



**Labconf**

Laboratório de Conformação Mecânica - UFPR



# **Manufatura de Chapas Metálicas**

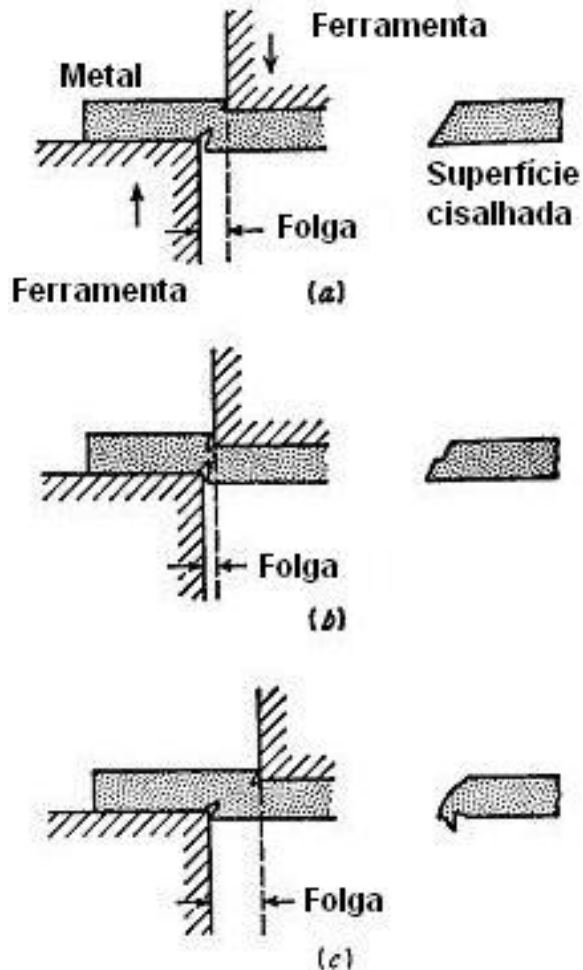
## **Corte**

**Prof. Paulo Marcondes, PhD.  
DEMEC / UFPR**

# CORTE DE CHAPA ('SHEARING')

## Separação por fratura controlada

duas ferramentas com bordas (arestas) cortantes.



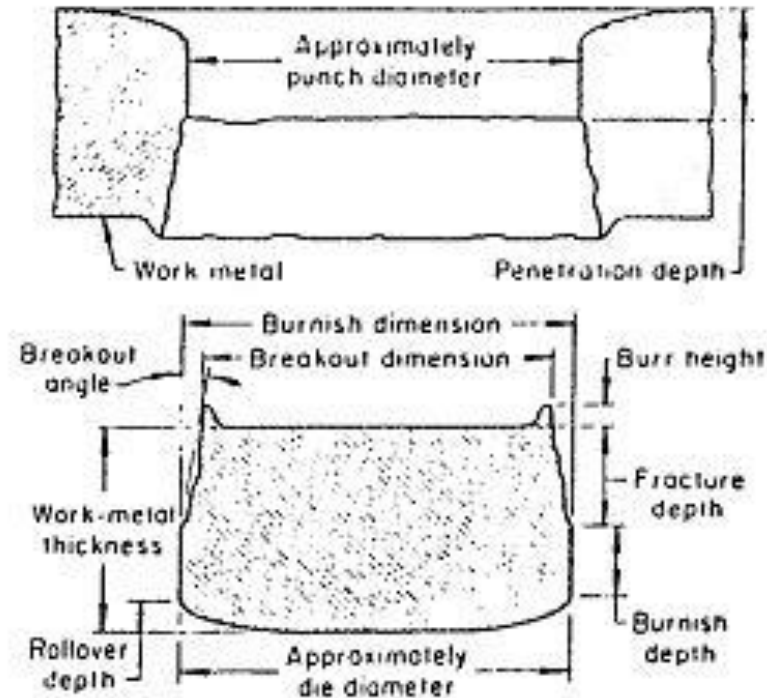
A deformação plástica severa vai promover trincas junto às bordas cortantes das ferramentas

**Obs.** O corte está completo quando as trincas se encontram (as arestas cortantes não precisam se encontrar).

*Importante:*

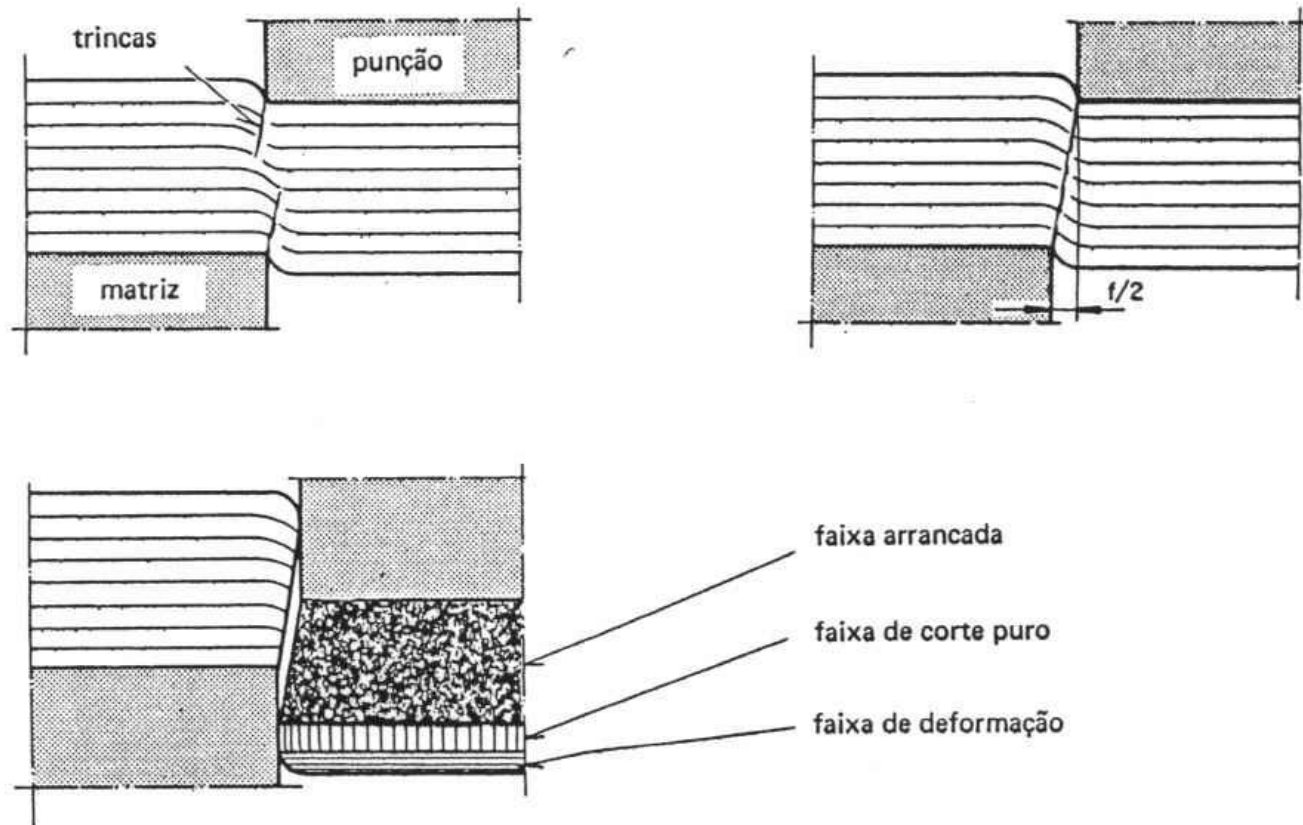
A profundidade de penetração depende da ductilidade.

# Corte por cisalhamento



- Zona rugosa (superfície da trinca de fratura)
- Zona lisa (atrimento da peça com as paredes da matriz)
- Região arredondada (deformação plástica inicial)

# Folga entre punção e matriz



## *Corte por cisalhamento*

### Folga ('Clearence')

Qualidade da superfície

Energia consumida

### *Folga insuficiente*

trincas não se encontram (rasgamento secundário)

### *Folga excessiva*

deformação plástica intensa. As trincas podem se desencontrar (rebarbas e saliências agudas na borda superior)

### *Folga ótima*

depende do material e espessura da chapa (2 a 10% da espessura)

- folgas em materiais dúcteis ?
- folgas em materiais frágeis ?

CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS EM FUNÇÃO DA FOLGA E DA RESISTÊNCIA AO CORTE



Material  $\tau_c$  (Kg/mm<sup>2</sup>)

Grupo 0 f = 3% e

Alumínio duro .....	13 ÷ 16
Zinco macio .....	12
Papel baquelitizado .....	10 ÷ 13
Tecido resinado (celeron)....	9 ÷ 12
Baquelite com intertela .....	9

Grupo 1 f = 4,5% e

Zinco duro .....	20
Cobre macio .....	18 ÷ 22
Latao macio .....	22 ÷ 30

Grupo 2 f = 6% e

Duralumínio.....	38
Cobre duro .....	25 ÷ 36
Latão duro .....	35 ÷ 40
Bronze laminado macio.....	32 ÷ 40
Prata macia.....	28 ÷ 36
Alpaca macia.....	28 ÷ 36
Chapa para repuxo .....	30 ÷ 35
Aço carbono 0,1%.....	25 ÷ 32
Aço carbono 0,2%.....	32 ÷ 40

Grupo 3 f = 7,5% e

Aço carbono 0,3%.....	36 ÷ 48
Aço carbono 0,4%.....	45 ÷ 56
Aço carbono 0,6%.....	56 ÷ 72
Aço silício.....	45 ÷ 56
Aço inoxidável .....	52 ÷ 56
Alpaca dura.....	46 ÷ 50
Bronze laminado duro.....	40 ÷ 60
Prata dura.....	45 ÷ 50

Material  $\tau_c$  (Kg/mm<sup>2</sup>)

Grupo especial f = (1 ÷ 1,75) % e

Baquelite.....	2,5 ÷ 3
Mica 0,5 mm .....	8
Mica 0,2 mm .....	5
Borracha.....	0,6 ÷ 6
Papel	
1 fl. de 0,25 mm.....	16
5 fl. de 0,25 mm.....	4,5
10 fl. de 0,25 mm.....	2,3
20 fl. de 0,25 mm.....	1,4
Papelão.....	2,2 ÷ 3,5
Papelão prensado.....	7
Couro .....	0,6 ÷ 1,5
Madeiras de lei.....	1 ÷ 3
Madeira macia .....	1 ÷ 1,5
Celulóide.....	4 ÷ 6
Resina sintética .....	2,5 ÷ 3
Chumbo .....	2 ÷ 3
Estanho .....	3 ÷ 4
Alumínio macio .....	4 ÷ 7

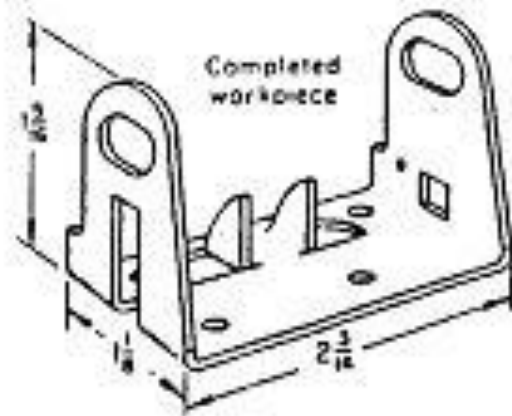
Grupo especial f = (2 ÷ 10) % e

Aço carbono 0,8% .....	72 ÷ 90
Aço carbono 1%.....	80 ÷ 105
Aço inoxidável 18-8.....	70 ÷ 80





**Nota:**

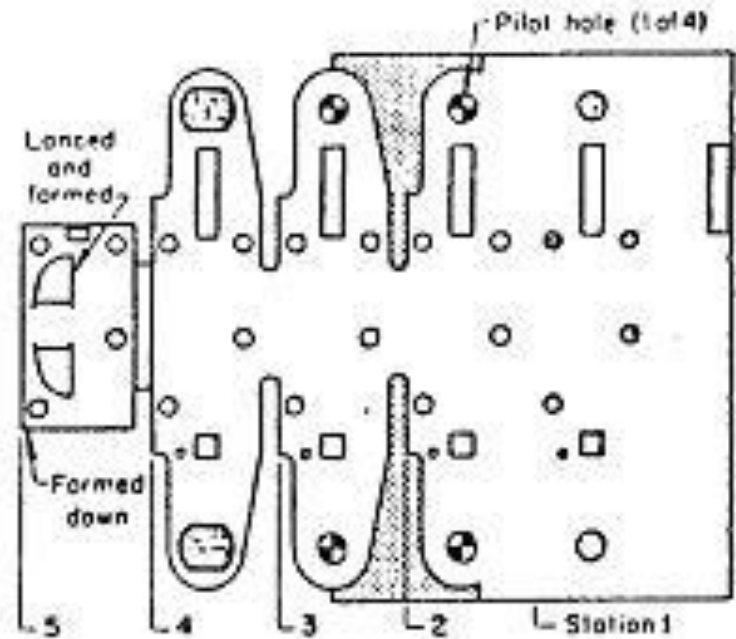
A folga deve existir no punção para a peça e na matriz para o furo.

# Recorte (recorte progresivo)



Low-carbon steel  
Cold rolled  
Half hard  
0.095 in.

Material removed:  
Station 1   
Station 2   
Station 4   
Station 5 







## *Recorte fino*



- Folgas extremamente fechadas da ordem de de **1% da espessura** do material a ser conformado (tipicamente 0,005 mm)
- Ferramental e matrizes extremamente rígidos (para prevenir o empenamento da chapa)
  - produzem um disco de metal que não apresenta tensões na borda cisalhada.

O material sofre basicamente três tipos de esforços:

pressão do punção (esforço principal);

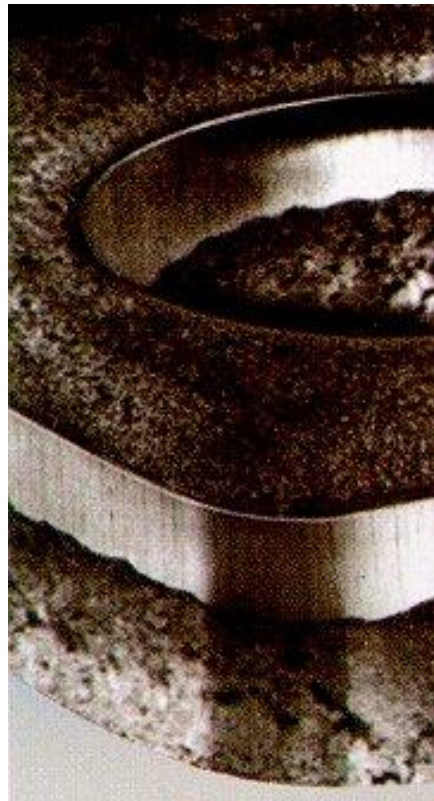
contra-pressão e

pressão de sujeição que retêm o material na posição.

**Obs.** A peça é **extrudada** da chapa enquanto que uma peça que sofreu estampagem convencional é **cisalhada** apresentando uma deformação no material inerente ao processo.

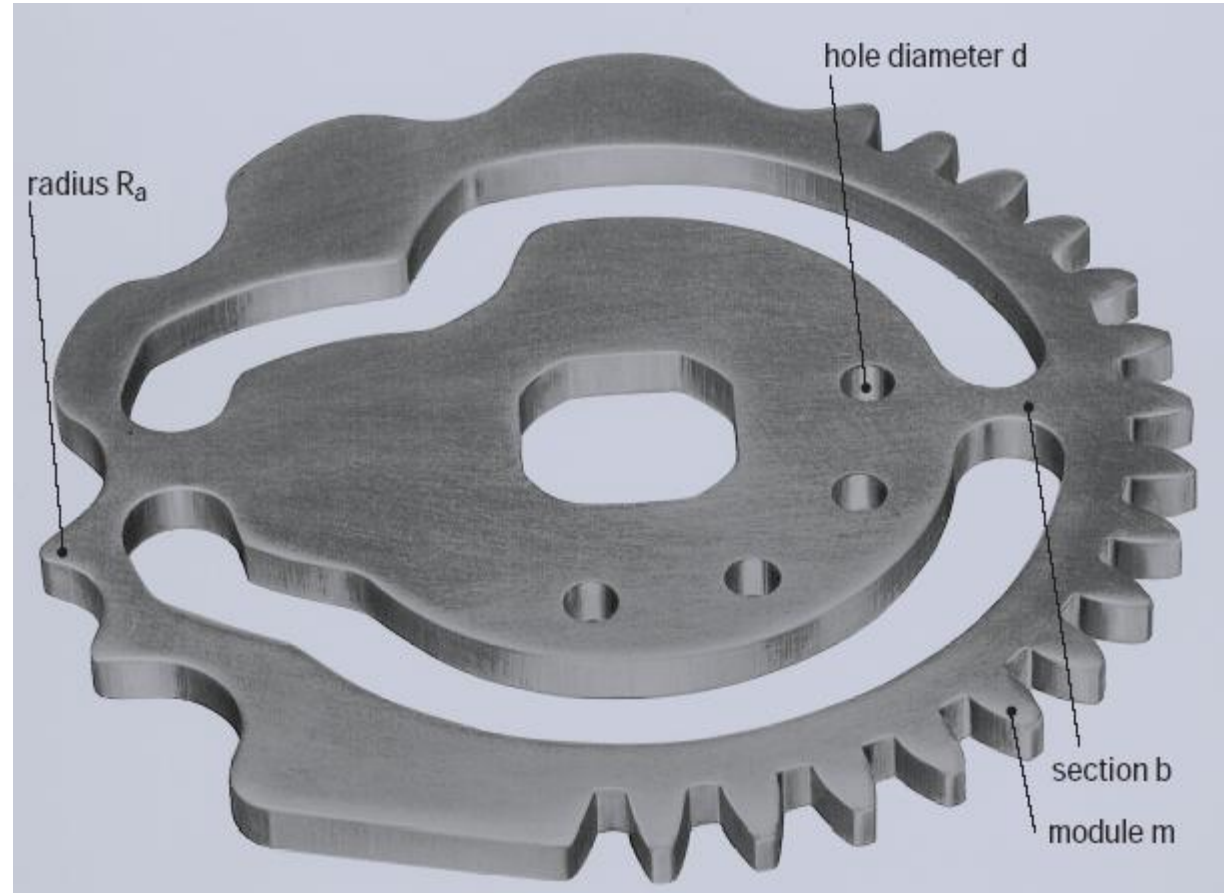
O pequeno espaçamento é que fornece as características de ‘fineblanking’, ou seja, o excelente acabamento das bordas.

# *Recorte fino*

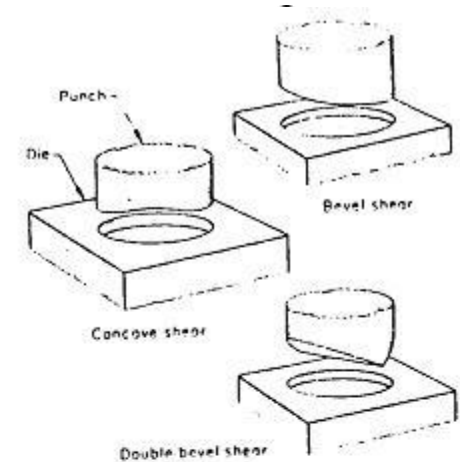
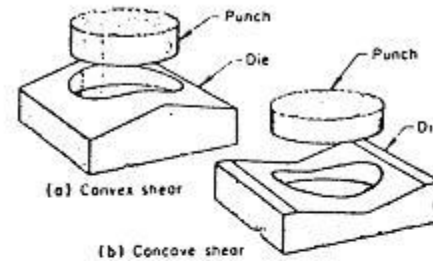


# *Recorte fino*

Came:  
peça feita por  
recorte fino  
com diferentes  
graus de  
dificuldade.

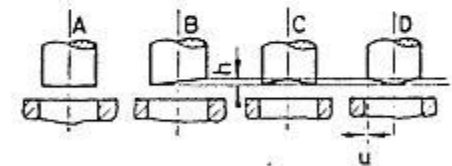
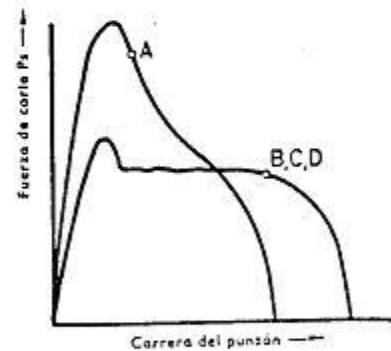


# Força e trabalho de corte



(a)

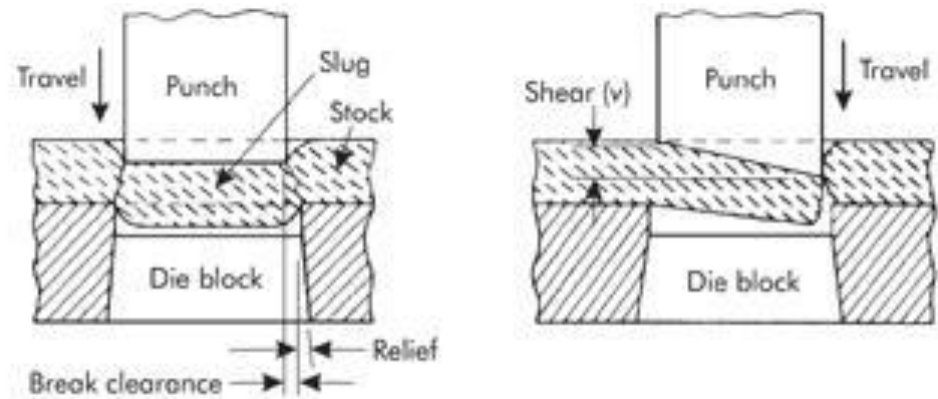
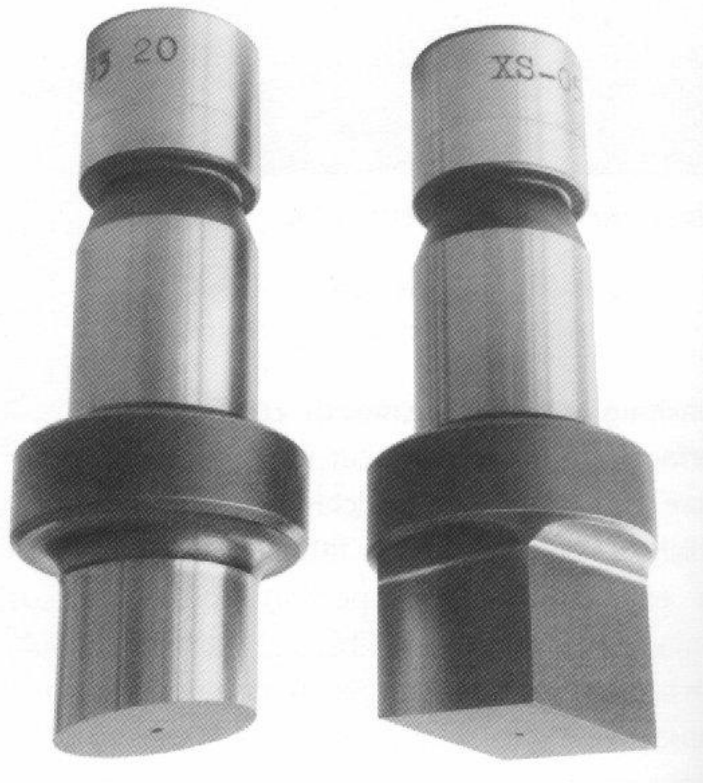
- Corte paralelo
- Corte oblíquo



(b)

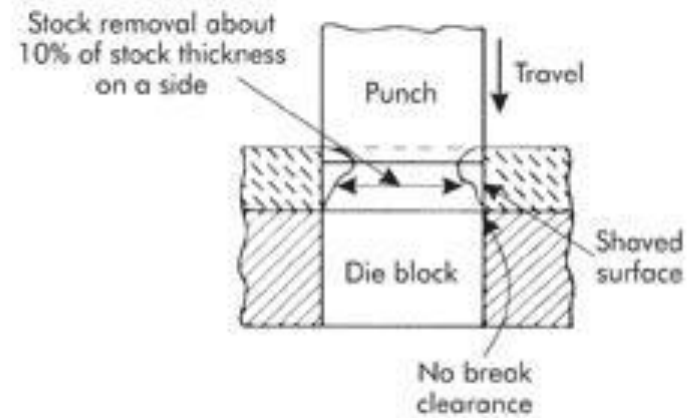
(a) Corte oblíquo: inclinação (ângulo de cisalhamento) nas arestas de corte das ferramentas. (b) Variação esquemática da força de corte com o curso do punção, para corte paralelo (caso A) e corte oblíquo (casos B, C e D)

# Punções – Corte Oblíquo



(A) Conventional cutting

(B) Punching with shear



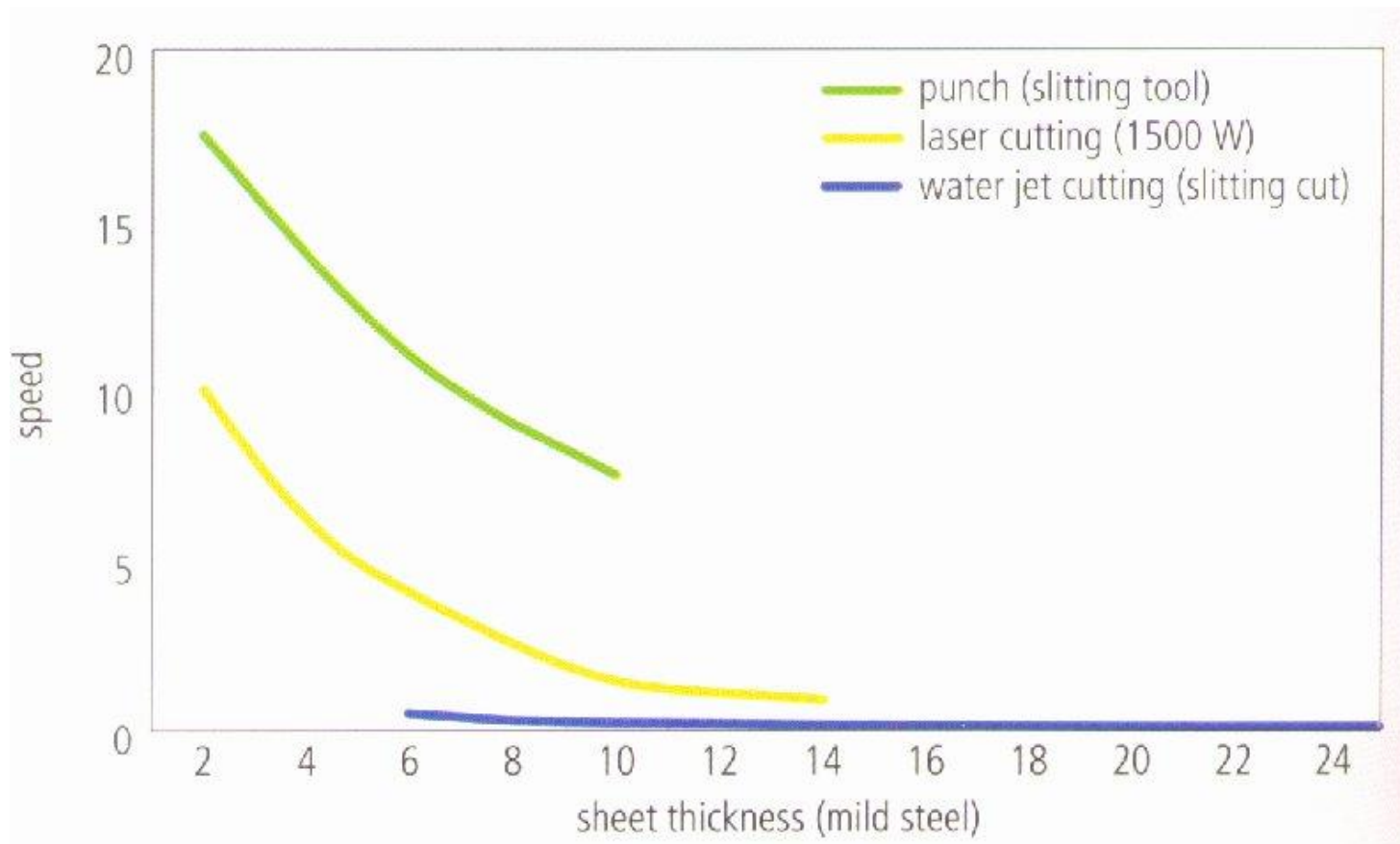
(C) Shaving

# Referência para orientar o projetista para a melhor seleção do aço para matrizes de corte:



PROCESSO	PRODUÇÃO	AÇO FERRAMENTA	DUREZA RECOMENDADA(HRC) ESPESSURA DA CHAPA (mm)				
			> 1.0	1 - 2	2 - 4	4 - 6	> 6,0
FERRAMENTA GOLPE SIMPLES	BAIXA	D2	58/60				NÃO
	MÉDIA						
	ALTA	MATRIX	60/62		58/60		
FERRAMENTA PROGRESSIVA	BAIXA	D2	58/60				
	MÉDIA	MATRIX	60/62			58/60	
	ALTA	HSS	60/62				
FERRAMENTA CORTE FINO		PM	> 66	60/66			60/62
CARACT. DA CHAPA	COMUM	D2	58/60				
	ALTA RESIST.	D2/MATRIX	58/60 ~ 60/62				
	SILICIOSA	HSS/PM	60/62 ~ 62/64				
	INOX	HSS/PM	60/62 ~ > 64				

# Tipos de cortes



# Puncionamento de chapas grossas (acima de 6 mm)



Quando chapas espessas são puncionadas o efeito "blow-out" acontece, i.e.

durante a extração do punção os furos ficam mais largos do que o diâmetro puncionado, o que os torna cônicos.

8,0 mm de espessura



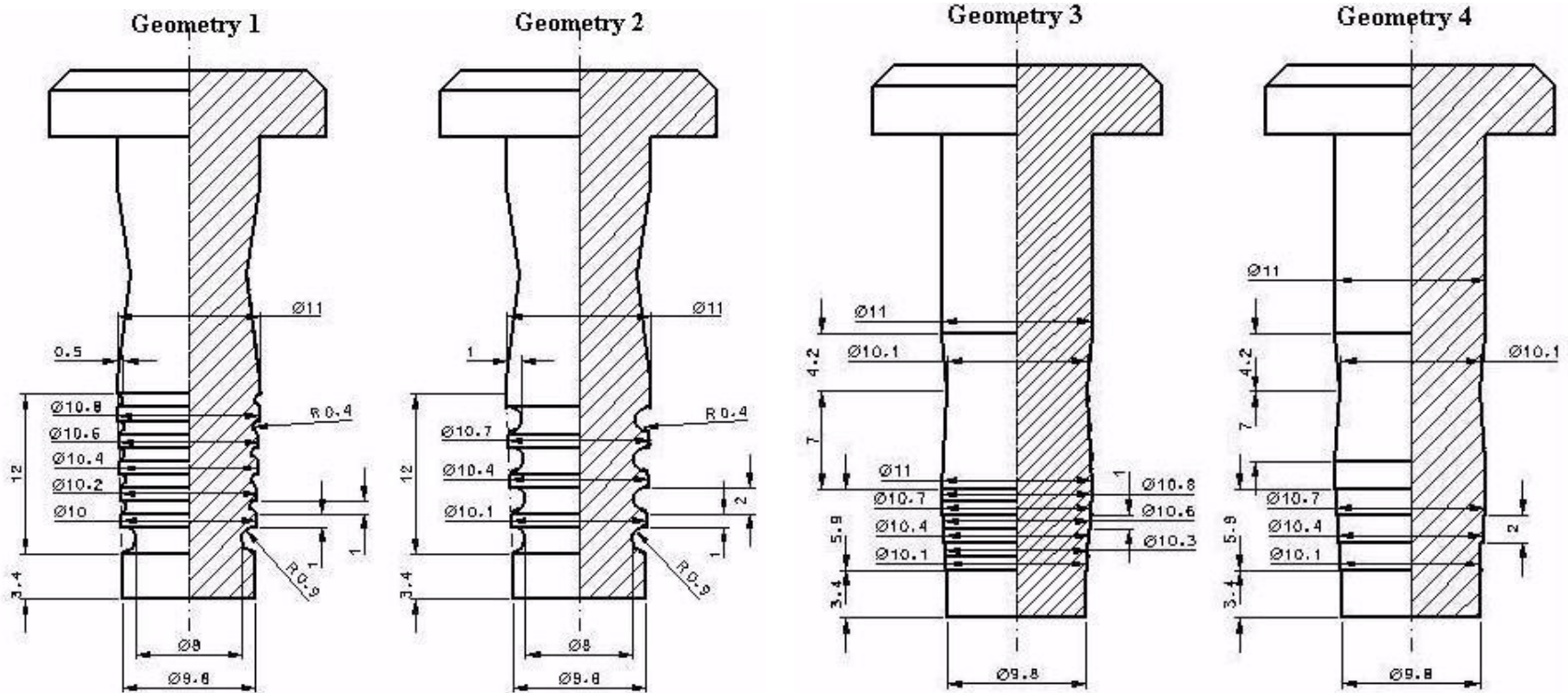


# Ferramenta combinada de puncionamento com brochamento de chapas



- ⌘ Ferramenta combinada que torna possível um **puncionamento seguido por brochamento** em somente uma operação.
- ☒ Essa ***ferramenta combinada alia as vantagens da alta produção do processo de conformação e usinagem*** em um processo para serviço pesado (chapas metálicas grossas).

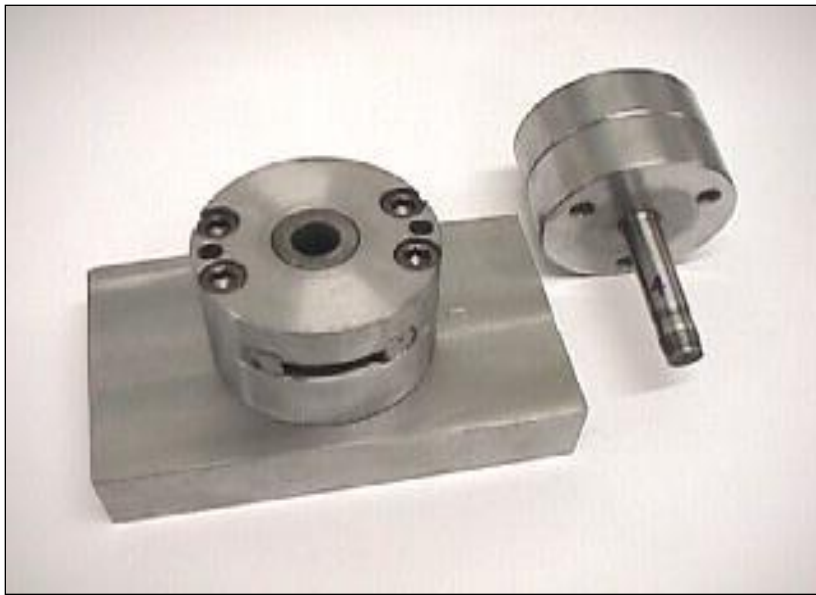
# Ferramenta combinada de puncionamento com brochamento de chapas



# Ferramenta combinada de puncionamento com brochamento de chapas



FERRAMENTA Ø 10mm



ACABAMENTO DO FURO

