



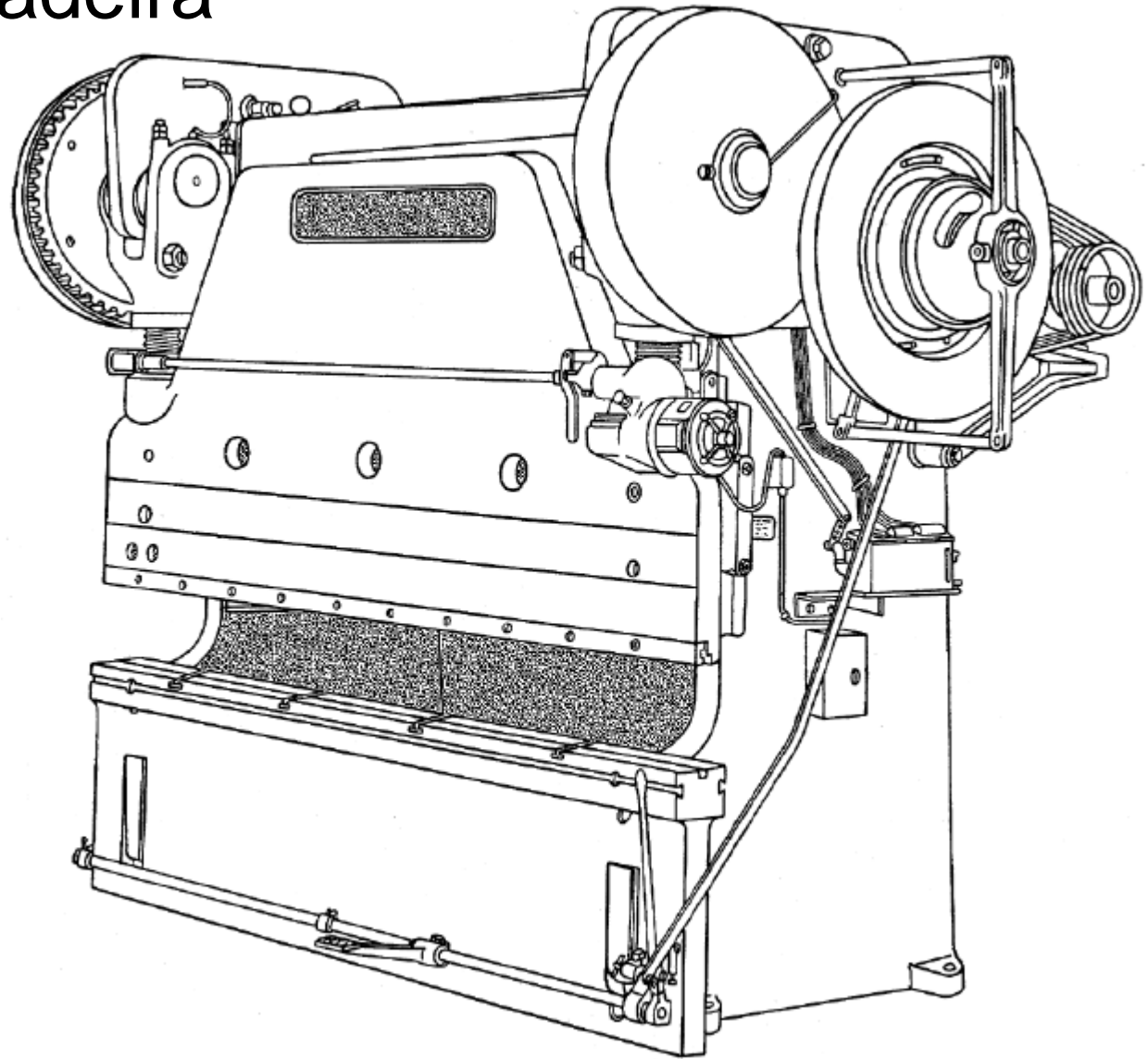
# **TECNOLOGIA DE ESTAMPAGEM**

## **Dobramento**

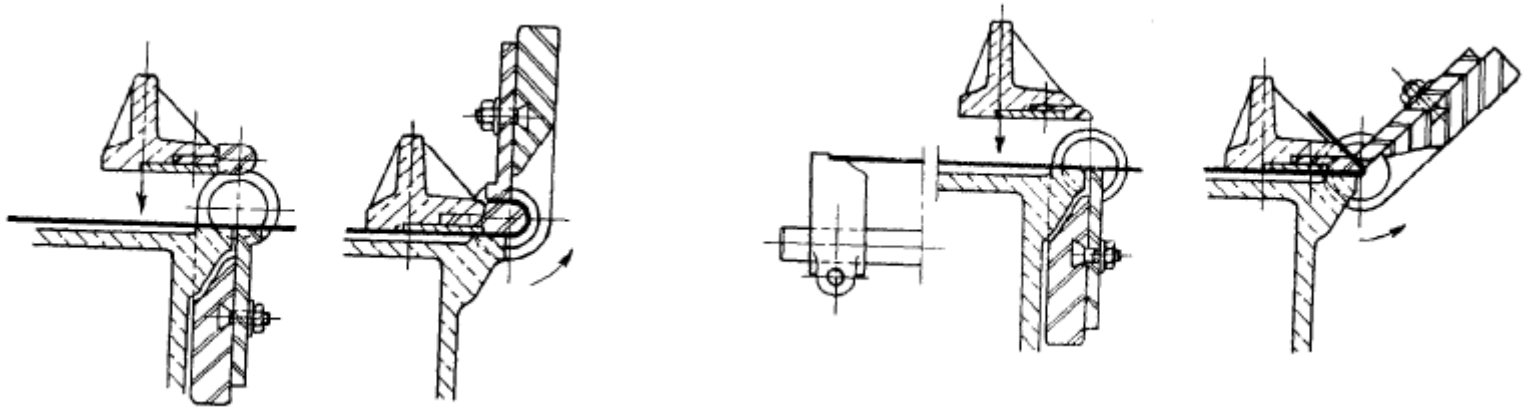
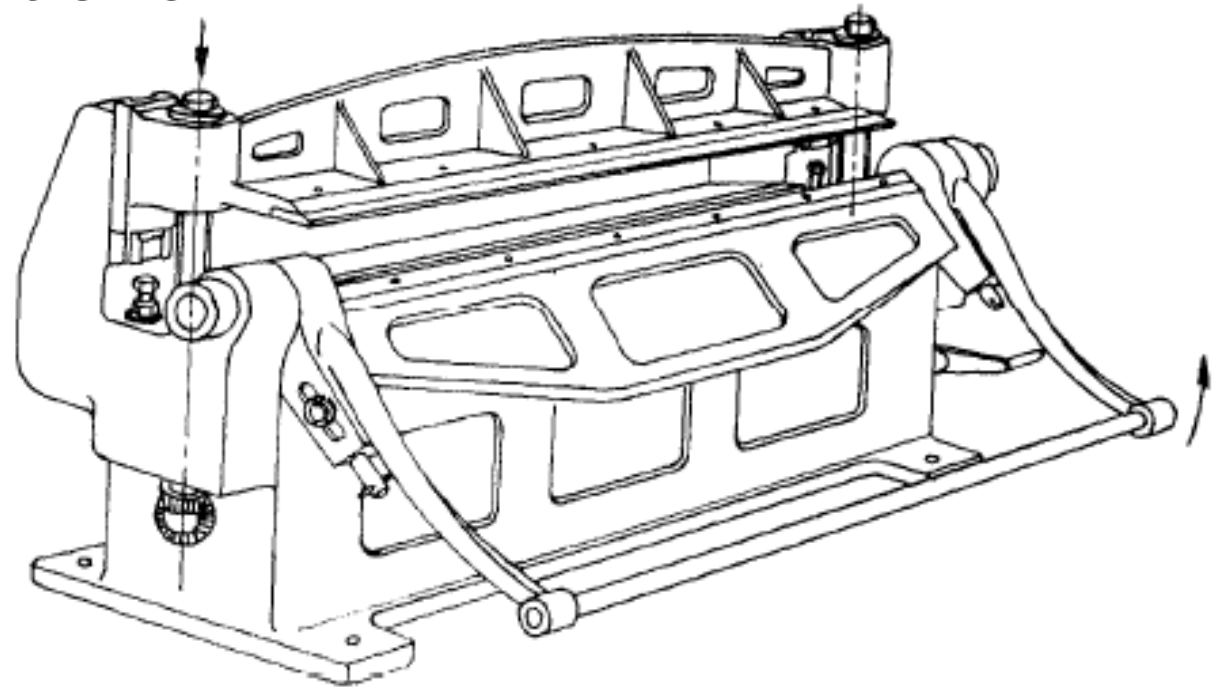
Prof. Milton

FATEC ITAQUERA, 2015

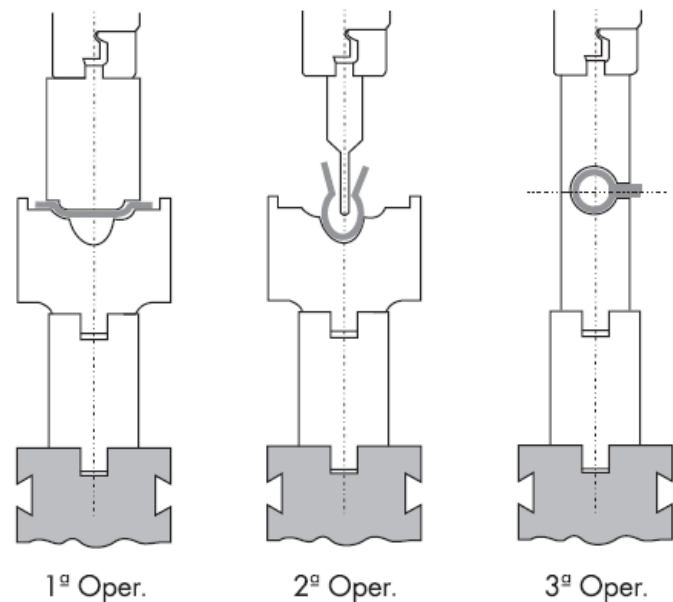
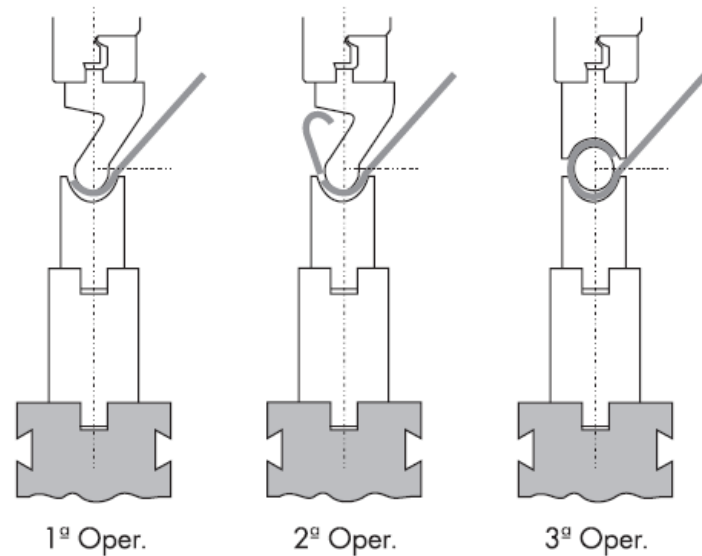
# Dobradeira



# Dobradeira



O dobramento pode ser conseguido em uma ou mais operações, com uma ou mais peças por vez, de forma progressiva ou em operações individuais.



# Questionamento: O que é Ferramenta de Dobra?



## DEFINIÇÃO:

Ferramentas utilizadas para deformar chapas de forma homogênea, num determinado ângulo, atendendo a tolerância especificada no desenho de produto.



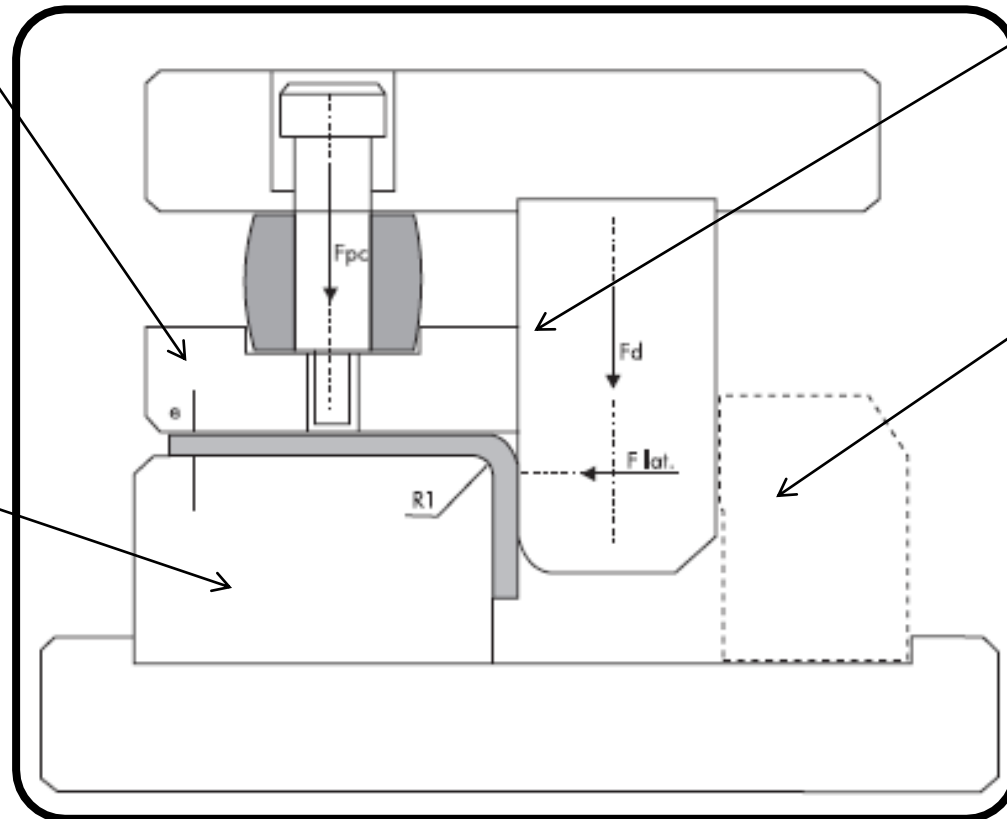
# • Ferramenta de Dobra

Extrator/Sujeitador

Punção

Matriz

Escora





# **Questionamento: O que podem fazer?**

**Executam dobras em “L”, para cima ou para baixo e em “V”. E também podem ser individuais ou progressivas, sendo as operações de dobra, complementares as de corte.**



# Observação

**Salienta-se que não é recomendado executar dobras em “V”, utilizando prensas excêntricas, para evitar o “block” mecânico da máquina.**





# Considerações

- **Capacidade elástica do material;**
- **Raio interno mínimo do componente;**
- **Comprimento desenvolvido da peça;**
  - **Forças atuantes no processo.**

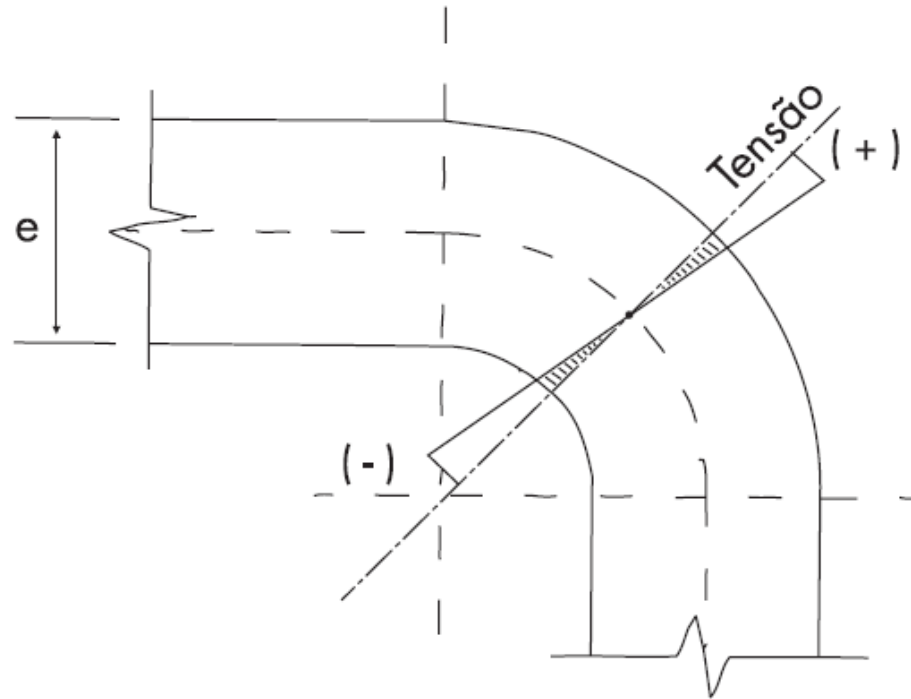


# Capacidade elástica do material

**No processo de dobramento, as tensões variam de um máximo negativo na face interna, a zero na linha neutra, e para um máximo positivo na face externa.**



# Capacidade elástica do material

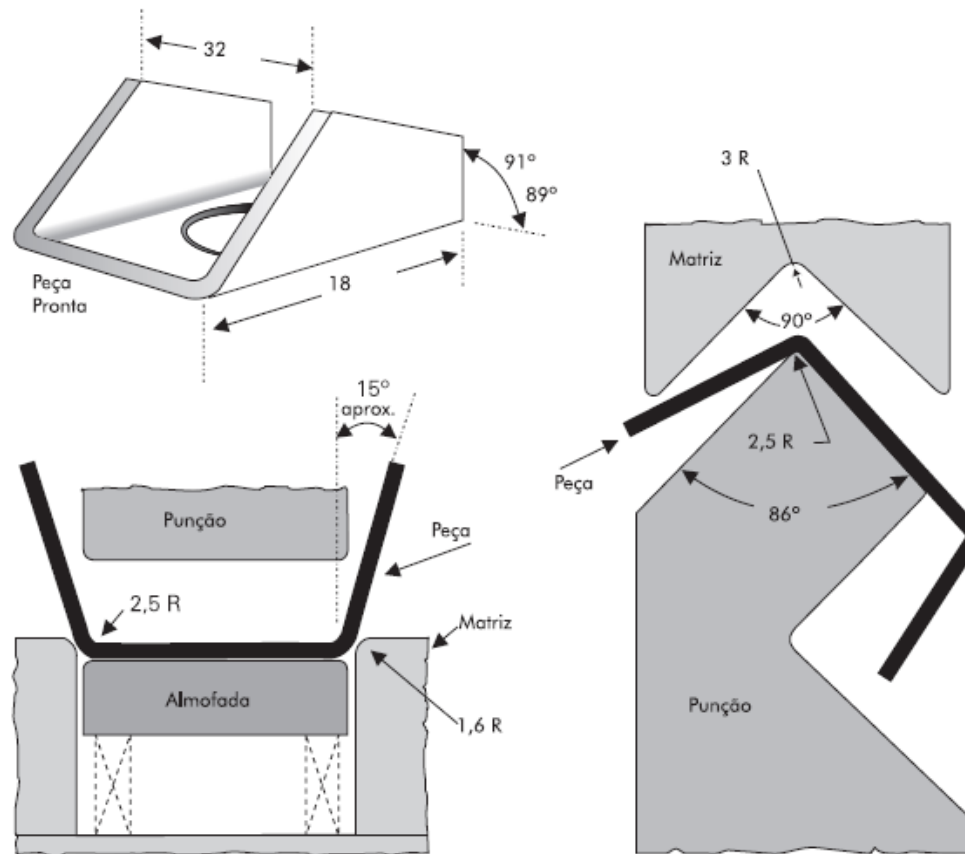


# Capacidade elástica do material

**Este fenômeno ocasiona o que chamamos de “retorno elástico”. O que leva a necessidade de operações de calibragem.**



# Capacidade elástica do material



## **Raio interno mínimo de dobra**

**O raio interno da dobra, determina a intensidade de tração nas fibras externas. Portanto existe uma limitação quanto ao valor mínimo deste raio.**



# Raio interno mínimo de dobra

$$R_{\min} = \frac{50e}{Al\%} - \frac{e}{2}$$

onde  $R_{\min}$  = raio mínimo

$Al\%$  = alongamento % da chapa

$e$  = espessura da chapa



# Comprimento desenvolvido

**Consiste no comprimento da chapa antes de ser dobrada. Para se calcular este comprimento, leva-se em conta a espessura do material e o raio interno da dobra.**





# Comprimento desenvolvido

**Em função destas variáveis, utilizamos uma tabela onde se determina fatores de correção para a posição da linha neutra.**



# Comprimento desenvolvido

**A linha neutra, é a fibra onde as tensões são zeradas, portanto não sofreu deformações devido a operação de dobra.**



## Comprimento desenvolvido

Para o calculo do desenvolvimento da dobra, utilizamos a fórmula:

$$L_e = 0,0175 \times \left( R_i + f \frac{e}{2} \right)$$

- **Le** – comprimento desenvolvido.
- **Ri** – raio interno.
- **f** – fator de correção.
- **e** – espessura do material.

# Comprimento desenvolvido

Tabela para determinação do fator de correção “f”.

	Fator de correção da variação da espessura					
$R_i / e$	5	3	2	1,2	0,8	0,5
f	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5



# **Comprimento desenvolvido**

**Quando o produto não exige grande precisão nas dimensões, podemos adotar os seguintes valores para a posição da linha neutra.**



## Comprimento desenvolvido

- **1/2 da curvatura interna  $p/ e \leq 1\text{mm}$  ou quando a peça é enrolada;**
- **1/3 da curvatura interna  $p/ e > 1\text{mm}$**
- **1/5 da curvatura interna quando a dobra é obtida com ferramentas providas de sujeitadores.**

# Forças envolvidas no processo

- Força de dobramento
- Força de prensa chapa
- Força lateral



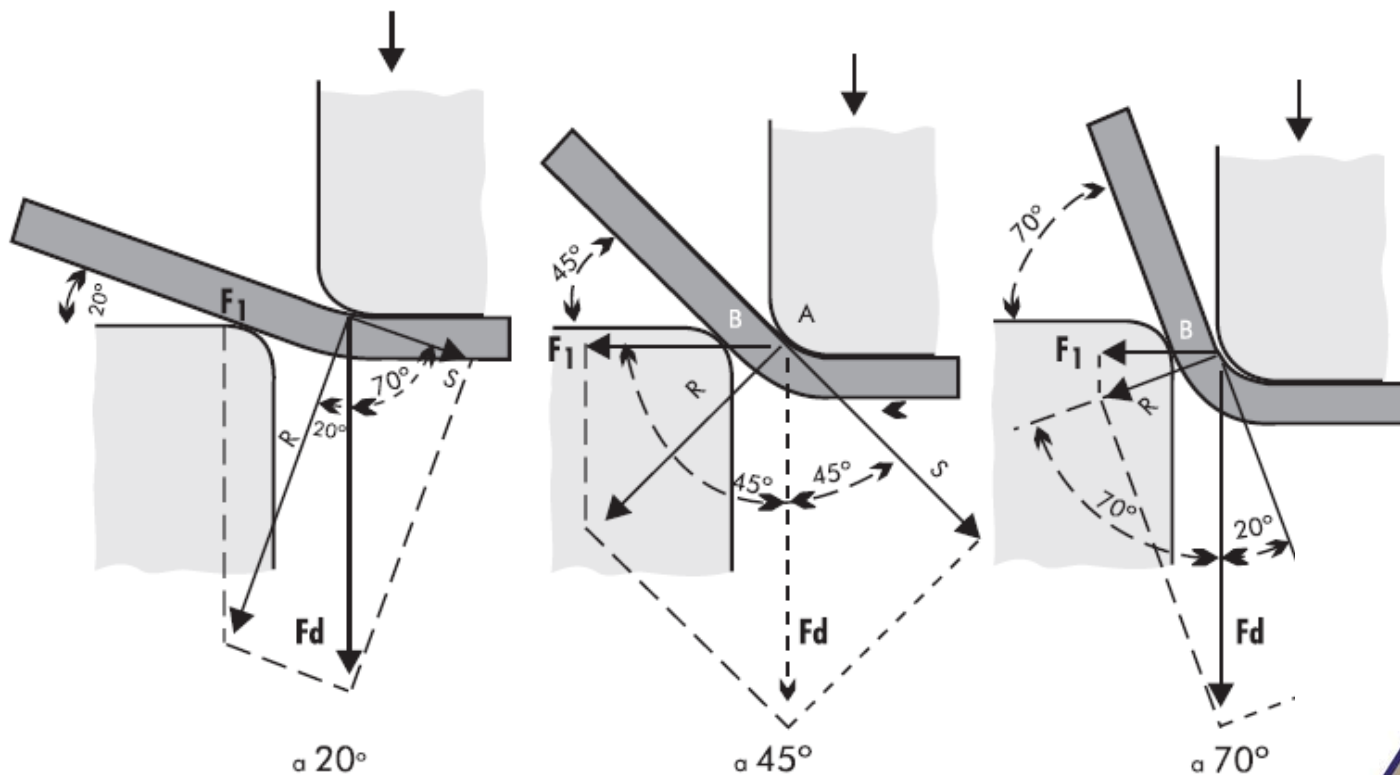
# Forças envolvidas no processo

- Força de dobramento
- Força de prensa chapa
- Força lateral





# Força de dobramento



# Forças envolvidas no processo

## •Tensão de dobramento

Tipo de Processo	$\sigma_d$
Sem calibragem	$2 \times \sigma_{rup}$
Com calibragem	$8 \times \sigma_{rup}$



**• Tensão de dobramento**

**• Considera-se calibragem a minimização do efeito do retorno elástico.**



## • Tensão de dobramento

• Utilizando o largura da dobra ( $b$ ), espessura do material ( $e$ ) e ( $a$ ) distância do centro da mola do sujeitador a face da matriz, podemos calcular as forças:



# Força de dobramento

Tipo de força	Tipo de dobramento	Valor da força
Força de dobramento ( $F_d$ )	Dobramento simples	$(F_{ds}) = \frac{bxe}{6} \times \sigma_d$
	x	$(F_{du}) = \frac{bxe}{3} \times \sigma_d$
Força de prensa chapa ( $F_{pc}$ )	Dobramento em U	$(F_{pc}) = (15 \text{ a } 20\%) (F_{du})$
	Dobramento em L	$(F_{pc}) = \frac{F_d \times e}{a}$
Força lateral ( $F_{lat}$ )		$(F_{lat}) = \frac{F_d}{2}$

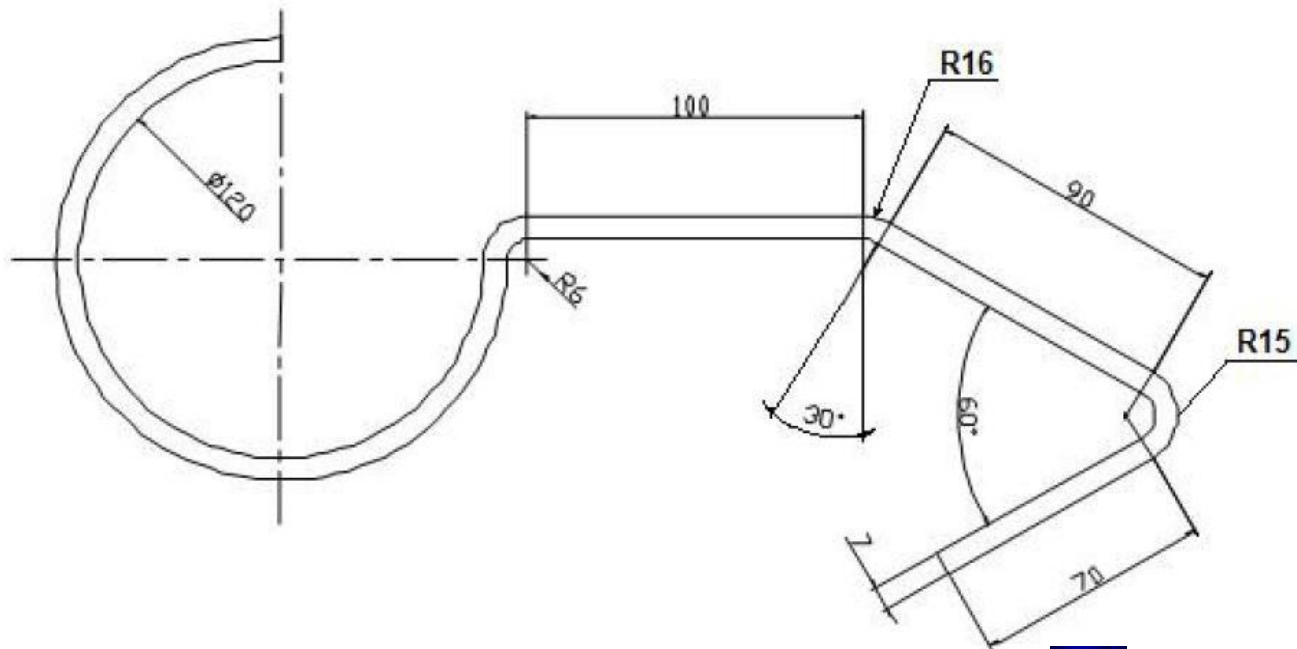
## Força de dobramento em “V”

$$P = \frac{2}{3} \cdot \frac{lb \cdot e^2 \cdot \sigma_d}{la}$$

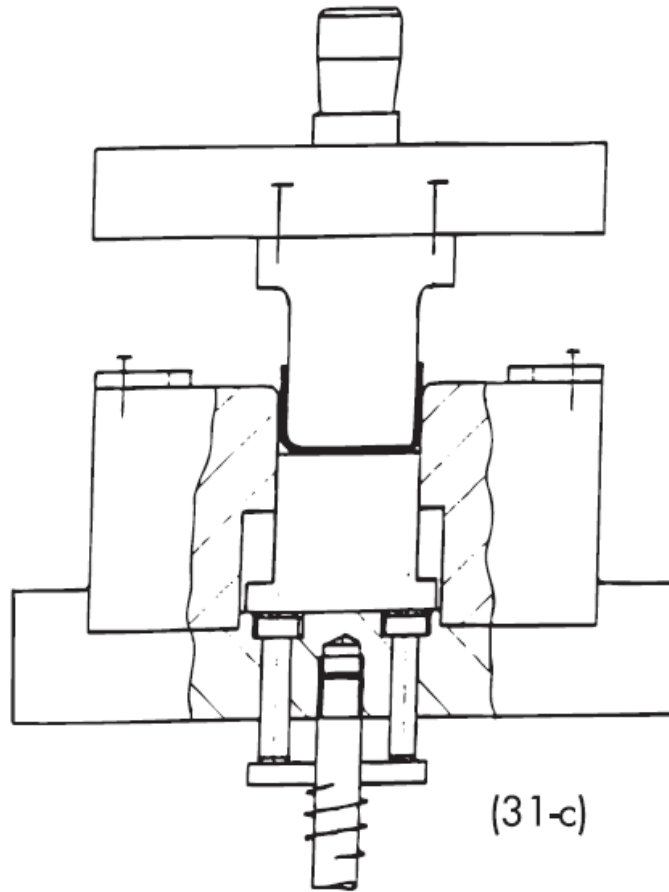
- **lb** – comprimento da dobra.
- **la** – abertura da matriz.
- **$\sigma_d$**  – tensão de dobramento.
- **e** – espessura do material.

# Exercício

Determinar o desenvolvimento da linha neutra

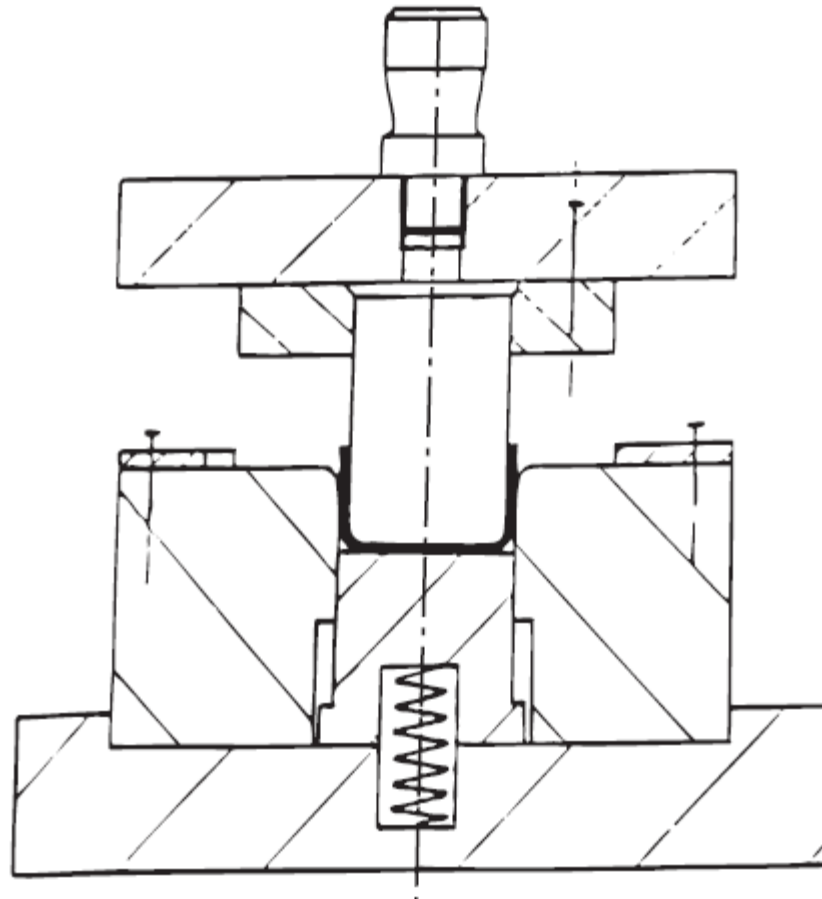


# Exemplos de ferramentas





# Exemplos de ferramentas



# Exemplos de ferramentas

