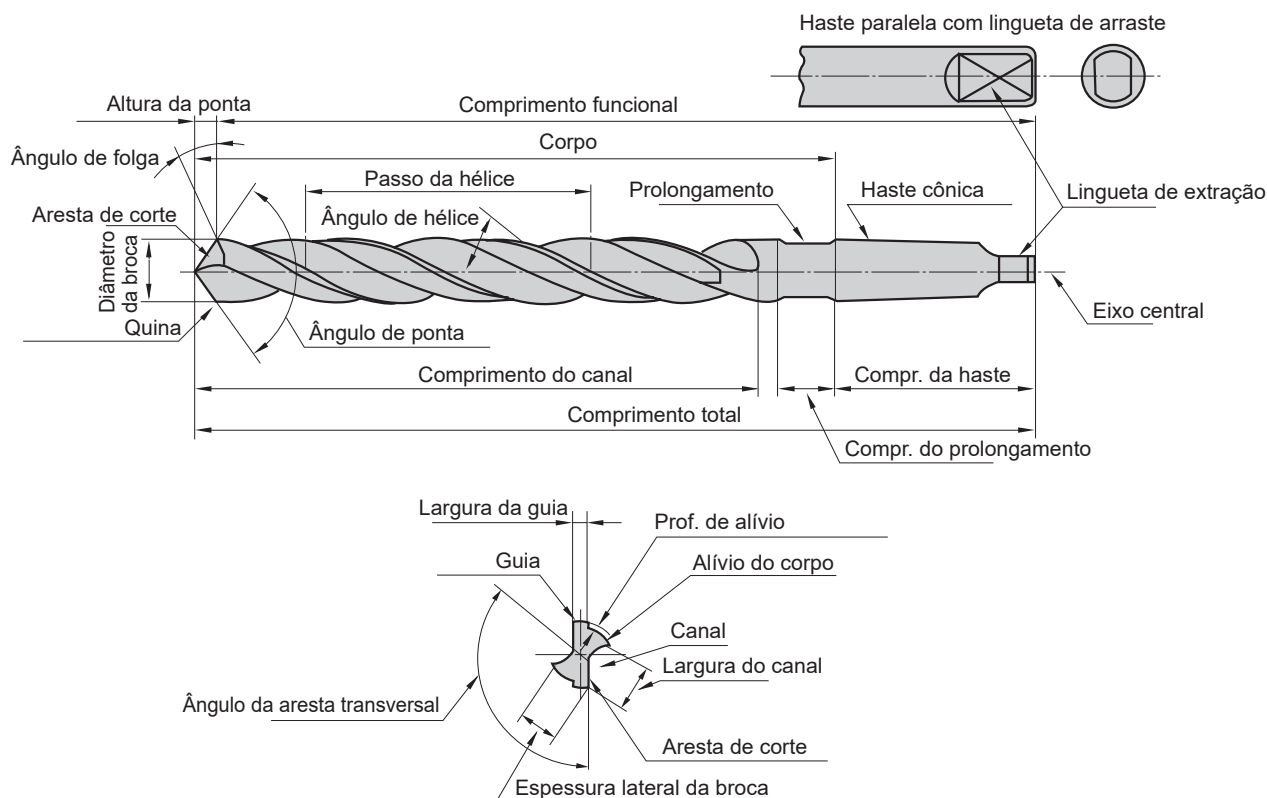
Na furação, a aresta de corte da broca pode sofrer microlascamento, fratura e danos anormais. Nestes casos, é importante observar os danos cuidadosamente, investigar a causa e tomar contramedidas.



Danos da aresta de corte

TERMINOLOGIA DAS BROCAS E CARACTERÍSTICAS DE USINAGEM

■ NOME DAS PARTES DE UMA BROCA



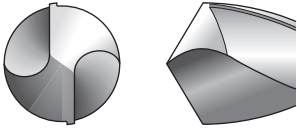
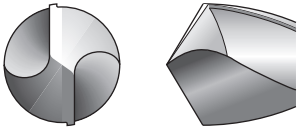
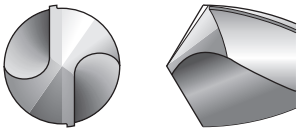
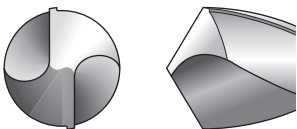
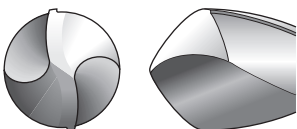
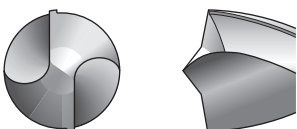
■ ESPECIFICAÇÃO DE FORMATO E CARACTERÍSTICAS DE USINAGEM

Ângulo de Hélice	É a inclinação do canal conforme a direção axial da broca que corresponde ao ângulo de saída. O ângulo de saída de uma broca varia conforme a posição da aresta de corte e diminui bastante conforme a circunferência atinge o centro. A aresta transversal possui ângulo de saída negativo que esmaga o material. Material de alta dureza Peq. ◀ ◯ ◯ ▶ Âng. de saída ▶ ◯ ▶ Grande Material de baixa dureza (Alumínio, etc.)
Comprimento do Canal	É determinado pela profundidade do furo, comprimento do mancal e reafiação. Devido à grande influência sobre a vida da ferramenta, é necessário minimizá-lo.
Ângulo de Ponta	Em geral, o ângulo é 118°, mas varia conforme as aplicações. Materiais de baixa dureza e boa usinabilidade Peq. ◀ ◯ ◯ ▶ Âng. de ponta ▶ ◯ ▶ Grande Para materiais duros e usinagem de alta eficiência
Espessura do núcleo	É um elemento importante que determina a rigidez e a expulsão de cavaco de uma broca. A densidade do centro varia conforme as aplicações. Baixo esforço de corte Baixa rigidez Boa expulsão de cavacos Material de boa usinabilidade Pequena ◀ ◯ ◯ ▶ Espessura do núcleo ◯ ◯ ▶ Grande Alto esforço de corte Alta rigidez Expulsão de cavacos ruim Material de alta dureza, furo passante, etc.
Guia	A ponta determina o diâmetro da broca e suas funções, como uma broca guia durante a usinagem. A largura da guia é determinada conforme a fricção durante a usinagem do furo. Baixo atrito Peq. ◀ ◯ ◯ ▶ Largura da guia ▶ ◯ ▶ Grande Boa precisão
Conicidade	Para reduzir o atrito com a parede interna do furo usinado, a broca possui uma leve redução no diâmetro, a partir da ponta em direção à haste. Geralmente é representado pelo montante da redução no diâmetro em relação ao comprimento do canal, que é aproximadamente 0.04—0.1mm. Estes valores podem ser maiores no caso de brocas de alta eficiência e na usinagem de materiais que tendem a fechar o furo.

■ GEOMETRIA DA ARESTA DE CORTE E SEUS EFEITOS

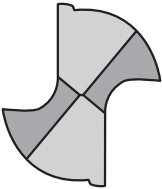
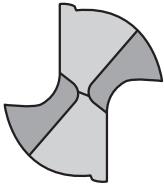
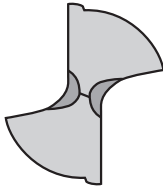
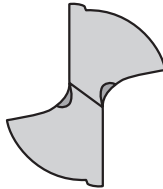
Como mostrado na tabela abaixo, é possível selecionar a geometria da aresta de corte mais adequada para cada aplicação. Com isto, maiores eficiência de usinagem e precisão do furo podem ser obtidos.

● Formato Das Arestas De Corte

Tipo de afiação	Formato	Características e aplicações	Aplicação
Detalonado		O flanco é cônico e o ângulo de folga aumenta em direção ao centro da broca.	Uso Geral
1 face		- O flanco é reto. - Fácil afiação.	Principalmente para brocas de diâmetros pequenos.
3 faces		- Como não há aresta transversal, resulta em alta força centrípeta e pequena majoração do furo. - Requer máquina especial para afiação. - Afiação das três superfícies.	Para operações de furação que requerem alta precisão do furo e de posição.
Spiral point		- A afiação cônica combinada à hélice irregular para aumentar o ângulo de folga próximo ao centro da broca. - Aresta transversal tipo S com alta força centrípeta e precisão de usinagem.	Para furação que requer alta precisão.
Ponta curva		- A aresta de corte é retificada radialmente com o intuito de dispersar a carga. - Alta precisão de usinagem e rugosidade da superfície acabada. - Para furos passantes, pequenas rebarbas na base. - Requer máquina especial para afiação.	- Ferro Fundido, Ligas de Alumínio - Para placas de ferro fundido. - Aço
Center point		Esta geometria possui ângulo de ponta em dois estágios para melhor concentricidade e redução do choque na saída do furo.	Para furação de chapas finas.

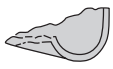
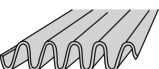
■ Redução da aresta transversal (adelgaçamento)

Quanto mais próximo ao centro da broca, o ângulo de saída da aresta de corte torna-se menor, tornando-se um ângulo negativo na aresta transversal. Durante a furação, o centro da broca esmaga o material, gerando 50—70% do esforço de corte. A redução da aresta transversal é muito efetiva para reduzir o esforço de corte, remover os cavacos gerados na aresta transversal e melhorar o contato inicial.

Formato				
	Tipo X	Tipo XR	Tipo S	Tipo N
Características	A carga de empuxo reduz substancialmente e o desempenho de contato melhora. É efetivo quando o núcleo é espesso.	O desempenho inicial é levemente inferior à de tipo X, mas a aresta de corte é resistente e aplicável a uma grande gama de materiais.	Desenho popular, para usinagens simples.	Efetivo quando o núcleo é comparativamente espesso.
Principais Aplicações	Furação geral e profunda.	Furação geral e de aço inoxidável.	Furação geral para aço, ferro fundido e metais não ferrosos.	Furação profunda.

TERMINOLOGIA DAS BROCAS E CARACTERÍSTICAS DE USINAGEM

■ CAVACOS DE FURAÇÃO

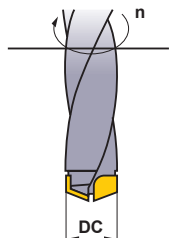
Tipos de Cavacos	Formato	Características
Espiral cônico		À medida que é cortado pela aresta, o cavaco é enrolado no canal da broca. Este tipo de cavaco é comum na usinagem de materiais dúcteis com baixos avanços. A expulsão de cavacos é satisfatória quando o cavaco se rompe com algumas voltas.
Passo longo		Cavaco alongado, geralmente formado na usinagem de materiais maleáveis. Não ocorre o enrolamento do cavaco no canal, sendo expulso da forma como é cortado pela aresta. Este tipo de cavaco pode causar problemas como emaranhamento em torno da broca.
Vírgula		Este é um tipo de cavaco gerado pela restrição causada pelo canal da broca e a parede do furo usinado. É gerado quando a taxa de avanço é alta.
Fragmento cônico		Forma-se inicialmente como um cavaco tipo espiral cônico, mas com a limitação da parede do furo usinado, é quebrado antes de se alongar devido à baixa ductilidade do material. Excelente controle e expulsão de cavacos.
Leque		Cavaco com geometria tipo zigue-zague (com dobras) devido às características do material usinado e à geometria do canal. Este tipo de cavaco pode causar obstrução no canal.
Agulha		Este tipo de cavaco é formado quando o material é frágil ou quando o raio de enrolamento do cavaco é muito pequeno, rompendo-se com as vibrações. A expulsão de cavacos é relativamente boa, mas pode causar obstrução no canal.

FÓRMULAS PARA FURAÇÃO

■ VELOCIDADE DE CORTE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

*Dividido por 1,000 para converter mm em m.



vc (m/min) : Velocidade de Corte
π (3.14) : Pi
DC (mm) : Diâmetro da Ferramenta
n (min⁻¹) : Rotação do Eixo Principal

(Problema) Qual é a velocidade de corte quando a rotação do eixo principal é 1350min⁻¹ e o diâmetro da ferramenta é 12mm ?

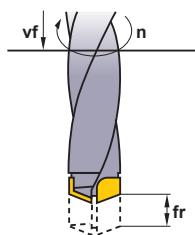
(Resposta) Substitua na fórmula π=3.14, DC=12, n=1350.

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 12 \times 1350}{1000} = 50.9 \text{ m/min}$$

A velocidade de corte 50.9m/min.

■ AVANÇO DO EIXO PRINCIPAL (vf)

$$vf = fr \cdot n \text{ (mm/min)}$$



vf (mm/min) : Velocidade de Avanço do Eixo Principal (eixo Z)

fr (mm/rot) : Avanço por Rotação

n (min⁻¹) : Rotação do Eixo Principal

(Problema) Qual o avanço do eixo principal (vf) quando o avanço por rotação é 0.2mm/rot e a rotação do eixo principal é 1350min⁻¹ ?

(Resposta) Substitua fr=0.2, n=1350

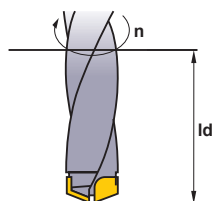
$$vf = fr \times n = 0.2 \times 1350 = 270 \text{ mm/min}$$

O avanço do eixo principal é 270mm/min.

■ TEMPO DE FURAÇÃO (Tc)

$$Tc = \frac{ld \cdot i}{n \cdot fr}$$

Tc (min) : Tempo de Corte
n (min⁻¹) : Rotação do Eixo Principal
ld (mm) : Prof. do Furo
fr (mm/rot) : Avanço por Rotação
i : Número de Furos



(Problema) Qual é o tempo de furação necessário para furar 30mm de profundidade de furo em aço (AISI 4140) com velocidade de corte de 50m/min e avanço 0.15mm/rot?

(Resposta) Rotação do Eixo Principal $n = \frac{50 \times 1000}{15 \times 3.14} = 1061.57 \text{ min}^{-1}$

$$Tc = \frac{30 \times 1}{1061.57 \times 0.15} = 0.188$$

$$= 0.188 \times 60 \approx 11.3 \text{ seg.}$$

LISTA DE REFERÊNCIA CRUZADA DE MATERIAIS METÁLICOS

■ AÇO CARBONO

Japão	Alemanha		Reino Unido		França	Itália	Espanha	Suécia	EUA	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
STKM 12A STKM 12C	1.0038	RSt.37-2	4360 40 C	–	E 24-2 Ne	–	–	1311	A570.36	15
–	1.0401	C15	080M15	–	CC12	C15, C16	F.111	1350	1015	15
–	1.0402	C22	050A20	2C	CC20	C20, C21	F.112	1450	1020	20
SUM22	1.0715	9SMn28	230M07	1A	S250	CF9SMn28	F.2111 11SMn28	1912	1213	Y15
SUM22L	1.0718	9SMnPb28	–	–	S250Pb	CF9SMnPb28	11SMnPb28	1914	12L13	–
–	1.0722	10SPb20	–	–	10PbF2	CF10Pb20	10SPb20	–	–	–
–	1.0736	9SMn36	240M07	1B	S300	CF9SMn36	12SMn35	–	1215	Y13
–	1.0737	9SMnPb36	–	–	S300Pb	CF9SMnPb36	12SMnP35	1926	12L14	–
S15C	1.1141	Ck15	080M15	32C	XC12	C16	C15K	1370	1015	15
S25C	1.1158	Ck25	–	–	–	–	–	–	1025	25
–	1.8900	StE380	4360 55 E	–	–	FeE390KG	–	2145	A572-60	–
–	1.0501	C35	060A35	–	CC35	C35	F.113	1550	1035	35
–	1.0503	C45	080M46	–	CC45	C45	F.114	1650	1045	45
–	1.0726	35S20	212M36	8M	35MF4	–	F210G	1957	1140	–
–	1.1157	40Mn4	150M36	15	35M5	–	–	–	1039	40Mn
SMn438(H)	1.1167	36Mn5	–	–	40M5	–	36Mn5	2120	1335	35Mn2
SCMn1	1.1170	28Mn6	150M28	14A	20M5	C28Mn	–	–	1330	30Mn
S35C	1.1183	Cf35	060A35	–	XC38TS	C36	–	1572	1035	35Mn
S45C	1.1191	Ck45	080M46	–	XC42	C45	C45K	1672	1045	Ck45
S50C	1.1213	C50	060A52	–	XC48TS	C53	–	1674	1050	50
–	1.0535	C55	070M55	9	–	C55	–	1655	1055	55
–	1.0601	C60	080A62	43D	CC55	C60	–	–	1060	60
S55C	1.1203	Ck55	070M55	–	XC55	C50	C55K	–	1055	55
S58C	1.1221	Ck60	080A62	43D	XC60	C60	–	1678	1060	60Mn
–	1.1274	Ck101	060A96	–	XC100	–	F.5117	1870	1095	–
SK3	1.1545	C105W1	BW1A	–	Y105	C36KU	F.5118	1880	W1	–
SUP4	1.1545	C105W1	BW2	–	Y120	C120KU	F.515	2900	W210	–

■ AÇO LIGA

Japão	Alemanha		Reino Unido		França	Itália	Espanha	Suécia	EUA	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SM400A, SM400B SM400C	1.0144	St.44.2	4360 43 C	–	E28-3	–	–	1412	A573-81	–
SM490A, SM490B SM490C	1.0570	St52-3	4360 50 B	–	E36-3	Fe52BFN Fe52CFN	–	2132	–	–
–	1.0841	St52-3	150M19	–	20MC5	Fe52	F.431	2172	5120	–
–	1.0904	55Si7	250A53	45	55S7	55Si8	56Si7	2085	9255	55Si2Mn
–	1.0961	60SiCr7	–	–	60SC7	60SiCr8	60SiCr8	–	9262	–
SUJ2	1.3505	100Cr6	534A99	31	100C6	100Cr6	F.131	2258	ASTM 52100	GCr15
–	1.5415	15Mo3	1501-240	–	15D3	16Mo3KW	16Mo3	2912	ASTM A204Gr.A	–
–	1.5423	16Mo5	1503-245-420	–	–	16Mo5	16Mo5	–	4520	–
–	1.5622	14Ni6	–	–	16N6	14Ni6	15Ni6	–	ASTM A350LF5	–
–	1.5662	X8Ni9	1501-509-510	–	–	X10Ni9	XBNI09	–	ASTM A353	–
SNC236	1.5710	36NiCr6	640A35	111A	35NC6	–	–	–	3135	–
SNC415(H)	1.5732	14NiCr10	–	–	14NC11	16NiCr11	15NiCr11	–	3415	–
SNC815(H)	1.5752	14NiCr14	655M13	36A	12NC15	–	–	–	3415, 3310	–
SNCM220(H)	1.6523	21NiCrMo2	805M20	362	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	2506	8620	–
SNCM240	1.6546	40NiCrMo22	311-Type 7	–	–	40NiCrMo2(KB)	40NiCrMo2	–	8740	–
–	1.6587	17CrNiMo6	820A16	–	18NCD6	–	14NiCrMo13	–	–	–
SCr415(H)	1.7015	15Cr3	523M15	–	12C3	–	–	–	5015	15Cr

Japão	Alemanha		Reino Unido		França	Itália	Espanha	Suécia	EUA	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SCr440	1.7045	42Cr4	—	—	—	—	42Cr4	2245	5140	40Cr
SUP9(A)	1.7176	55Cr3	527A60	48	55C3	—	—	—	5155	20CrMn
SCM415(H)	1.7262	15CrMo5	—	—	12CD4	—	12CrMo4	2216	—	—
—	1.7335	13CrMo4 4	1501-620Gr27	—	15CD3.5 15CD4.5	14CrMo45	14CrMo45	—	ASTM A182 F11, F12	—
—	1.7380	10CrMo910	1501-622 Gr31, 45	—	12CD9 12CD10	12CrMo9 12CrMo10	TU.H	2218	ASTM A182 F.22	—
—	1.7715	14MoV63	1503-660-440	—	—	—	13MoCrV6	—	—	—
—	1.8523	39CrMoV13 9	897M39	40C	—	36CrMoV12	—	—	—	—
—	1.6511	36CrNiMo4	816M40	110	40NCD3	38NiCrMo4(KB)	35NiCrMo4	—	9840	—
—	1.6582	34CrNiMo6	817M40	24	35NCD6	35NiCrMo6(KB)	—	2541	4340	40CrNiMoA
SCr430(H)	1.7033	34Cr4	530A32	18B	32C4	34Cr4(KB)	35Cr4	—	5132	35Cr
SCr440(H)	1.7035	41Cr4	530M40	18	42C4	41Cr4	42Cr4	—	5140	40Cr
—	1.7131	16MnCr5	(527M20)	—	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	2511	5115	18CrMn
SCM420 SCM430	1.7218	25CrMo4	1717CDS110 708M20	—	25CD4	25CrMo4(KB)	55Cr3	2225	4130	30CrMn
SCM432 SCCRM3	1.7220	34CrMo4	708A37	19B	35CD4	35CrMo4	34CrMo4	2234	4137 4135	35CrMo
SCM 440	1.7223	41CrMo4	708M40	19A	42CD4TS	41CrMo4	42CrMo4	2244	4140 4142	40CrMoA
SCM440(H)	1.7225	42CrMo4	708M40	19A	42CD4	42CrMo4	42CrMo4	2244	4140	42CrMo 42CrMnMo
—	1.7361	32CrMo12	722M24	40B	30CD12	32CrMo12	F.124.A	2240	—	—
SUP10	1.8159	50CrV4	735A50	47	50CV4	50CrV4	51CrV4	2230	6150	50CrVA
—	1.8509	41CrAlMo7	905M39	41B	40CAD6 40CAD2	41CrAlMo7	41CrAlMo7	2940	—	—
—	1.2067	100Cr6	BL3	—	Y100C6	—	100Cr6	—	L3	CrV, 9SiCr
SKS31 SKS2, SKS3	1.2419	105WCr6	—	—	105WC13	100WCr6 107WCr5KU	105WCr5	2140	—	CrWMo
SKT4	1.2713	55NiCrMoV6	BH224/5	—	55NCDV7	—	F.520.S	—	L6	5CrNiMo
—	1.5662	X8Ni9	1501-509	—	—	X10Ni9	XBNI09	—	ASTM A353	—
—	1.5680	12Ni19	—	—	Z18N5	—	—	—	2515	—
—	1.6657	14NiCrMo134	832M13	36C	—	15NiCrMo13	14NiCrMo131	—	—	—
SKD1	1.2080	X210Cr12	BD3	—	Z200C12	X210Cr13KU X250Cr12KU	X210Cr12	—	D3 ASTM D3	Cr12
SKD11	1.2601	X153CrMoV12	BD2	—	—	X160CrMoV12	—	—	D2	Cr12MoV
SKD12	1.2363	X100CrMoV5	BA2	—	Z100CDV5	X100CrMoV5	F.5227	2260	A2	Cr5Mo1V
SKD61	1.2344	X40CrMoV51 X40CrMoV51	BH13	—	Z40CDV5	X35CrMoV05KU X40CrMoV51KU	X40CrMoV5	2242	H13 ASTM H13	4Cr5MoSiV1
SKD2	1.2436	X210CrW12	—	—	—	X215CrW121KU	X210CrW12	2312	—	—
—	1.2542	45WCrV7	BS1	—	—	45WCrV8KU	45WCrSi8	2710	S1	—
SKD5	1.2581	X30WCrV93	BH21	—	Z30WCV9	X28W09KU	X30WCrV9	—	H21	30WCrV9
—	1.2601	X165CrMoV12	—	—	—	X165CrMoW12KU	X160CrMoV12	2310	—	—
SKS43	1.2833	100V1	BW2	—	Y1105V	—	—	—	W210	V
SKH3	1.3255	S 18-1-2-5	BT4	—	Z80WKCV	X78WCo1805KU	HS18-1-1-5	—	T4	W18Cr4VCo5
SKH2	1.3355	S 18-0-1	BT1	—	Z80WCV	X75W18KU	HS18-0-1	—	T1	—
SCMnH/1	1.3401	G-X120Mn12	Z120M12	—	Z120M12	XG120Mn12	X120MN12	—	—	—
SUH1	1.4718	X45CrSi93	401S45	52	Z45CS9	X45CrSi8	F.322	—	HW3	X45CrSi93
SUH3	1.3343	S6-5-2	4959BA2	—	Z40CSD10	15NiCrMo13	—	2715	D3	—
SKH9, SKH51	1.3343	S6/5/2	BM2	—	Z85WDCV	HS6-5-2-2	F.5603	2722	M2	—
—	1.3348	S 2-9-2	—	—	—	HS2-9-2	HS2-9-2	2782	M7	—
SKH55	1.3243	S6/5/2/5	BM35	—	6-5-2-5	HS6-5-2-5	F.5613	2723	M35	—

LISTA DE REFERÊNCIA CRUZADA DE MATERIAIS METÁLICOS

■ AÇO INOXIDÁVEL (FERRÍTICO, MARTENSÍTICO)

Japão	Alemanha		Reino Unido		França	Itália	Espanha	Suécia	EUA	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUS403	1.4000	X7Cr13	403S17	—	Z6C13	X6Cr13	F.3110	2301	403	0Cr13 1Cr12
—	1.4001	X7Cr14	—	—	—	—	F.8401	—	—	—
SUS416	1.4005	X12CrS13	416S21	—	Z11CF13	X12CrS13	F.3411	2380	416	—
SUS410	1.4006	X10Cr13	410S21	56A	Z10C14	X12Cr13	F.3401	2302	410	1Cr13
SUS430	1.4016	X8Cr17	430S15	60	Z8C17	X8Cr17	F.3113	2320	430	1Cr17
SCS2	1.4027	G-X20Cr14	420C29	56B	Z20C13M	—	—	—	—	—
SUS420J2	1.4034	X46Cr13	420S45	56D	Z40CM Z38C13M	X40Cr14	F.3405	2304	—	4Cr13
—	1.4003	—	405S17	—	Z8CA12	X6CrAl13	—	—	405	—
—	1.4021	—	420S37	—	Z8CA12	X20Cr13	—	2303	420	—
SUS431	1.4057	X22CrNi17	431S29	57	Z15CNi6.02	X16CrNi16	F.3427	2321	431	1Cr17Ni2
SUS430F	1.4104	X12CrMoS17	—	—	Z10CF17	X10CrS17	F.3117	2383	430F	Y1Cr17
SUS434	1.4113	X6CrMo17	434S17	—	Z8CD17.01	X8CrMo17	—	2325	434	1Cr17Mo
SCS5	1.4313	X5CrNi134	425C11	—	Z4CND13.4M	(G)X6CrNi304	—	2385	CA6-NM	—
SUS405	1.4724	X10CrA113	403S17	—	Z10C13	X10CrA112	F.311	—	405	0Cr13Al
SUS430	1.4742	X10CrA118	430S15	60	Z10CAS18	X8Cr17	F.3113	—	430	Cr17
SUH4	1.4747	X80CrNiSi20	443S65	59	Z80CSN20.02	X80CrSiNi20	F.320B	—	HNv6	—
SUH446	1.4762	X10CrA124	—	—	Z10CAS24	X16Cr26	—	2322	446	2Cr25N
SUH35	1.4871	X53CrMnNiN219	349S54	—	Z52CMN21.09	X53CrMnNiN219	—	—	EV8	5Cr2Mn9Ni4N
—	1.4521	X1CrMoTi182	—	—	—	—	—	2326	S44400	—
—	1.4922	X20CrMoV12-1	—	—	—	X20CrMoNi1201	—	2317	—	—
—	1.4542	—	—	—	Z7CNU17-04	—	—	—	630	—

■ AÇO INOXIDÁVEL (AUSTENÍTICO)

Japão	Alemanha		Reino Unido		França	Itália	Espanha	Suécia	EUA	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUS304L	1.4306	X2CrNi1911	304S11	—	Z2CN18.10	X2CrNi18.11	—	2352	304L	0Cr19Ni10
SUS304	1.4350	X5CrNi189	304S11	58E	Z6CN18.09	X5CrNi1810	F.3551 F.3541 F.3504	2332	304	0Cr18Ni9
SUS303	1.4305	X12CrNiS188	303S21	58M	Z10CNF18.09	X10CrNiS18.09	F.3508	2346	303	1Cr18Ni9MoZr
SUS304L	—	—	304C12	—	Z3CN19.10	—	—	2333	—	—
SCS19	1.4306	X2CrNi189	304S12	—	Z2CrNi1810	X2CrNi18.11	F.3503	2352	304L	—
SUS301	1.4310	X12CrNi177	—	—	Z12CN17.07	X12CrNi1707	F.3517	2331	301	Cr17Ni7
SUS304LN	1.4311	X2CrNiN1810	304S62	—	Z2CN18.10	—	—	2371	304LN	—
SUS316	1.4401	X5CrNiMo1810	316S16	58J	Z6CND17.11	X5CrNiMo1712	F.3543	2347	316	0Cr17Ni11Mo2
SCS13	1.4308	G-X6CrNi189	304C15	—	Z6CN18.10M	—	—	—	—	—
SCS14	1.4408	G-X6CrNiMo1810	316C16	—	—	—	F.8414	—	—	—
SCS22	1.4581	G-X5CrNiMoNb1810	318C17	—	Z4CNDNb1812M	XG8CrNiMo1811	—	—	—	—
SUS316LN	1.4429	X2CrNiMoN1813	—	—	Z2CND17.13	—	—	2375	316LN	0Cr17Ni13Mo
—	1.4404	—	316S13	—	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	—	2348	316L	—
SCS16	1.4435	X2CrNiMo1812	316S13	—	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	—	2353	316L	0Cr27Ni12Mo3
SUS316L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1.4436	—	316S13	—	Z6CND18-12-03	X8CrNiMo1713	—	2343, 2347	316	—
SUS317L	1.4438	X2CrNiMo1816	317S12	—	Z2CND19.15	X2CrNiMo1816	—	2367	317L	00Cr19Ni13Mo
—	1.4539	X1NiCrMo	—	—	Z6CNT18.10	—	—	2562	UNS V 0890A	—
SUS321	1.4541	X10CrNiTi189	321S12	58B	Z6CNT18.10	X6CrNiTi1811	F.3553 F.3523	2337	321	1Cr18Ni9Ti
SUS347	1.4550	X10CrNiNb189	347S17	58F	Z6CNNb18.10	X6CrNiNb1811	F.3552 F.3524	2338	347	1Cr18Ni11Nb
—	1.4571	X10CrNiMoTi1810	320S17	58J	Z6CNDT17.12	X6CrNiMoTi1712	F.3535	2350	316Ti	Cr18Ni12Mo2T
—	1.4583	X10CrNiMoNb1812	—	—	Z6CNDNb1713B	X6CrNiMoNb1713	—	—	318	Cr17Ni12Mo3Mb

Japão	Alemanha		Reino Unido		França	Itália	Espanha	Suécia	EUA	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUH309	1.4828	X15CrNiSi2012	309S24	—	Z15CNS20.12	X6CrNi2520	—	—	309	1Cr23Ni13
SUH310	1.4845	X12CrNi2521	310S24	—	Z12CN2520	X6CrNi2520	F.331	2361	310S	OCr25Ni20
SCS17	1.4406	X10CrNi18.08	—	58C	Z1NC DU25.20	—	F.8414	2370	308	—
—	1.4418	X4CrNiMo165	—	—	Z6CND16-04-01	—	—	—	—	—
—	1.4568 1.4504	—	316S111	—	Z8CNA17-07	X2CrNiMo1712	—	—	17-7PH	—
—	1.4563	—	—	—	Z1NC DU31-27-03 Z1CNDU20-18-06AZ	—	—	2584 2378	NO8028 S31254	—
SUS321	1.4878	X12CrNiTi189	321S32	58B, 58C	Z6CNT18.12B	X6CrNiTi18 11	F.3523	—	321	1Cr18Ni9Ti

■ AÇOS RESISTENTES AO CALOR

Japão	Alemanha		Reino Unido		França	Itália	Espanha	Suécia	EUA	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUH330	1.4864	X12NiCrSi3616	—	—	Z12NCS35.16	—	—	—	330	—
SCH15	1.4865	G-X40NiCrSi3818	330C11	—	—	XG50NiCr3919	—	—	HT, HT 50	—

■ FERRO FUNDIDO CINZENTO

Japão	Alemanha		Reino Unido		França	Itália	Espanha	Suécia	EUA	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
—	—	—	—	—	—	—	—	0100	—	—
FC100	—	GG 10	—	—	Ft 10 D	—	—	0110	No 20 B	—
FC150	0.6015	GG 15	Grade 150	—	Ft 15 D	G15	FG15	0115	No 25 B	HT150
FC200	0.6020	GG 20	Grade 220	—	Ft 20 D	G20	—	0120	No 30 B	HT200
FC250	0.6025	GG 25	Grade 260	—	Ft 25 D	G25	FG25	0125	No 35 B	HT250
—	—	—	—	—	—	—	—	—	No 40 B	—
FC300	0.6030	GG 30	Grade 300	—	Ft 30 D	G30	FG30	0130	No 45 B	HT300
FC350	0.6035	GG 35	Grade 350	—	Ft 35 D	G35	FG35	0135	No 50 B	HT350
—	0.6040	GG 40	Grade 400	—	Ft 40 D	—	—	0140	No 55 B	HT400
—	0.6660	GGL NiCr202	L-NiCuCr202	—	L-NC 202	—	—	0523	A436 Type 2	—

■ FERRO FUNDIDO NODULAR

Japão	Alemanha		Reino Unido		França	Itália	Espanha	Suécia	EUA	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
FCD400	0.7040	GGG 40	SNG 420/12	—	FCS 400-12	GS 370-17	FGE 38-17	07 17-02	60-40-18	QT400-18
—	—	GGG 40.3	SNG 370/17	—	FGS 370-17	—	—	07 17-12	—	—
—	0.7033	GGG 35.3	—	—	—	—	—	07 17-15	—	—
FCD500	0.7050	GGG 50	SNG 500/7	—	FGS 500-7	GS 500	FGE 50-7	07 27-02	80-55-06	QT500-7
—	0.7660	GGG NiCr202	Grade S6	—	S-NC202	—	—	07 76	A43D2	—
—	—	GGG NiMn137	L-NiMn 137	—	L-MN 137	—	—	07 72	—	—
FCD600	—	GGG 60	SNG 600/3	—	FGS 600-3	—	—	07 32-03	—	QT600-3
FCD700	0.7070	GGG 70	SNG 700/2	—	FGS 700-2	GS 700-2	FGS 70-2	07 37-01	100-70-03	QT700-18

■ FERRO FUNDIDO MALEÁVEL

Japão	Alemanha		Reino Unido		França	Itália	Espanha	Suécia	EUA	China
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
FCMB310	—	—	8 290/6	—	MN 32-8	—	—	08 14	—	—
FCMW330	—	GTS-35	B 340/12	—	MN 35-10	—	—	08 15	32510	—
FCMW370	0.8145	GTS-45	P 440/7	—	Mn 450	GMN45	—	08 52	40010	—
FCMP490	0.8155	GTS-55	P 510/4	—	MP 50-5	GMN55	—	08 54	50005	—
FCMP540	—	GTS-65	P 570/3	—	MP 60-3	—	—	08 58	70003	—
FCMP590	0.8165	GTS-65-02	P 570/3	—	Mn 650-3	GMN 65	—	08 56	A220-70003	—
FCMP690	—	GTS-70-02	P 690/2	—	Mn 700-2	GMN 70	—	08 62	A220-80002	—

AÇOS PARA MOLDES E MATRIZES

Classificação	JIS (Outros)	Aichi Steel Works	Uddeholm	Kobe Steel	Sumitomo Metal Industries	Daido Steel	Nippon Koshuha	Hitachi Metals	Mitsubishi Steel Manufacturing
Aço Carbono para Estrutura de Máquina	S50C	AUK1		KTSM2A	SD10	PDS1	KPM1		MT50C
	I			KTSM21	SD17	PXZ			
	S55C			KTSM22	SD21				
Aço Liga para Estrutura de Máquina	SCM440	AUK11		KTSM3A	SD61	PDS3			
	I			KTSM31					
	SCM445		HOLDAX						
Aço Carbono para Ferramentas	SK3	SK3				YK3	K3	YC3	
Aço Liga para Ferramenta (Para Trabalho a Frio)	SKS3	SKS3				GOA	KS3	SGT	
	SKS31					GO31	K31		
	SKS93	SK301				YK30	K3M	YCS3	
	SKD1						KD1	CRD	
	SKD11	SKD11		KAD181		DC11	KD11	SLD	
	SKD11	AUD11				DC3	KD11V	SLD2	
	SKD11						KDQ		
	SKD12		RIGOR			DC12	KD12	SCD	
		SX4							
		SX44							
		SX105V					FH5		
		TCD							
						DC53	KD21	SLD8	
						PD613			
						GO4		ACD37	
						GO5		HMD5	
						GO40F		HPM2T	
								YSM	
								HPM31	
								HMD1	
							KDM5	HMD5	
Aço Liga para Ferramenta (Para Trabalho a Frio e outros)	(P20)		IMPAX	KTSM3M		PX5	KPM30	HPM2	MT24M
	(P20)			KTSM40EF		NAK55	KAP	HPM7	
	(P21)			KTSM40E		NAK80	KAP2	HPM1	
Aço Liga para Ferramenta (Para Trabalho a Quente)						GLD2		HPM50	
	SKD4					DH4	KD4	YDC	
	SKD5					DH5	KD5	HDC	
	SKD6					DH6	KD6		
	SKD61	SKD61	Over M Suprem			DHA1	KDA	DAC	
	SKD61						MFA		
	SKD62	SKD62				DH62	KDB	DBC	
	SKT4					GFA	KTV	DM	
	SKD7					DH72	KDH1	YEM	
	(H10)					DH73			
	SKD8					DH41	KDF	MDC	
			QRO80M						
								YHD40	
						DH71			
						DH42			
						DH21			
							KDW		
							KDHM		
							AE31		
	SKT4	SKT4A						YEM4	
	6F4	MPH						YHD50	
Q	SKT4							YHD26	
						DH31	KDA1	DAC3	
							KDA5	DAC10	
								DAC40	
						GF78		DAC45	
						DH76		DAC55	
							TD3	FDAC	
						DH2F	KDAS	YHD3	
								MDC—K	
								YEM—K	

Classificação	JIS (Outros)	Aichi Steel Works	Uddeholm	Kobe Steel	Sumitomo Metal Industries	Daido Steel	Nippon Koshuha	Hitachi Metals	Mitsubishi Steel Manufacturing
Aço Rápido para Ferramenta	SKH51					MH51	H51	YXM1	
	SKH55					MH55	HM35	YXM4	
	SKH57					MH57	MV10	XVC5	
						MH8	NK4	YXM60	
						MH24			
						MH7V1			
						MH64			
						VH54	HV2	XVC11	
							HM3	YXM7	
						MH85	KDMV	YXR3	
						MH88	HM9TL	YXR4	
								YXR7	
								YXR35	
Aço Rápido Sinterizado para Ferramenta			ASP23	KHA32		DEX20		HAP10	
			ASP30	KHA30		DEX40		HAP40	
				KHA3VN		DEX60		HAP50	
				KHA30N		DEX70		HAP63	
				KHA33N		DEX80		HAP72	
				KHA50					
				KHA77					
Aço Inoxidável	SUS403					GLD1			
	SUS420		STAVAX			S—STAR	KSP1	HPM38	
	SUS440C		ELMAX (Sinterizado)	KAS440 (Sinterizado)		SUS440C	KSP3		
	SUS420							SUS420	
	SUS630					NAK101	U630	PSL	
	(414)								
Aço Maraging						MAS1C	KMS18—20	YAG	DMG300
Ligas Resistentes ao Calor								HRNC	

RUGOSIDADE SUPERFICIAL

RUGOSIDADE SUPERFICIAL

(Refere-se JIS B 0601-1994)

Tipo	Código	Determinação Tipo	Exemplo de Determinação (Figura)
Rugosidade Aritmética Principal	Ra	Ra significa o valor obtido através da seguinte fórmula expressado em micrômetro (μm). Quando tomamos uma amostra de somente um comprimento de referência da curva de rugosidade na direção da linha principal. Tomamos o eixo-X na direção da linha principal e o eixo-Y na direção de magnificação longitudinal desta parte da amostra e a curva de rugosidade é expressa por: $Ra = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} f(x) dx$	
Altura Máxima	Rz	Rz será somente o comprimento de referência é tomado da curva de rugosidade na direção da linha principal. A distância entre o pico mais alto da linha e o vale mais profundo da linha. Nesta porção da amostra é medida a magnificação longitudinal na direção da curva de rugosidade e o valor obtido é expressado em micrômetro (μm). Nota) Quando encontrar o Rz, uma relação sem um pico excepcional ou um baixo valor, os quais podem ser considerados como uma falha, é selecionado como o comprimento da amostra. $Rz = R_p + R_v$	
Rugosidade de Dez-Pontos Principais	RzJIS	RzJIS será somente o comprimento de referência tomado da curva de rugosidade na direção de sua linha principal. As médias somadas dos cinco valores absolutos e picos mais altos do perfil (Yp) e os cinco valores mais profundos do perfil (Yv). Medidos na direção da magnificação vertical da linha principal desta porção da amostra e esta soma é expressa em micrômetro (μm). $Rz_{JIS} = \frac{(Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}) + (Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5})}{5}$	Yp1, Yp2, Yp3, Yp4, Yp5 : altitudes dos cinco picos mais altos do perfil da porção tomada como amostra correspondente com comprimento de referência. Yv1, Yv2, Yv3, Yv4, Yv5 : altitudes dos cinco vales mais profundos do perfil da porção tomada como amostra correspondente com comprimento de referência.

■ RELAÇÃO ENTRE A PRINCIPAL ARITMÉTICA (Ra) E A DESIGNAÇÃO CONVENCIONAL (DADOS DE REFERÊNCIA)

Rugosidade Aritmética Principal Ra		Altura Máxima Rz	Rugosidade de Dez Pontos Principais RzJIS	Comprimento da Amostragem para Rz • RzJIS l (mm)	Marca Convencional de Acabamento
Série Standard	Valor de “Cutoff” λC (mm)	Série Standard			
0.012 a	0.08	0.05s	0.05z	0.08	▽▽▽▽
0.025 a	0.25	0.1 s	0.1 z		
0.05 a		0.2 s	0.2 z	0.25	
0.1 a		0.4 s	0.4 z		
0.2 a	0.8	0.8 s	0.8 z	0.8	
0.4 a		1.6 s	1.6 z		
0.8 a		3.2 s	3.2 z		
1.6 a		6.3 s	6.3 z		
3.2 a	2.5	12.5 s	12.5 z	2.5	▽▽
6.3 a		25 s	25 z		
12.5 a	8	50 s	50 z	8	▽
25 a		100 s	100 z		
50 a		200 s	200 z		—
100 a		—	400 s	400 z	

*A correlação entre as três é mostrada por conveniência e não é exata.

*Ra: O comprimento de avaliação de Rz e RzJIS e o valor de "cutoff" e o comprimento de amostragem multiplicado por 5, respectivamente.

TABELA DE COMPARAÇÃO DE DUREZA

NÚMERO DA CONVERSÃO DE DUREZA DE AÇOS

Dureza Brinell (HB) Esfera de 10mm Pré-Carga: 3,000 kgf		Dureza Vickers (HV)	Dureza Rockwell				Dureza Shore (HS)	Resistência à Tração (Aproxim.) Mpa	Dureza Brinell (HB) Esfera de 10mm Pré-Carga: 3,000 kgf		Dureza Vickers (HV)	Dureza Rockwell				Dureza Shore (HS)	Resistência à Tração (Aproxim.) Mpa
Esfera Standard	Esfera de Metal Duro		Escala A Pré-Carga:60kgf Ponta de Diamante	Escala B Pré-Carga:100kgf Esfera 1/16"	Escala C Pré-Carga:150kgf Ponta de Diamante	Escala D Pré-Carga:100kgf Ponta de Diamante			Esfera Standard	Esfera de Metal Duro		Escala A Pré-Carga:60kgf Ponta de Diamante	Escala B Pré-Carga:100kgf Esfera 1/16"	Escala C Pré-Carga:150kgf Ponta de Diamante	Escala D Pré-Carga:100kgf Ponta de Diamante		
			(HRA)	(HRB)	(HRC)	(HRD)						(HRA)	(HRB)	(HRC)	(HRD)		
—	—	940	85.6	—	68.0	76.9	97	—	429	429	455	73.4	—	45.7	59.7	61	1510
—	—	920	85.3	—	67.5	76.5	96	—	415	415	440	72.8	—	44.5	58.8	59	1460
—	—	900	85.0	—	67.0	76.1	95	—	401	401	425	72.0	—	43.1	57.8	58	1390
—	(767)	880	84.7	—	66.4	75.7	93	—	388	388	410	71.4	—	41.8	56.8	56	1330
—	(757)	860	84.4	—	65.9	75.3	92	—	375	375	396	70.6	—	40.4	55.7	54	1270
—	(745)	840	84.1	—	65.3	74.8	91	—	363	363	383	70.0	—	39.1	54.6	52	1220
—	(733)	820	83.8	—	64.7	74.3	90	—	352	352	372	69.3	(110.0)	37.9	53.8	51	1180
—	(722)	800	83.4	—	64.0	73.8	88	—	341	341	360	68.7	(109.0)	36.6	52.8	50	1130
—	(712)	—	—	—	—	—	—	—	331	331	350	68.1	(108.5)	35.5	51.9	48	1095
—	(710)	780	83.0	—	63.3	73.3	87	—	321	321	339	67.5	(108.0)	34.3	51.0	47	1060
—	(698)	760	82.6	—	62.5	72.6	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	(684)	740	82.2	—	61.8	72.1	—	—	311	311	328	66.9	(107.5)	33.1	50.0	46	1025
—	(682)	737	82.2	—	61.7	72.0	84	—	302	302	319	66.3	(107.0)	32.1	49.3	45	1005
—	(670)	720	81.8	—	61.0	71.5	83	—	293	293	309	65.7	(106.0)	30.9	48.3	43	970
—	(656)	700	81.3	—	60.1	70.8	—	—	285	285	301	65.3	(105.5)	29.9	47.6	—	950
—	(653)	697	81.2	—	60.0	70.7	81	—	277	277	292	64.6	(104.5)	28.8	46.7	41	925
—	(647)	690	81.1	—	59.7	70.5	—	—	269	269	284	64.1	(104.0)	27.6	45.9	40	895
—	(638)	680	80.8	—	59.2	70.1	80	—	262	262	276	63.6	(103.0)	26.6	45.0	39	875
—	630	670	80.6	—	58.8	69.8	—	—	255	255	269	63.0	(102.0)	25.4	44.2	38	850
—	627	667	80.5	—	58.7	69.7	79	—	248	248	261	62.5	(101.0)	24.2	43.2	37	825
—	—	—	—	—	—	—	—	—	241	241	253	61.8	100	22.8	42.0	36	800
—	—	677	80.7	—	59.1	70.0	—	—	235	235	247	61.4	99.0	21.7	41.4	35	785
—	601	640	79.8	—	57.3	68.7	77	—	229	229	241	60.8	98.2	20.5	40.5	34	765
—	—	640	79.8	—	57.3	68.7	—	—	223	223	234	—	97.3	(18.8)	—	—	—
—	578	615	79.1	—	56.0	67.7	75	—	217	217	228	—	96.4	(17.5)	—	33	725
—	—	607	78.8	—	55.6	67.4	—	—	212	212	222	—	95.5	(16.0)	—	—	705
—	555	591	78.4	—	54.7	66.7	73	2055	207	207	218	—	94.6	(15.2)	—	32	690
—	—	579	78.0	—	54.0	66.1	—	2015	201	201	212	—	93.8	(13.8)	—	31	675
—	534	569	77.8	—	53.5	65.8	71	1985	197	197	207	—	92.8	(12.7)	—	30	655
—	—	533	77.1	—	52.5	65.0	—	1915	192	192	202	—	91.9	(11.5)	—	29	640
—	514	547	76.9	—	52.1	64.7	70	1890	187	187	196	—	90.7	(10.0)	—	—	620
(495)	—	539	76.7	—	51.6	64.3	—	1855	183	183	192	—	90.0	(9.0)	—	28	615
—	—	530	76.4	—	51.1	63.9	—	1825	179	179	188	—	89.0	(8.0)	—	27	600
—	495	528	76.3	—	51.0	63.8	68	1820	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	—	585
(477)	—	516	75.9	—	50.3	63.2	—	1780	170	170	178	—	86.8	(5.4)	—	26	570
—	—	508	75.6	—	49.6	62.7	—	1740	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	—	560
—	477	508	75.6	—	49.6	62.7	66	1740	149	149	156	—	80.8	—	—	23	505
(461)	—	495	75.1	—	48.8	61.9	—	1680	143	143	150	—	78.7	—	—	22	490
—	—	491	74.9	—	48.5	61.7	—	1670	137	137	143	—	76.4	—	—	21	460
—	461	491	74.9	—	48.5	61.7	65	1670	126	126	132	—	74.0	—	—	—	450
444	—	474	74.3	—	47.2	61.0	—	1595	121	121	127	—	72.0	—	—	20	435
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	—	1585	116	116	122	—	69.8	—	—	19	415
—	444	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	111	111	117	—	67.6	—	—	18	400
—	—	—	—	—	—	—	—	—	111	111	117	—	65.7	—	—	15	385

Nota 1) A lista acima é a mesma do manual da AMS Metais com resistência à tração em valores métricos aproximados e dureza Brinell além de um campo recomendado.

Nota 2) 1MPa=1N/mm²

Nota 3) Figuras entre () são utilizadas raramente e são incluídas somente como referência. Esta lista foi retirada do Manual de Aço I JIS.

TABELA DE TOLERÂNCIA DE ENCAIXE (FUROS)

Classificação das Dimensões Standard (mm)		Classe da Zona de Tolerância de Encaixe															
>	≤	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7
—	3	+180 +140	+85 +60	+100 +60	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+8 +2	+12 +2	+6 0	+10 0
3	6	+188 +140	+100 +70	+118 +70	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+12 +4	+16 +4	+8 0	+12 0
6	10	+208 +150	+116 +80	+138 +80	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+14 +5	+20 +5	+9 0	+15 0
10	14	+220 +150	+138 +95	+165 +95	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0
14	18																
18	24	+244 +160	+162 +110	+194 +110	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0
24	30																
30	40	+270 +170	+182 +120	+220 +120	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0
40	50	+280 +180	+192 +130	+230 +130													
50	65	+310 +190	+214 +140	+260 +140	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0
65	80	+320 +200	+224 +150	+270 +150													
80	100	+360 +220	+257 +170	+310 +170	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0
100	120	+380 +240	+267 +180	+320 +180													
120	140	+420 +260	+300 +200	+360 +200													
140	160	+440 +280	+310 +210	+370 +210	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+39 +14	+54 +14	+25 0	+40 0
160	180	+470 +310	+330 +230	+390 +230													
180	200	+525 +340	+355 +240	+425 +240													
200	225	+565 +380	+375 +260	+445 +260	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+44 +15	+61 +15	+29 0	+46 0
225	250	+605 +420	+395 +280	+465 +280													
250	280	+690 +480	+430 +300	+510 +300	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+49 +17	+69 +17	+32 0	+52 0
280	315	+750 +540	+460 +330	+540 +330													
315	355	+830 +600	+500 +360	+590 +360	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+54 +18	+75 +18	+36 0	+57 0
355	400	+910 +680	+540 +400	+630 +400													
400	450	+1010 +760	+595 +440	+690 +440	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+60 +20	+83 +20	+40 0	+63 0
450	500	+1090 +840	+635 +480	+730 +480													

Nota) Os valores mostrados na área das respectivas linhas são superiores às tolerâncias dimensionais, enquanto que os valores mostrados na área inferior das respectivas linhas são inferiores às tolerâncias dimensionais.

Unidades : μm

Classe da Zona de Tolerância de Encaixe

H8	H9	H10	JS6	JS7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7
+14 0	+25 0	+40 0	± 3	± 5	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-4 -10	-4 -14	-6 -12	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—	-18 -28	-20 -30
+18 0	+30 0	+48 0	± 4	± 6	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	-5 -13	-4 -16	-9 -17	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—	-19 -31	-24 -36
+22 0	+36 0	+58 0	± 4.5	± 7	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	-7 -16	-4 -19	-12 -21	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—	-22 -37	-28 -43
+27 0	+43 0	+70 0	± 5.5	± 9	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	-9 -20	-5 -23	-15 -26	-11 -29	-16 -34	-21 -39	—	-26 -44	-33 -51 -38 -56
+33 0	+52 0	+84 0	± 6.5	± 10	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	-20 -41	-27 -48	— -33 -54	-33 -54 -61	-46 -67 -56 -77
+39 0	+62 0	+100 0	± 8	± 12	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-39 -64 -45 -70	-51 -76 -61 -86	—
+46 0	+74 0	+120 0	± 9.5	± 15	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	-30 -60 -32 -62	-42 -72 -48 -78	-55 -85 -64 -94	-76 -106 -91 -121	—
+54 0	+87 0	+140 0	± 11	± 17	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	-38 -73 -41 -76	-58 -93 -66 -101	-78 -113 -91 -126	-111 -146 -131 -166	—
+63 0	+100 0	+160 0	± 12.5	± 20	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-36 -61	-28 -68	-48 -88 -50 -90 -53 -93	-77 -117 -85 -125 -93 -133	-107 -147 -119 -159 -131 -171	—	—
+72 0	+115 0	+185 0	± 14.5	± 23	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-41 -70	-33 -79	-60 -106 -63 -109 -67 -113	-105 -151 -113 -159 -123 -169	—	—	—
+81 0	+130 0	+210 0	± 16	± 26	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-47 -79	-36 -88	-74 -126 -78 -130	—	—	—	—
+89 0	+140 0	+230 0	± 18	± 28	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-51 -87	-41 -98	-87 -144 -93 -150	—	—	—	—
+97 0	+155 0	+250 0	± 20	± 31	+8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-55 -95	-45 -108	-103 -166 -109 -172	—	—	—	—

TABELA DE TOLERÂNCIA DE ENCAIXE (EIXOS)

Classificação das Dimensões Standard (mm)		Classe da Zona de Tolerância de Encaixe														
>	≤	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7
—	3	−140 −165	−60 −85	−20 −34	−20 −45	−14 −24	−14 −28	−14 −39	−6 −12	−6 −16	−6 −20	−2 −6	−2 −8	0 −4	0 −6	0 −10
3	6	−140 −170	−70 −100	−30 −48	−30 −60	−20 −32	−20 −38	−20 −50	−10 −18	−10 −22	−10 −28	−4 −9	−4 −12	0 −5	0 −8	0 −12
6	10	−150 −186	−80 −116	−40 −62	−40 −76	−25 −40	−25 −47	−25 −61	−13 −22	−13 −28	−13 −35	−5 −11	−5 −14	0 −6	0 −9	0 −15
10	14	−150 −193	−95 −138	−50 −77	−50 −93	−32 −50	−32 −59	−32 −75	−16 −27	−16 −34	−16 −43	−6 −14	−6 −17	0 −8	0 −11	0 −18
14	18															
18	24	−160 −212	−110 −162	−65 −98	−65 −117	−40 −61	−40 −73	−40 −92	−20 −33	−20 −41	−20 −53	−7 −16	−7 −20	0 −9	0 −13	0 −21
24	30															
30	40	−170 −232	−120 −182	−80 −80	−80 −80	−50 −50	−50 −50	−50 −50	−25 −25	−25 −25	−25 −25	−9 −9	−9 −9	0 0	0 0	0 0
40	50	−180 −242	−130 −192	−119 −119	−142 −142	−75 −75	−89 −89	−112 −112	−41 −41	−50 −50	−64 −64	−20 −20	−25 −25	−11 −11	−16 −16	−25 −25
50	65	−190 −264	−140 −214	−100 −100	−100 −100	−60 −60	−60 −60	−60 −60	−30 −30	−30 −30	−30 −30	−10 −10	−10 −10	0 0	0 0	0 0
65	80	−200 −274	−150 −224	−146 −146	−174 −174	−90 −90	−106 −106	−134 −134	−49 −49	−60 −60	−76 −76	−23 −23	−29 −29	−13 −13	−19 −19	−30 −30
80	100	−220 −307	−170 −257	−120 −120	−120 −120	−72 −72	−72 −72	−72 −72	−36 −36	−36 −36	−36 −36	−12 −12	−12 −12	0 0	0 0	0 0
100	120	−240 −327	−180 −267	−174 −174	−207 −207	−107 −107	−126 −126	−159 −159	−58 −58	−71 −71	−90 −90	−27 −27	−34 −34	−15 −15	−22 −22	−35 −35
120	140	−260 −360	−200 −300													
140	160	−280 −380	−210 −310	−145 −208	−145 −245	−85 −125	−85 −148	−85 −185	−43 −68	−43 −83	−43 −106	−14 −32	−14 −39	0 −18	0 −25	0 −40
160	180	−310 −410	−230 −330													
180	200	−340 −455	−240 −355													
200	225	−380 −495	−260 −375	−170 −242	−170 −285	−100 −146	−100 −172	−100 −215	−50 −79	−50 −96	−50 −122	−15 −35	−15 −44	0 −20	0 −29	0 −46
225	250	−420 −535	−280 −395													
250	280	−480 −610	−300 −430	−190 −190	−190 −190	−110 −110	−110 −110	−110 −110	−56 −56	−56 −56	−56 −56	−17 −17	−17 −17	0 0	0 0	0 0
280	315	−540 −670	−330 −460	−271 −271	−320 −320	−162 −162	−191 −191	−240 −240	−88 −88	−108 −108	−137 −137	−40 −40	−49 −49	−23 −23	−32 −32	−52 −52
315	355	−600 −740	−360 −500	−210 −210	−210 −210	−125 −125	−125 −125	−125 −125	−62 −62	−62 −62	−62 −62	−18 −18	−18 −18	0 0	0 0	0 0
355	400	−680 −820	−400 −540	−299 −299	−350 −350	−182 −182	−214 −214	−265 −265	−98 −98	−119 −119	−151 −151	−43 −43	−54 −54	−25 −25	−36 −36	−57 −57
400	450	−760 −915	−440 −595	−230 −230	−230 −230	−135 −135	−135 −135	−135 −135	−68 −68	−68 −68	−68 −68	−20 −20	−20 −20	0 0	0 0	0 0
450	500	−840 −995	−480 −635	−327 −327	−385 −385	−198 −198	−232 −232	−290 −290	−108 −108	−131 −131	−165 −165	−47 −47	−60 −60	−27 −27	−40 −40	−63 −63

Nota) Os valores mostrados na área das respectivas linhas são superiores às tolerâncias dimensionais, enquanto que os valores mostrados na área inferior das respectivas linhas são inferiores às tolerâncias dimensionais.

Unidades : μm

Classe da Zona de Tolerância de Encaixe

h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
0 -14	0 -25	± 2	± 3	± 5	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—	+24 +18	+26 +20
0 -18	0 -30	± 2.5	± 4	± 6	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—	+31 +23	+36 +28
0 -22	0 -36	± 3	± 4.5	± 7	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—	+37 +28	+43 +34
0 -27	0 -43	± 4	± 5.5	± 9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—	+44 +33	+51 +40 +56 +45
0 -33	0 -52	± 4.5	± 6.5	± 10	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	— +54 +41	+54 +41 +61 +48	+67 +54 +77 +64
0 -39	0 -62	± 5.5	± 8	± 12	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48 +70 +54	+76 +60 +86 +70	—
0 -46	0 -74	± 6.5	± 9.5	± 15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41 +62 +43	+72 +53 +78 +59	+85 +66 +94 +75	+106 +87 +121 +102	—
0 -54	0 -87	± 7.5	± 11	± 17	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51 +76 +54	+93 +71 +101 +79	+113 +91 +126 +104	+146 +124 +166 +144	—
0 -63	0 -100	± 9	± 12.5	± 20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63 +90 +65 +93 +68	+117 +92 +125 +100 +133 +108	+147 +122 +159 +134 +171 +146	—	—
0 -72	0 -115	± 10	± 14.5	± 23	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77 +109 +80 +113 +84	+151 +122 +159 +130 +169 +140	—	—	—
0 -81	0 -130	± 11.5	± 16	± 26	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94 +130 +98	—	—	—	—
0 -89	0 -140	± 12.5	± 18	± 28	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108 +150 +114	—	—	—	—
0 -97	0 -155	± 13.5	± 20	± 31	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126 +172 +132	—	—	—	—

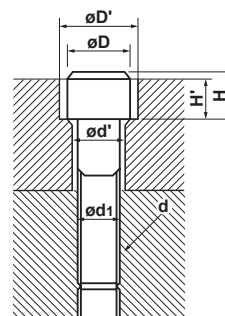
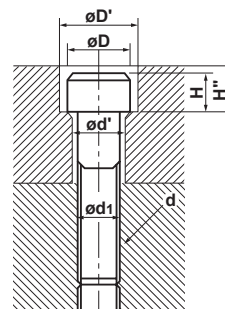
DIMENSÃO DO FURO PARA A CABEÇA DO PARAFUSO HEXAGONAL

DIMENSÕES DO ALOJAMENTO

PARA A CABEÇA E FURO DO PARAFUSO HEXAGONAL

Unidade : mm

Dimensões nominais da rosca d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d1	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
d'	3.4	4.5	5.5	6.6	9	11	14	16	18	20	22	24	26	30	33
D	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	45
D'	6.5	8	9.5	11	14	17.5	20	23	26	29	32	35	39	43	48
H	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
H'	2.7	3.6	4.6	5.5	7.4	9.2	11	12.8	14.5	16.5	18.5	20.5	22.5	25	28
H''	3.3	4.4	5.4	6.5	8.6	10.8	13	15.2	17.5	19.5	21.5	23.5	25.5	29	32



CONE STANDARD

Fig.1
Cone BT

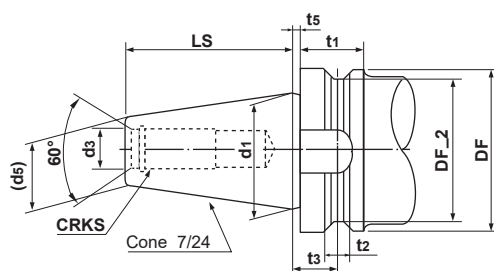
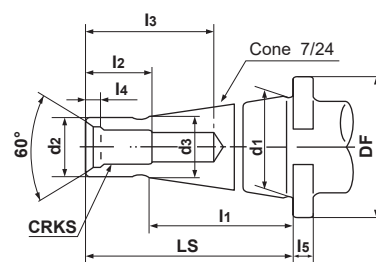


Fig.2
Cone NT



●Tabela 1 Cone BT (Fig.1)

Código	DF	DF_2	t1	t2	t3	t5	d1	d3	LS	CRKS	d5
BT35	53	43	20	10	13.0	2	38.1	13	56.5	M12×1.75	21.62
BT40	63	53	25	10	16.6	2	44.45	17	65.4	M16×2	25.3
BT45	85	73	30	12	21.2	3	57.15	21	82.8	M20×25	33.1
BT50	100	85	35	15	23.2	3	69.85	25	101.8	M24×3	40.1
BT60	155	135	45	20	28.2	3	107.95	31	161.8	M30×3.5	60.7

●Tabela 2 Cone NT (Fig.2)

Código	d1	d2	LS	l1	CRKS		l2	l3	d3	l4	DF	l5
					Rosca Métrica	Rosca em Polegada						
NT30	31.75	17.4	70	50	M12	W 1/2	24	50	16.5	6	50	8
NT40	44.45	25.3	95	67	M16	W 5/8	30	70	24	7	63	10
NT50	69.85	39.6	130	105	M24	W 1	45	90	38	11	100	13
NT60	107.95	60.2	210	165	M30	W 1 1/4	56	110	58	12	170	15

Fig.3
Cone Morse
(Haste com Arraste)

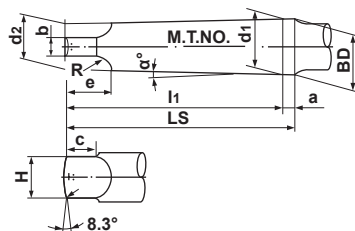
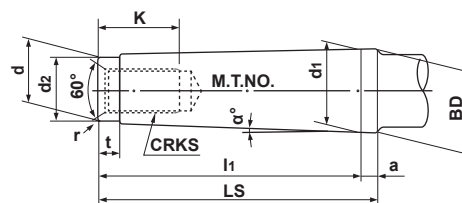


Fig.4
Cone Morse
(Haste com Rosca)



●Tabela 3 Haste com Arraste (Fig.3)

Número de Cone Morse	α°	d1	a	BD	d2	H	l1	LS	b	c	e	R	r
0	1°29'27"	9.045	3	9.201	6.104	6	56.5	59.5	3.9	6.5	10.5	4	1
1	1°25'43"	12.065	3.5	12.240	8.972	8.7	62.0	65.5	5.2	8.5	13.5	5	1.2
2	1°25'50"	17.780	5	18.030	14.034	13.5	75.0	80.0	6.3	10	16	6	1.6
3	1°26'16"	23.825	5	24.076	19.107	18.5	94.0	99	7.9	13	20	7	2
4	1°29'15"	31.267	6.5	31.605	25.164	24.5	117.5	124	11.9	16	24	8	2.5
5	1°30'26"	44.399	6.5	44.741	36.531	35.7	149.5	156	15.9	19	29	10	3
6	1°29'36"	63.348	8	63.765	52.399	51.0	210.0	218	19	27	40	13	4
7	1°29'22"	83.058	10	83.578	68.185	66.8	286.0	296	28.6	35	54	19	5

●Tabela 4 Haste com Rosca (Fig.4)

Número de Cone Morse	α°	d1	a	BD	d	d2	l1	LS	t	r	CRKS	K
0	1°29'27"	9.045	3	9.201	6.442	6	50	53	4	0.2	—	—
1	1°25'43"	12.065	3.5	12.240	9.396	9	53.5	57	5	0.2	M6	16
2	1°25'50"	17.780	5	18.030	14.583	14	64	69	5	0.2	M10	24
3	1°26'16"	23.825	5	24.076	19.759	19	81	86	7	0.6	M12	28
4	1°29'15"	31.267	6.5	31.605	25.943	25	102.5	109	9	1.0	M16	32
5	1°30'26"	44.399	6.5	44.741	37.584	35.7	129.5	136	9	2.5	M20	40
6	1°29'36"	63.348	8	63.765	53.859	51	182	190	12	4.0	M24	50
7	1°29'22"	83.058	10	83.578	70.052	65	250	260	18.5	5.0	M33	80

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

■ TABELA DE CONVERSÃO DE UNIDADE CONFORME UNIDADES SI (Em negrito indica SI)

● Pressão

Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm ²	atm	mmH ₂ O	mmHg ou Torr
1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁵	1.01972×10 ⁻⁵	9.86923×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻¹	7.50062×10 ⁻³
1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1.01972×10 ⁻²	9.86923×10 ⁻³	1.01972×10 ²	7.50062
1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10	1.01972×10	9.86923	1.01972×10 ⁵	7.50062×10 ³
1×10 ⁵	1×10 ²	1×10 ⁻¹	1	1.01972	9.86923×10 ⁻¹	1.01972×10 ⁴	7.50062×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10	9.80665×10 ⁻²	9.80665×10 ⁻¹	1	9.67841×10 ⁻¹	1×10 ⁴	7.35559×10 ²
1.01325×10 ⁵	1.01325×10 ²	1.01325×10 ⁻¹	1.01325	1.03323	1	1.03323×10 ⁴	7.60000×10 ²
9.80665	9.80665×10 ⁻³	9.80665×10 ⁻⁶	9.80665×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	9.67841×10 ⁻⁵	1	7.35559×10 ⁻²
1.33322×10 ²	1.33322×10 ⁻¹	1.33322×10 ⁻⁴	1.33322×10 ⁻³	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1.35951×10	1

Nota 1) 1Pa=1N/m²

● Força

N	dyn	kgf
1	1×10 ⁵	1.01972×10 ⁻¹
1×10 ⁻⁵	1	1.01972×10 ⁻⁶
9.80665	9.80665×10 ⁵	1

● Tensão

Pa	MPa ou N/mm ²	kgf/mm ²	kgf/cm ²
1	1×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻⁵
1×10 ⁶	1	1.01972×10 ⁻¹	1.01972×10
9.80665×10 ⁶	9.80665	1	1×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1

Nota 1) 1Pa=1N/m²

● Trabalho / Energia / Calor

J	kW•h	kgf•m	kcal
1	2.77778×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻¹	2.38889×10 ⁻⁴
3.600 ×10 ⁶	1	3.67098×10 ⁵	8.6000 ×10 ²
9.80665	2.72407×10 ⁻⁶	1	2.34270×10 ⁻³
4.18605×10 ³	1.16279×10 ⁻³	4.26858×10 ²	1

Nota 1) 1J=1W • s, 1J=1N • m
1cal=4.18605J
(Pela lei de pesos e medidas)

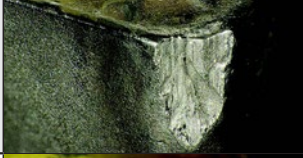
● Potência (Taxa de Produção / Força Motora) / Taxa de Fluxo de Calor

W	kgf•m/s	CV	kcal/h
1	1.01972×10 ⁻¹	1.35962×10 ⁻³	8.6000 ×10 ⁻¹
9.80665	1	1.33333×10 ⁻²	8.43371
7.355 ×10 ²	7.5 ×10	1	6.32529×10 ²
1.16279	1.18572×10 ⁻¹	1.58095×10 ⁻³	1

Nota 1) 1W=1J/s
1PS=0.7355kW
(Pela lei de pesos e medidas)
1cal=4.18605J

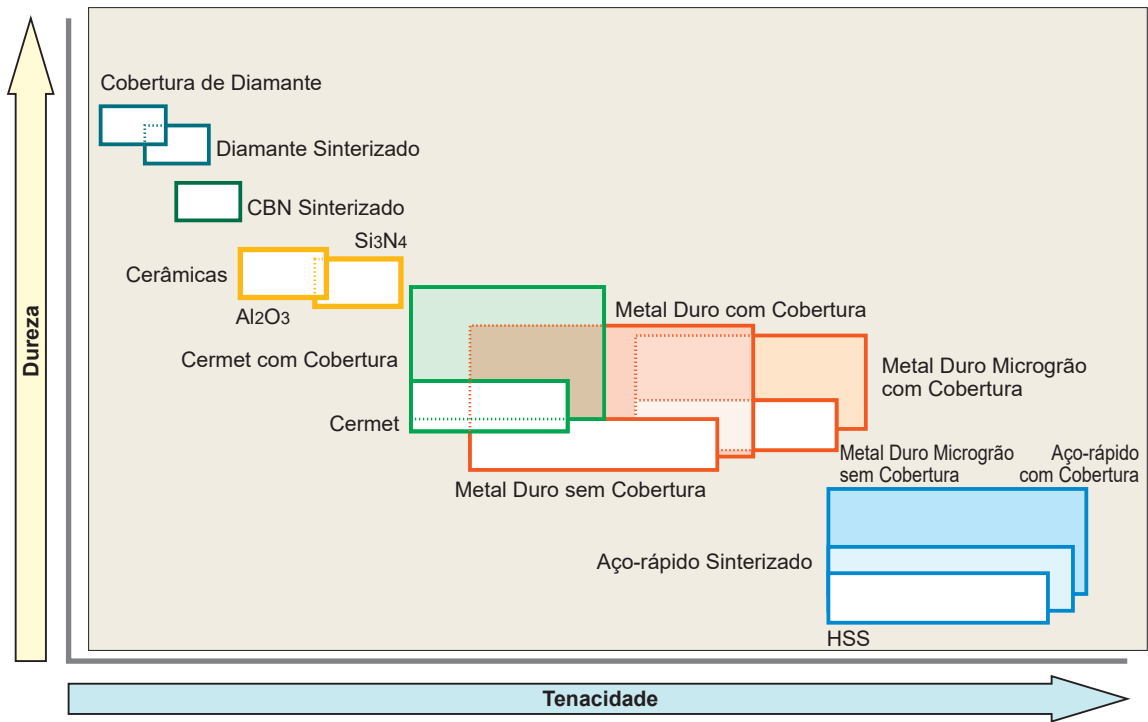
DESGASTES E DANOS EM FERRAMENTAS

CAUSAS E SUGESTÕES PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS

Forma do Dano da Ferramenta		Causa	Sugestão de Solução
Desgaste Frontal		• Classe é muito tenaz. • Velocidade de corte é muito alta. • Ângulo de folga é muito pequeno. • Avanço é extremamente baixo.	• Classe com alta resistência ao desgaste. • Reduzir a velocidade de corte. • Aumentar ângulo de folga. • Aumentar o avanço.
Craterização		• Classe é muito tenaz. • Velocidade de corte é muito alta. • Avanço é muito alto.	• Classe com alta resistência ao desgaste. • Reduzir a velocidade de corte. • Diminuir o avanço.
Microlascamento		• Classe é muito dura. • O avanço é muito alto. • É necessário uma aresta de corte mais resistente. • É necessário maior rigidez de suporte e fixação.	• Classe com alta tenacidade. • Diminuir o avanço. • Aumente a preparação da aresta. • Use um diâmetro de haste maior.
Quebras		• Classe é muito dura. • Avanço é muito alto. • É necessária uma aresta de corte mais resistente. • É necessário maior rigidez de suporte e fixação.	• Classe com alta tenacidade. • Diminuir o avanço. • Aumente a preparação da aresta. • Use um diâmetro de haste maior.
Deformação Plástica		• Classe é muito tenaz. • Velocidade de corte é muito alta. • Profundidade de corte e avanço são muito grandes. • Temperatura de usinagem é muito alta.	• Classe com alta resistência ao desgaste. • Reduzir a velocidade de corte. • Diminua profundidade de corte e avanço. • Classe com alta condutividade térmica.
Trincas Térmicas		• Dilatação ou contração devido à temperatura da usinagem. • Classe é muito dura. *Especialmente em fresamento.	• Usinagem sem refrigeração. (Para usinagem com refrigeração, use fluido refrigerante em abundância.) • Classe com alta tenacidade.
Entalhe		• Superfícies duras ou não usinadas, peças coquilhadas e camada endurecida pela usinagem. • Atrito gerado pela forma pontiaguda do cavaco (causada por pequenas vibrações).	• Classe com alta resistência ao desgaste. • Aumente o ângulo de saída para aumentar a agudez.
Aresta Postiça		• Velocidade de corte é baixa. • Geometria pouco positiva. • Classe não aplicável	• Aumente a velocidade de corte. (Para aço 1045, velocidade de corte 80m/min.) • Aumente o ângulo de saída. • Classe com baixa afinidade. (Classe com cobertura e cermet)
Lascamento		• Aresta postiça e adesão. • Expulsão de cavacos ruim.	• Aumente o ângulo de saída para aumentar a agudez. • Aumente o bolsão de cavacos.
Fratura por Desgaste Frontal		• Dano devido a falta de resistência de uma aresta de corte curva.	• Aumente a preparação da aresta. • Classe com alta tenacidade.
Fratura por Craterização		• Classe é muito tenaz. • Esforço de usinagem é muito alto e causa alta temperatura de usinagem.	• Diminua a preparação da aresta. • Classe com alta resistência ao desgaste.

MATERIAIS DAS FERRAMENTAS DE CORTE

A tabela abaixo mostra a relação entre diversos materiais de ferramenta em relação à dureza no eixo vertical e tenacidade no eixo horizontal. Atualmente, o metal duro com e sem cobertura e o cermet com base TiC-TiN são os principais materiais para ferramentas no mercado, pois possuem o melhor equilíbrio entre dureza e tenacidade.



CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Materiais Duros	Dureza (HV)	Energia de Formação Livre (kcal/g • atom)	Solubilidade em Ferro (%.1250°C)	Condutividade Térmica (W/m • k)	Expansão Térmica (×10 ⁻⁶ /k) *	Material da Ferramenta
Diamante	>9000	—	Alta	2100	3.1	Diamante Sinterizado
CBN	>4500	—	—	1300	4.7	CBN Sinterizado
Si ₃ N ₄	1600	—	—	100	3.4	Cerâmicas
Al ₂ O ₃	2100	-100	≐0	29	7.8	Cerâmicas Metal duro sem cobertura
TiC	3200	-35	< 0.5	21	7.4	Cermet Metal Duro com Cobertura
TiN	2500	-50	—	29	9.4	Cermet Metal Duro com Cobertura
TaC	1800	-40	0.5	21	6.3	Metal duro sem cobertura
WC	2100	-10	7	121	5.2	Metal duro sem cobertura

*1W/m•K=2.39×10⁻³cal/cm•s•°C

CLASSES MITSUBISHI

Para Ferramentas de Corte

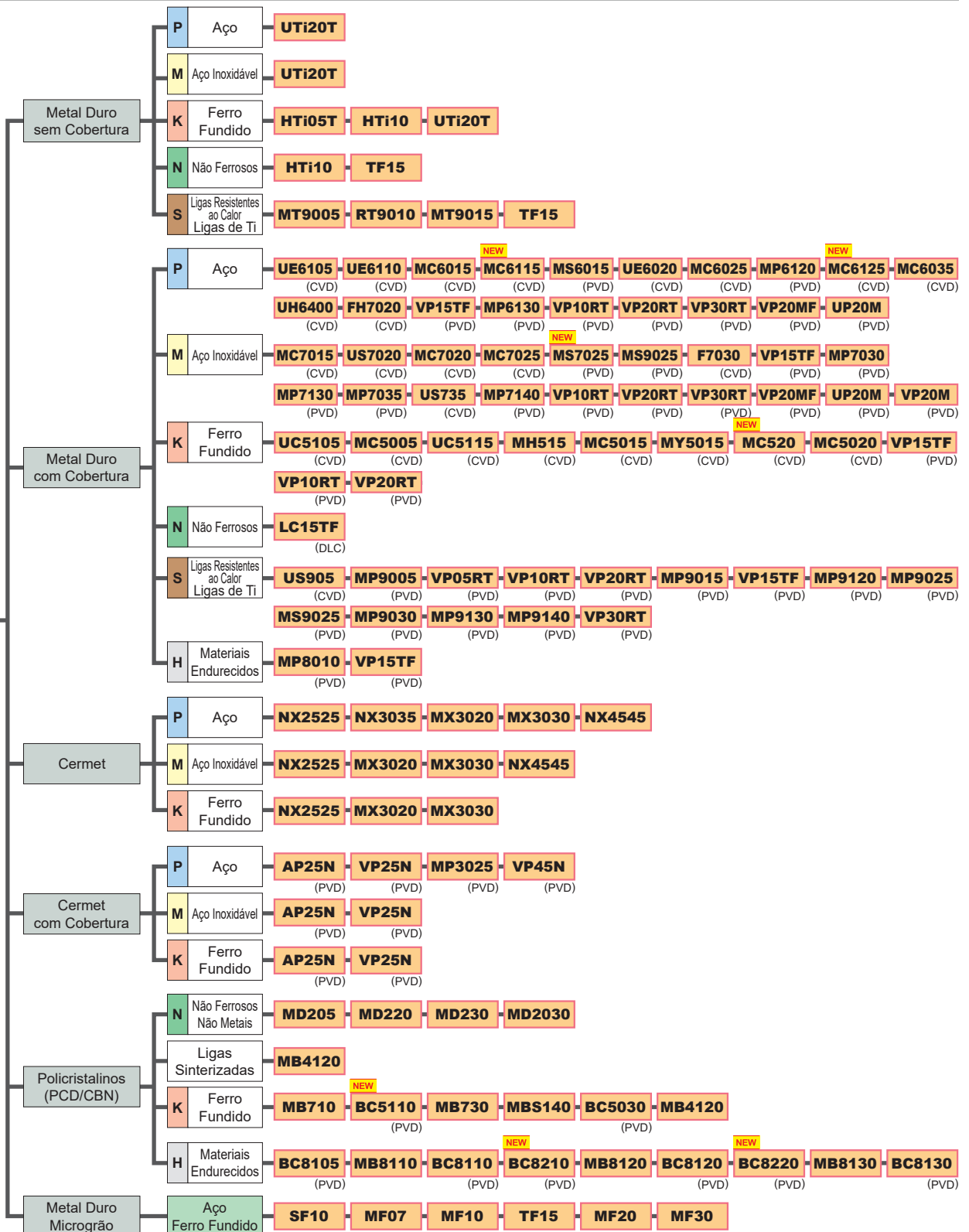


TABELA DE COMPARAÇÃO DE CLASSES

METAL DURO SEM COBERTURA

	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar
	Classifi- cação	Símbolo	MATERIALS	Electric							
Torneamento	P	P01									
		P10		ST10P	TH10		WS10				IC70
		P20	UTi20T	ST20E	KS20		EX35				IC70 IC50M
		P30	UTi20T	A30 A30N	UX30 KS15F		EX35				IC50M IC54
		P40		ST40E	TX40		EX35				IC54
	M	M10		EH510	TH10		WA10B		KU10 K313 K68	890	IC07
		M20	UTi20T	EH520	KS20		EX35		KU10 K313 K68	HX 883	IC07 IC08 IC20
		M30	UTi20T	A30 A30N	UX30		EX35				IC08 IC20 IC28
		M40			TU40						IC28
	K	K01	HTi05T	H1 H2	KS05F		WH01 WH05		KU10 K313 K68		
		K10	HTi10	EH510	TH10	KW10 GW15	KT9	WH10	KU10 K313 K68	890	IC20
		K20	UTi20T	G10E H10E EH520	KS15F KS20	GW25	KT9	WH20	H13A	KU10 K313 K68	HX IC20
		K30	UTi20T	G10E H10E						883	
	N	N01		H1 H2	KS05F	GW05 KW10		H10			
		N10	HTi10	EH510	TH10	KW10 GW15	KT9	WH10	H10 HBA	KU10 K313 K68	890 IC08 IC20
		N20		G10E EH520	KS15F		KT9	WH20	H10 HBA	KU10 K313 K68	HX KX IC08 IC20
		N30								883	
	S	S01	MT9005			SW05					
		S10	MT9005 RT9010 MT9015	EH510	KS05F TH10	SW10		WH13S	H10A H10F H13A	KU10 K313 K68	HX 883 IC07 IC08
		S20	RT9010 TF15	EH520	KS15F KS20	SW25				KU10 K313 K68	883 IC07 IC08
		S30	TF15								
Fresamento	P	P10									
		P20	UTi20T	A30N			EX35		K125M		IC50M IC28
		P30	UTi20T	A30N	UX30		EX35	SM30	GX		IC50M IC28
		P40					EX35				IC28
	M	M10									
		M20	UTi20T	A30N			EX35				IC08 IC20
		M30	UTi20T	A30N			EX35	SM30			IC08 IC28
		M40									IC28
	K	K01	HTi05T						K115M,K313		
		K10	HTi10	G10E	TH10	KW10 GW25	KT9	WH10	K115M K313		IC20
		K20	UTi20T	G10E		GW25	FZ15	WH20	H13A	HX	IC20
		K30	UTi20T								

Nota 1) A tabela acima é baseada em informações publicadas por cada fabricante.

METAL DURO MICROGRÃO

	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco
	Classifi- cação	Símbolo	MATERIALS	Electric						Tools
Ferramentas de Corte	Z	Z01	SF10 MF07 MF10	F0	F MD05F MD1508	FZ05 FB05 FB10	NM08	PN90 6UF,H3F 8UF,H6F		
		Z10	HTi10 MF20	XF1 F1 AFU	MD10 MD0508 MD07F	FZ10 FZ15 FB15	NM10 NM12 NM15	H10F		890
		Z20	TF15 MF30	AF0 SF2 AF1	EM10 MD20 G1F	FZ15 FB15 FB20	BRM20 EF20N	H15F		890 883
		Z30		A1 CC		FZ20 FB20	NM25 NM40			883

CERMET

	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco	Iscar
	Classifi- cação	Símbolo	MATERIALS	Electric						Tools	
Torneamento	P	P01	AP25N* VP25N*	T1000A	NS520 GT720*	CCX* TN610 PV710* PV30*					IC20N IC520N*
		P10	NX2525 AP25N* VP25N*	T1500A T1500Z*	NS520 NS9530 GT9530* AT9530*	CCX* TN60 TN610 PV710* TN620 PV720*	CX75	CZ25*	CT5015 GC1525*	KT315 KT125	TP1020 TP1030* CM CMP*
		P20	NX2525 AP25N* VP25N* NX3035 MP3025*	T1500A T1500Z* T2500A T2500Z* T3000Z*	NS9530 GT9530* AT9530*	TN60 TN620 PV720* TN6020	CX75 PX90*	CH550	GC1525*	KT325 KT1120 KT5020*	TP1020 TP1030*
		P30	MP3025* VP45N*	T3000Z*		PV730* PV90*	PX90*				IC75T
	M	M10	NX2525 AP25N* VP25N*	T1000A T1500Z*		TN60 TN620 PV720* TN6020		CZ25*	GC1525*	KT125	TP1020 TP1030* CM CMP*
		M20	NX2525 AP25N* VP25N*	T1500A T1500Z*		TN90 TN6020 TN620 PV720* PV90*		CH550			
		M30				PV730*					
		M30				PV730*					
	K	K01	NX2525 AP25N*	T1000A	NS520 GT720*	CCX* PV7005*					
		K10	NX2525 AP25N*		NS520 NS9530 GT9530*	CCX* PV7005* TN60		CZ25*	CT5015	KT325 KT125	
		K20	NX2525 AP25N*					CH550			
Fresamento	P	P10	NX2525			TN620M TN60	CX75	MZ1000*			C15M
		P20	MX3020 NX2525	T250A T2500A		TN100M TN620M TN60	CX75 CX90	CH550 CH7030 MZ1000*	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M MP1020
		P30	MX3030 NX4545	T4500A	NS740		CX90	CH7035			IC30N
	M	M10	NX2525			TN60					IC30N
		M20	MX3020 NX2525	T250A T2500A		TN100M	CX75		CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M
		M30	MX3030 NX4545	T4500A							
	K	K01									
		K10	NX2525			TN60	CX75				
		K20	NX2525				CX75			KT530M HT7	

*Cermet com Cobertura

Nota 1) As tabelas acima são baseadas em informações publicadas por cada fabricante.

TABELA DE COMPARAÇÃO DE CLASSES

CLASSE COM COBERTURA CVD

	Classifi- cação	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco	Iscar
		Símbolo	MATERIALS	Electric							Tools	
Torneamento	P	P01	MC6115 UE6105	AC810P AC8015P	T9105 T9205	CA510 CA5505	JC110V	HG8010	GC4305 GC4415	KCP05B KCP05	TP0501 TP1501	IC9150 IC8150 IC428
		P10	MC6115 UE6105 MC6015 UE6110 MY5015 MC6125	AC810P AC8020P	T9205 T9105 T9115 T9215	CA510 CA5505 CA515 CA5515	JC110V JC215V	HG8010 HG8025 GM8020	GC4315 GC4325 GC4415	KCP10B KCP10 KCP25	TP1501 TP2501	IC9150 IC8150 IC8250
		P20	MC6115 MC6015 UE6110 MC6125 MC6025 UE6020 MY5015	AC8020P AC820P AC2000 AC8025P	T9115 T9125 T9215 T9225	CA025P CA515 CA5515 CA525 CA5525 CR9025	JC110V JC215V	HG8025 GM8020 GM25	GC4315 GC4325 GC4425	KCP25B KCP30B KCP25	TP2501	IC8250 IC9250 IC8350
		P30	MC6125 MC6025 UE6020 MC6035 UH6400	AC6030M AC8035P AC830P AC630M	T9125 T9135 T9225 T9235	CA025P CA525 CA5525 CA530 CA5535 CR9025	JC215V JC325V	GM25 GM8035	GC4325 GC4335 GC4425	KCP30B KCP30	TP3501	IC8350 IC9250 IC9350
		P40	MC6035 UH6400	AC6030M AC8035P AC630M AC830P	T9135 T9235	CA530 CA5535	JC325V	GM8035 GX30	GC4335	KCP40 KCP40B	TP3501 TP40	IC9350
	M	M10	MC7015 US7020	AC610M AC6020M	T6120 T6215	CA6515			GC2015 GC2220	KCM15B KCM15	TM1501 TM2000	IC6015 IC8250
		M20	MC7015 US7020 MC7025	AC6020M AC610M AC6030M AC630M	T6120 T6215	CA6515 CA6525		HG8025 GM25	GC2015 GC2220	KCM15 KCM25B KCP40B	TM2000 TM2501	IC8150 IC6015
		M30	MC7025 US735	AC6030M AC630M	T6130	CA6525		GM8035 GX30	GC2025	KCM35B KCP40	TM4000 TM3501	IC8250 IC6025
		M40	US735	AC6030M AC630M				GX30	GC2025	KCM35B	TM4000 TM3501	IC6025
	K	K01	MC5005 UC5105	AC405K AC410K AC4010K	T505 T515 T5105	CA4505 CA4010 CA310	JC050W JC105V	HX3505	GC3205 GC3210	KCK05B KCK05	TK0501 TH1500	IC5005
		K10	MC5015 MH515 UC5115 MY5015	AC405K AC4010K AC410K AC4015K AC415K	T515 T5115	CA315 CA4515 CA4010 CA4115		HX3515 HG8010	GC3205 GC3210	KCK15B KCK15 KCK20 KC9315 KCK20B	TK0501 TK1501	IC5005 IC5010 IC428
		K20	MC5015 MH515 UC5115 UE6110 MY5015	AC4015K AC415K AC420K AC8025P	T5115 T5125	CA320 CA4515 CA4115 CA4120		HG8025 GM8020	GC3225	KCK20B KCK20 KCPK05	TK1501	IC5010 IC8150
		K30	UE6110	AC8025P	T5125			HG8025 GM8020	GC3225	KCPK05		
	S	S01	MV9005 US905			CA6515 CA6525		HS9105 HS9115	S05F S205			
Fresamento	P	P10	MV1020	ACP2000 XCU2500 ACP100							MP1501	IC5400
		P20	MV1020 MC7020 F7030	ACP2000 ACP3000 XCU2500 ACP100	T3130 T3225			GX2140 GF30	GC4220		MP1501 MP2501 T25M	IC5500
		P30	MV1020 MC7020 F7030	ACP3000 XCU2500 ACP100	T3130 T3225			GX2140 GX2160 GF30	GC4330 GC4230	KCPK30 KC930M	MP1501 MP2501 TM25 T350	IC5500
		P40						GX2030 GX2160	GC4340 GC4240	KC935M KC530M	MM4500 T350M	
	M	M10		XCU2500								
		M20	MC7020 F7030	ACP100 ACM200 XCU2500	T3130 T3225	CA6535		AX2040 GX2140		KC925M	MP2501 MS2500 T25M T350M	
		M30	MV1020 MC7020 F7030	ACP100 XCU2500 ACM200	T3130 T3225	CA6535		AX2040 GX2140 GX2160 GX30	GC2040	KC930M	MP2501 T25M T350M	IC5820
		M40						GX2160		KC930M KC935M	MM4500 T350M	
	K	K01										
		K10	MV1020 MC520 MC5020	XCK2000 ACK200	T1215 T1115	CA420M	JC605W	GX2120				
		K20	MV1020 MC520 MC5020	ACK200 XCK2500 XCK2000 ACK200	T1115		JC605W	GX2120	GC3220 GC3330 K20W	KC915M	MP1501	IC5100
		K30							GC3330 GC3040	KC920M KC925M KCPK30 KC930M KC935M	MP1501	IC5100 DT7150

Nota 1) A tabela acima é baseada em informações publicadas por cada fabricante.

CLASSE COM COBERTURA PVD

	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco	Iscar	
	Classifi- cação	Símbolo	MATERIALS	Electric						Tools		
Torneamento	P	P01										
		P10	VP10MF MS6015		AH710	PR1705 PR930 PR1025 PR1115 PR1225 PR1725		GC1125	KCU10 KT315 KC5010 KC5510 KU10T KTP10	CP200 TS2000	IC250 IC507 IC570 IC807 IC907 IC908	
		P20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS6015		AH725 AH120 J740 SH730 SH725	PR930 PR1025 PR1725 PR1115 PR1225 PR1425 PR1535		IP2000 GC1525 GC1125 GC15	KT315 KCS10 KCU10 KC5025 KC5525 KU25T KTP10	TS2500	IC1007 IC250 IC308 IC507 IC807 IC808 IC907 IC908 IC1008 IC1028 IC3028	
		P30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS7025	AC1030U AC530U	AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 AH740 J740 SH725 AH7025	PR1025 PR1725 PR1225 PR1425 PR1535 PR1625		IP3000 GC1125	KCU25 KC5525 KU25T	CP500	IC228 IC250 IC328 IC330 IC354 IC528 IC1008 IC1028 IC3028	
		P40			AH740	PR1535				CP500 CP600	IC228 IC328 IC528 IC928 IC1008 IC1028 IC3028	
	M	M01				PR1725	JC5003				CP200 TS2000	
		M10	VP10MF		AH8005 AH630	PR1025 PR1225 PR930 PR1725	JC5003 JC8015 JC5015	IP050S	GC1525 GC1115 GC15 GC1125 GC1105	KCS10 KCU10 KC5010	CP200 TS2000 TS2500	IC354 IC507 IC520 IC807 IC907 IC1007 IC5080T
		M20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS7025 MS9025	AC1030U AC530U AC6040M	AH725 AH120 SH730 AH630 SH725 AH8015 AH7025	PR1025 PR1225 PR930 PR1535 PR1725	JC5015 JC8015 JC5118	IP100S	GC1525 GC1115 GC15 GC1125	KCU25 KC5025 KCU10 KC5010 KCS10	TS2500 CP500 CP600	IC354 IC808 IC908 IC1008 IC1028 IC3028 IC5080T
		M30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20M VP20MF MS7025 MP7035	AC530U AC1030U AC6040M	AH725 AH120 SH730 J740 AH645 SH725	PR1025 PR1725 PR1535 PR1225	JC5118		GC1125 GC2035	KC5025 KCU25	CP500 CP600	IC228 IC250 IC328 IC330 IC1008 IC1028 IC9080T
		M40	MP7035	AC530U AC6040M AC1030U	AH645	PR1535 PR1225			GC2035		CP600	IC328 IC928 IC1008 IC1028 IC3028 IC9080T
	K	K01										
		K10		AC510U	GH110 AH110				GC15	KCU10 KCS10 KC5010 KC5510	CP200 TS2000	IC350 IC910 IC1008
		K20	VP10RT VP20RT VP15TF	AC1030U AC530U	AH7025 AH120					KCU15 KCU25	CP200 TS2000 TS2500	IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC1007 IC1008
		K30	VP10RT VP20RT VP15TF		AH120 GH130					KCU25 KC5525	CP500	IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC928 IC1007 IC1008
	S	S01	MP9005 VP05RT	AC510U AC5005S AC5015S	AH8005	PR005S PR015S	JC5003 JC8015 JC5015	JP9105			TH1000	IC507 IC804 IC807 IC907 IC5080T
		S10	MP9005 MP9015 VP10RT	AC5005S AC510U AC520U AC5015S AC5025S	AH8005 AH8015	PR005S PR015S	JC5003 JC5015 JC8015	JP9115	GC1105	KCU10 KC5010 KCS10	CP200 TS2000 TS2050 TS2500 TH1000	IC507 IC806 IC807 IC903 IC5080T
		S20	MP9015 MT9015	AC520U AC5015S AC5025S	AH7025 AH8015	PR015S PR1535	JC5015 JC5118		GC1105 GC1115 GC1125 GC15	KCU10 KCU25 KC5025 KCS10 KC5010	TS2000 TS2500 CP200	IC228 IC300 IC328 IC808 IC908 IC928 IC3028 IC806 IC9080T
		S30	MS9025 MP9025 VP15TF VP20RT	AC1030U	AH630 AH7025	PR015S PR1535	JC5118		GC1125	KCU25 KC5025	CP600	IC928 IC830
	Fresamento	P	P01			AH710 AH110		JC8003	ATH80D JP4105			IC903
			P10		ACU2500	AH120 AH725	PR830 PR1225	JC8003 JC8015 JC5015 JC5118	PN15M PN215 PCA12M JP4115	GC1010 GC1130	KC505M KC715M KC510M KC515M	IC808 IC810 IC900 IC903 IC908 IC910 IC950 IC380

Nota 1) A tabela acima é baseada em informações publicadas por cada fabricante.

TABELA DE COMPARAÇÃO DE CLASSES

CLASSE COM COBERTURA PVD

	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	
	Classifi- cação	Símbolo	MATERIALS	Electric								
Fresamento	P	P20	MP6120 VP15TF	ACU2500 ACP200	AH3225 AH725 AH120 GH330 AH9030 AH3135	PR830 PR1225 PR1230 PR1525	JC5015 JC8015 JC5118	CY9020 JP4120 CY150	GC1010 GC1030 GC1130 GC2030	KC522M KC525M KC527M KC610M KC620M KC635M KC715M KC720M KC730M	F25M MP3000	IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008 IC380
		P30	MP6120 VP15TF MP6130 VP30RT	ACU2500 ACP200 ACP300 ACP3000	AH120 AH130 AH6030 AH725 AH3225 AH3135 AH9130	PR1230 PR1525	JC8050 JC5040 JC5118	JS4045 CY250 CY250V CY25 HC844	GC1010 GC1030 GC2030 GC1130	KC735M KC725M KC530M KC537M	F25M MP3000 F30M MP2050	IC830 IC845 IC900 IC928 IC950 IC1008 IC380
	P40	VP30RT	ACP300	AH140	PR1525	JC8050 JC5040	JS4060 PTH30E PTH40H JS4060	GC2030 GC1030 GC1130	KC735M KC537M	F40M T60M	IC830 IC928 IC1008	
	M	M01						PN08M PN208				IC907
		M10		ACU2500 ACM100	AH725	PR1225		PN15M PN215	GC1025 GC1030 GC1010 GC1130	KC715M KC515M		IC903
		M20	VP15TF MP7130 MP7030 VP20RT	ACU2500	AH725 AH3135 AH6030 AH130 AH3225 AH9130	PR830 PR1225 PR1525	JC5015 JC5118 JC8015	JP4120	GC1025 GC1030 GC1040 GC2030 S30T	KC610M KC635M KC730M KC720M KC522M KC525M	F25M MP3000	IC808 IC830 IC900 IC908 IC928 IC380 IC1008
		M30	VP15TF MP7130 MP7030 VP20RT MP7140 VP30RT	ACP300 ACM300 ACK300	AH130 AH9130 AH3135	PR830 PR1225 PR1525 PR1535	JC5015 JC8015 JC8050 JC5118	JS4045 CY250	S30T GC1040 GC2030	KC537M KC725M KC735M KC530M	F30M F40M MP3000 MP2050	IC328 IC330 IC380 IC830 IC882 IC928 IC1008 IC380
		M40	MP7140 VP30RT	ACM300	AH140	PR1525 PR1535	JC8050	PTH30E PTH40H JM4160			F40M MP2050	IC328 IC330 IC882 IC1008
	K	K01	MP8010		AH110		JC8003	ATH80D ATH08M TH308				IC380 IC900
		K10	MP8010	ACU2500 ACK3000	AH110 AH120	PR1210 PR1510	JC8015	ATH10E TH315 CY100H	GC1010	KC514M KC515M KC527M KC635M	MK2050	IC810 IC900 IC910 IC380
		K20	VP15TF VP20RT	ACU2500 ACK300 ACK3000	AH120 AH9130 AH9030	PR1210 PR1510	JC5015 JC8015	CY150 JP4120 CY9020 PTH13S	GC1010 GC1020	KC514M KC610M KC520M KC620M KC524M	MK2000 MK2050	IC810 IC910 IC928 IC950
		K30	VP15TF VP20RT	ACK300 ACK3000			JC5080 JC5015 JC8015	CY250 JS4045	GC1020	KC522M KC725M KC524M KC735M KC537M	MK2050	IC808 IC830 IC908 IC928 IC1008
	S	S01			AH110 AH710	PR905 PR1210	JC8003 JC8015 JC5118	PN08M PN208				IC907 IC908 IC808 IC903
		S10	MP9120 VP15TF	ACM100 ACU2500	AH120 AH725	PR1210 PR1535	JC8003 JC5015 JC8015 JC5118	JS1025 JP4120	GC1130 GC1010 GC1030 GC2030	KC510M	MS2050	IC903 IC907 IC908 IC840 IC910 IC808
		S20	MP9120 VP15TF MP9130 MP9030	ACK300 ACP300 ACU2500	AH725 AH6030 AH130	PR1210 PR1535	JC8015 JC5015 JC8050 JC5118	PTH30H	S30T GC2030 GC1030 GC1130	KC522M KC525M	MS2050 MP2050	IC300 IC908 IC808 IC900 IC830 IC928 IC328 IC330 IC840 IC882 IC380
		S30		ACM300	AH130	PR1535	JC8050 JC5118	JM4160	GC2030 GC1040	KC725M	MS2050 F40M KCSM40	IC830 IC882 IC928
	H	H01	MP8010 VP05HT		AH110 AH710		JC8003					IC903
		H10	VP15TF VP10H		AH110 AH120 AH710		JC6102 JC8008	JP4105 TH303 TH308 PTH08M ATH08M ATH80D	GC1130 GC1010 GC1030	KC505M KC510M	MH1000 F15M	IC900 IC808 IC907
H20		VP15TF		AH120 AH725 AH9030		JC8015 JC5118	JP4115 TH315	GC1030 GC1130	KC635M	F15M	IC900 IC808 IC908 IC380	
H30							JP4120			MP3000 F30M	IC380 IC900 IC1008	

Nota 1) A tabela acima é baseada em informações publicadas por cada fabricante.

CBN

	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Sandvik	Seco
	Classifi- cação	Símbolo	MATERIALS	Electric				Tools
Torneamento	H	H01	BC8105 BC8110 MB8110	BNC100 BNX10 BN1000 BNC2010	BXM10 BX310	KBN05M KBN10M KBN510	CB7105	CBN060K
		H10	BC8110 BC8210 BC8120 BC8220 MB8110 MB8120	BNC160 BNX20 BN2000 BNC2020	BXM10 BX330 BX530	KBN05M KBN25M KBN525	JBN300 CB7115 CB7015	CBN010
		H20	BC8210 BC8120 BC8220 MB8120	BNC200 BNX25 BN250 BNC2020	BXM20 BXA20 BX360	KBN525 KBN05M KBN25M	JBN245 CB7125 CB7025 CB20	CBN150 CBN160C
		H30	BC8130 MB8130	BNC300 BN350	BXC50 BX380	KBN35M	CB7135 CB7525	CBN150 CBN160C
	S	S01	MB730	BN700 BN7000	M714B			CBN170
		S10		BNS8125	BX470, BX480			
		S20						
		S30						
	K	K01	MB710 BC5110 MB5015	BN500 BNC500	BX870 BX930 BX910			
		K10	MB730 MB4120	BN700 BN7500 BN7000	BX470 BX480	KBN60M	JBN795 CB7525	
		K20	MB730 MB4120	BN700 BN7000	BX480	KBN60M	JBN500	CBN200
		K30	BC5030 MBS140	BNS800 BNC8115, BNC8125	BX90S BXC90	KBN900	CB7925	CBN300 CBN400C CBN500
	Ligas Sinterizadas		MB4120	BN7500 BN7000 BNC7115	BX470 BX480	KBN570 KBN70M		CBN200

PCD

	ISO	MITSUBISHI	Sumitomo	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Sandvik	Seco
	Classifi- cação	Símbolo	MATERIALS	Electric				Tools
Torneamento	N	N01	MD205*	DA90	DX180 DX160	KPD001 JDA30 JDA735	CD05	PCD05
		N10	MD220	DA150	DX140	KPD010	CD10	PCD10
		N20	MD220	DA2200	DX120	JDA715		PCD20
		N30	MD230* MD2030	DA1000	DX110	KPD230 JDA10		PCD30 PCD30M

* Sem estoque, produzido somente por pedido.

Nota 1) As tabelas acima são baseadas em informações publicadas por cada fabricante.

TABELA DE COMPARAÇÃO
DE QUEBRA-CAVACOS

INSERTOS NEGATIVOS

Classifi- cação ISO	Tipo de Usinagem	MITSUBISHI MATERIALS	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Walter	TaeguTec
P	Acabamento	FH, FP FY, FS	FA, FB FL	01* TF, 11 ZF	GP, PP, VF XP, XP-T, XF		FE	LC	FF	FF1, FF2	FP5	FA FX
	Leve	LP SA, SH	SU LU, FE SX, SE	PS NS, 27 TSF, AS, TQ	PQ HQ, CQ	PF UR, UA, UT	BE B, BH, CE	XF PF MF	K LF, FN	MF2	MP3, FV5	FM FG
	Leve (Aço Baixo Carbono)	SY		17	XQ, XS							FC
	Leve (Alisador)	SW	LUW, SEW	FW, SW AFW, ASW	WF WP, WQ			WL, WF	FW	W-FF2 W-MF2	FW5, NF	WS
	Média	MP MA MH	GU UG GE, UX	PM, NM, ZM TA, TM, AM, 28 DM, 33, 37, 38	PG, CJ, GS PS, HS PT	PG UB	CT, AB AH, AR AY, AE	PM QM, XM XMR	MP, P MN	MF3 MF5, M3 M5	MP5, MV5 MU5	PC, MP, FT MT
	Média (Alisador)	MW	GUW		WE			WMX, WM WR	MW, RW	W-M6, W-M3 W-MF5	MW5, NM	WT
	Desbaste	RP GH Std.	MU, MX, ME UZ	TH Std.	PH GT Std.	UD GG	RE Y	PR, HM Std.	RN, RP	M6, MR6, MR7	RP5, RP7 RV5	RT Std.
	Desbaste	HZ HL, HM, HX HV	MP HG, HP HU, HW, HF	TRS, 57 TU TUS, 65	PX	UC	HX HE, H	QR, PR HR, MR	MR, RP RM RH	R4, R5 R57, RR6, R7 R68, RR9	NRF HU5 NRR	RX, RH HD, HY, HT HZ, EH
M	Acabamento Leve	SH, LM	SU, EF	SS	MQ, SK*		MP, AB, BH	XF, MF	FF, FP LF*	FF1, FF2 MF1	FM5	SF
	Média	MS, GM MM, MA ES	EX, EG, UP GU HM	SA, SF SM S	MS, MU TK ST	SF, SZ SG	PV, DE, SE AH	MM QM, XM K	MS, MP UP	MF3 MF4 MF5, M3	MM5, RM5 MU5	ML EM, MM VF
	Desbaste	GH, RM HL, HZ	EM, MU MP	TH, SH			AE	MR MR	MR, RP	M5, M6, R6 R56, RR6, R7 R8, PR9	HU5	
K	Acabamento Leve	LK, MA		CF	KQ		VA, AH	KF	FN	MF2 M3, M4	MK5	FG
	Média	MK, GK Std.	UZ, GZ, UX	CM Std.	KG, Std., C	PG	V, AE	KM	RP, UN	M5	RK5, MV7	MC
	Desbaste	RK			KH, GC, PH	GG	RE	KR, KRR		MR7	RK7 RV7	KT
	Desbaste	Face Plana	Face Plana	CH, Face Plana	ZS, Face Plana	Face Plana	Face Plana		Face Plana	MR9 Face Plana	Face Plana	
S	Acabamento	FJ*	EF		MQ, SK*			SF	FS*, FF	MF1	FM5	FA
	Leve	LS, MJ, MJ*	SU*	HRF				SGF*	LF*, MS, FN	MF3	NFT MS3	EA, SF
	Média	MS MA	EG, EX, UP	HRM, 28 SA, HMM	SQ MS, MU, TK		VI	NGP*, SM QM	UP, P, NGP*	M1 M3	NMS, NMT MU5	
	Desbaste	RS, GJ	MU		SG, SX			SR, SMR	RP	MR3 MR4	NRS, NRT HU5	ET

*Inserito tipo retificado.

Nota 1) A tabela acima é baseada em informações publicadas por cada fabricante.

INSERTOS 7° POSITIVOS

Classifi- cação ISO	Tipo de Usinagem	MITSUBISHI MATERIALS	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Walter	TaeguTec
P	Acabamento	SMG*	FC*, SC*	JS*, 01*	CF*, CK* GQ*, GF* SKS*, SK*			UM*	LF*		FP2*	SA*
	Acabamento Leve	FP, FV LP, SV	FB, FP, LU LB, SU	PF, PSF PS, PSS, TSF	GP, PP, VF XP		JQ	PF, UF	UF, 11 LF, FP	FF1 F1, MF2	PF4, FP4	FA, FX FG
	Leve (Alisador)	SW	LUW, SDW		WP			WF	FW	W-F1	PF	
	Média	MV MP, Std.	GU MU	TM, 23 PM, 24	HQ, MF* XQ, GK	FT	JE	PM, UM PR, UR	MF, MP	M3 F2, M5	FP6, MP4 RP4	PC MT
	Média (Alisador)	MW		SW				WM	MW	W-MF2 W-M3	PM	WT
M	Acabamento Leve	FM LM	FC*, SI* LU LB, SU	PF, PSF PS, PSS	CF*, CK* GQ*, GF* MQ*, SK*		MP	MF, UF	LF, UF FP	F1, F2 MF2	FM2* FM4	FA FG
	Média	MM Std.	GU, MU	PM	HQ, GK			MM, UM MR, UR	MP	M3 M5	FM6 MM4, RM4	PC MT
K	Média	MK, Std. Face Plana	MU, Face Plana*	Face Plana, CM	Face Plana*			KF, KM, UM, KR	Face Plana	F1, M3, M5	FK6, MK4 RK4, RK6	MT
N	Média	AZ*	AG* AW*	AL*	AP* AH*	ASF*, ALU* ACB*		AL*	HP*	AL*	FN2*, PM2* MN2*	FL*
S	Acabamento Leve	FS*, LS* FS-P*, LS-P* FJ* LS, MS	SI* GU	Std.	CF*, CK* GQ*, GF* SK*, MQ			UM* UF, MF UM, MM	LF* HP*		FM2* FM4, FM6 MM4, RM4	SA*, FA, FG PC, MT

*Inserto tipo retificado.

Nota 1) A tabela acima é baseada em informações publicadas por cada fabricante.

INSERTOS 11° POSITIVOS

Classifi- cação ISO	Tipo de Usinagem	MITSUBISHI MATERIALS	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	MOLDINO	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Walter	TaeguTec
P	Acabamento Leve	FV, SMG* SV	SI, FK, FB LU, LUW, LB SU, SF	01* PF, PSF PS, PSS, TSF	PP, GP, GF* SKS*, CF*, CK* PF*, XP		JQ	PF	UF, FP FW, LF		FP4	FG PC
	Média	MV	GU, MU, US	PM TM, 23 24	HQ XQ	BM	JE	PM, UM	MF MP, MW		MP4	
M	Acabamento Leve	SMG* SV	SU	SS* PF, PS	GF*, CK* PF*, GP, CF* SKS*		MP	MF	HP* LF		FM4	PC
	Média	MV	GU, MU, US	PM, Std.	HQ			MM			MM4	

*Inserto tipo retificado.

Nota 1) A tabela acima é baseada em informações publicadas por cada fabricante.

