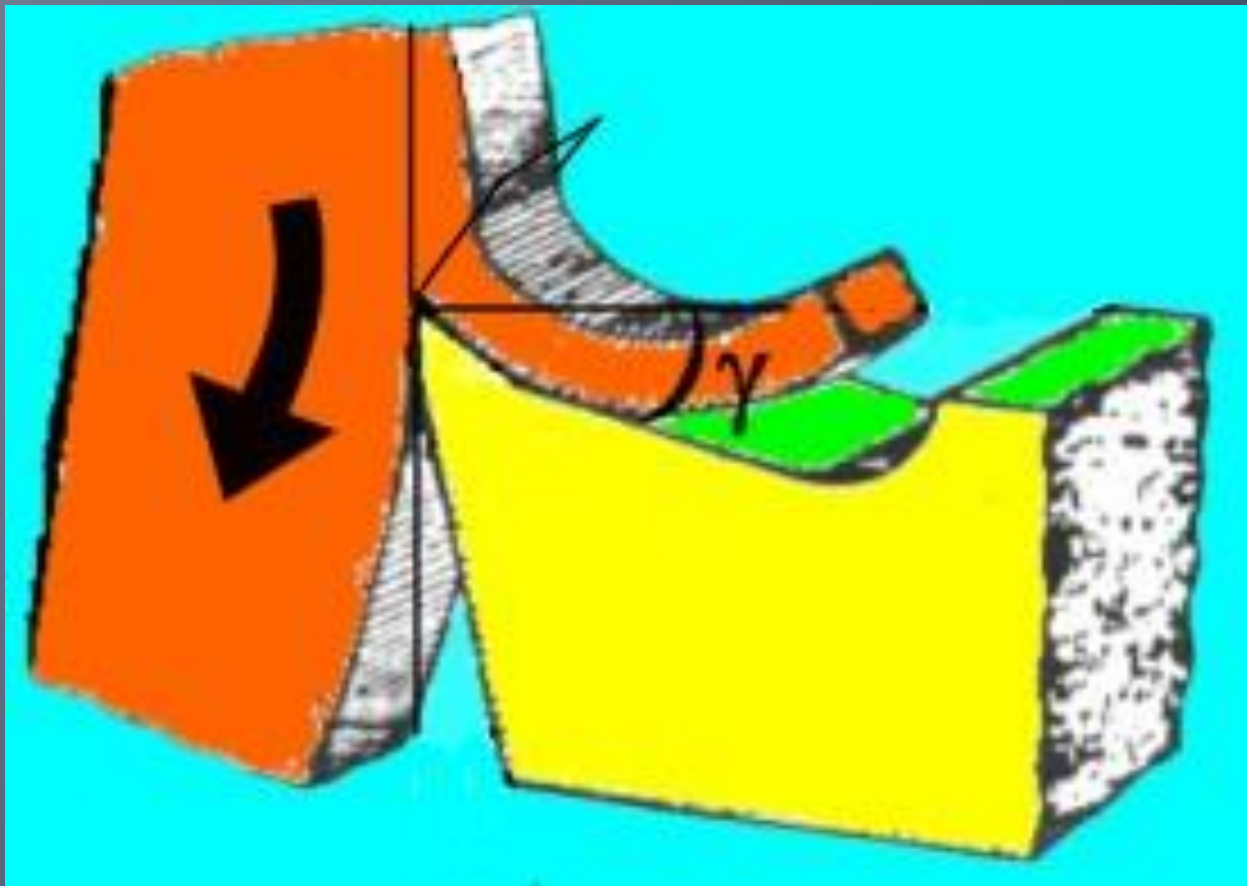
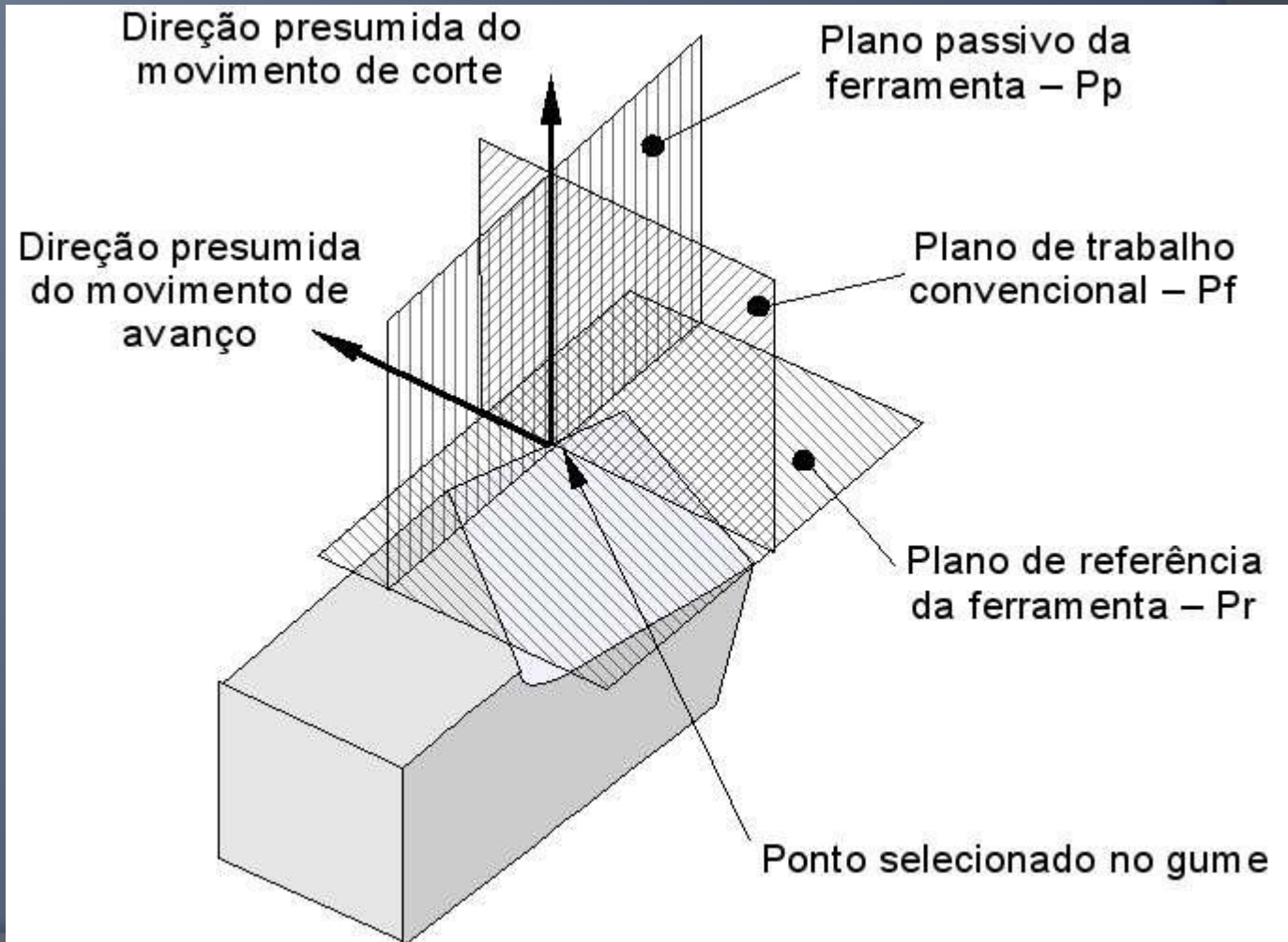


FUNDAMENTOS DA USINAGEM 2



PLANOS DA FERRAMENTA DE CORTE

SISTEMA FERRAMENTA NA MÃO



PLANOS DA FERRAMENTA DE CORTE

SISTEMA FERRAMENTA NA MÃO

Para definir os planos e medir os ângulos da ferramenta é preciso selecionar um ponto de referência posicionado em qualquer parte do gume principal.

PLANOS DA FERRAMENTA DE CORTE

SISTEMA FERRAMENTA NA MÃO

Pr (Plano de referência da ferramenta): É paralelo à base da ferramenta no ponto selecionado.

Pf (Plano de trabalho convencional): É perpendicular ao Pr e paralelo à direção de avanço.

Pp (Plano passivo da ferramenta): É perpendicular ao Pr e ao Pf.

PLANOS DA FERRAMENTA DE CORTE

SISTEMA FERRAMENTA NA MÃO

P_s (Plano do gume da ferramenta): É tangente ao gume no ponto selecionado e perpendicular ao P_r ;

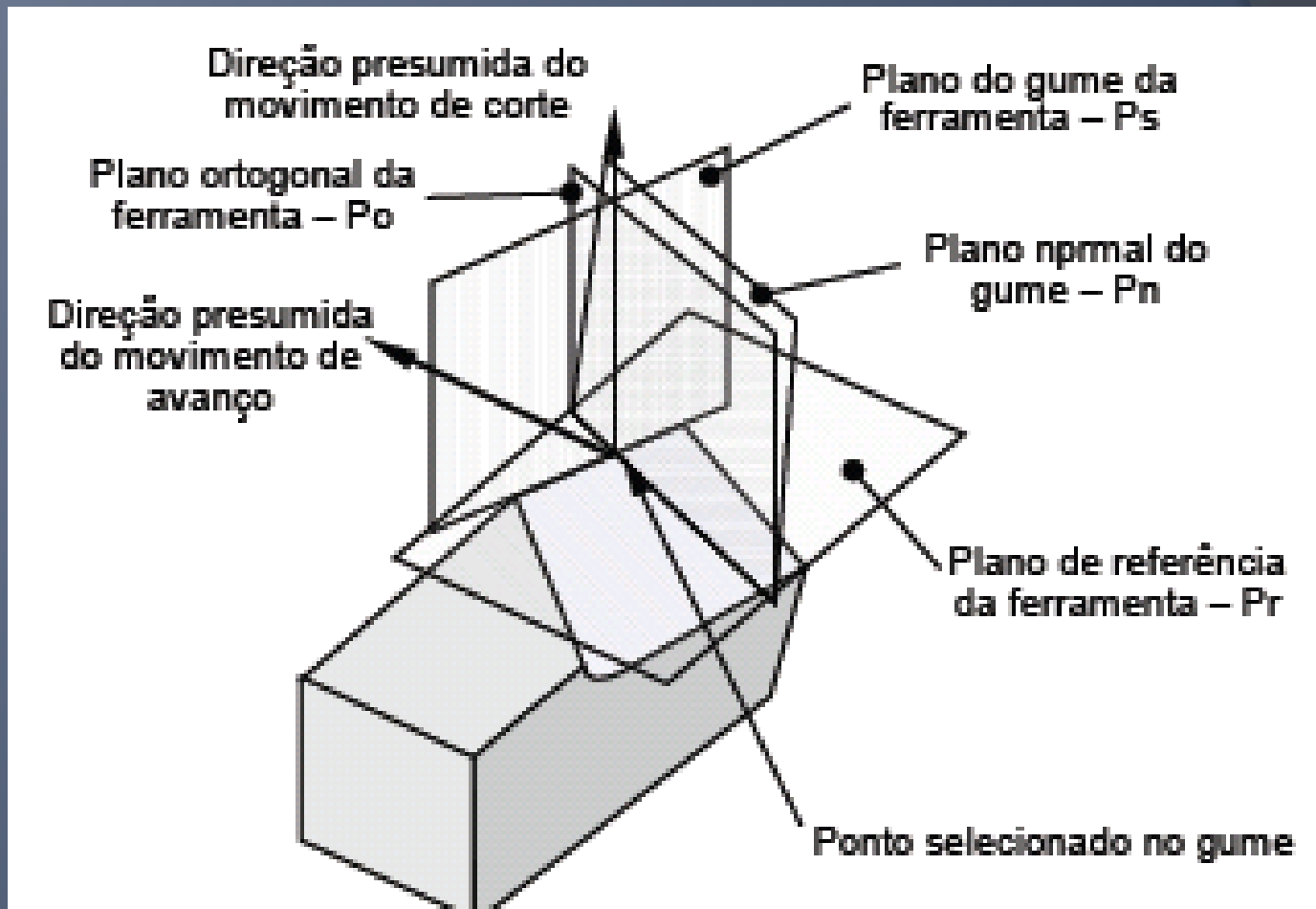
P_n (Plano normal ao gume): É perpendicular ao gume no ponto selecionado;

P_o (Plano ortogonal da ferramenta): É perpendicular ao P_r e P_s no ponto selecionado;

Obs.: Os planos P_n e P_o são muito parecidos. Perceba que o plano normal é geralmente inclinado em relação ao plano ortogonal.

PLANOS DA FERRAMENTA DE CORTE

SISTEMA FERRAMENTA NA MÃO



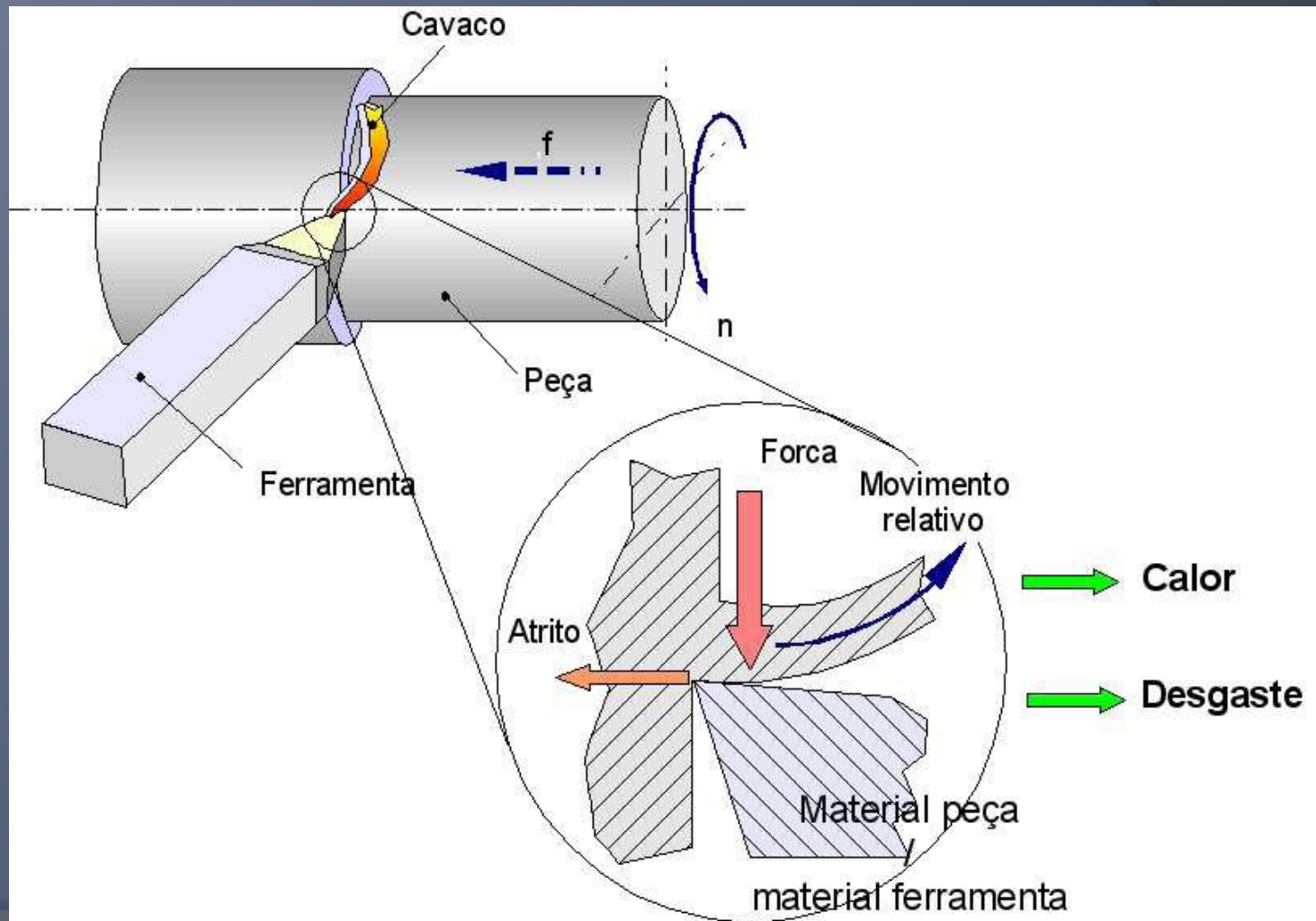
PLANOS DA FERRAMENTA DE CORTE

FATORES CONSIDERADOS NA ESCOLHA DA GEOMETRIA DA FERRAMENTA

- Material da ferramenta
- Material da peça
- Condições de corte
- Tipo de operação
- Geometria da peça

FERRAMENTA DE CORTE

SOLICITAÇÕES NA CUNHA DE CORTE



FERRAMENTA DE CORTE

FORÇAS DE USINAGEM

Força de usinagem = f{condições de corte (f , v_c , a_p), geometria da ferramenta (χ , γ , λ), desgaste da ferramenta)

FERRAMENTA DE CORTE

FORÇAS DE USINAGEM

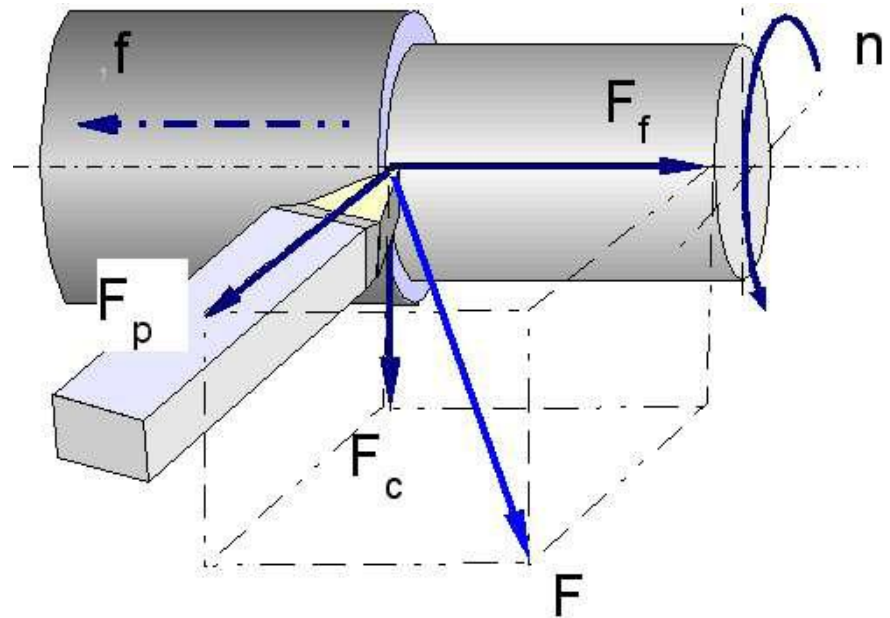
Onde:

F_c = Força de corte

F_f = Força de avanço

F_p = Força de Passiva

F_c e F_f ~ 250 a 400
N/mm² - aços de
construção mecânica
 F_c e F_f ~1100 N/mm²
- materiais de difícil
usinabilidade



FERRAMENTA DE CORTE

MECANISMO DE FORMAÇÃO DO CAVACO

A formação do cavaco influencia diversos fatores ligados a usinagem, tais como:

- Desgaste da ferramenta
- Esforços de corte
- Calor gerado na usinagem
- Penetração do fluido de corte, etc

FERRAMENTA DE CORTE

MECANISMO DE FORMAÇÃO DO CAVACO

ETAPAS DA FORMAÇÃO DO CAVACO

- 1) recalque (deformação elástica)
- 2) deformação plástica
- 3) ruptura (cisalhamento)
- 4) movimento sobre a superfície de saída.

FERRAMENTA DE CORTE

MECANISMO DE FORMAÇÃO DO CAVACO

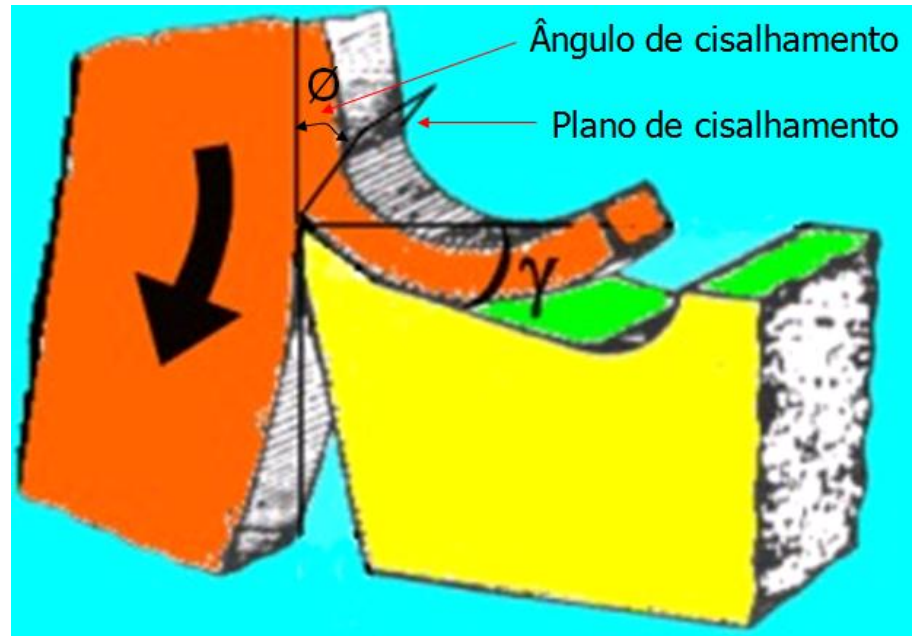
- O corte dos metais envolve o cisalhamento concentrado ao longo de um plano chamado plano de cisalhamento.

- O ângulo entre o plano de cisalhamento e a direção de corte é chamado de ângulo de cisalhamento (ϕ).

FERRAMENTA DE CORTE

MECANISMO DE FORMAÇÃO DO CAVACO

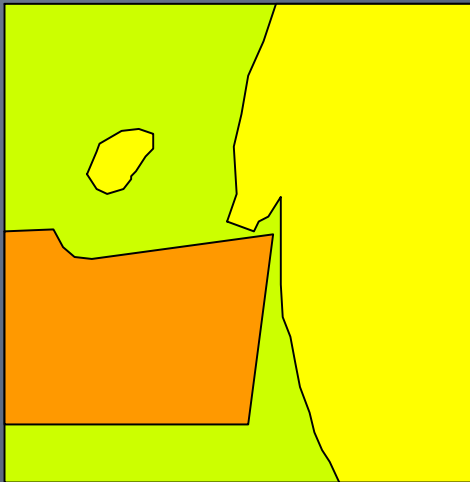
Quanto maior a deformação do cavaco sendo formado, menor será ϕ e maior será o esforço de corte.



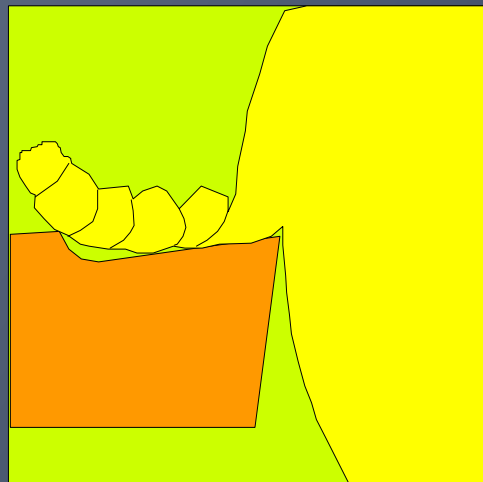
FERRAMENTA DE CORTE

TIPOS DE CAVACO

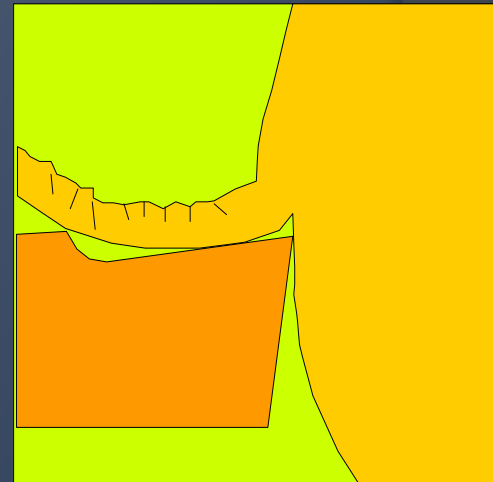
De ruptura



De cisalhamento



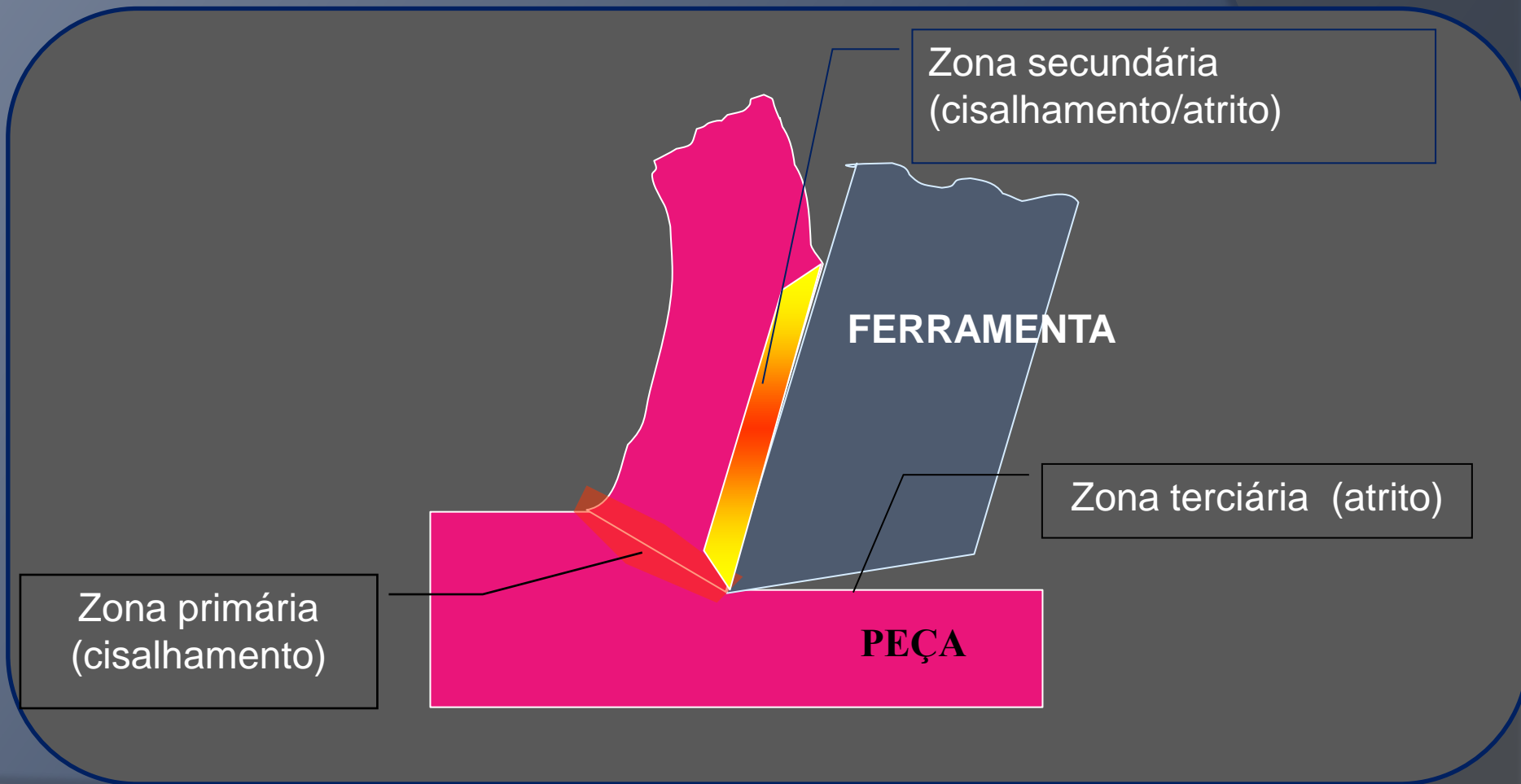
Contínuo



O fenômeno de formação do cavaco é periódico

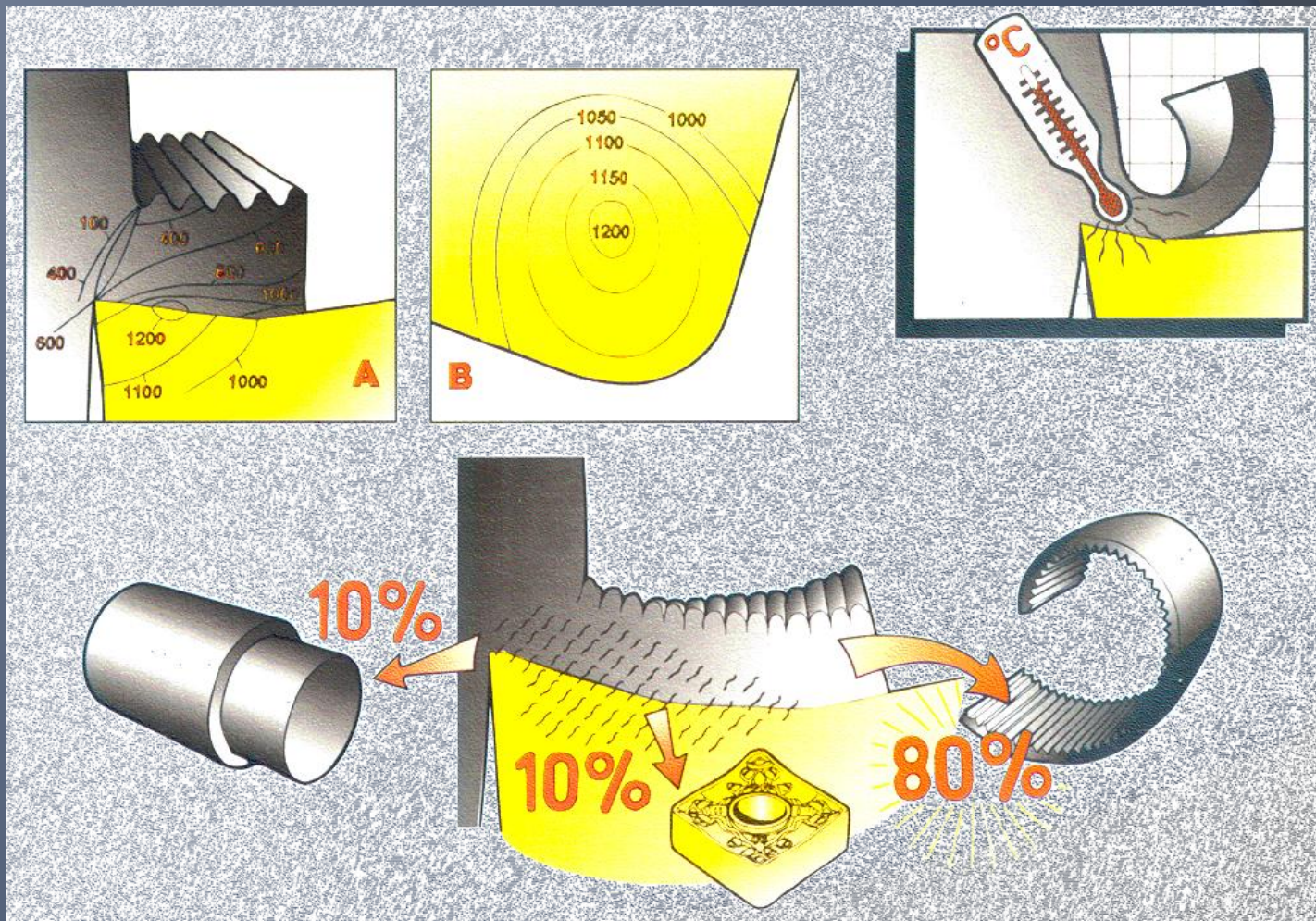
FERRAMENTA DE CORTE

FONTES DE CALOR



FERRAMENTA DE CORTE

DISTRIBUIÇÃO DO CALOR



MECANISMO DE FORMAÇÃO DO CAVACO

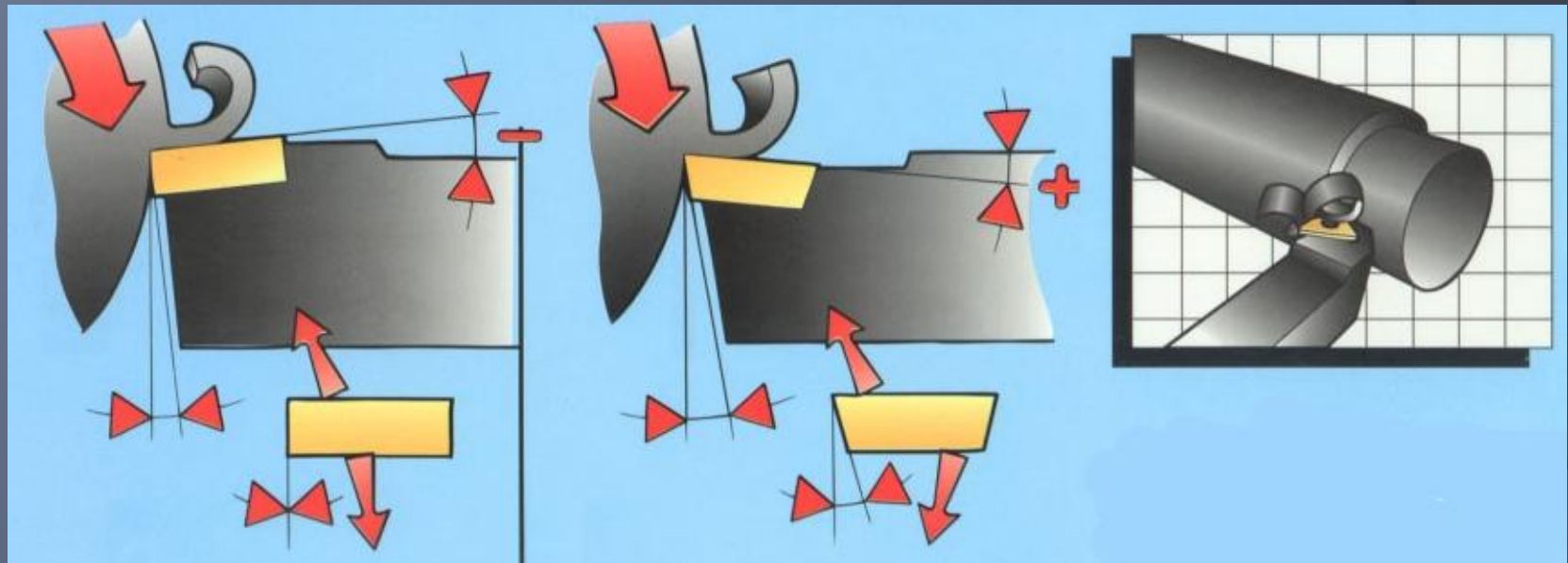
CONTROLE DA FORMA DO CAVACO

Problemas relacionados à forma do cavaco:

- Segurança do Operador
- Possíveis danos à ferramenta e à peça
- Dificuldades de manuseio e armazenagem do cavaco
- Forças de corte, temperatura e vida da ferramenta

MECANISMO DE FORMAÇÃO DO CAVACO

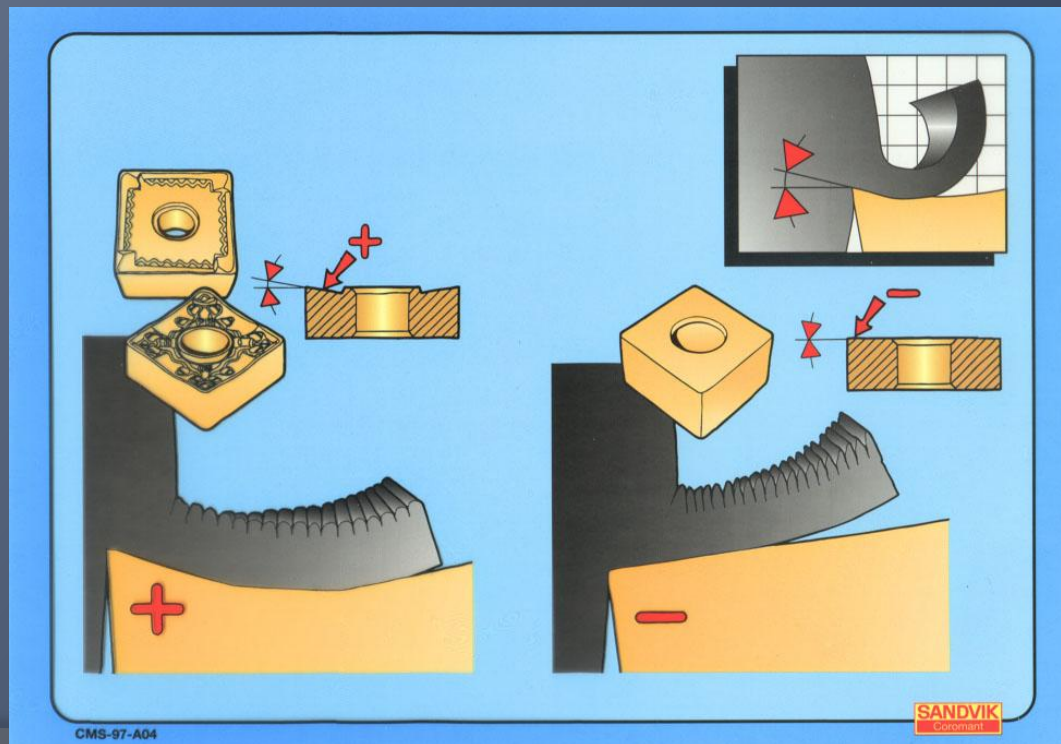
ÂNGULOS DE SAÍDA POSITIVOS E NEGATIVOS



MECANISMO DE FORMAÇÃO DO CAVACO

Contínuo: O ângulo de saída deve ser grande

De ruptura: O ângulo de saída deve ser baixo, nulo ou negativo.

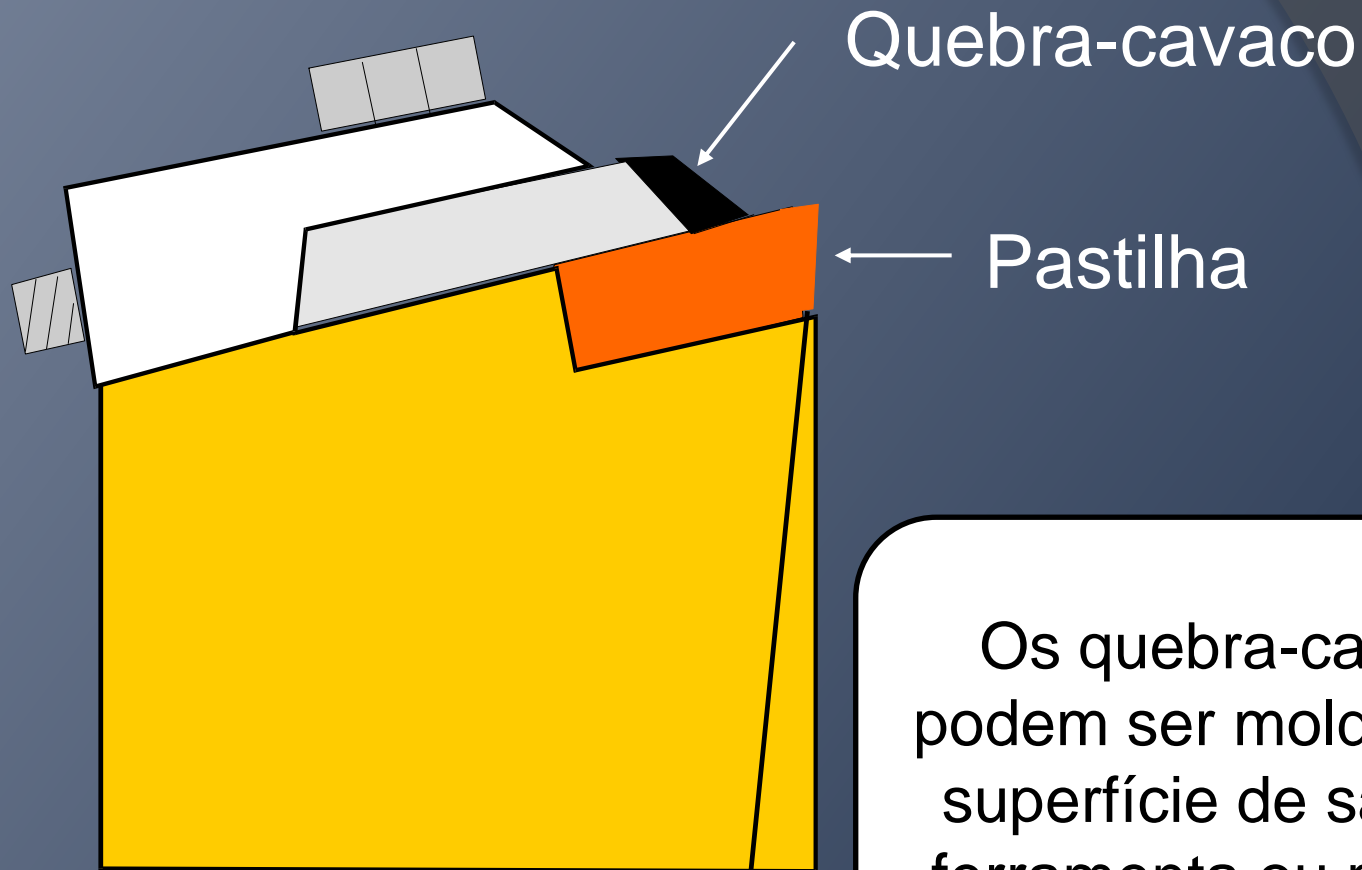


MECANISMO DE RUPTURA DO CAVACO

A melhor maneira de se promover a curvatura vertical do cavaco, para causar a sua ruptura é a colocação de um obstáculo no caminho do fluxo do cavaco, chamado de quebra-cavaco.

A diminuição do ângulo de saída e/ou inclinação da ferramenta e o aumento do atrito cavaco-ferramenta, também promovem a curvatura vertical

MECANISMO DE RUPTURA DO CAVACO



MECANISMO DE RUPTURA DO CAVACO

INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE CORTE NA QUEBRA DO CAVACO

- Em baixas velocidades de corte os cavacos geralmente apresentam boa curvatura, quebrando com facilidade.
- Quando as velocidades aumentam, no caso de materiais dúcteis, pode haver maior dificuldade para a quebra.

MECANISMO DE RUPTURA DO CAVACO

INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DE USINAGEM NA QUEBRA DO CAVACO

- Grandes profundidades de usinagem facilitam a quebra do cavaco.

- A relação entre o raio da ponta da ferramenta e a profundidade de usinagem influencia na quebra do cavaco:

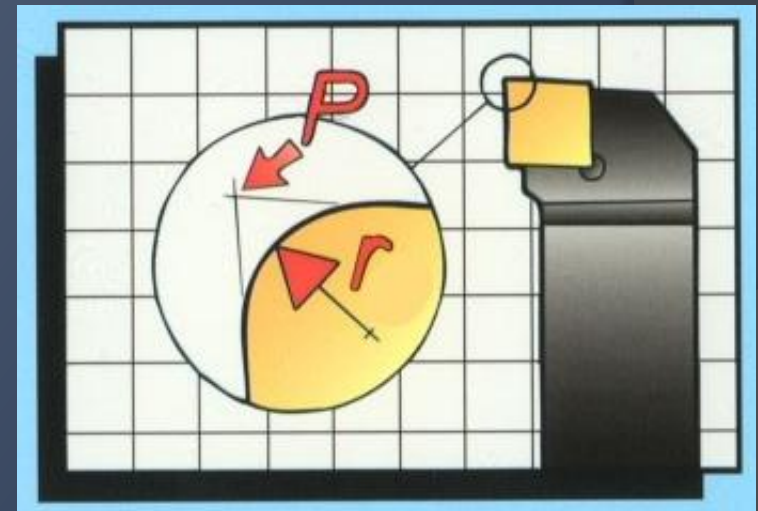
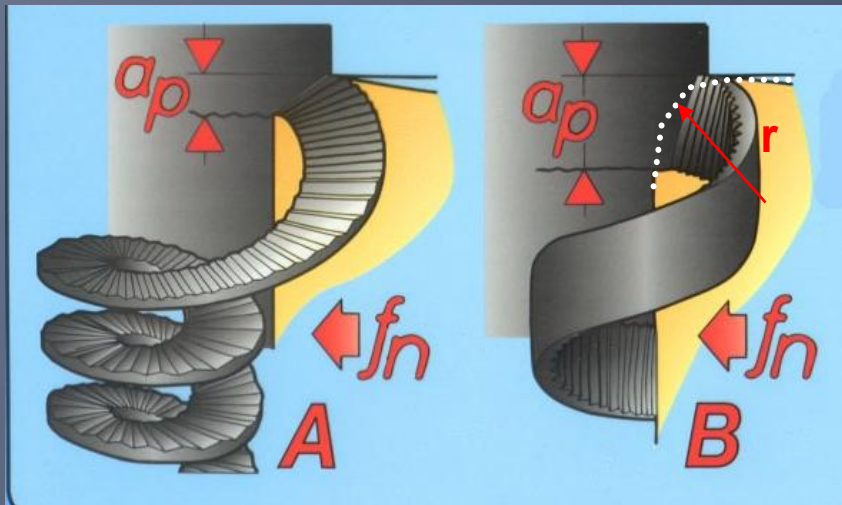
Ap/r pequeno = dificuldade na quebra

ap/r grande = facilidade na quebra

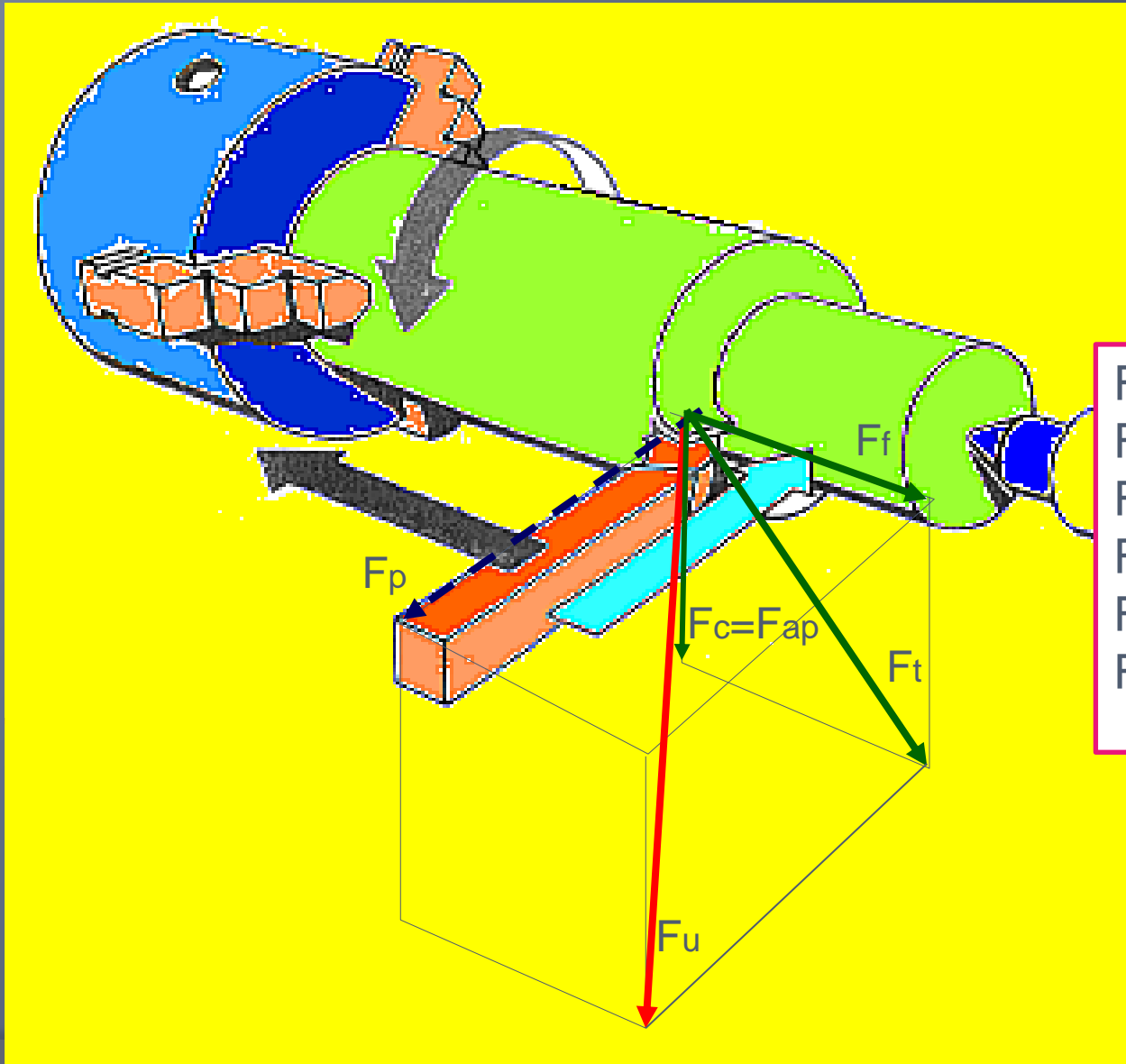
MECANISMO DE RUPTURA DO CAVACO

INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DE USINAGEM NA QUEBRA DO CAVACO

a_p/r pequeno = dificuldade na quebra
 a_p/r grande = facilidade na quebra



FORÇAS DE USINAGEM



F_u =força de usinagem
 F_t =força ativa.
 F_p =força passiva
 F_c =força de corte
 F_f =força de avanço
 F_{ap} =força de apoio

POTÊNCIAS DE USINAGEM

POTÊNCIA DE CORTE

$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60 \cdot 10^3} \text{ [kW]}$$

F_c [N] e V_c [m/min]

POTÊNCIAS DE USINAGEM

POTÊNCIA DE AVANÇO

$$P_f = \frac{F_f \cdot V_f}{60 \cdot 10^6} \text{ [kW]}$$

F_f [N] e V_c [mm/min]

POTÊNCIAS DE USINAGEM

Como $P_f \ll P_c$ costuma-se dimensionar o motor da máquina operatriz apenas pela P_c

$$P_m = \frac{P_c}{\eta}$$

Potência fornecida pelo motor

$\eta = 60\%$ a 80% para máquinas convencionais e 90% para máquinas CNC

POTÊNCIAS DE USINAGEM

A força de corte pode ser expressa pela relação:

$$F_c = K_s \cdot A$$

K_s = Pressão específica de corte
 $A = b \cdot h = a_p \cdot f$ = Área da seção de corte

CÁLCULO DA PRESSÃO ESPECÍFICA DE CORTE - K_s

Segundo Kienzle, K_s é função da espessura de corte h

$$K_s = K_{s1} \cdot h^{-z}$$

$$\therefore F_c = K_s \cdot h \cdot b = K_{s1} \cdot h^{1-z} \cdot b$$

CÁLCULO DA PRESSÃO ESPECÍFICA DE CORTE - K_S

Sendo K_{s1} e $(1-z)$ valores tabelados em função do material (ver tabela V.4, página 187 do Dino Ferraresi), e obtidos em ensaios experimentais onde foram usados os seguintes ângulos de saída:

$\gamma_k = 6^\circ$ para torneiar peças de aço

$\gamma_k = 2^\circ$ para torneiar peças de $f^o f^o$

CÁLCULO DA PRESSÃO ESPECÍFICA DE CORTE - KS

Para usinagens em que o ângulo de saída usado não coincida com o ângulo de Kienzle, deve ser feita a seguinte correção no valor da força de corte:

$$F_c' = F_c \left[1 - (\gamma - \lambda k) \cdot \frac{1.5}{100} \right]$$

CÁLCULO DA PRESSÃO ESPECÍFICA DE CORTE - KS

Material	σ_t [N/mm ²]	1-z	K_{s1}
Aço 1030	520	0,74	1990
1040	620	0,83	2110
1050	720	0,70	2260
1045	670	0,86	2220
1060	770	0,82	2130
8620	770	0,74	2100
4320	630	0,70	2260
4140	730	0,74	2500
4137	600	0,79	2240
6150	600	0,74	2220
Fofo	HRC = 46	0,81	2060

EXERCÍCIO

Determinar a potência do motor de um torno universal que deve fazer um torneamento cilíndrico em uma barra de aço 8620 com diâmetro 50 mm.

Parâmetros de corte: $V_c = 110$ m/min, $a_p = 1,4$ mm e $f = 0,4$ mm/rot.

Ferramenta: Metal duro s/fluido de corte.

Rendimento mecânico da transmissão do motor à árvore principal: 70%.