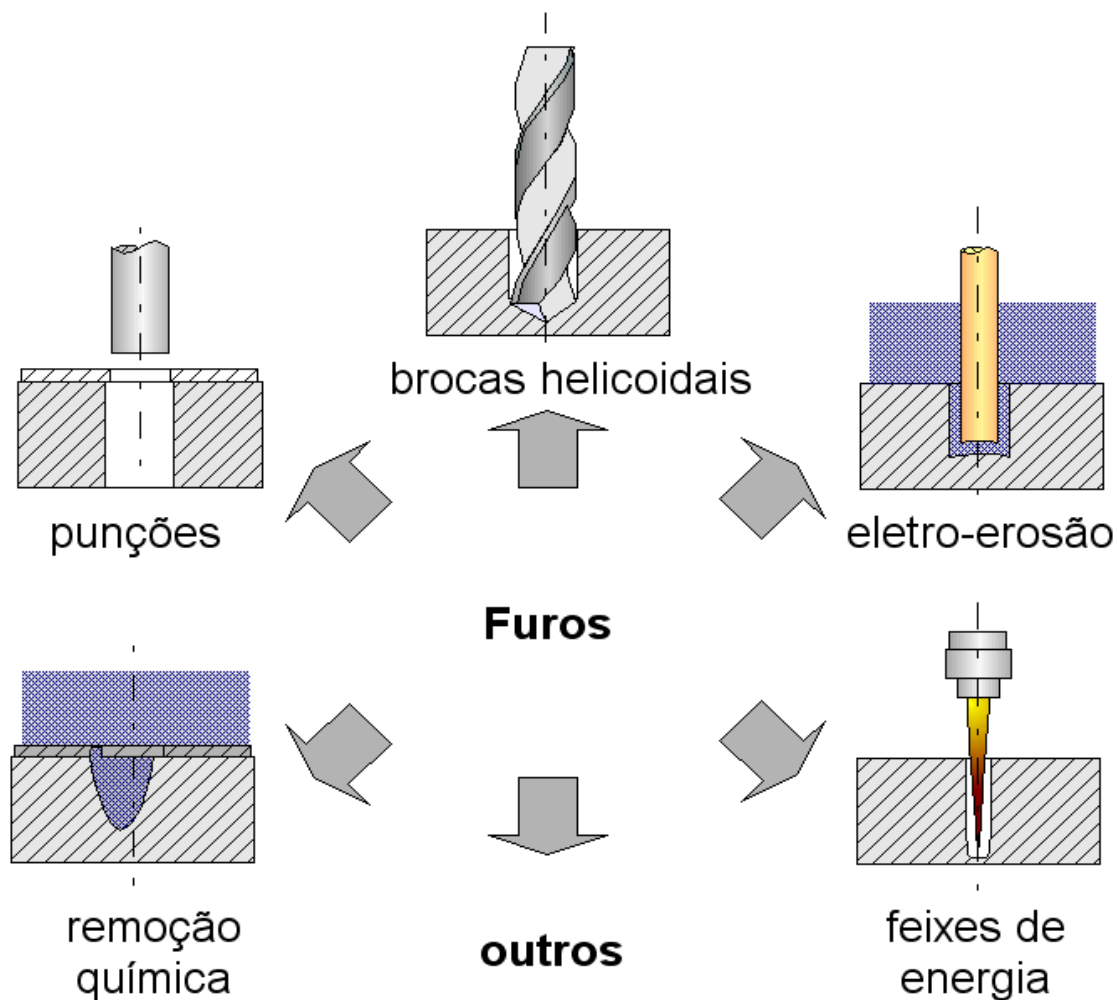


Aula 09

Processos de Furação, Alargamento e Rosquamento

Formas de obtenção de furos



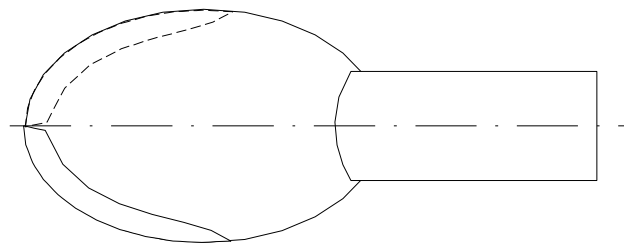
Processo de usinagem onde movimento de corte é principal rotativo, e o movimento de avanço é na direção do eixo



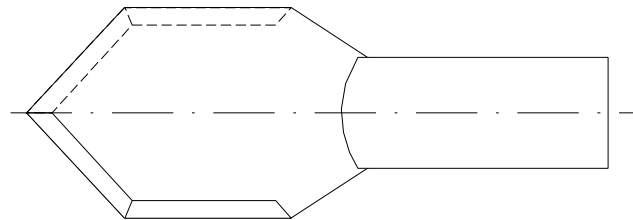
Furadeira a arco egípcia de 1.000 A.C.

Generalidades

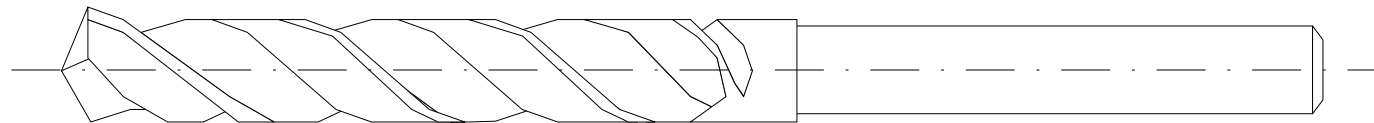
- 1800 - primeiras publicações sobre furação de metais
- 1884 - Morse - Twist Drill and Machine Company
- 1891 - Primeiros testes de furação



Broca colher



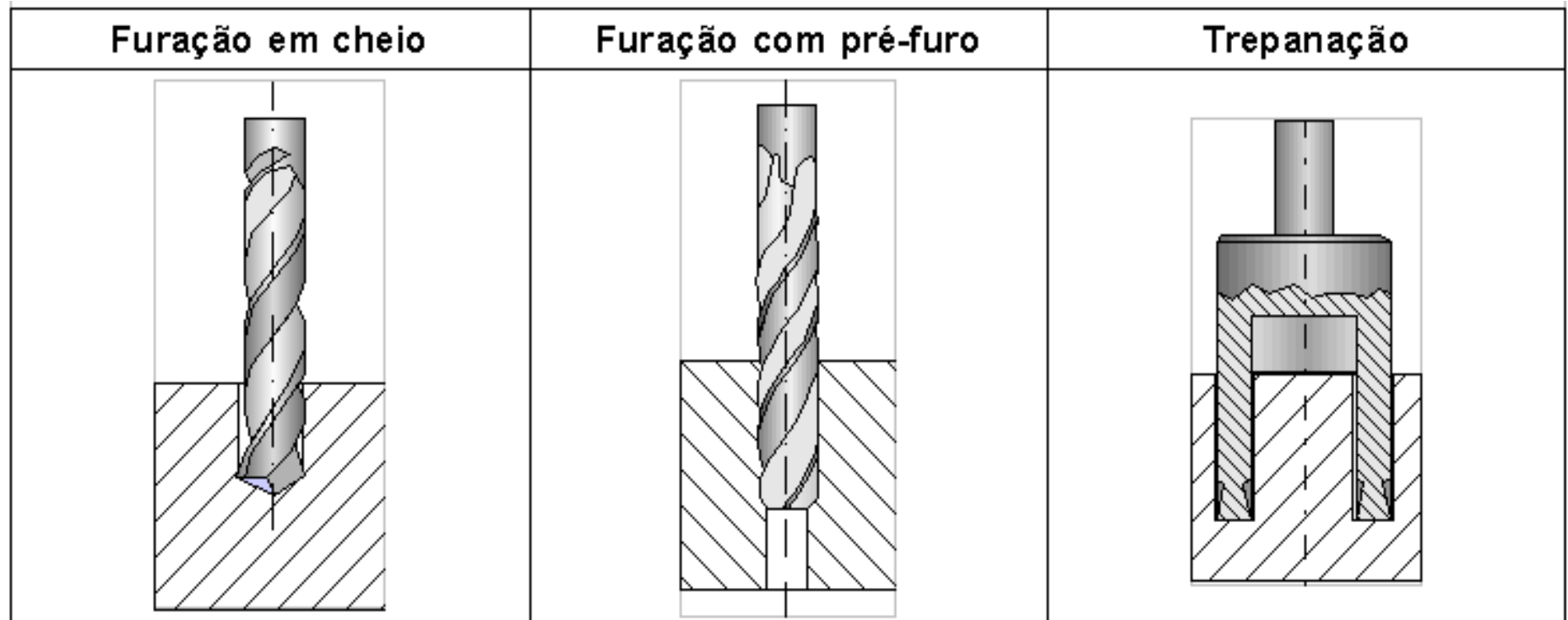
Broca plana



Broca helicoidal

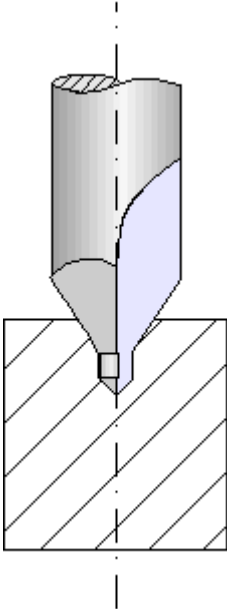
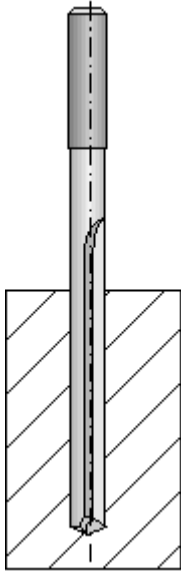
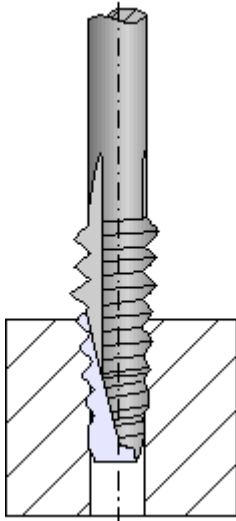
Generalidades

Variações do processo de furação com brocas



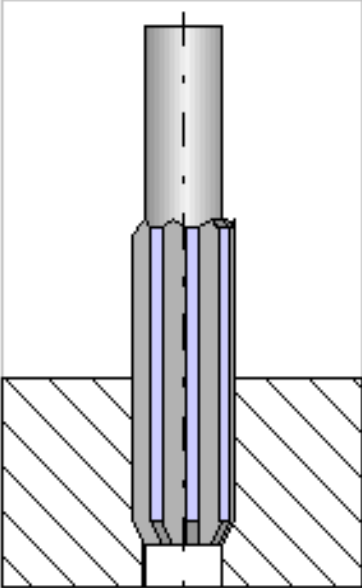
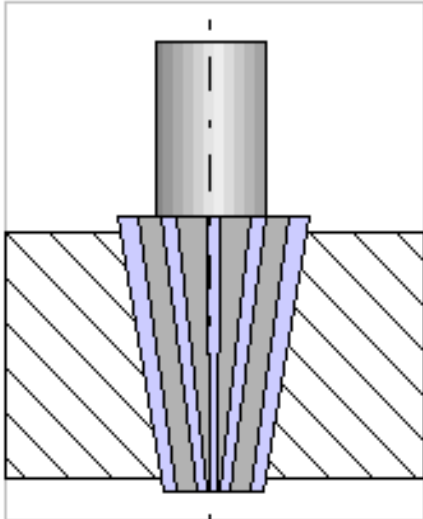
Generalidades

Variações do processo de furação com brocas

Furação de centro	Furação profunda	Rosqueamento
 A diagram showing a center drill bit with a double-flute design and a sharp point. The bit is positioned vertically above a workpiece, with a dashed line indicating the axis of rotation. The workpiece is represented by a hatched rectangular block.	 A diagram showing a standard drill bit with two flutes. The bit is shown partially inserted into a hatched rectangular workpiece. A dashed line indicates the axis of rotation.	 A diagram showing a thread drill bit, which has a standard double-flute design at the tip and a threaded section above it. The bit is shown partially inserted into a hatched rectangular workpiece. A dashed line indicates the axis of rotation.

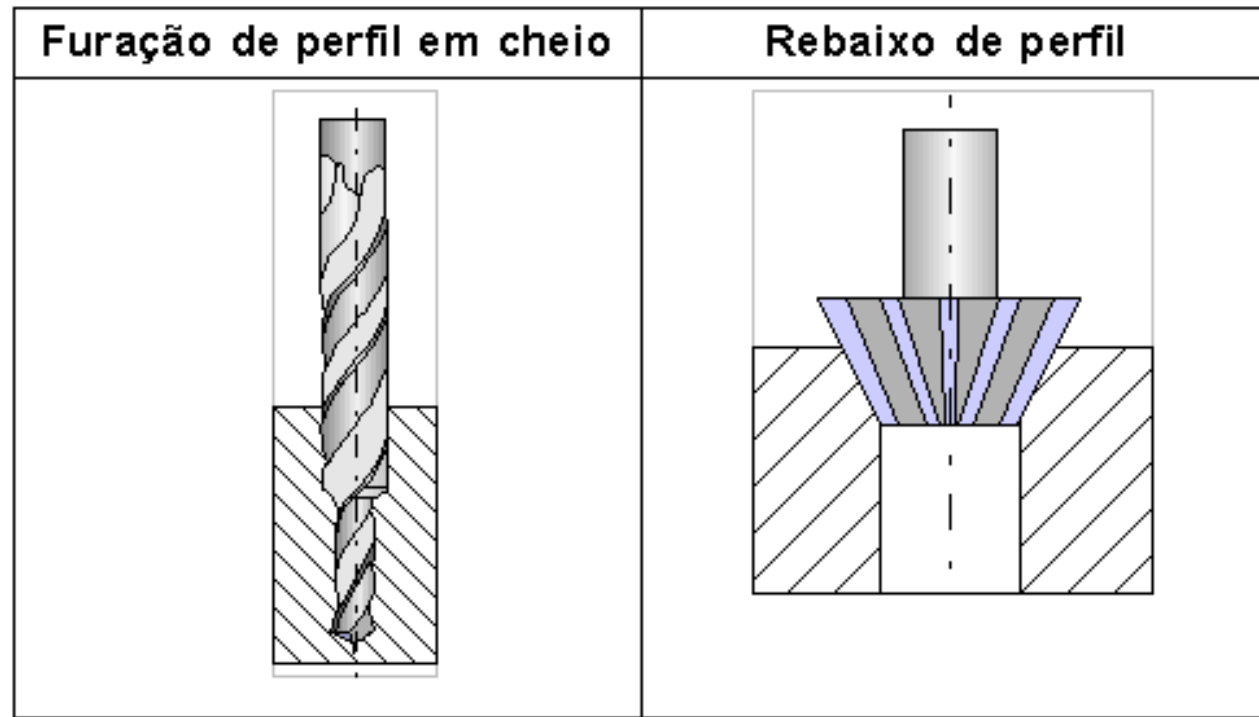
Generalidades

Variações do processo de furação com brocas

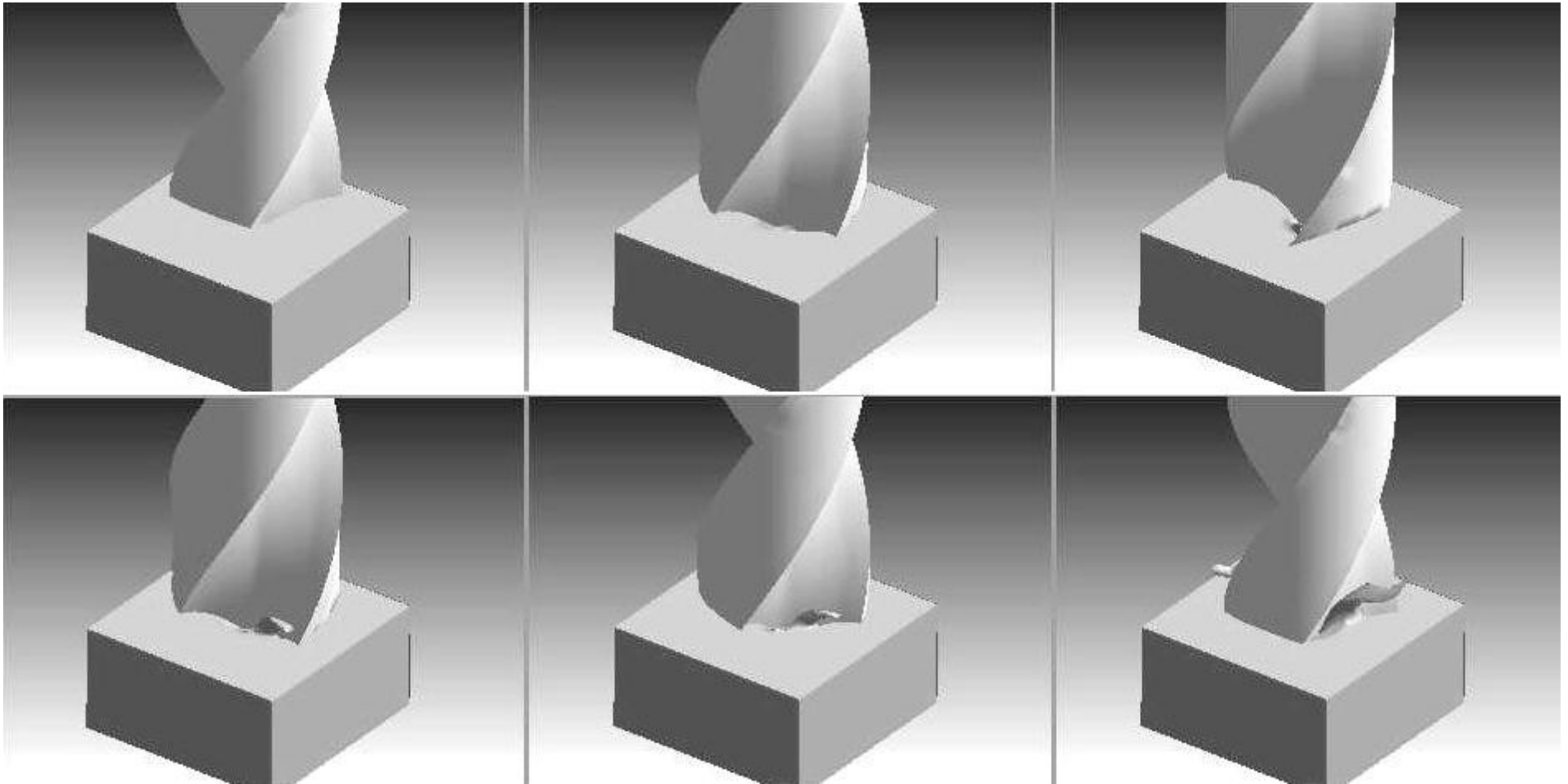
Alargamento cilíndrico	Alargamento de perfil	Furação descentrada
 A cross-sectional diagram showing a drill bit with two flutes drilling into a workpiece. The bit is positioned such that it enlarges the existing hole into a cylinder of a larger diameter. The workpiece is shown in cross-section with diagonal hatching.	 A cross-sectional diagram showing a drill bit with two flutes drilling into a workpiece. The bit is positioned to create a hole with a non-circular, profiled shape. The workpiece is shown in cross-section with diagonal hatching.	

Generalidades

Variações do processo de furação com brocas



Processo de furação com brocas helicoidais



Simulação do processo de furação (www.deform.de)

Furação com brocas helicoidais

- Processo de maior importância - 20 a 25% do total de aplicações dos processos de usinagem
 - A broca helicoidal é a ferramenta mais fabricada e mais difundida para usinagem
 - Existem aproximadamente 150 formas de afiações e uma série de perfis específicos
 - Utilização em furos curtos ou profundos
 - Utilização na furação em cheios ou com pré-furo
-

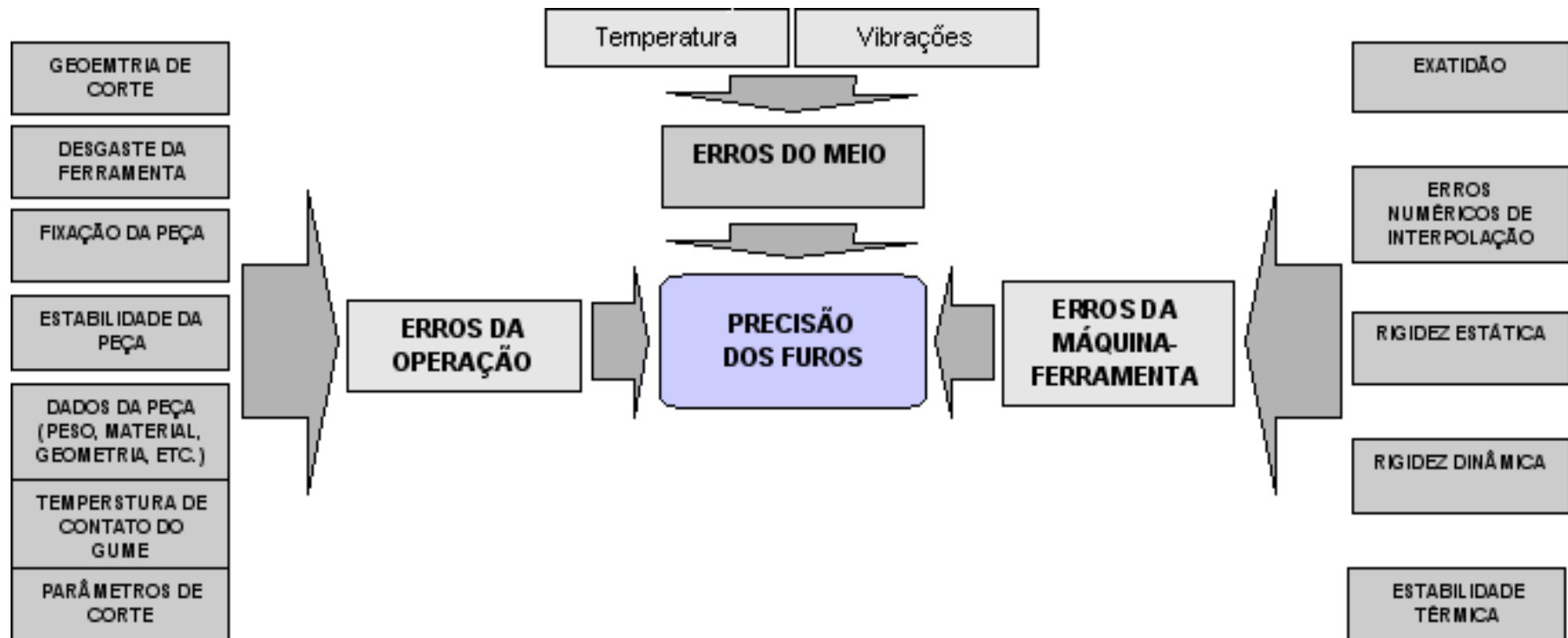
Particularidades do processo

- A velocidade de corte vai de um valor máximo na periferia da broca até o valor zero no seu centro

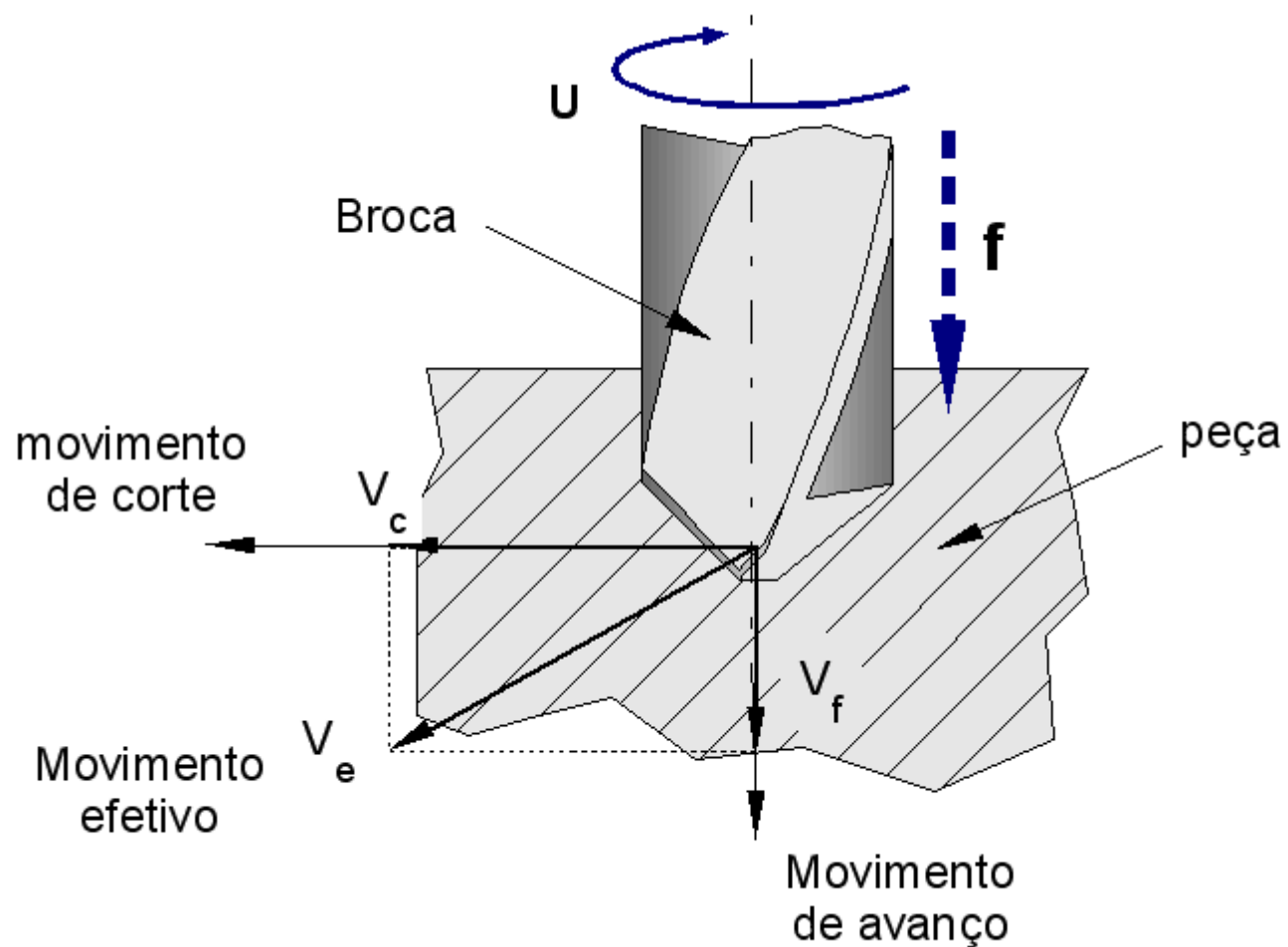
$$r \rightarrow 0 \Rightarrow v_c \rightarrow 0; \quad r \rightarrow r \Rightarrow v_c \rightarrow v_c \text{ max}$$

- Dificuldade no transporte dos cavacos para fora da região do corte
 - Distribuição não adequada de calor na região do corte
 - Desgaste acentuado nas quinas com canto vivo
 - Atrito das guias nas paredes do furo
-

Fatores que contribuem para qualidade de furos com de brocas helicoidais

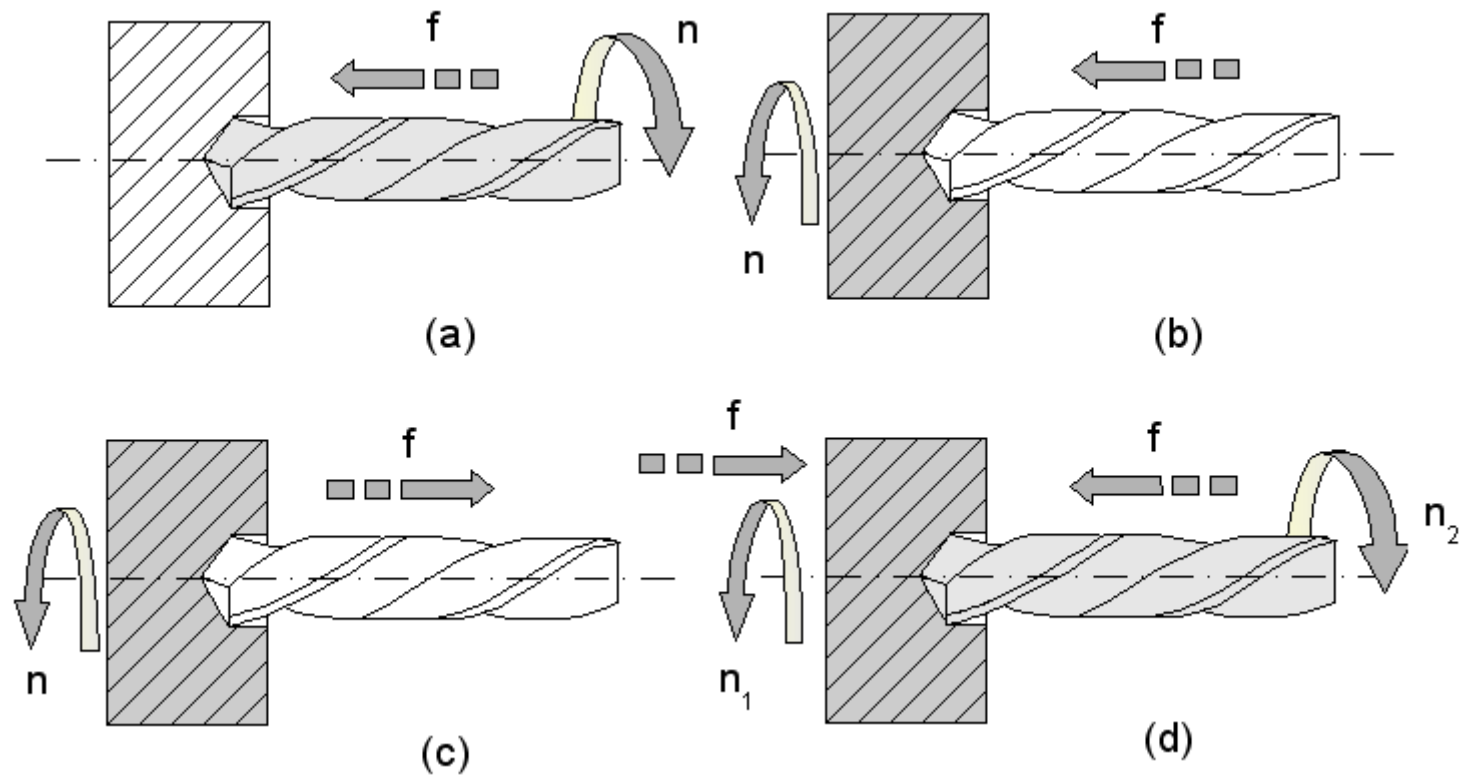


Cinemática do processo

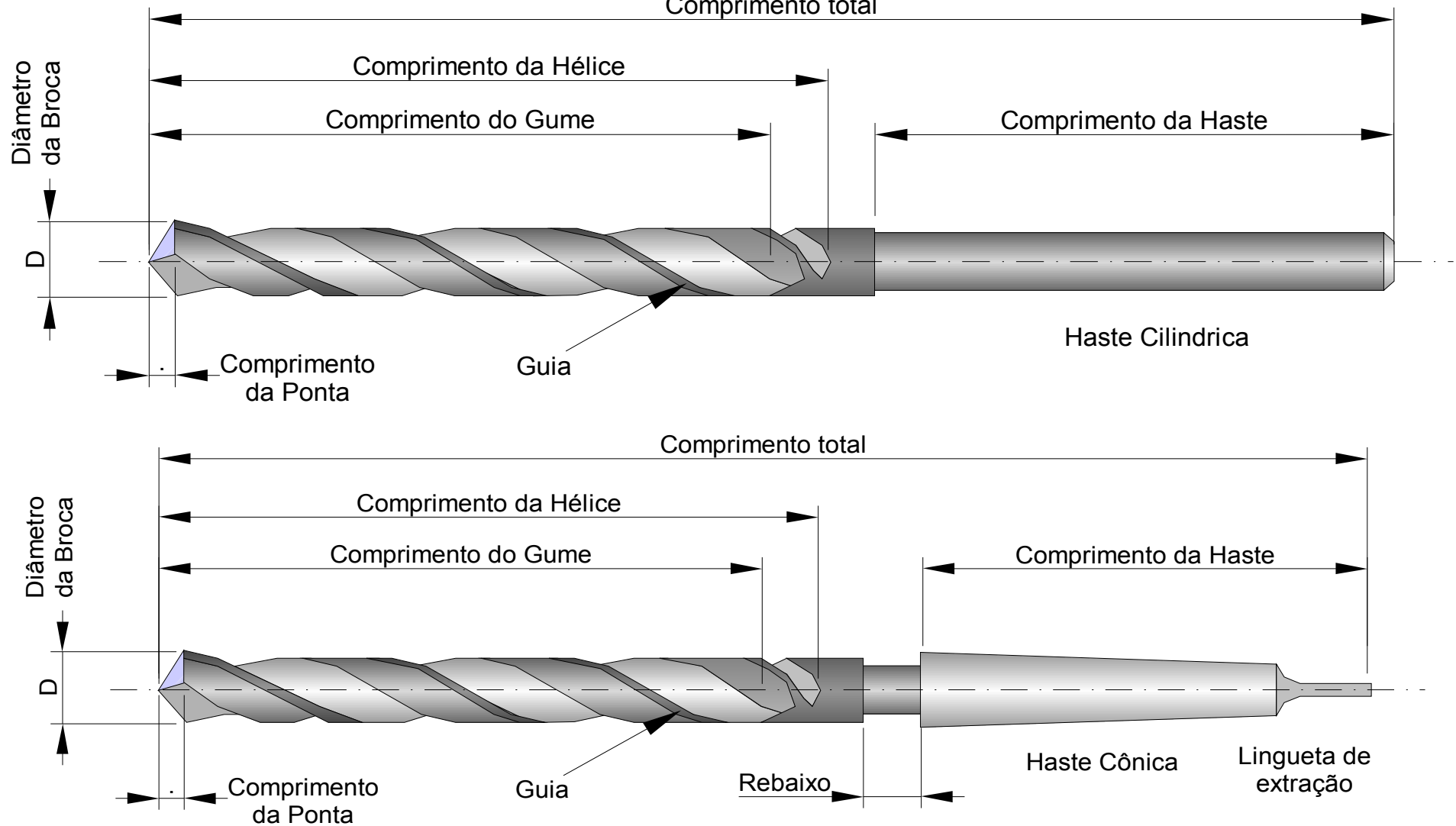


Cinemática do processo

Distribuição entre rotação e avanço

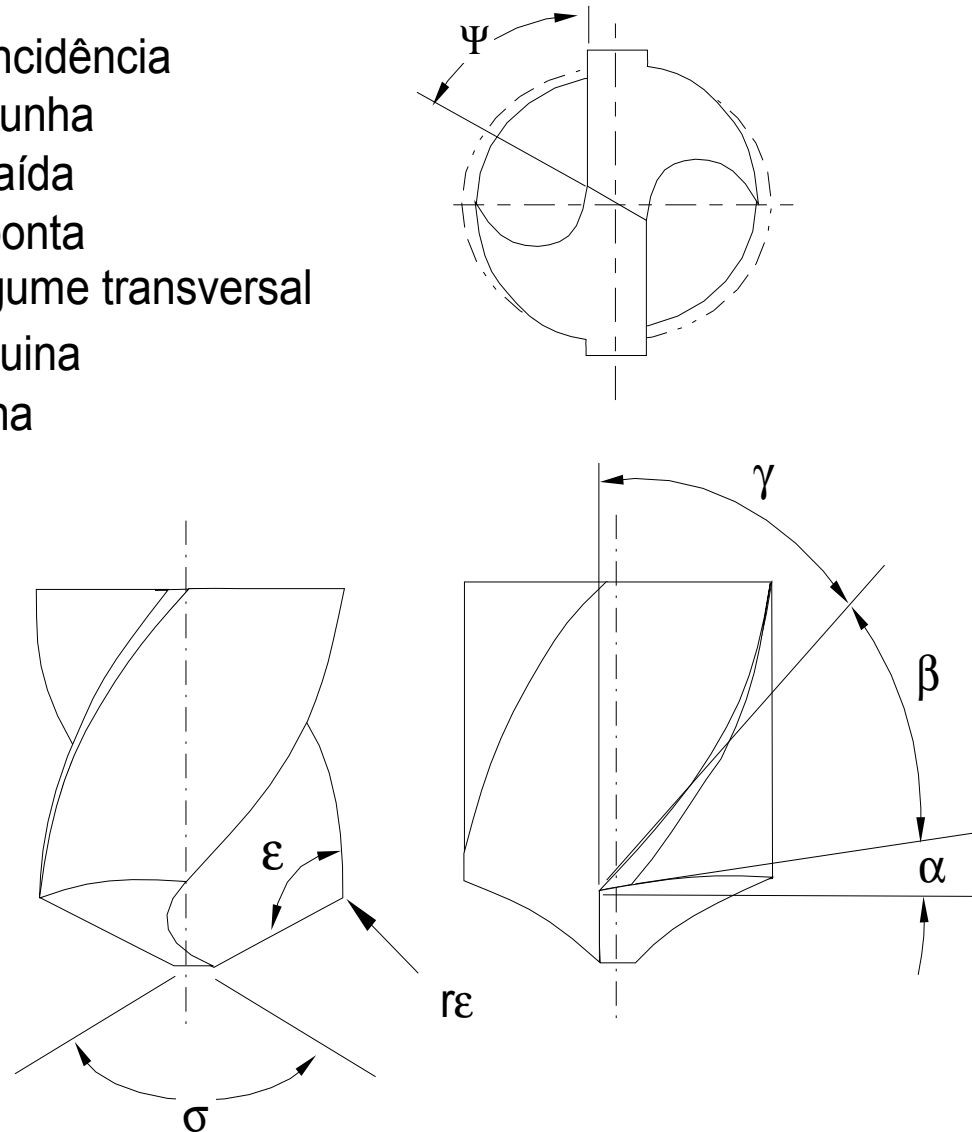


Constituintes de brocas helicoidais



Broca helicoidal

α = ângulo de incidência
 β = ângulo de cunha
 γ = ângulo de saída
 σ = ângulo de ponta
 Ψ = ângulo do gume transversal
 ε = ângulo de quina
 $r\varepsilon$ = raio de quina



Geometria das brocas helicoidais

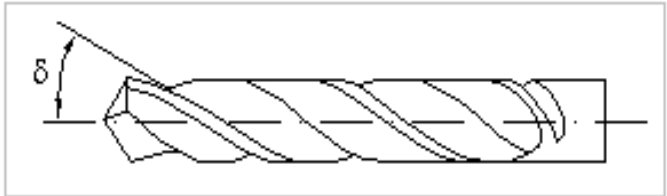
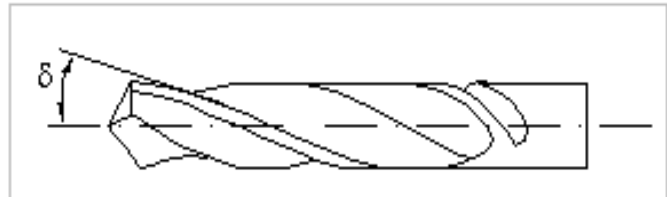
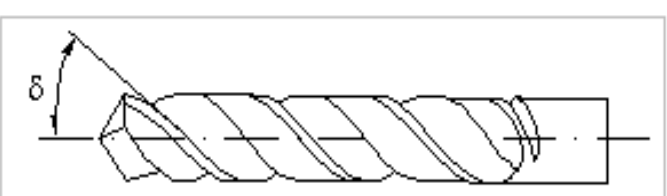
Geometria da cunha de corte

- O gume transversal é parte integrante do gume principal, e tem como função estrudar material na direção do gume principal
 - Gume principal é o gume cortante e aponta no sentido de corte
 - A forma e o ângulo de hélice da broca definem o ângulo de saída g , que não é constante ao longo do gume principal
 - γ tem valor máximo na quina da broca e diminui no sentido de centro da broca, tornando-se negativo na passagem para o gume transversal.
-

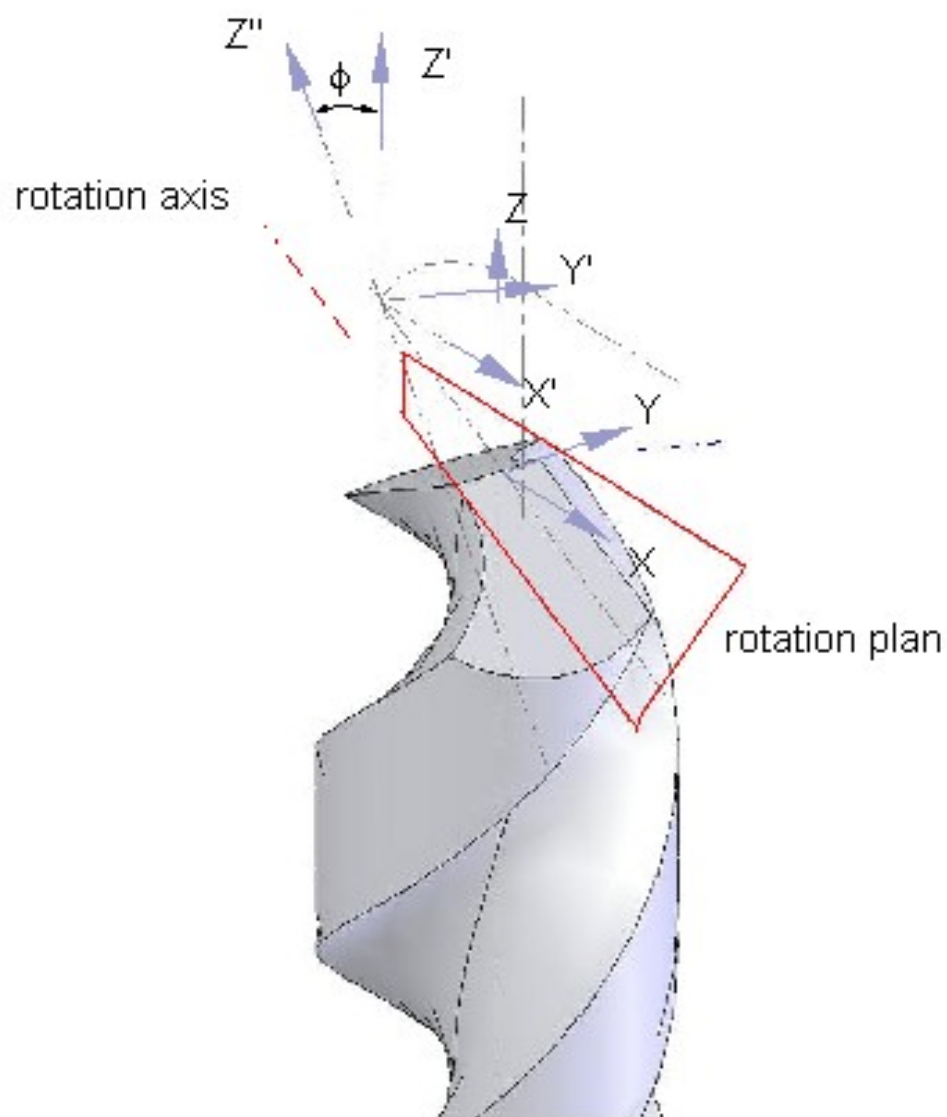
Geometria da cunha de corte

- γ (e conseqüentemente δ) são variados de acordo com as características do material a ser usinado
 - Guia reduz atrito com as paredes e direciona a broca
 - Haste: fixação na máquina
 - Canal: retirada de cavaco
 - Canal interno: alimentação do fluido lubri-refrigerante
-

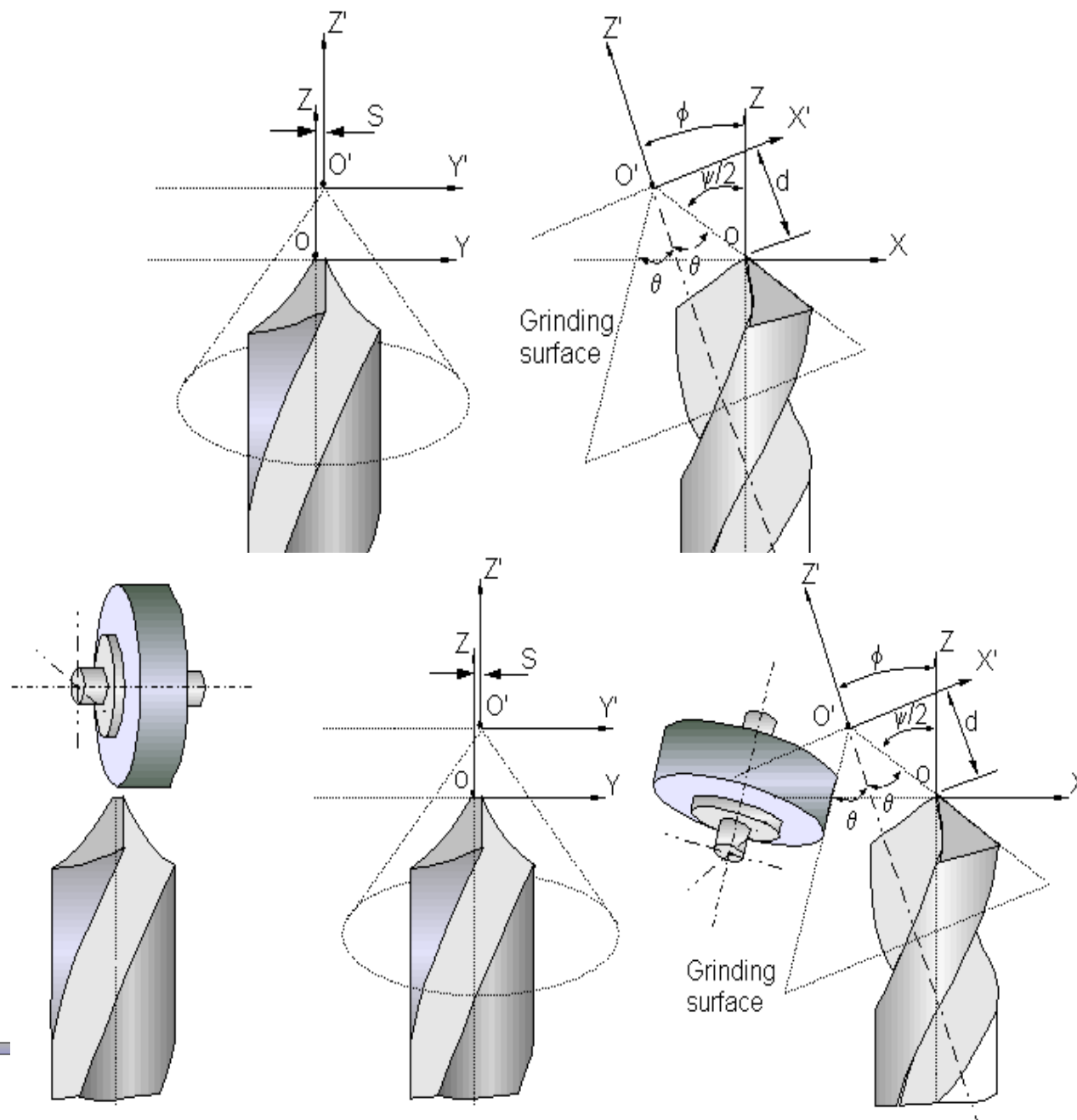
Grupos principais de brocas helicoidais

<i>Tipo</i>	<i>Aplicação</i>	<i>Representação</i>
N	Materials de peça normais Ex. aços δ entre 18 e 30°	
H	Materials de peça duros Ex. Aços liga, ferro-fundido δ entre 18 e 30°	
W	Materials de peça duros Ex. Alumínio, bronze δ entre 18 e 30°	

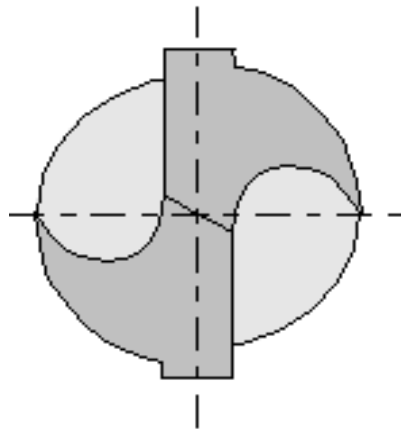
Afiações de brocas helicoidais



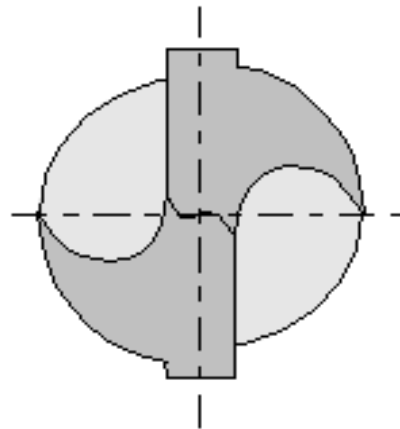
Afiações de brocas helicoidais



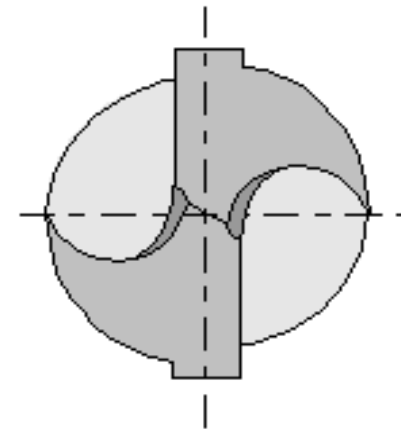
Afiações especiais de brocas helicoidais



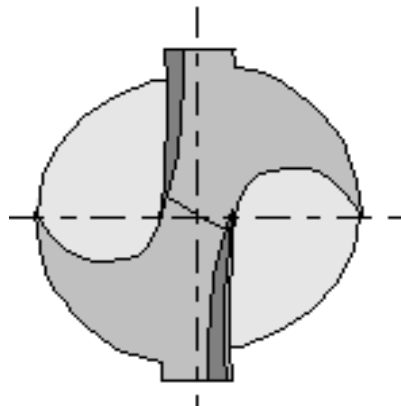
Afiação padrão



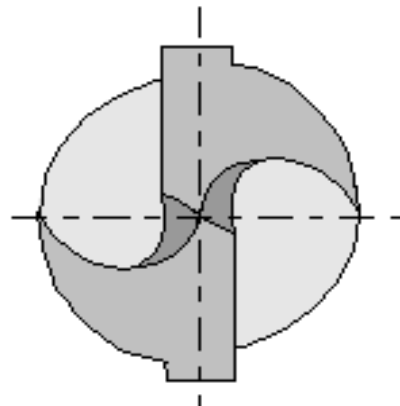
duplo tronco de cone



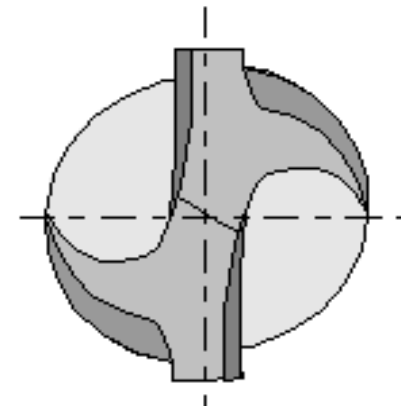
duplo tronco de cone com redução do gume transversal



redução de cone transversal e quina chanfrada

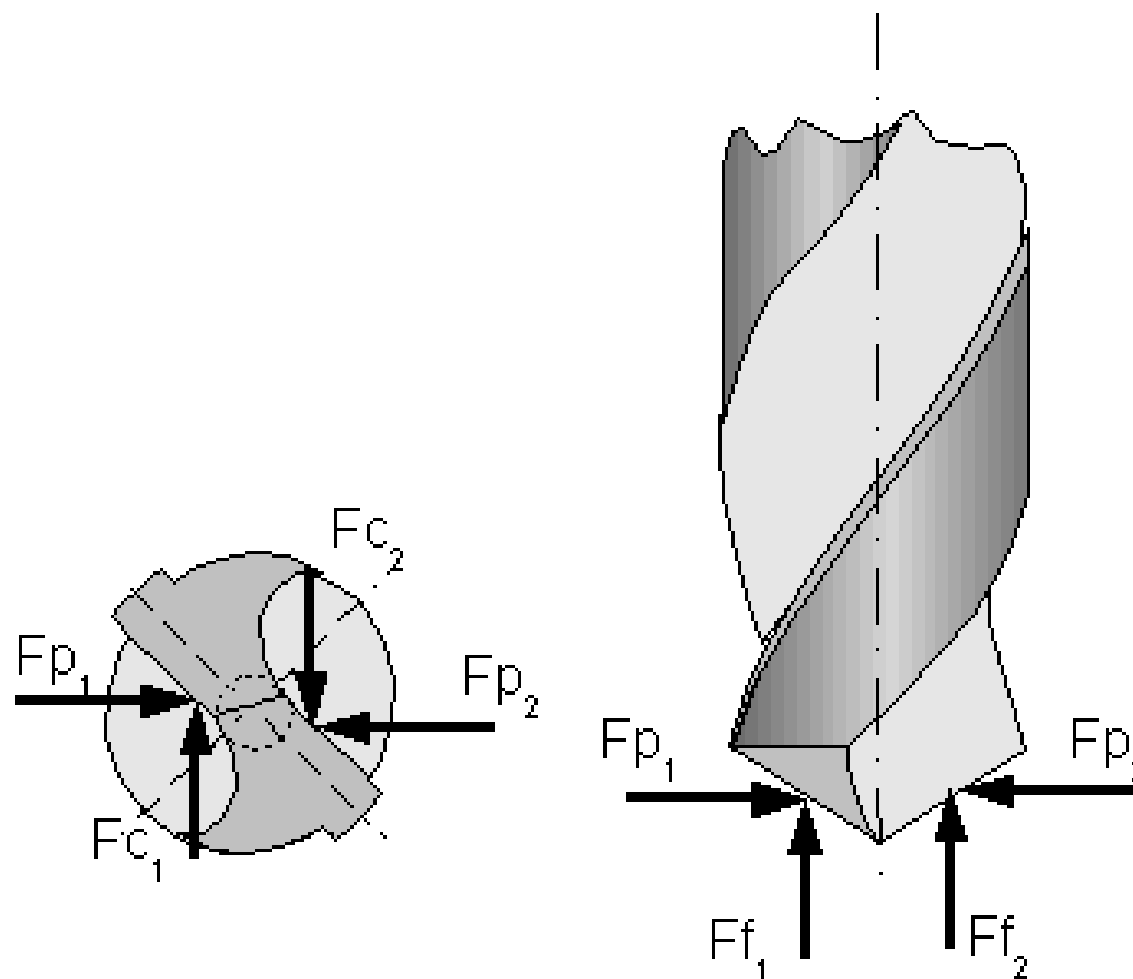


Afiação cruzada



duplo tronco de cone com redução de cone transversal e quina chanfrada

Forças em brocas helicoidais



Materiais para brocas

Requisitos para materiais de brocas

- Tenacidade
 - Resistência a compressão
 - Resistência a abrasão
 - Resistência térmica
 - Resistência ao choque e a fadiga
-

Materiais para brocas

Formas construtivas de brocas em função do material

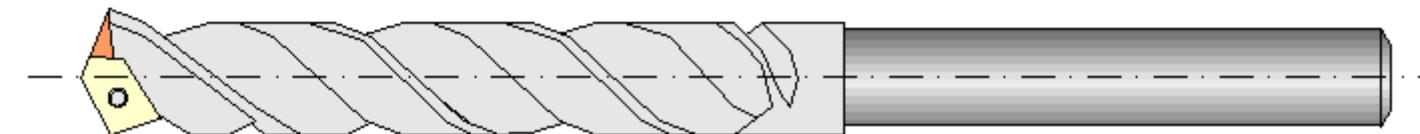
- Broca com soldada



- Broca Integral



- Broca com incerto



Materiais para brocas

Aço ferramenta

- Muito pouco empregado em aplicações industriais
 - Brocas para *hobby*
 - Brocas de baixo custo para aplicações simples
 - Brocas para materiais de fácil usinagem, tais como alumínio, plásticos e madeira
-

Materiais para brocas

Aço-rápido

- Largamente empregado na fabricação de brocas (fácil reprocessamento e bons requisitos técnicos)
 - As ferramentas são temperadas, sofrem tratamento superficial (nitretação) e freqüentemente são revestidas
 - Ferramentas não integrais
-

Materiais para brocas

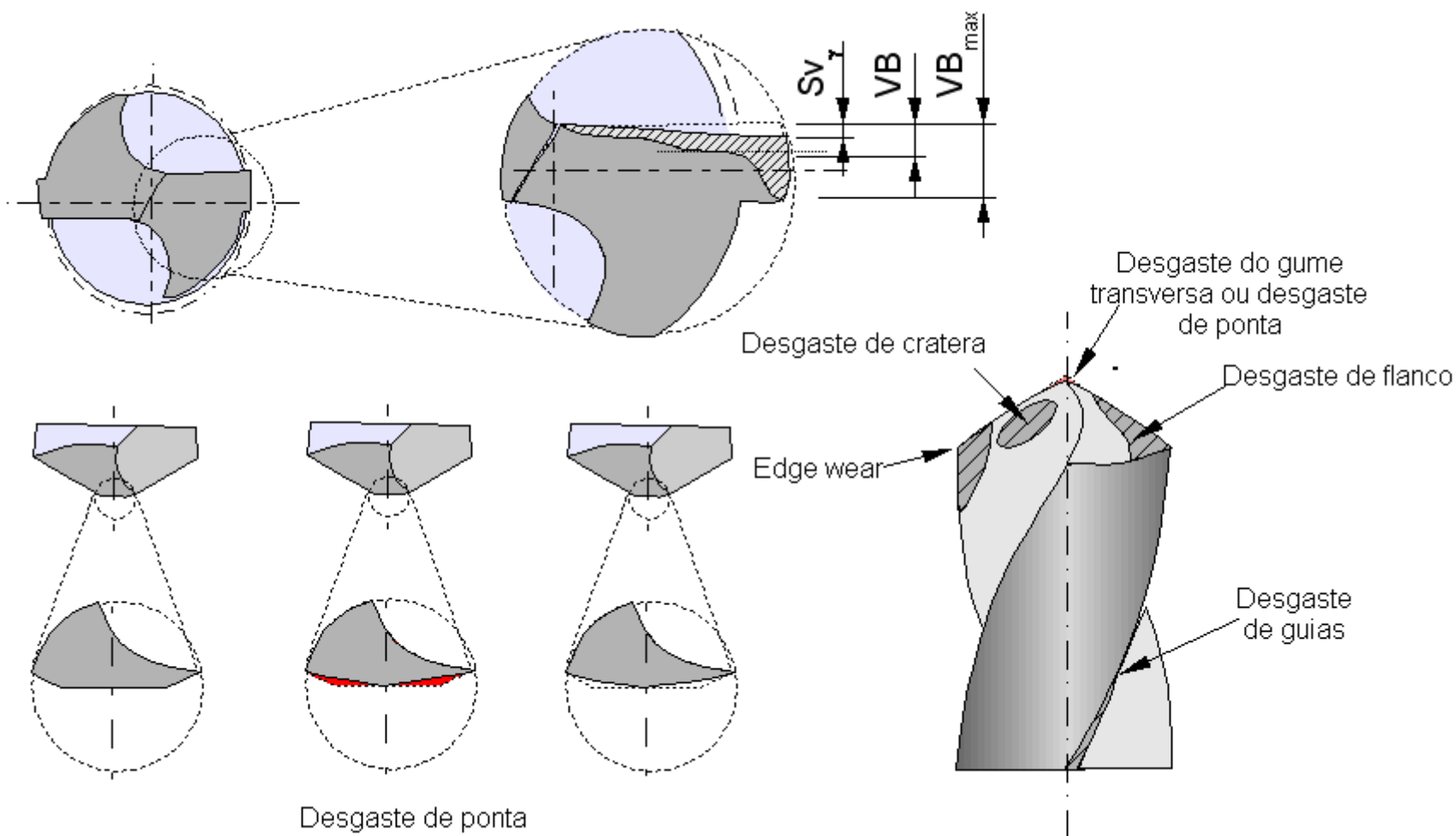
Metal duro

- Homogeneidade, elevadas dureza, resistência à compressão e ao desgaste à quente
 - As velocidades de corte podem ser até 3 vezes maiores que as utilizadas com ferramentas de aço rápido
 - Qualidade do furo - 3 classes IT melhores que os obtidos na usinagem com aço rápido
 - Aplicação de ferramentas de metal duro exige máquinas com características de velocidade, potência, refrigeração e rigidez adequadas
 - Brocas podem ser maciças (maior aceitação) ou com insertos intercambiáveis – com ou sem revestimento
-

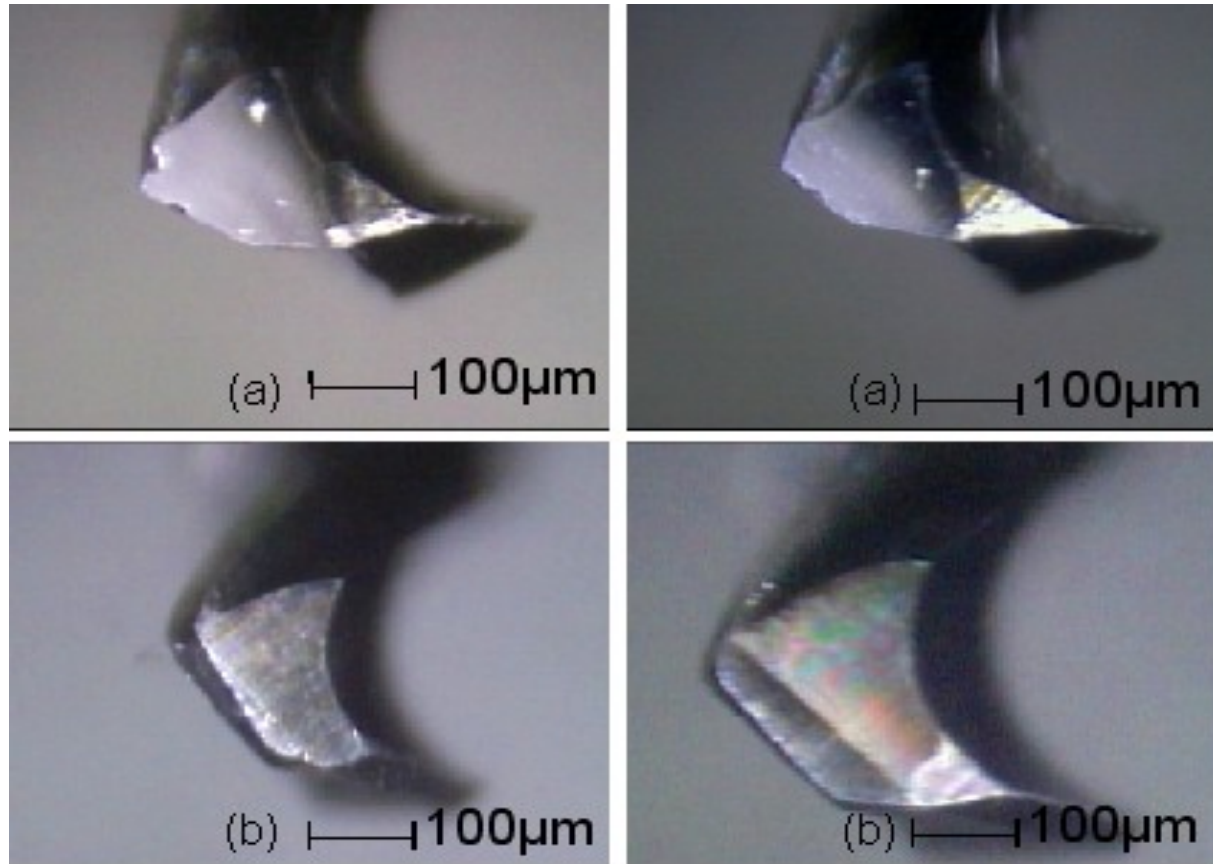
Desgaste em Broca Helicoidais

- Desgaste de flanco (V_b) - baixa qualidade, imprecisões e aumento do atrito
 - Desgaste nas guias - não gera aumento no momento
 - Desgaste do gume transversal - arredondamento e possível lascamento das zonas de transição
 - Desgaste de cratera - remoção de material por abrasão e difusão
 - Gume postiço - adesão do material da peça encruado na ferramenta
 - Fratura - fim catastrófico
-

Desgaste em Broca Helicoidais

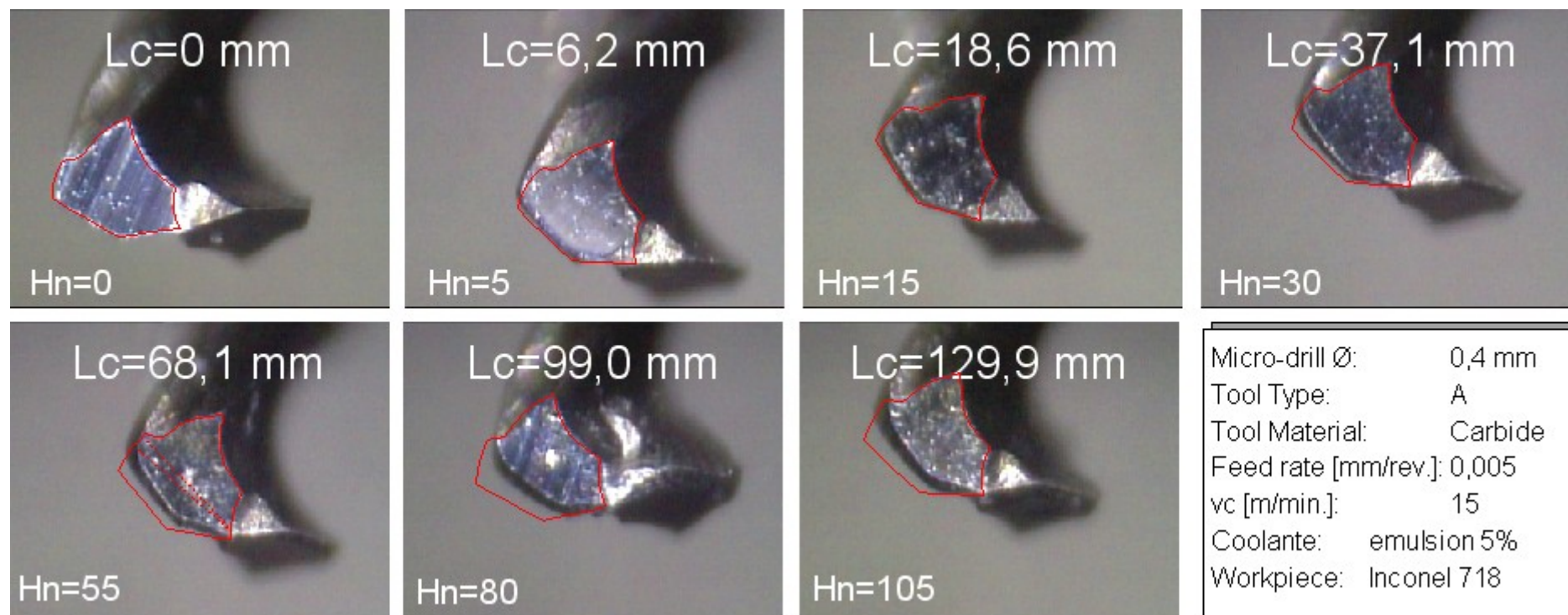


Exemplos de desgaste em brocas



(a) lascamento de gume (b) desgase abrasivo

Exemplo da evolução de desgaste abrasivo em brocas helicoidais



Critério de fim de vida em furação

Definição: perda do controle sobre os cavacos ou iminência de uma quebra rápida

Fatores considerados

- Textura superficial
 - Exatidão dimensional e geométrica
 - Estado da ferramenta
 - Formação do cavaco
 - Vida restante da ferramenta
-

Critério de fim de vida em furação

Critérios de fim de vida utilizados na prática

- Tempo de máquina
 - Tempo efetivo de corte
 - Volume de metal removido
 - Número de peças usinadas
 - Velocidade de corte equivalente
 - Comprimento usinado equivalente
 - Velocidade de corte relativa
-

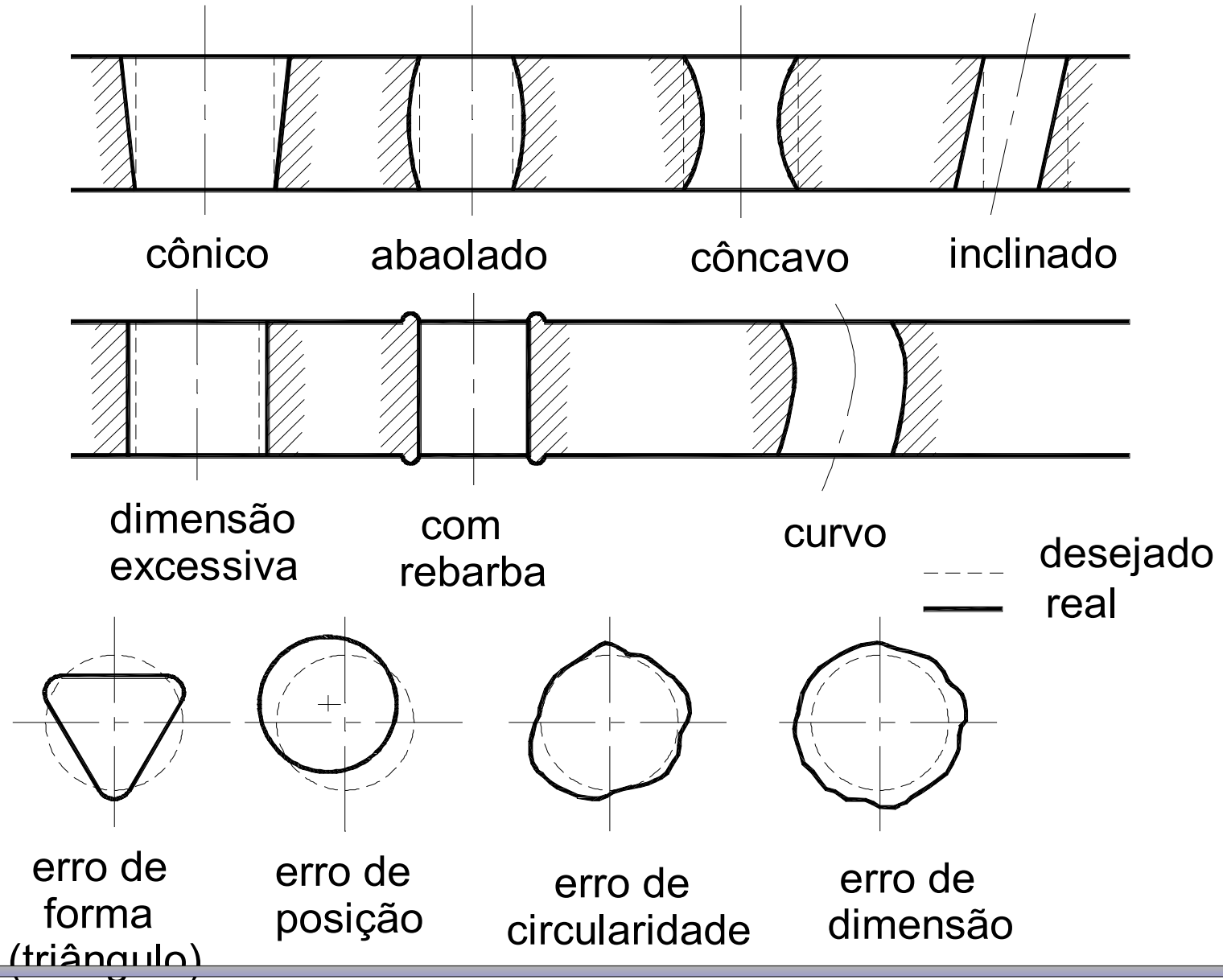
Fatores que influenciam a qualidade e precisão do furo

- Erros geométricos
 - Erros dimensionais
 - Posicionamento
 - Circularidade
 - Forma
 - Presença de rebarbas
 - Processo
 - Peça
 - Ferramenta
 - Máquina
 - Parâmetros
 - Rigidez.
-

Fatores que influenciam a qualidade e precisão do furo

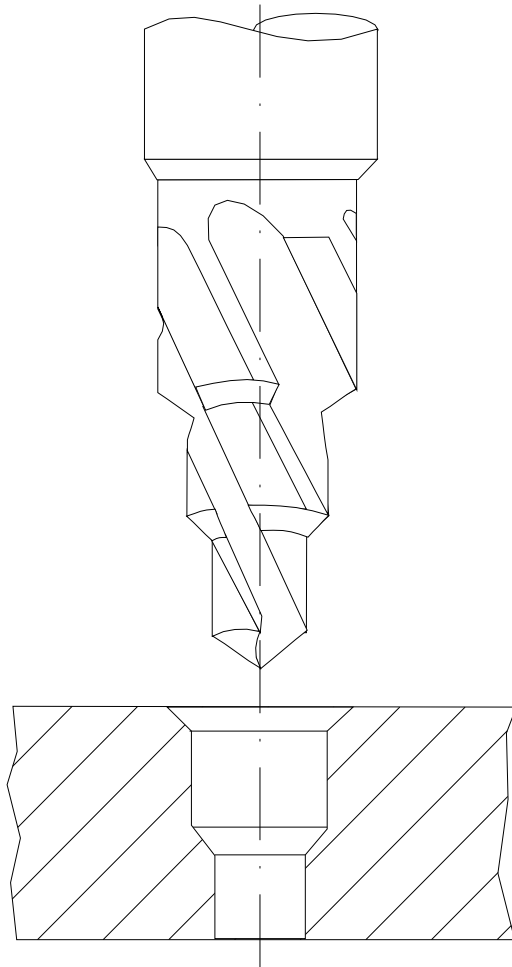
- Máquinas onde são utilizadas buchas - precisão da broca em relação ao diâmetro e circularidade, não é tão crítica
 - Máquinas de comando numérico / máquinas de precisão - a precisão da broca é crítica
 - Brocas padrão podem necessitar de uma nova retificação para operações de precisão
 - Retificação inadequada, desbalanceamento das forças, deflexão na broca, erros nos furos
-

Erros comuns na geometria do furo



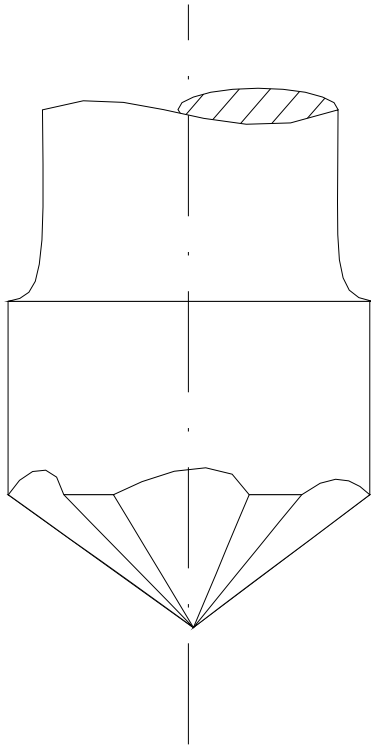
Variações do processo de furação

Rebaixamento

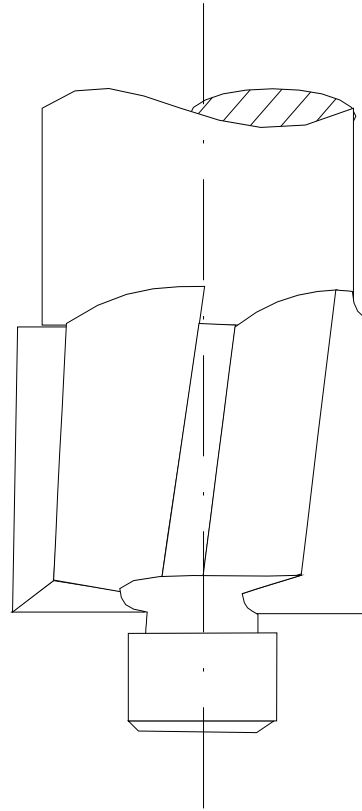


- A usinagem não é feita em material maciço
- Rebaixamento de alargamento de um furo cilíndrico
- Rebaixamento plano, de uma superfície cônica ou de uma superfície perfilada
- Rebaixamento combinado de uma superfície cilíndrica e uma superfície de topo

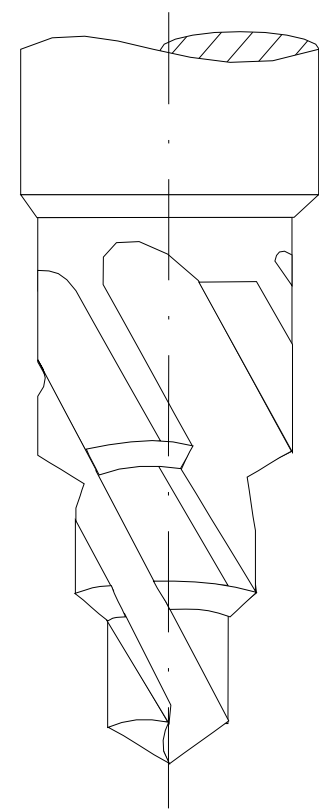
Ferramentas de rebaixamento



Rebaixador com ponta
ou escareador

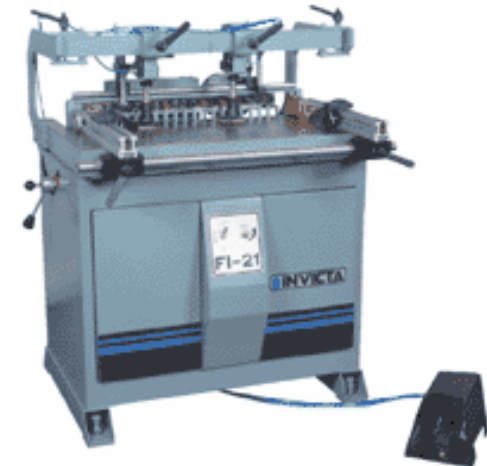


Rebaixador com guia



Rebaixador escalonado

Tipos de Furadeiras



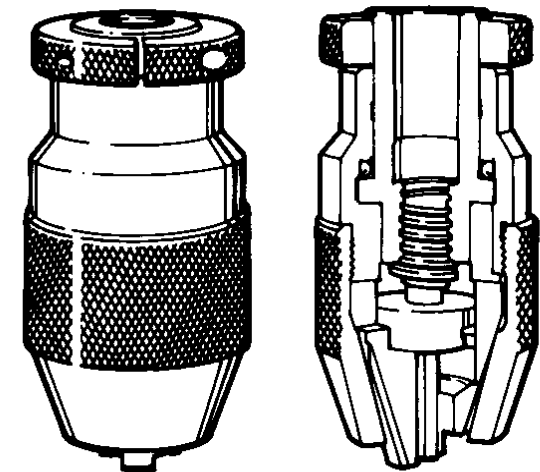
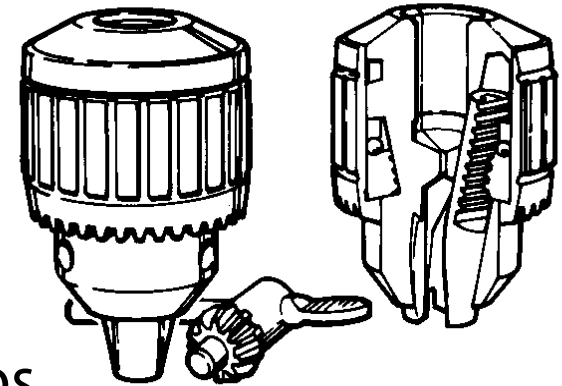
Fixação de ferramentas na furação

Brocas com haste cilíndricas

→Mandril

- Os de três castanhas são os mais utilizados

- Aperto manual ou com chave

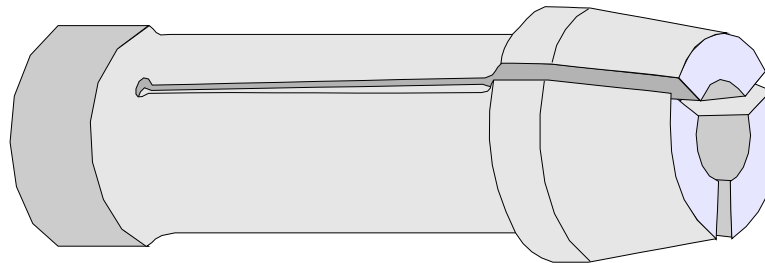


Fixação de ferramentas na furação

Exemplos de pinças



pinça estacionária



Pinça *push out*



Pinça *draw-in*

Processo de Furação Profunda

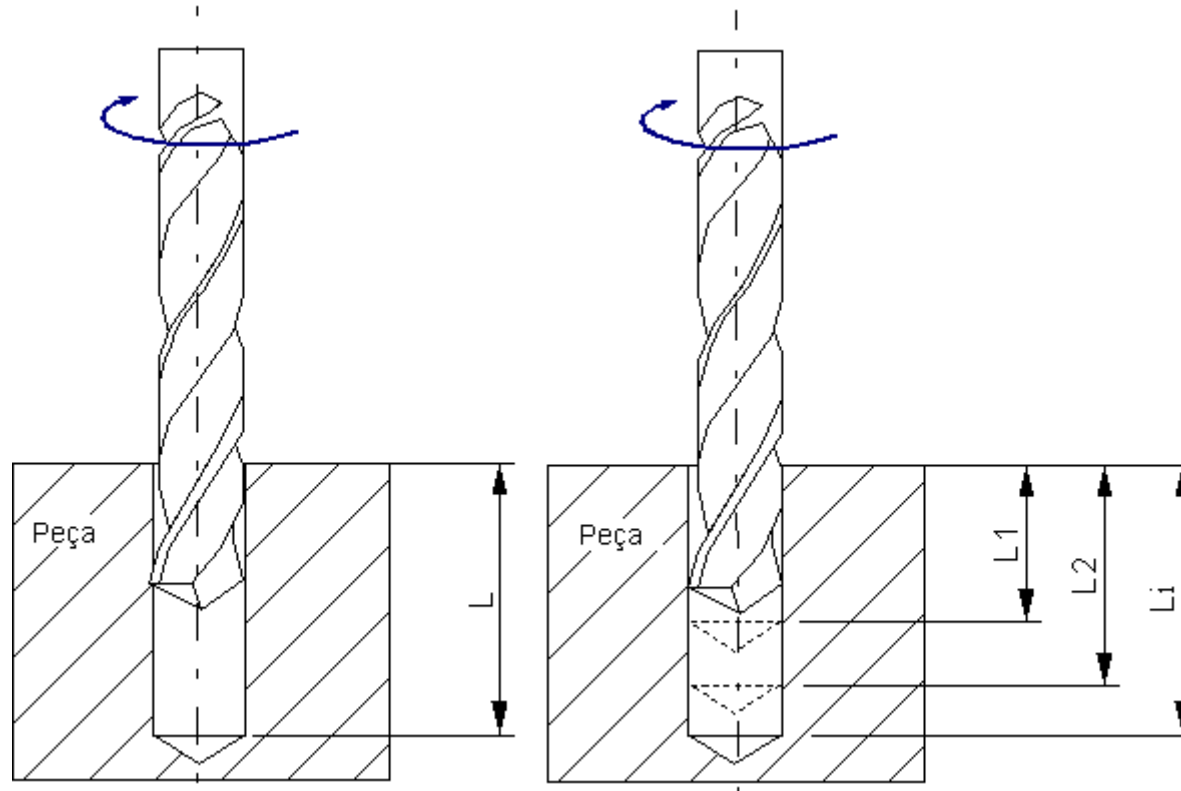
Furação profunda

Relações profundidade/diâmetro (L/D)

- Relações $L/D > 20$ até 150: com frequência $L/D < 20$ já é considerado furação profunda
 - $3 < L/D < 5$: uso de brocas helicoidais convencionais com furação contínua
 - $L/D > 5$: uso de brocas helicoidais convencionais, com furação em ciclos
 - $L/D \gg 5$: processos específicos, empregando brocas de canais retos, brocas canhão, brocas de gume único, brocas BTA e *Ejektor*.
-

Generalidades do processo de furação profunda

Com brocas helicoidais especiais - interrupção freqüente do processo para retirada de cavacos



Ciclos de furação

Generalidades do processo de furação profunda

- Ferramentas especiais - assimetria na posição dos gumes
 - Fluido de corte - alimentação interna - transporte de cavacos
 - Cunha em metal duro - altas velocidades de corte
 - A furação profunda é aplicada com vantagem nas seguintes operações:
 - Usinagem de materiais com alta porcentagem de elementos de liga
 - Usinagem de materiais com resistência à tração acima de 1200 N/mm^2
 - Remoção de elevado volume de material na unidade de tempo
 - Exigências elevadas de tolerância de qualidade superficial e geométrica do furo.
-

Requisitos para a furação profunda

Máquinas-ferramentas:

- maior rigidez e estabilidade dinâmica
- dispositivos de fixação que permitem maior rigidez na ferramenta

Fluido:

- alta pressão para extração de cavaco e refrigeração do gume

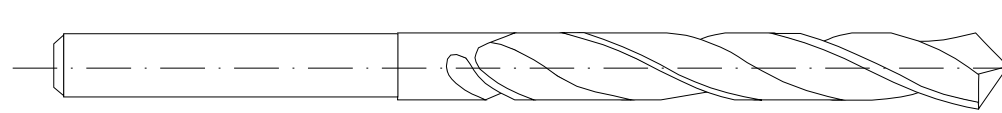
Brocas:

- brocas específicas para grandes relações L/D.
-

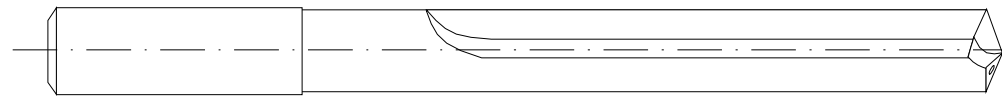
Fatores limitantes nos processos de furação profunda

- Usinabilidade do material da peça
 - Estabilidade da ferramenta e da máquina
 - Precisão da máquina-ferramenta
 - Composição do fluido de corte
 - Material da ferramenta
-

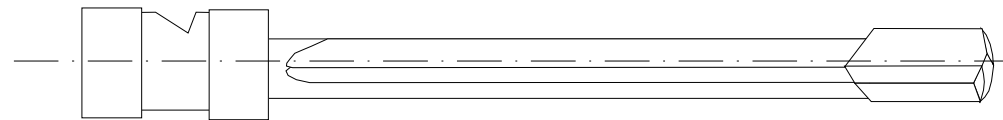
Ferramentas utilizadas na furação profunda



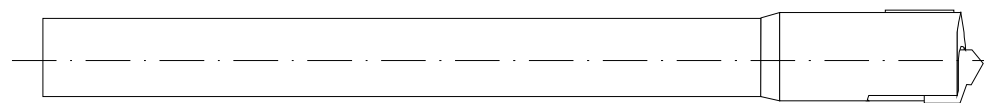
Broca helicoidal



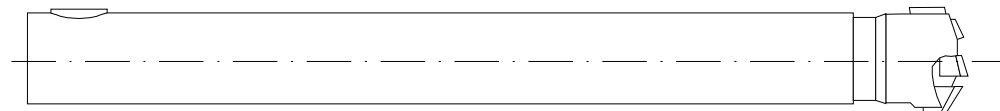
Broca de canal reto



Broca canhão ou de gume único



Broca BTA

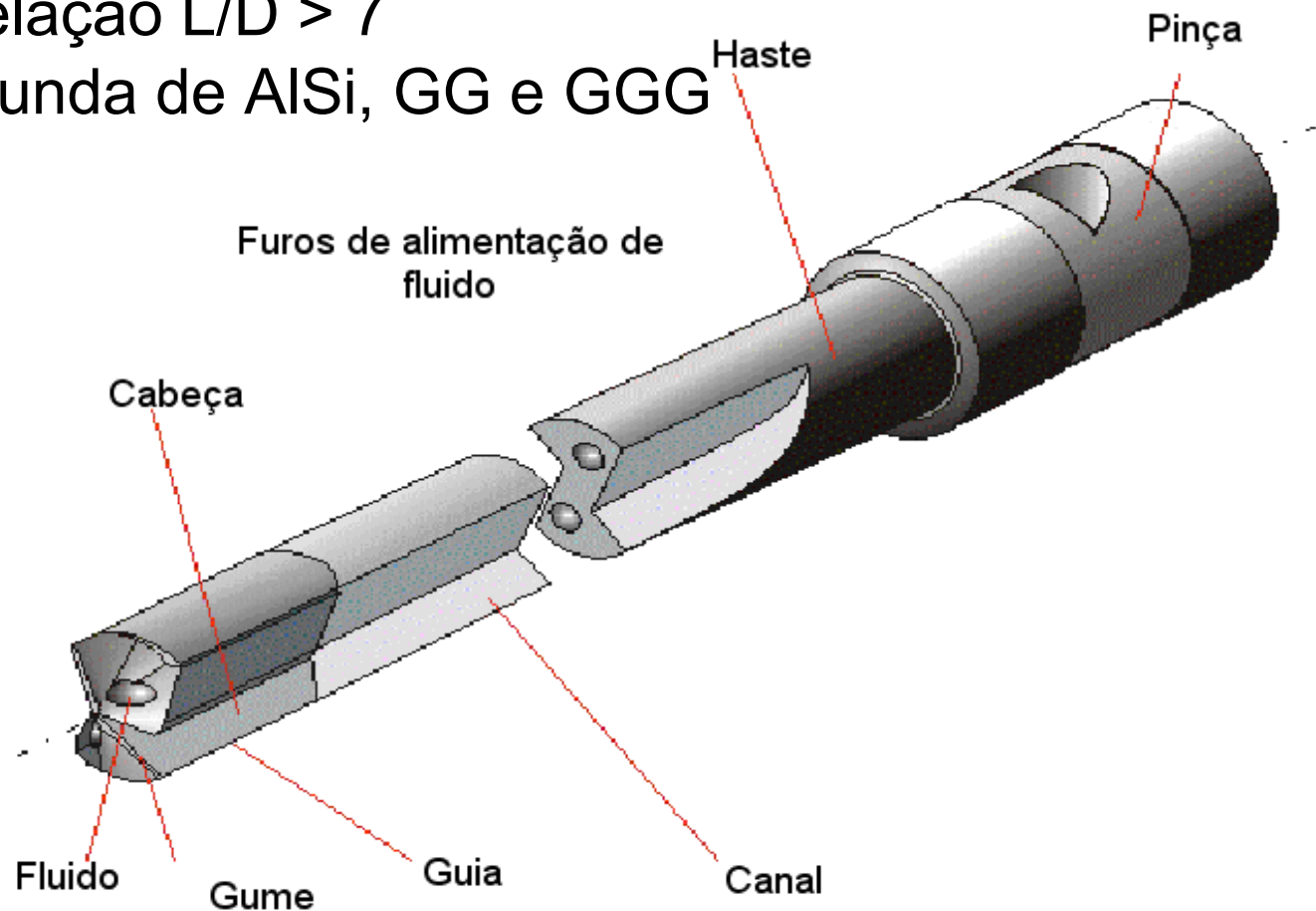


Broca Ejektor

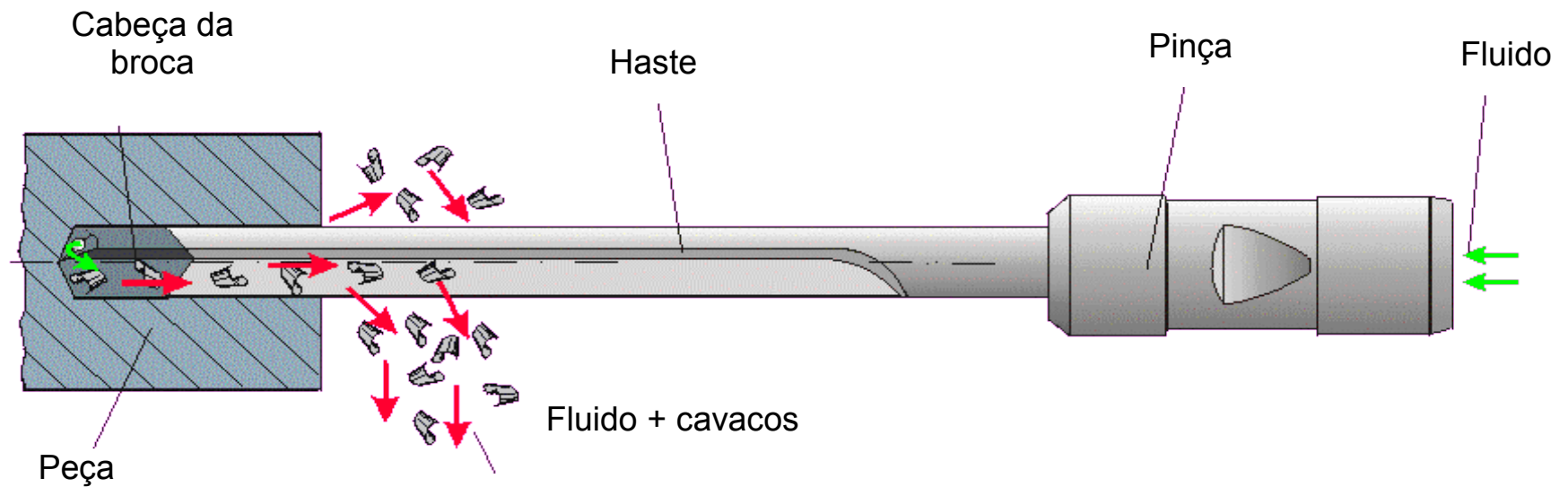
Broca de canais retos

Características

- Alta resistência a torção
- Furos com relação $L/D > 7$
- Furação profunda de AlSi, GG e GGG



Princípio de funcionamento da furação com brocas de canais retos



Broca canhão (gume único)

Características

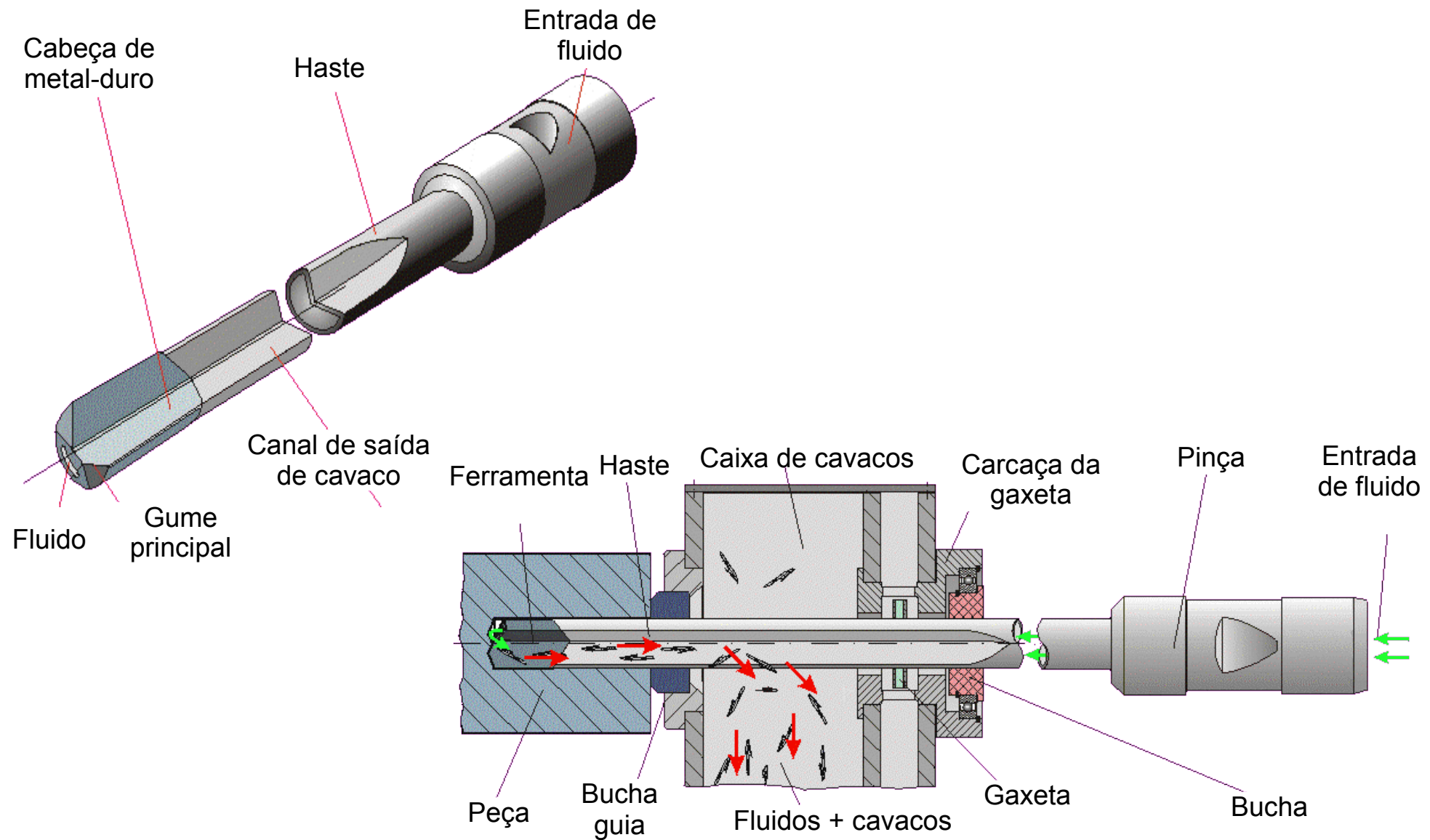
- Auto-guiada
 - Alimentação de fluido a alta pressão pela haste
 - Transporte de cavaco pela ranhura V
 - Necessidade de bucha guia
-

Broca canhão (gume único)

Aplicações da broca canhão

- Furação em cheio
 - Furação escalonada
 - Trepanação
 - Alargamento
 - Furação profunda de materiais com dureza até 50 HRC
-

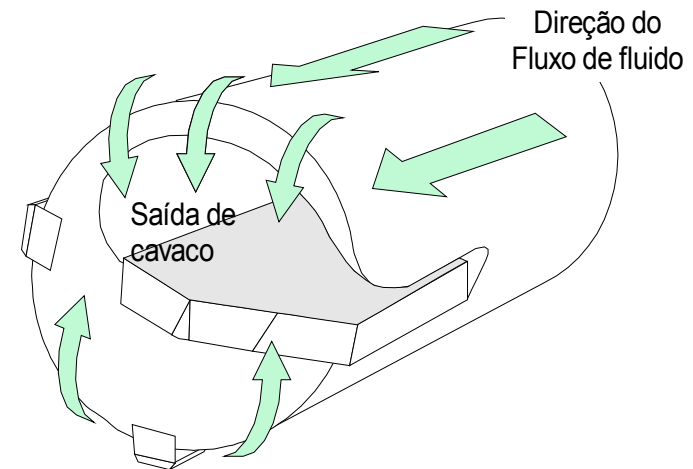
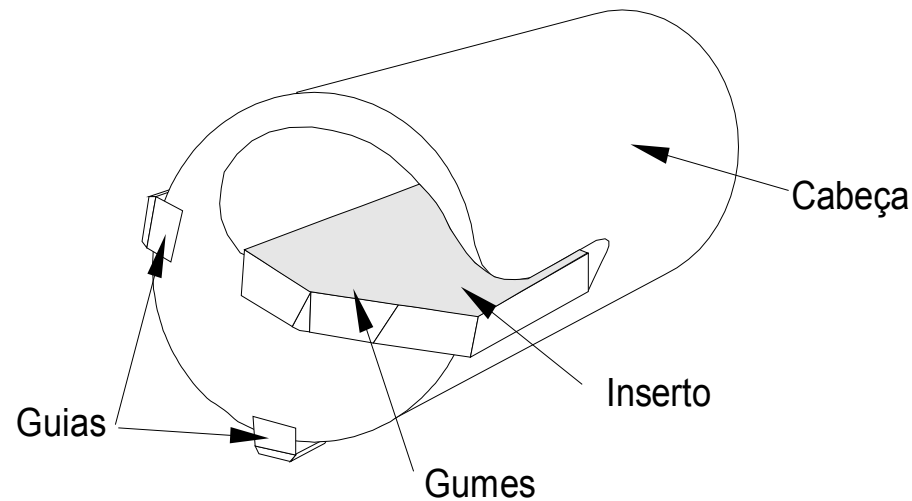
Constituintes das brocas canhão



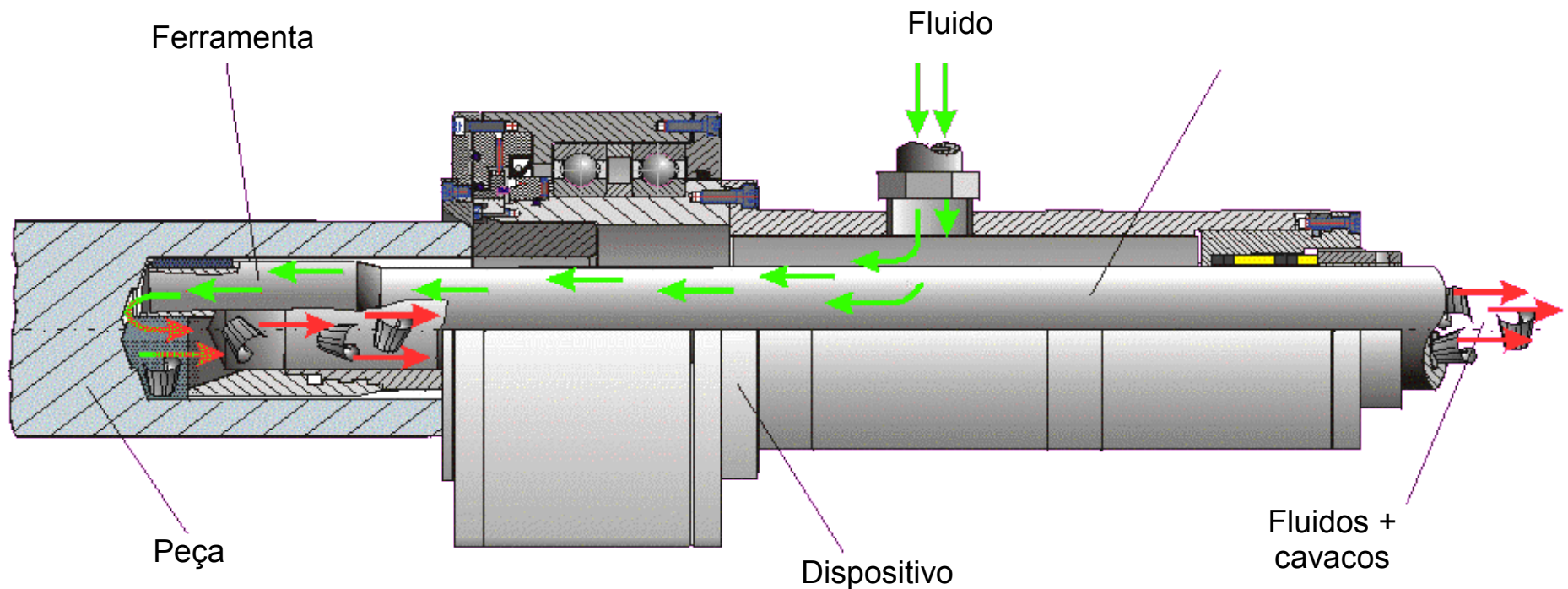
Furação com broca BTA

Características

- Alternativa para brocas convencionais, melhorando qualidade superficial e reduzindo esforços
- Requer dispositivo complexo para alimentação do fluido



Princípio de funcionamento da furação com broca BTA

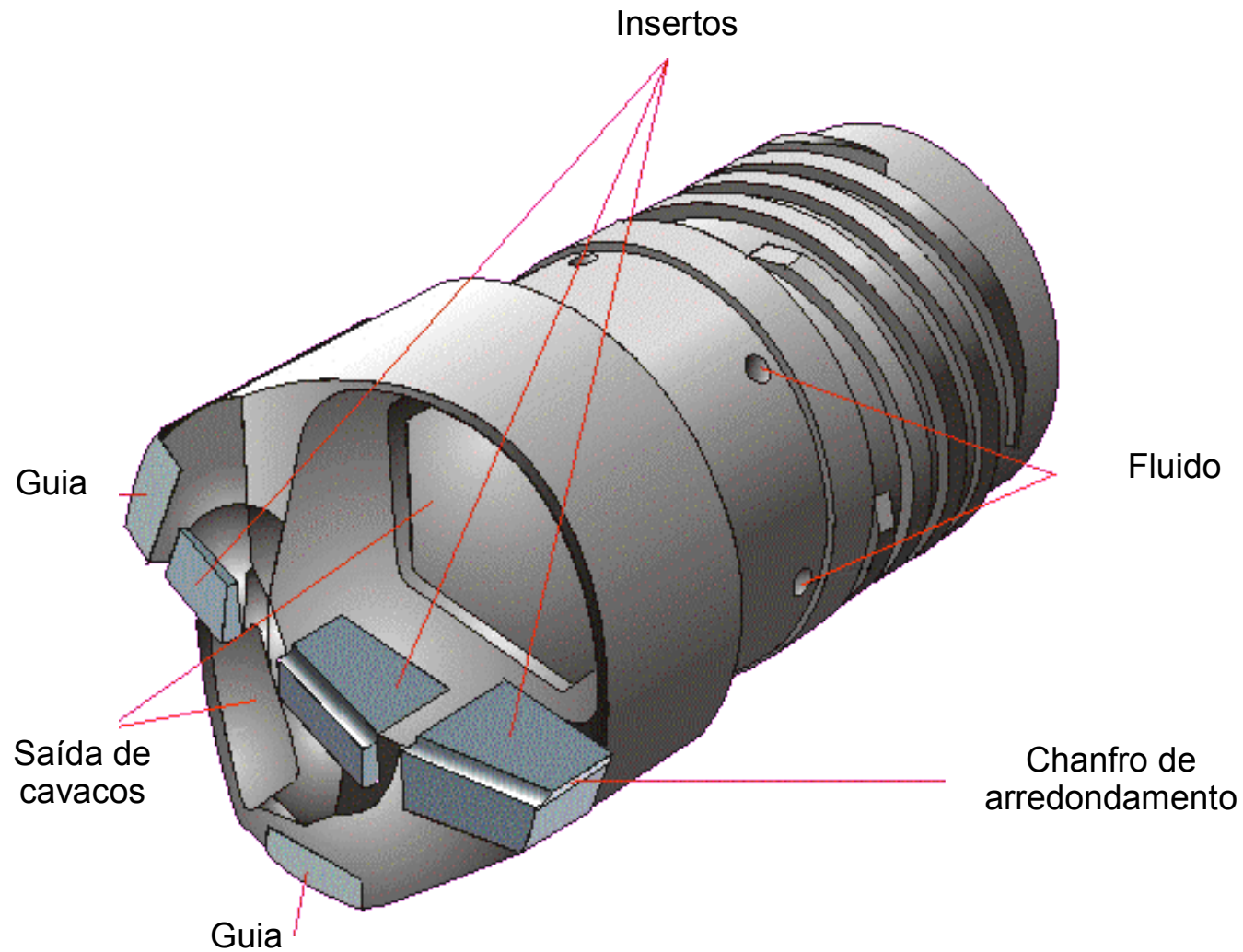


Furação com broca EJEKTOR

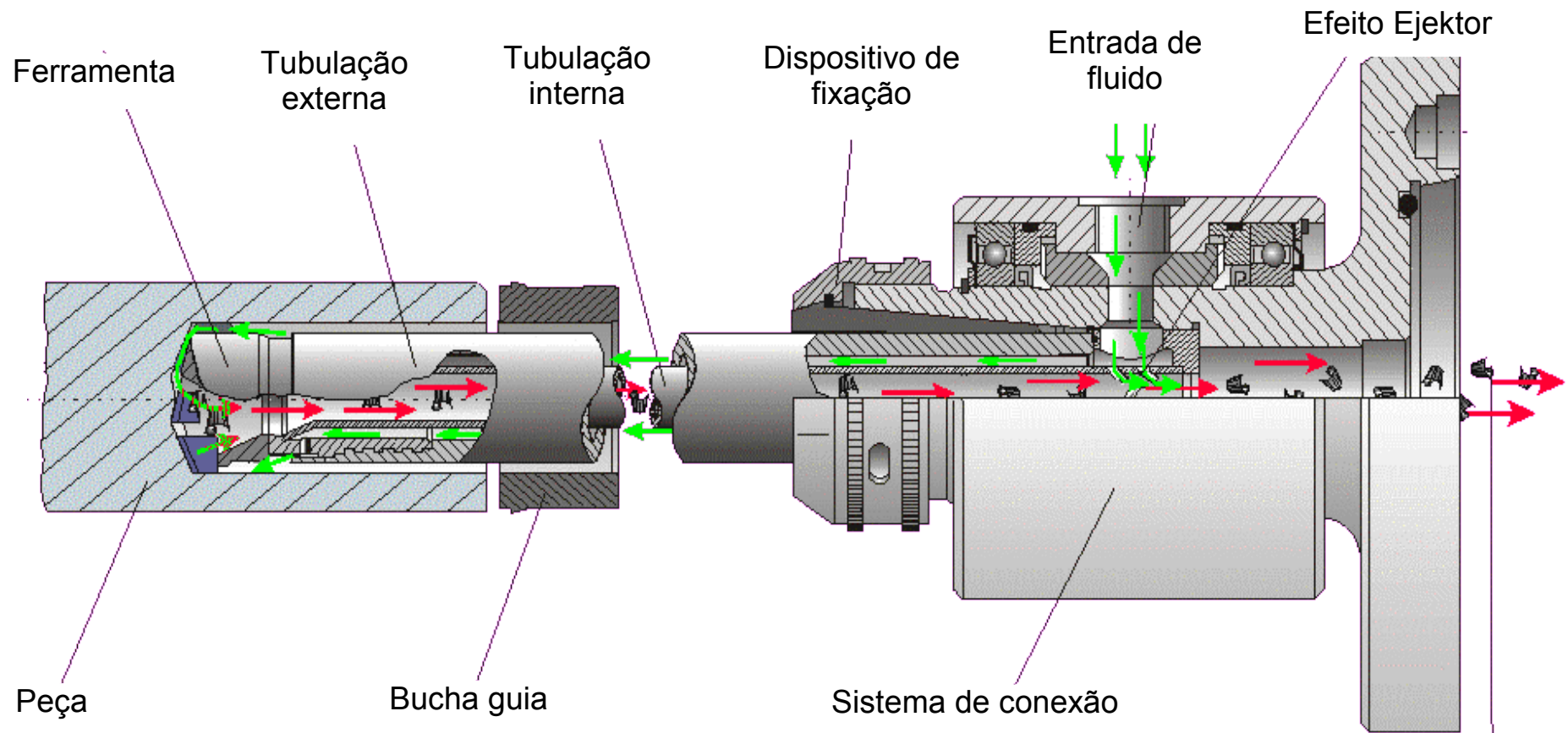
Características

- Furação profunda em máquinas-ferramentas simples
 - Alimentação de fluido por haste tubular duplo concêntrica
 - Peculiaridades do processo ejektor
 - Tuberias especiais: depressão para expulsão de fluido e sucção de cavaco
 - Divisão do gume: redução do atrito, dos esforços laterais, do calor desenvolvido e do desgaste das guias.
-

Constituintes das brocas EJEKTOR



Princípio de funcionamento da furação com broca EJEKTOR



Processos de Alargamento

Alargamento

Definição: Processo de usinagem em geral utilizado para produzir furos com alta definição geométrica, dimensional e qualidade superficial.

v_c alargamento ~ 65 a 75 % da v_c usada para furação

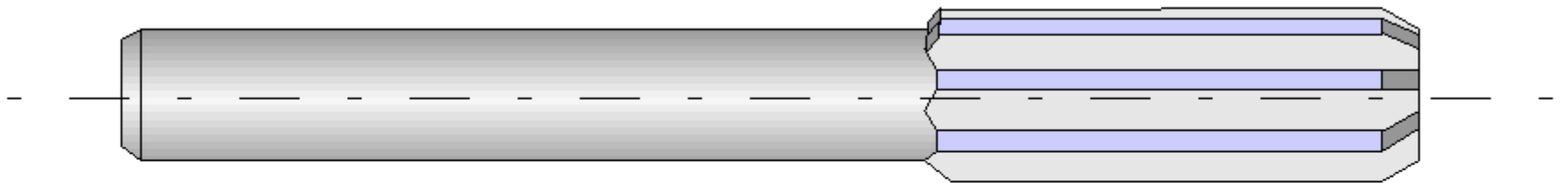
Generalidades

Alargamento com ferramentas de múltiplos gumes e com ferramentas de gume único

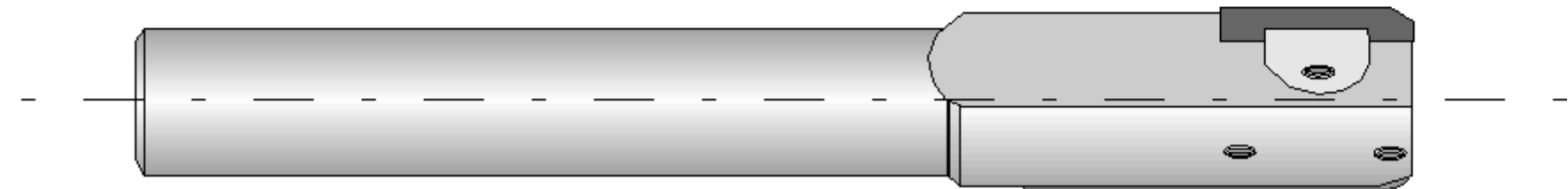
Para evitar o aparecimento de vibrações se trabalha com divisão não regular dos gumes (número ímpar de dentes)

Tipos de alargadores

Alargador de múltiplos gumes



Alargador de gume único



Classificação dos alargadores

Quanto ao tipo de operação

De desbaste

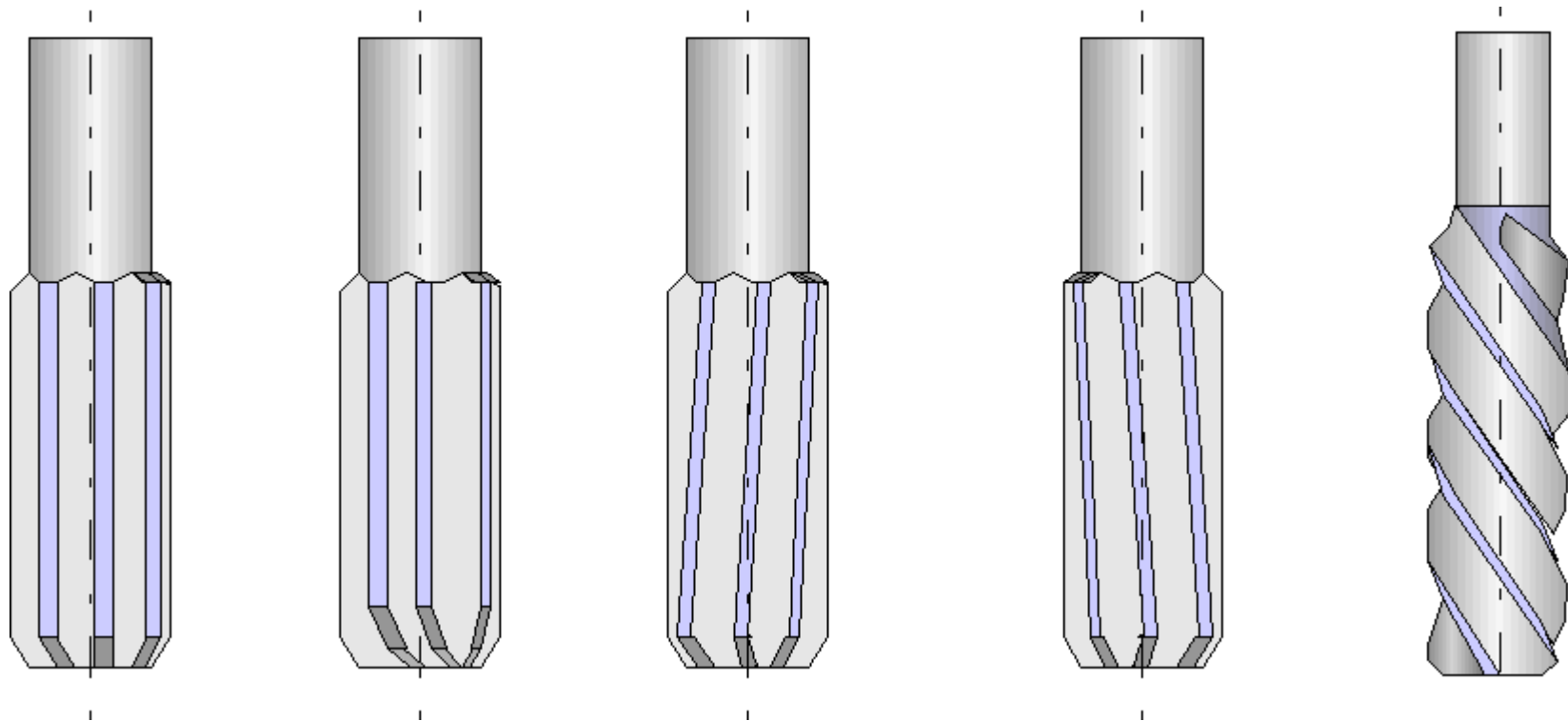
Usados para aumentar diâmetros de furos em bruto

De acabamento

Usados para a obtenção de furos calibrados, com exigências quanto ao acabamento e precisão

Classificação dos alargadores

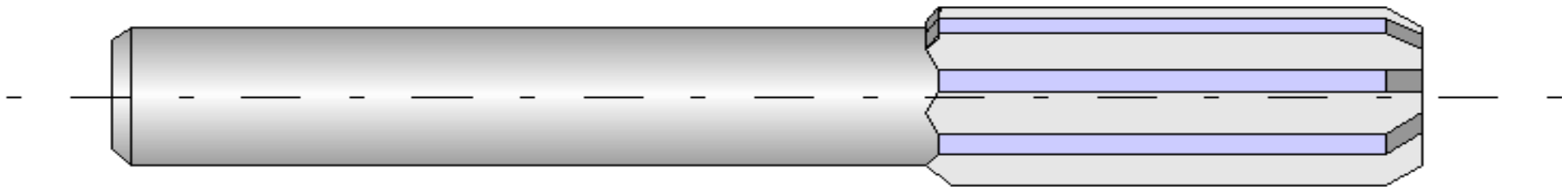
Quanto ao tipo de dentes



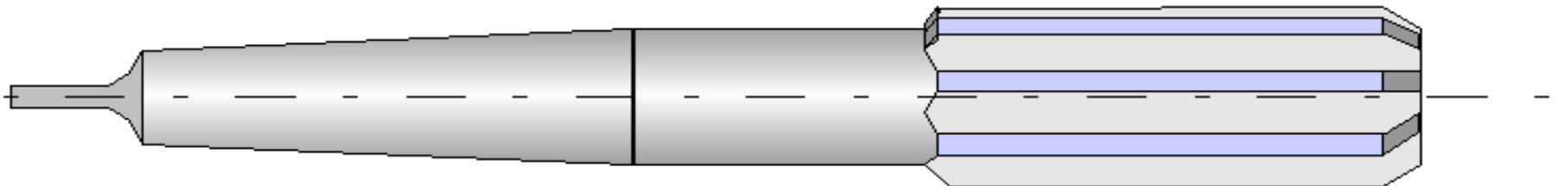
Classificação dos alargadores

Quanto à fixação

Haste cilíndrica



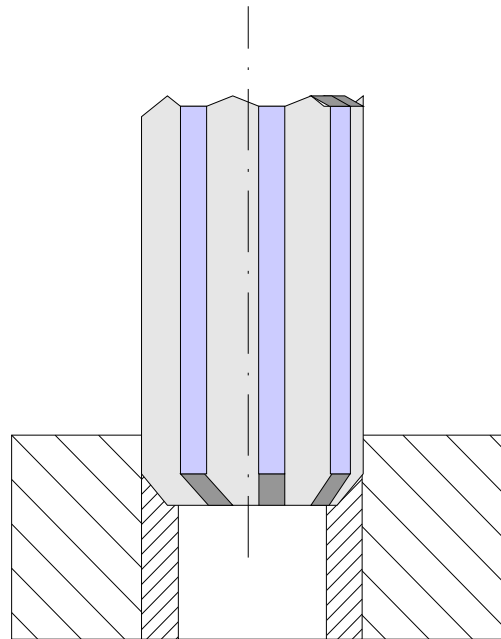
Haste cônica



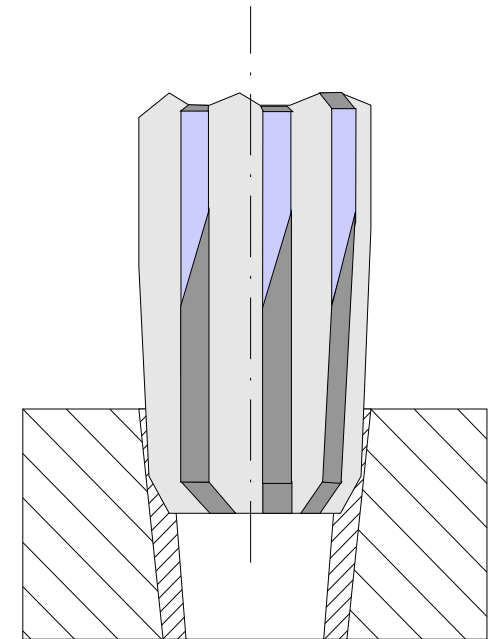
Classificação dos alargadores

Quanto ao uso

- Alargadores manuais \Rightarrow os manuais tem chanfro na entrada maior e de menor inclinação
- Alargadores máquina



Alargador máquina

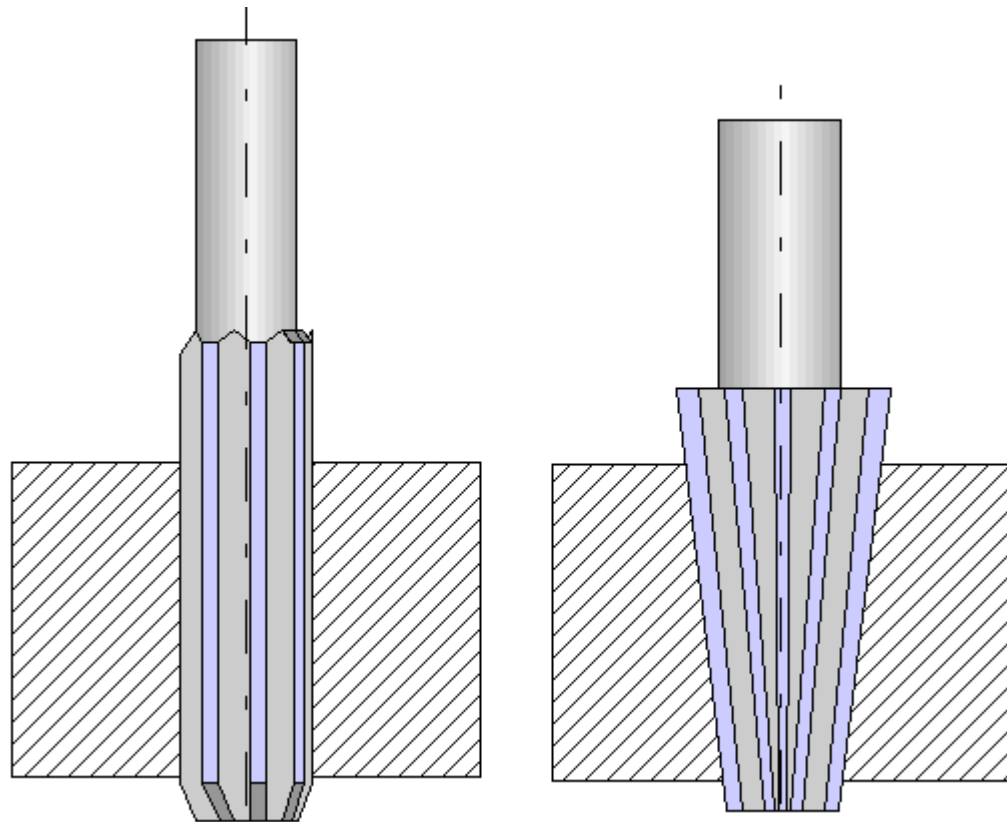


Alargador manual

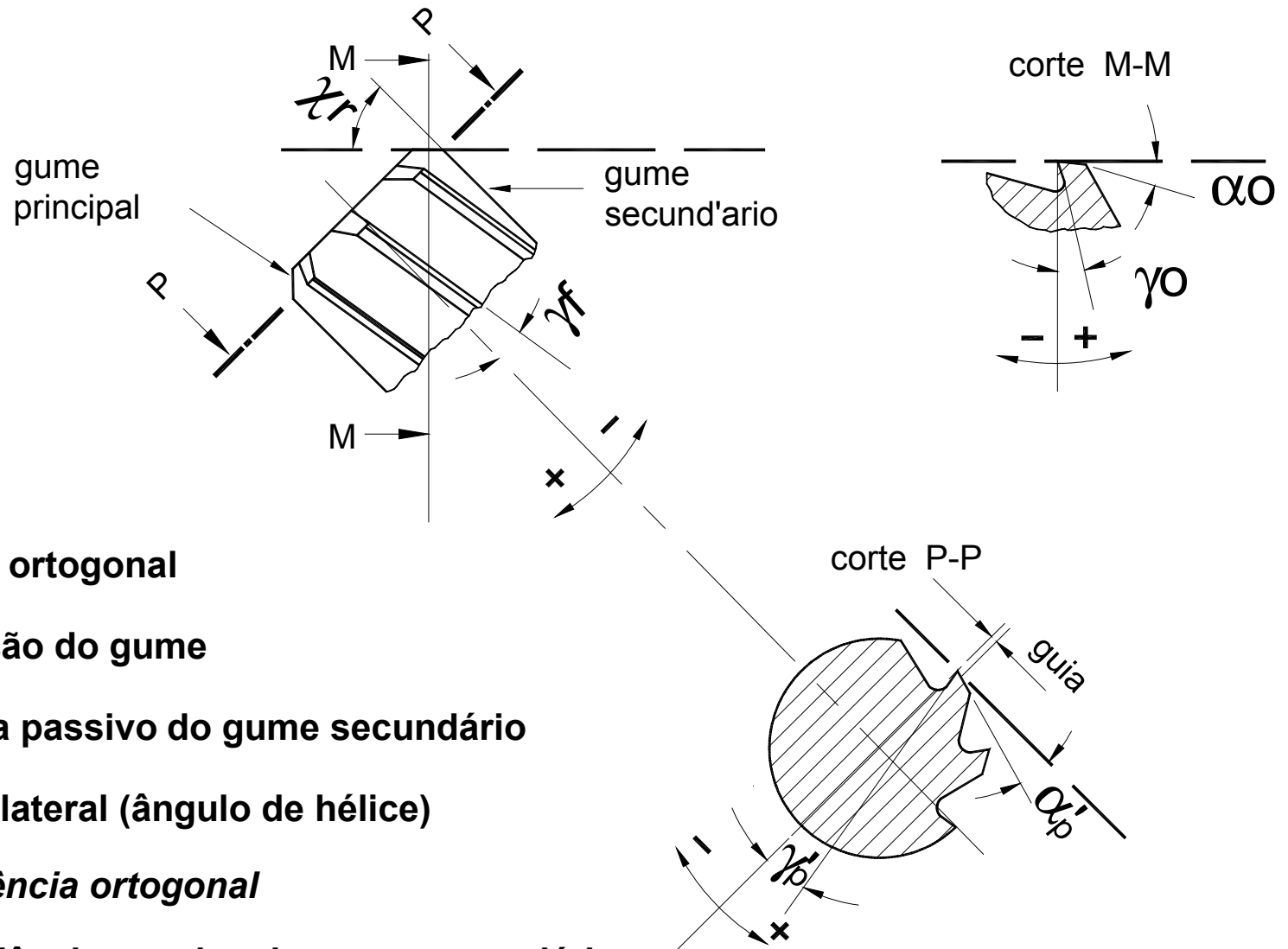
Classificação dos alargadores

Quanto à geometria do furo

- Alargadores paralelos
- Alargadores cônicos



Geometria dos alargadores



onde:

γ_0 - Ângulo de saída ortogonal

χ_r - Ângulo de direção do gume

γ'_p - Ângulo de saída passivo do gume secundário

γ_f - Ângulo de saída lateral (ângulo de hélice)

α_0 - Ângulo de incidência ortogonal

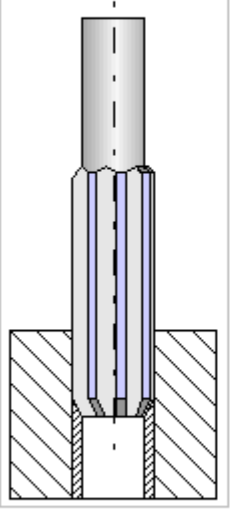
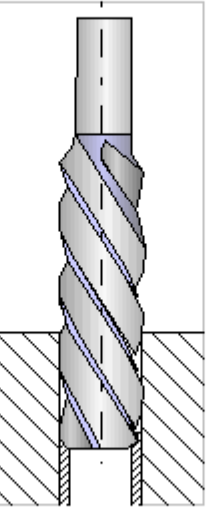
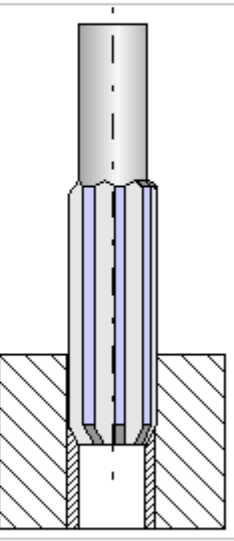
α'_p - Ângulo de incidência passivo do gume secundário

Escolha do tipo de alargador

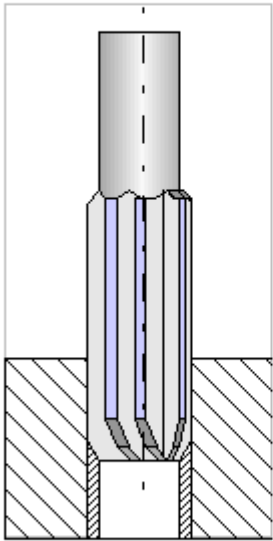
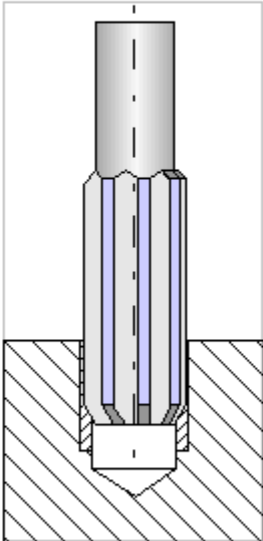
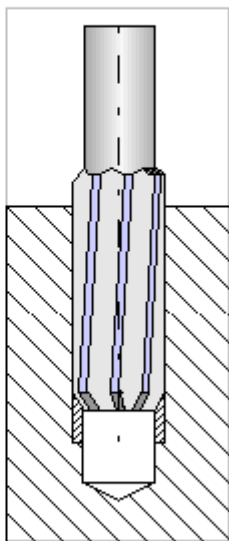
Fatores de influência

- Aplicação manual ou mecânica;
 - Características do furo como profundidade, furo passante ou cego, interrompido, estado do pré-furo, espessura da parede da peça, dimensões e grau de acabamento ou precisão,
 - Resistência e usinabilidade do material
 - Quantidade de sobre-metal a ser removido
-

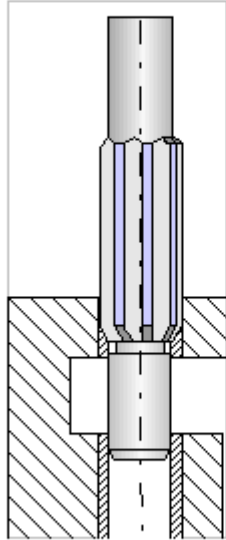
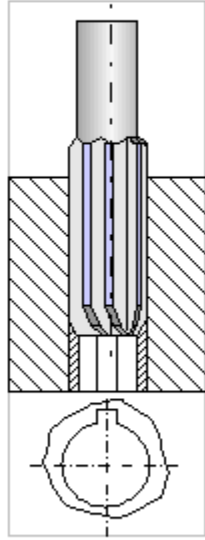
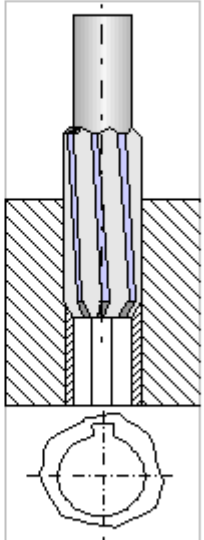
Recomendações para aplicação

Furos passantes ($l/D \leq 1$)	Furos passantes ($l/D > 1$)	Furos passantes ($l/D > 1$) - materiais de cavaco curto
 <p data-bbox="366 1066 804 1152">Alargador de máquina / Forma de entrada A</p>	 <p data-bbox="876 1066 1259 1193">Canais helicoidais à esquerda / Forma de entrada C</p>	 <p data-bbox="1336 1098 1770 1184">Canais retos / Forma de entrada A ou D</p>

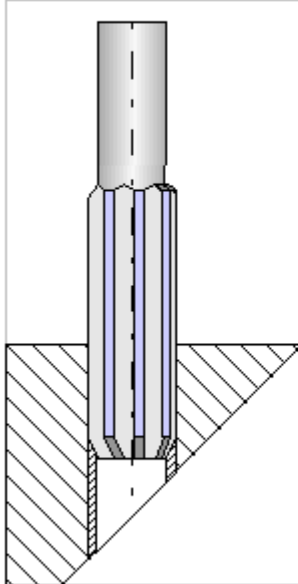
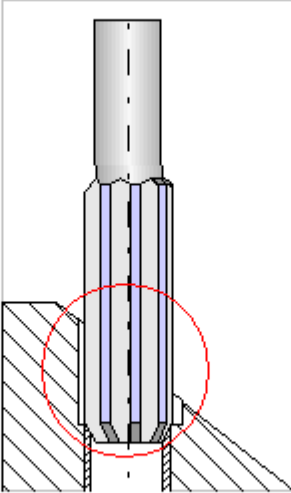
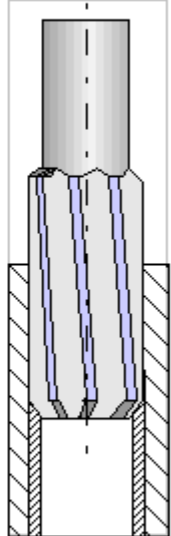
Recomendações para aplicação

Furos passantes - materiais de difícil usinagem	Furos cegos ($l/D \leq 3$)	Furos cegos e profundos
 <p>Canais retos / Entrada helicoidal à esquerda</p>	 <p>Canais retos Forma de entrada A</p>	 <p>Canais helicoidais à direita/ Forma A</p>

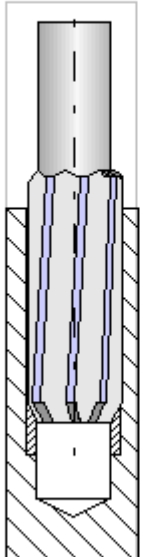
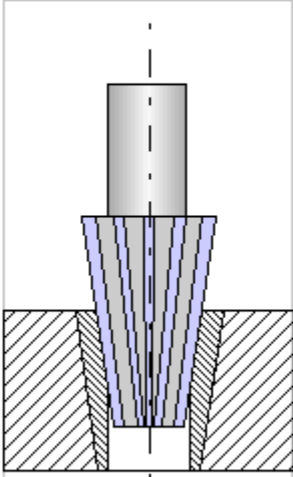
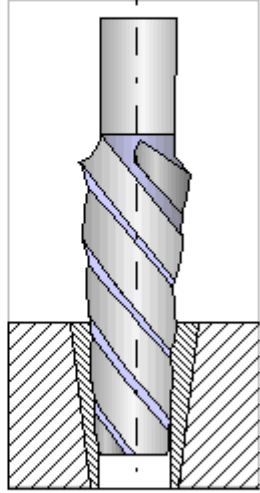
Recomendações para aplicação

Furos consecutivos alinhados	Furos interrompidos no sentido longitudinal	Furos interrompidos no sentido long.(cav. curtos e longos)
 <p>Canais helicoidais à direita / Forma de entrada Δ</p>	 <p>Canais helicoidais à esquerda / Forma C</p>	 <p>Canais helicoidais à esquerda / Forma A</p>

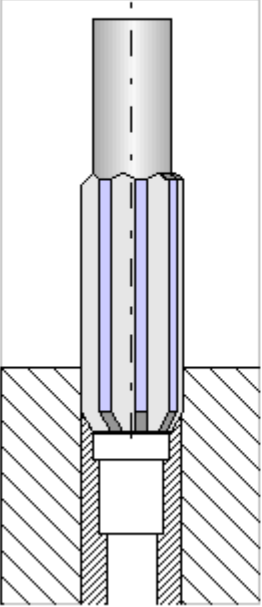
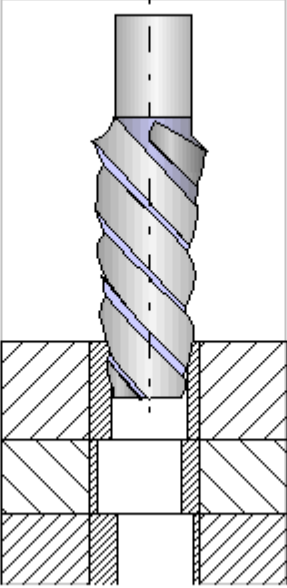
Recomendações para aplicação

Furos com saída inclinada	Furos com entrada inclinada	Furos passantes em peças de paredes finas
 <p>Forma de entrada A</p>	 <p>Evitar superfícies de entrada inclinadas - preparar</p>	 <p>Canais retos / Entrada helicoidal à esquerda</p>

Recomendações para aplicação

Furos cegos em peças de paredes finas	Furos cônicos com alargador cônico de canais retos	Furos cônicos com alargador cônico de canais helicoidais
 <p>Canais helicoidais à direita / Forma A</p>		

Recomendações para aplicação

Furos para cone morse	Alargamento em montagens	
		

Processos de Rosqueamento

Rosqueamento

Definição: processo de usinagem cujo a função é produzir rocas internas e externas

- É um dos processos mais complexos de usinagem

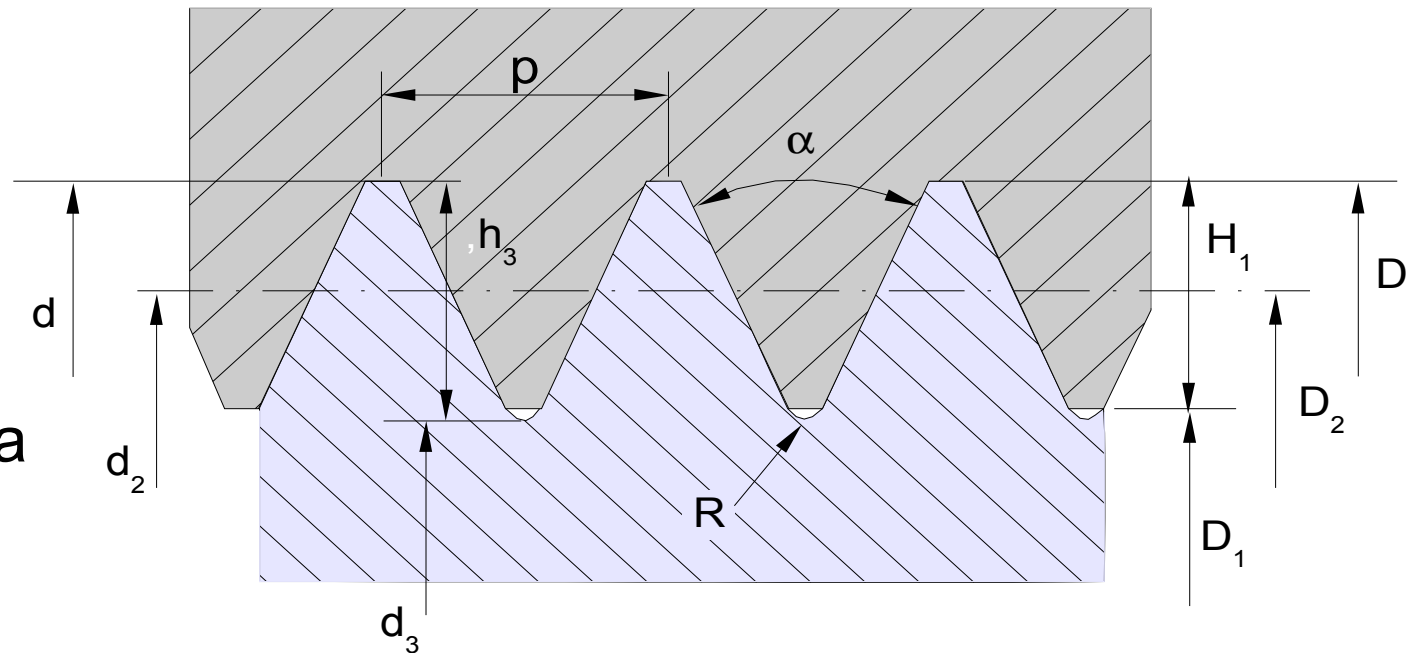
Velocidade de corte

- Em tornos paralelos com ferramentas de aço rápido - $v_c < 1/2 v_c$ de torneamento
 - Ferramentas de materiais cerâmicos - $v_c \sim 1500$ m/min
 - Ferramentas de metal duro
-

Problemas da fabricação de roscas

Existem diversas classes de ajuste e precisão

- Pelo menos cinco medidas que devem ajustar entre si:
- diâmetros maior,
- menor e efetivo,
- passo
- e ângulo de rosca



Problemas da fabricação de roscas

Existem vários de roscas

- Rosca métrica – normal (DIN 13-1), fina (DIN 13-2...10)
 - Rosca métrica cônica (DIN 158-1)
 - Rosca Whitworth (não recomendada)
 - Rosca GAS (DIN ISO 228-1)
 - Rosca ISO trapezoidal (DIN 103-1)
 - Rosca de dente de serra (DIN 513)
 - Roscas UNF (EUA+Inglaterra)
 - Roscas Edson
 - Roscas especiais
-

Formas de Fabricação

Usinagem

- Torneamento com ferramenta simples ou múltipla
- Cabeçotes automáticos com pentes, tangenciais radiais ou circulares
- Turbilhonamento
- Com machos e cossinetes
- Fresagem com fresas simples e múltiplas
- Retificação com rebolos de perfil simples ou múltiplo

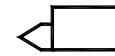
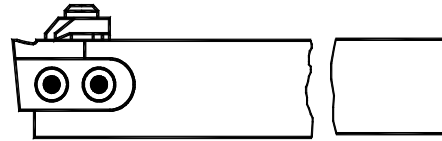
Conformação

- Laminação entre rolos ou entre placas planas
-

Tipos de rosqueamento por usinagem

- Torneamento com ferramenta simples ou múltipla de filetar
 - O perfil da rosca é executado apenas com um gume em vários passes
 - São utilizadas ferramentas de aço rápido e de metal duro
 - O uso de insertos indexáveis exige altas v_C 's
 - Altas v_C 's e altos avanços \Rightarrow recuos rápidos
 - Processo crítico na execução de roscas próximas a ressaltos e colares
 - Máquinas de comando manual - ferramentas de HSS e peças com rebaixos longos para a saída da ferramenta
 - Ferramentas de metal duro e cerâmicas exigem sistemas automáticos - tornos CNC (altas v_C 's e retornos rápidos)
-

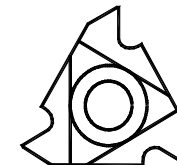
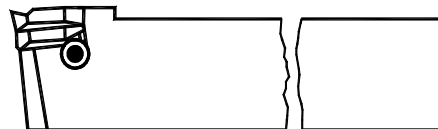
Ferramentas de roscar com insertos de metal duro



Bit



Pastilha com perfil
de rosca



Pastilha com perfil
de rosca



Recomendações para rosqueamento de aços e FoFo

Velocidade de corte

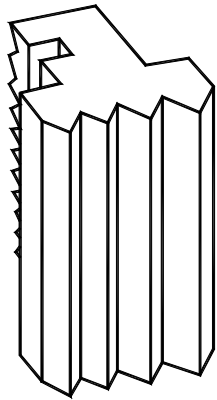
<i>Material da peça</i>	<i>Velocidade de corte [m/min]</i>
Aço ABNT 1140	65
Aço ABNT 1040	60
Aço ABNT 4120	55
Aços Inoxidáveis	25 - 30
Ferro-fundido	50 - 70
Bronze	80 - 120
Alumínio	90 - 180

•Torneamento de rosca com pentes

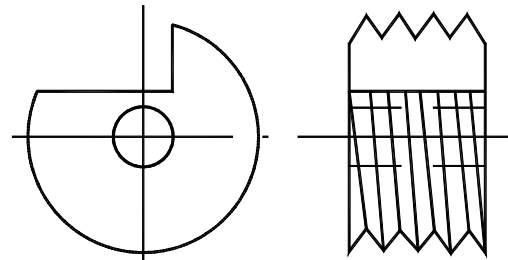
•Generalidades

- Vários gumes em ação simultaneamente
 - Cada gume realiza um corte mais profundo que o anterior - a rosca é executada em um só passe
 - Os pentes podem ser radiais, tangenciais ou circulares (fabricados em aço rápido)
 - Para rosca externa direita - pente de rosca esquerda e vice versa
 - Para roscas internas - pentes circulares
-

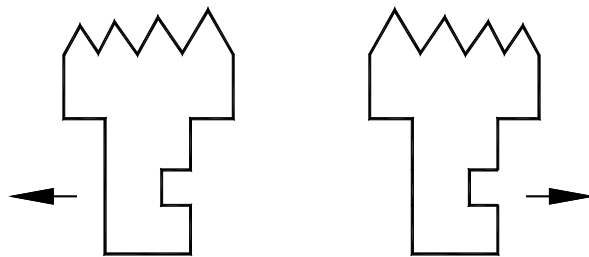
Pentes de rosqueamento



Ferramenta plana para rosqueamento



Ferramenta circular para rosqueamento



Para rosca direita Para rosca esquerda

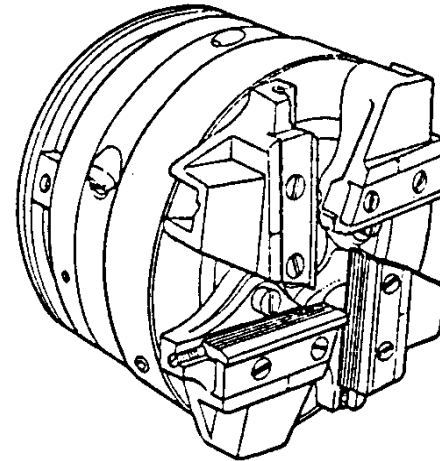
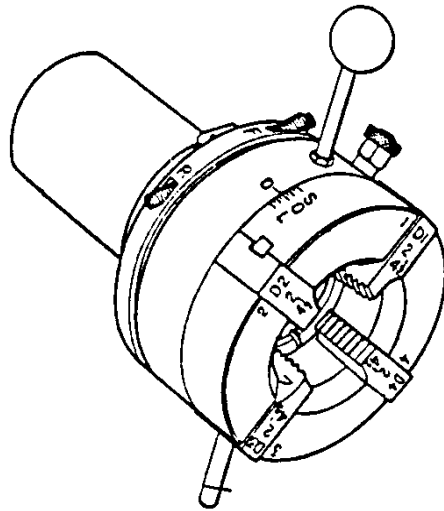
Rosqueamento com cabeçotes automáticos

Generalidades

Tipos de cabeçotes

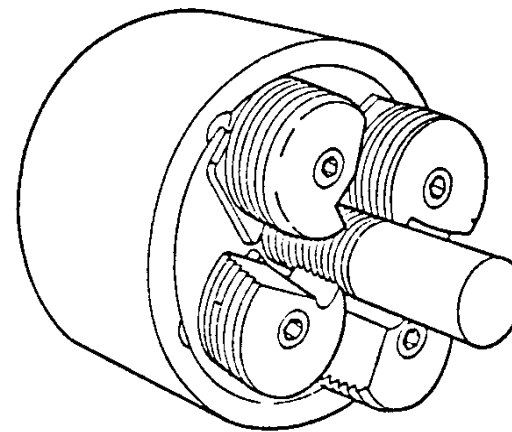
- Estacionários / Giratórios
 - Tipos de pentes acoplados aos cabeçotes
 - Radiais / Tangenciais / Circulares
 - Atingindo-se o comprimento da rosca os pentes abrem e a ferramenta retorna
 - Menor desgaste da ferramenta, menor tempo gasto e melhor acabamento
 - Os pentes são ajustáveis
 - facilidade para a reafiação
 - tolerância dimensional das roscas
-

Rosqueamento com cabeçotes automáticos

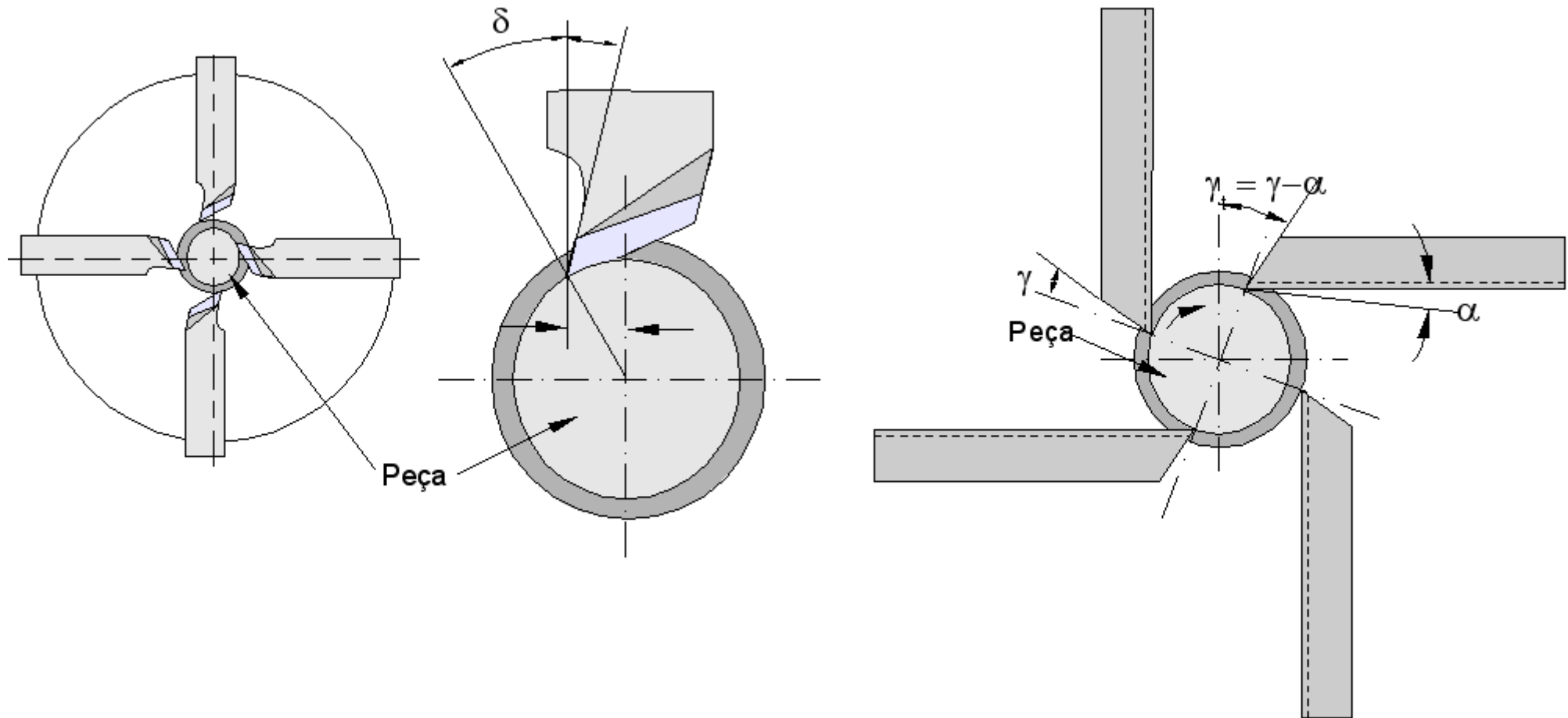


Cabeçotes automáticos de rosca:

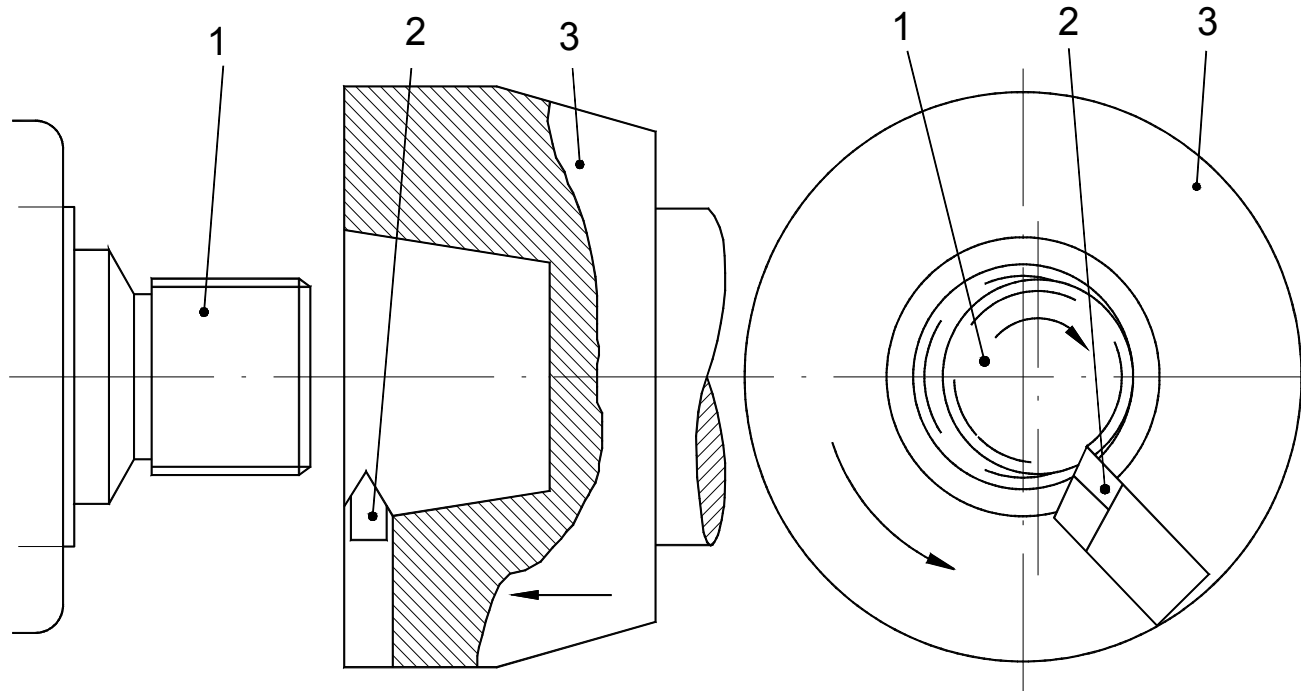
- a – com dentes radiais;
- b – com dentes tangenciais;
- c – com dentes circulares.



Exemplo de pente de roscar radiais e tangenciais



Turbilhonamento de roscas (tornofresamento)



- 1 Peça
- 2 Ferramenta
- 3 Suporte de fixação da ferramenta

Rosqueamento com machos e cossinetes

Generalidades

- Processo especial de furação e alargamento
 - Machos para furos passantes têm entrada cônica
 - Parte rosqueada é dividida em pentes e rebaixos
 - Rebaixos - condução de cavacos e fluido
-

Rosqueamento com macho de roscar

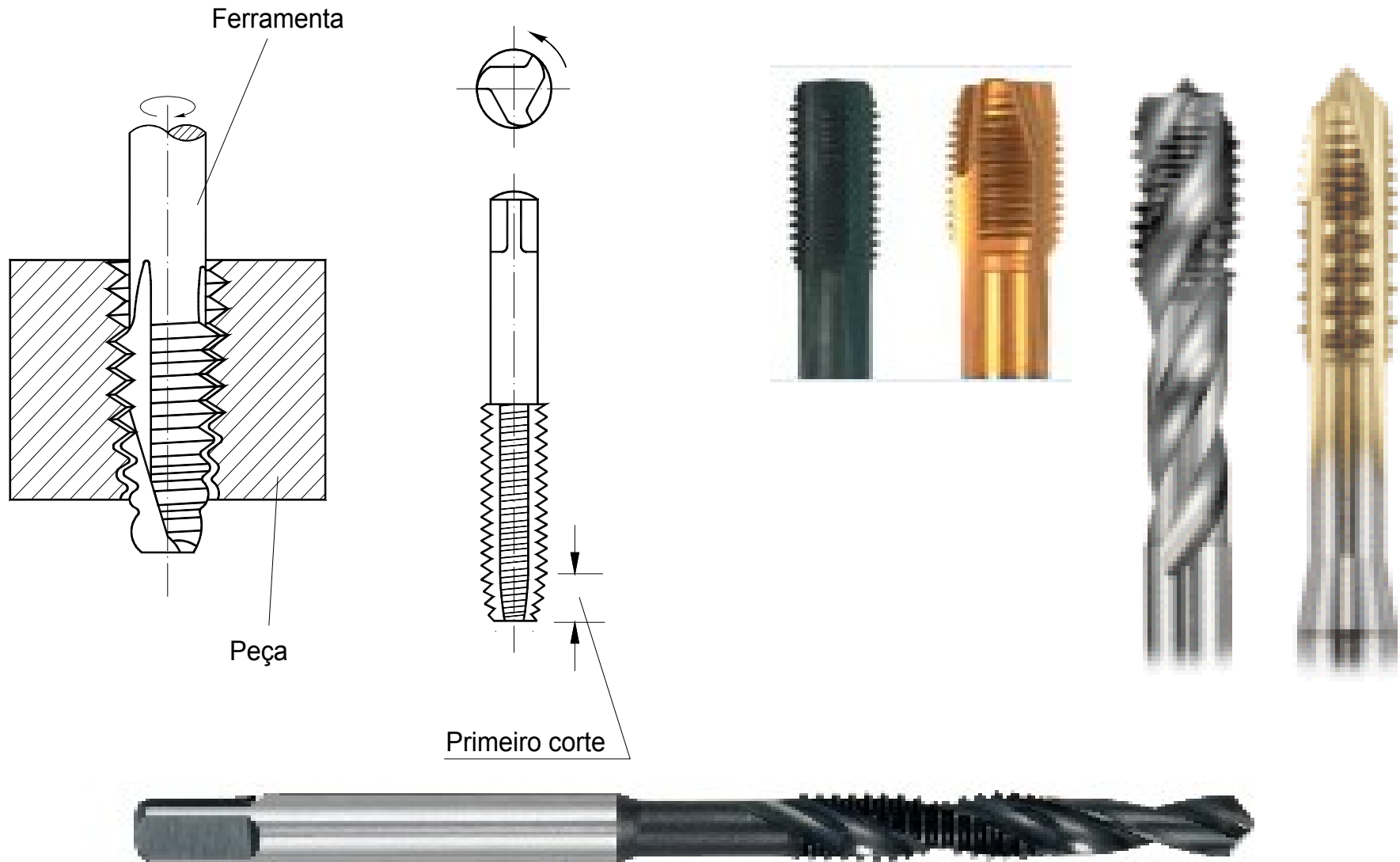


Rosqueamento com macho de roscar

Generalidades

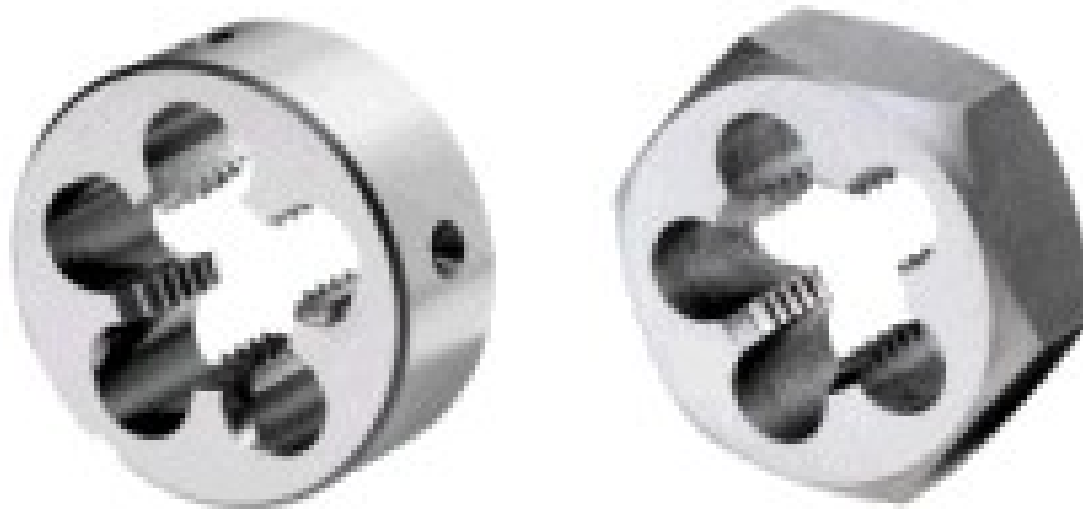
- Ferramentas manuais - fornecidas em jogos (pré-corte e acabamento, eventualmente corte intermediário)
 - Material - quase que exclusivamente aço-rápido
 - Em furos cegos a velocidade é limitada pela profundidade do furo e pela rapidez de inversão da rotação da máquina
 - Velocidades excessivas \Rightarrow maior desgaste, acabamento ruim, rebarbas, fora da dimensão, alta $F_c \Rightarrow$ quebra
 - Roscas curtas - velocidades grandes são utilizáveis
 - Roscas profundas - baixas velocidades
 - Diâmetros pequenos - elevados torques \Rightarrow quebra
-

Exemplo de macho de roscar



Cossinetes

- Ferramentas multicortantes utilizadas no corte de roscas externas
- Trabalhos de manutenção, reparos, máquinas de roscar com exigências limitadas de precisão e acabamento
- Inversão da rotação para a retirada da peça (pode causar danos nos filetes da rosca e desgastar a ferramenta)



Cossinetes

- Pequeno diâmetro - uso em máquinas com espaço limitado
 - Metais de resistência média - roscas de até 24 mm
 - Metais leves - roscas de até 30mm
 - O sobrematerial para acabamento não deve ser pequeno
 - O sobrematerial de mais - desgaste excessivo, trancamento e quebra
-