



SMM 0342 - INTRODUÇÃO AO ENSAIO MECÂNICO DOS MATERIAIS

Prof. Dr. José Benedito Marcomini

PROPRIEDADES MECÂNICAS

**PROPRIEDADES MECÂNICAS SÃO INFLUENCIADAS
PELO PROCESSAMENTO: CONFORMAÇÃO MECÂNICA
(DEFORMAÇÃO PLÁSTICA)**

EXTRUSÃO

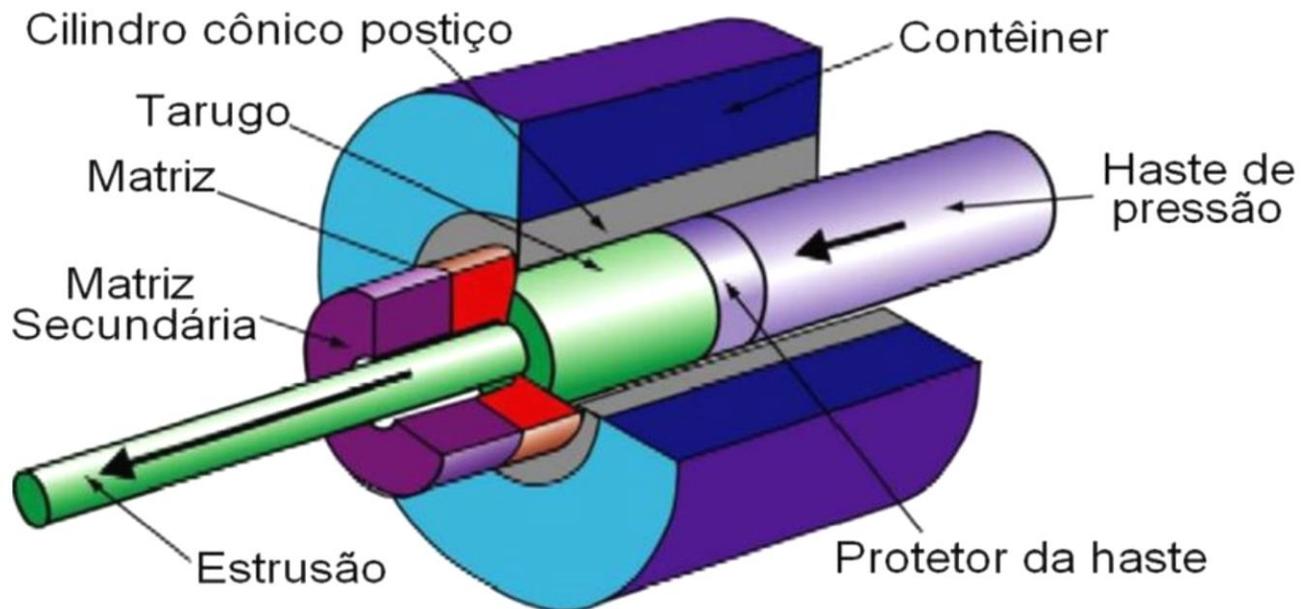


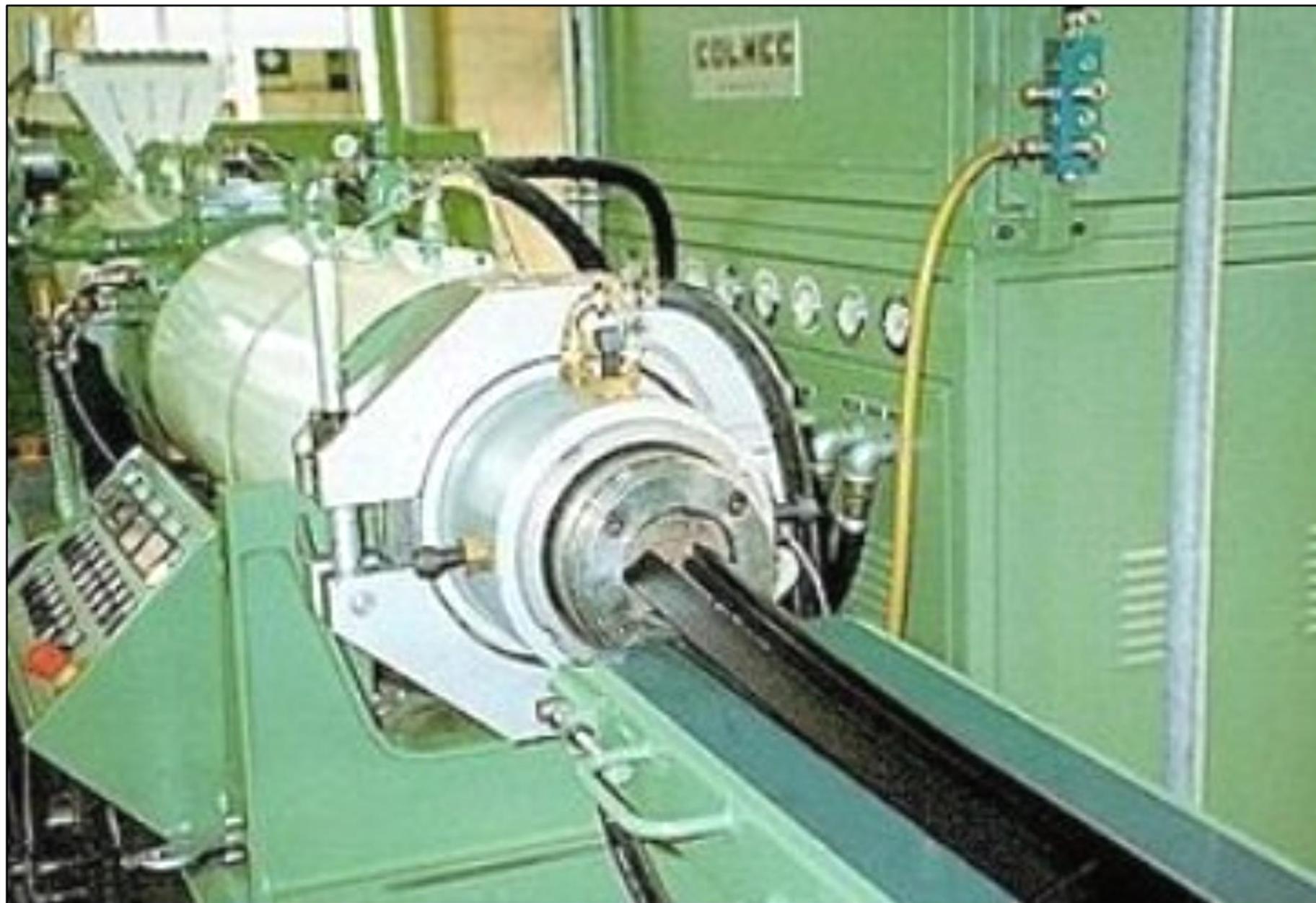
Como o tubo de creme dental, o metal não é líquido, mas se torna um sólido maleável no momento da extrusão, e assim ele pode assumir a forma desejada como se mudássemos o formato do bico do tubo de creme dental.

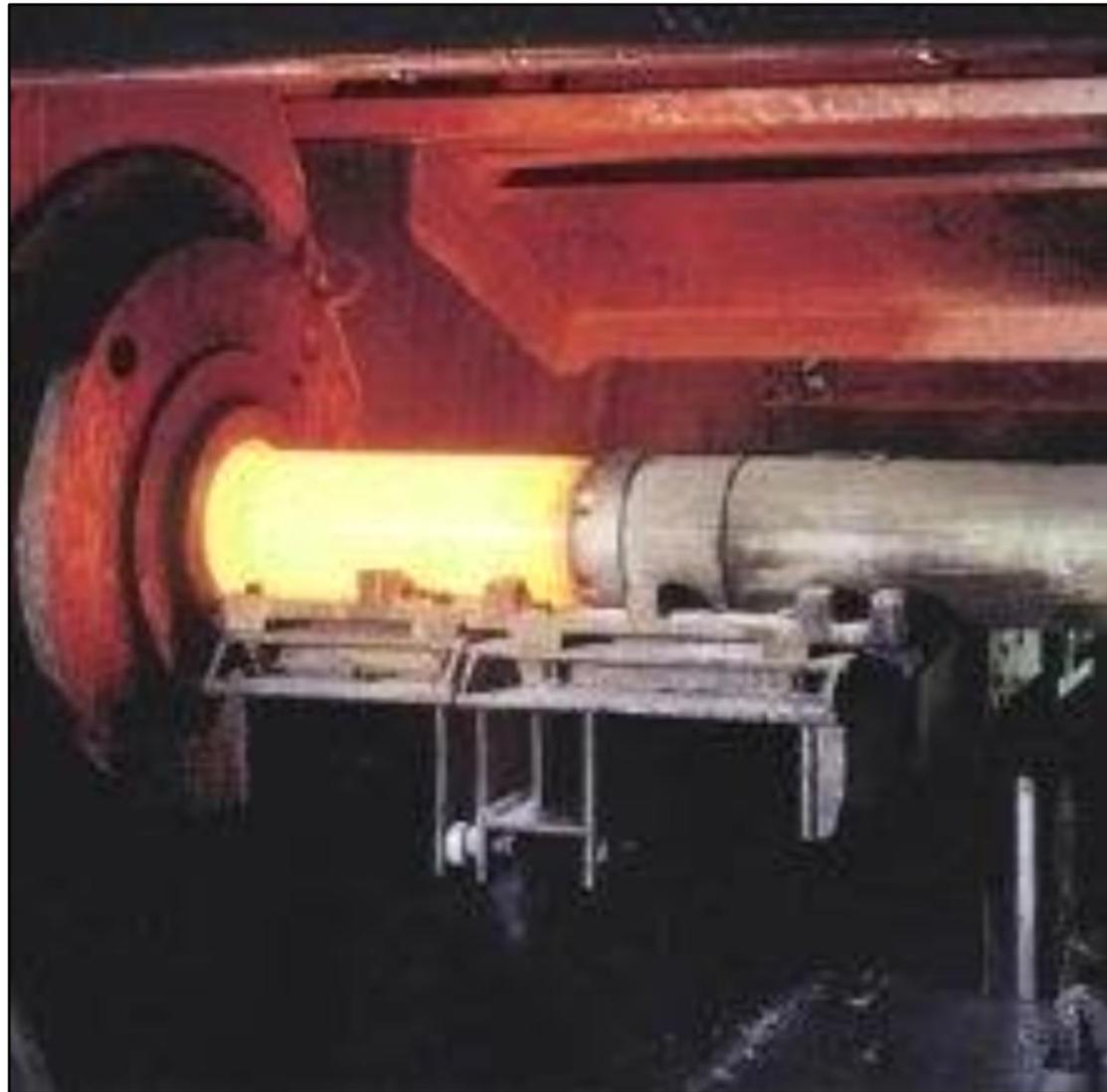
EXTRUSORA

EXTRUSÃO

Direta





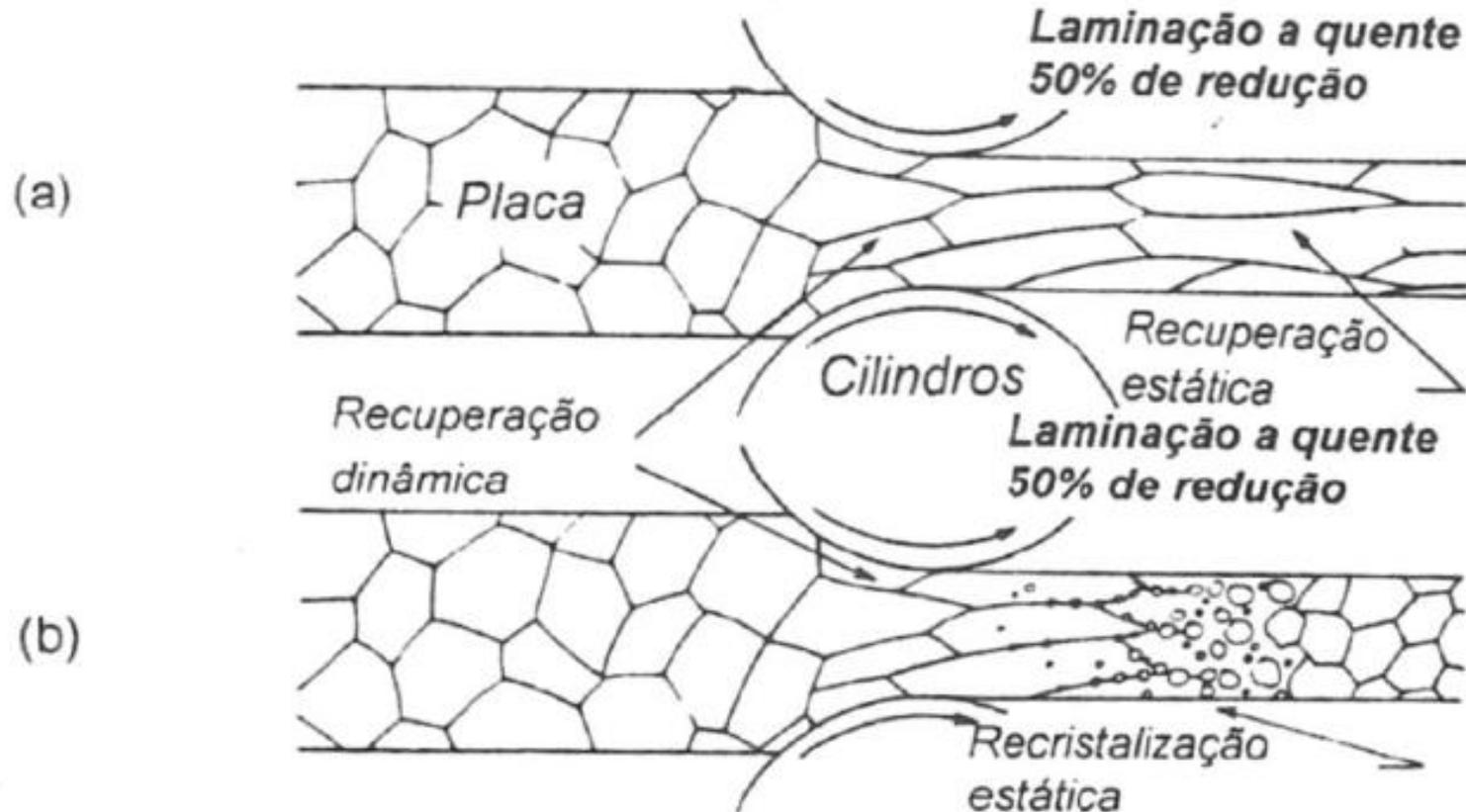


FENÔMENOS DOS PROCESSOS DE CONFORMAÇÃO A QUENTE

RECUPERAÇÃO:

- ESTÁTICA;
- DINÂMICA;

LAMINAÇÃO COM POUCA QUANTIDADE DE DEFORMAÇÃO

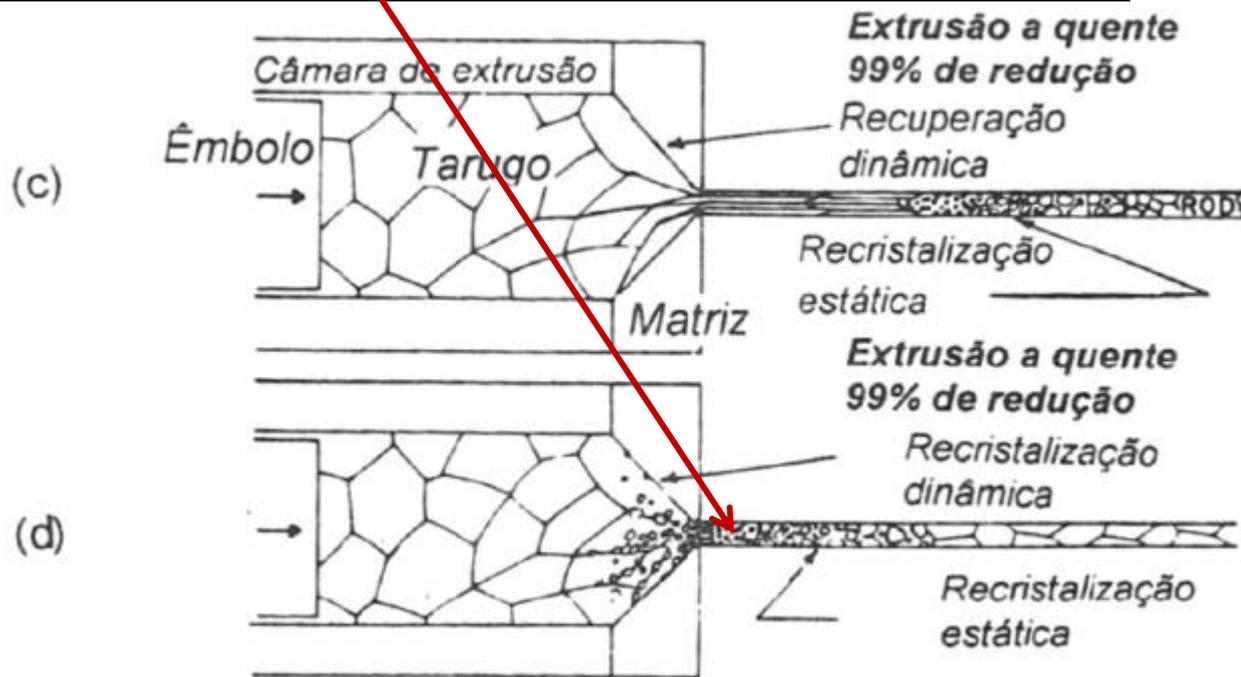


FENÔMENOS DOS PROCESSOS DE CONFORMAÇÃO A QUENTE

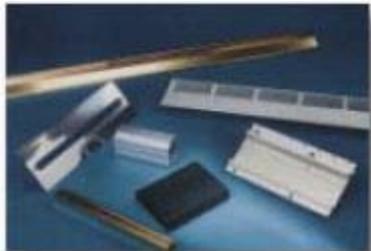
RECRISTALIZAÇÃO:

- ESTÁTICA;
- DINÂMICA;
- METADINÂMICA.

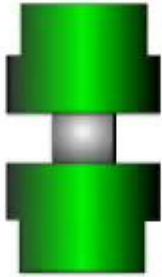
EXTRUSÃO COM GRANDE QUANTIDADE DE DEFORMAÇÃO



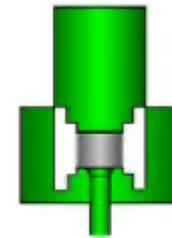
PRODUTOS EXTRUDADOS



FORJAMENTO (Quente ou Frio)

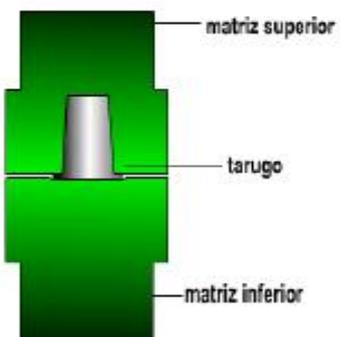
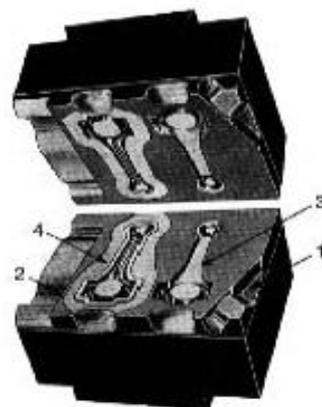
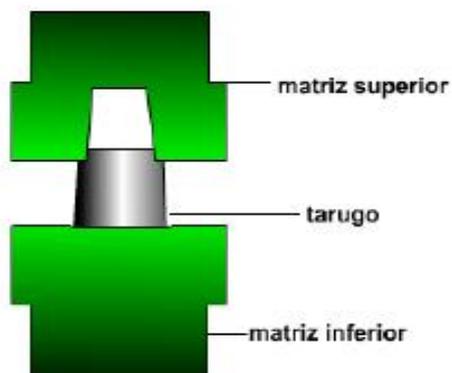


MATRIZ ABERTA

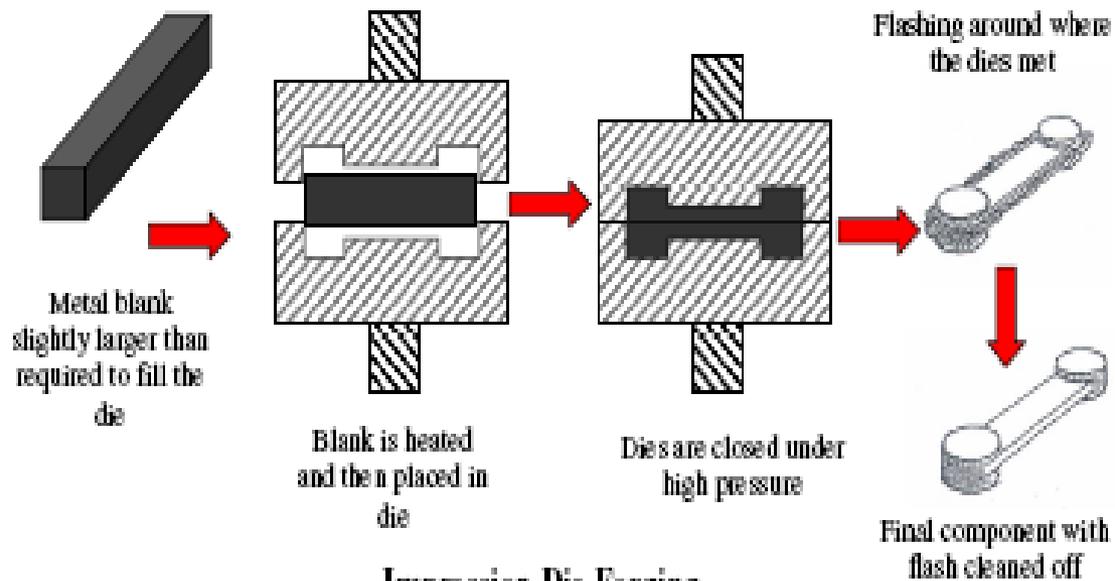
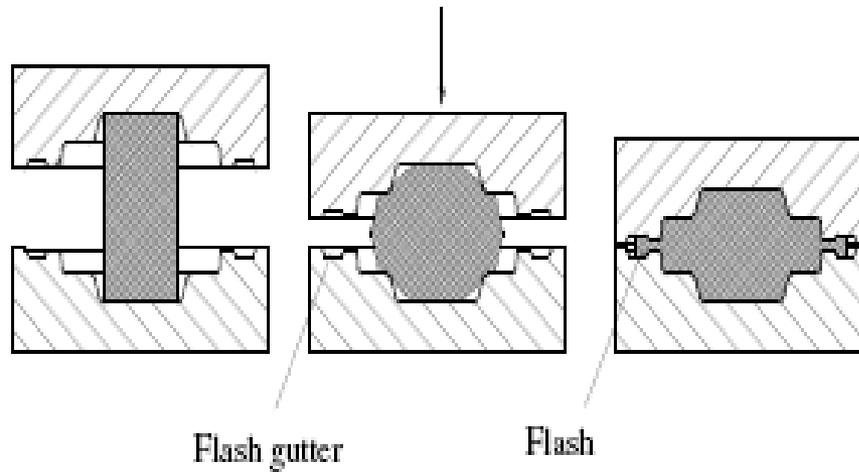


MATRIZ FECHADA S/
REBARBAS

FORJAMENTO



MATRIZ FECHADA C/ REBARBA



Impression Die Forging

ESTRUTURA ALINHADA DE PEÇAS FORJADAS: FIBRAMENTO OU FIBRAGEM



FLANGE FORJADO



PRODUTOS FORJADOS



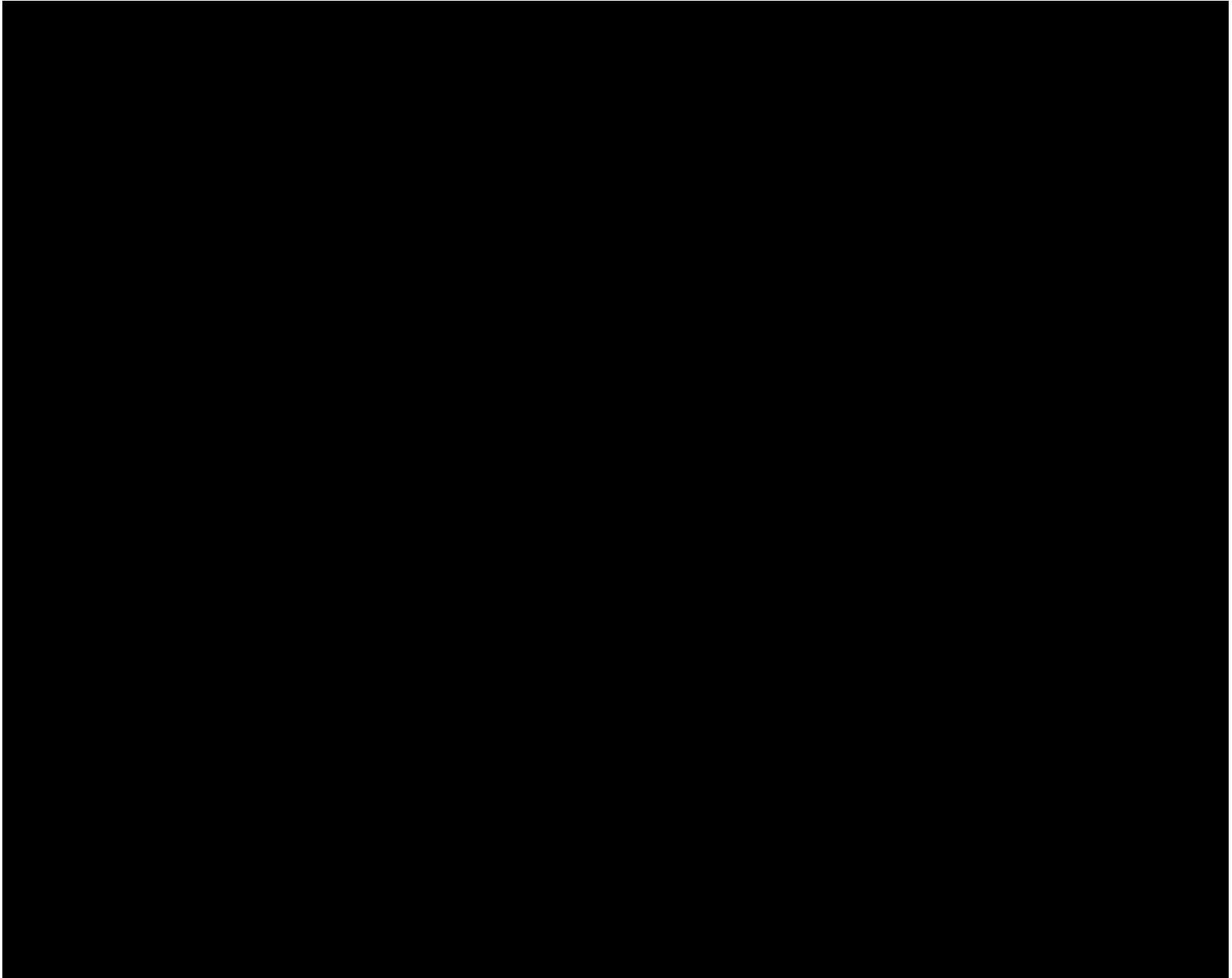
FORJAMENTO



**FORJAMENTO EM MATRIZ
ABERTA E MATRIZ FECHADA.**



Open Die Forging





Forjamento a Quente
(Matriz Aberta)

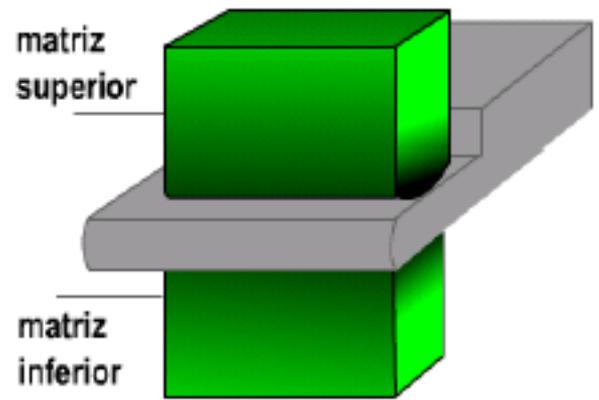
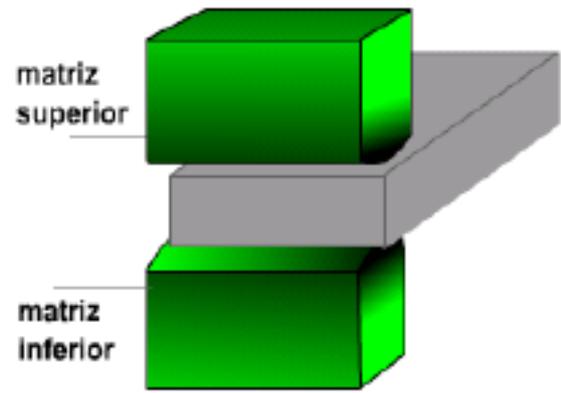
Forjamento a Quente
(Matriz Fechada)



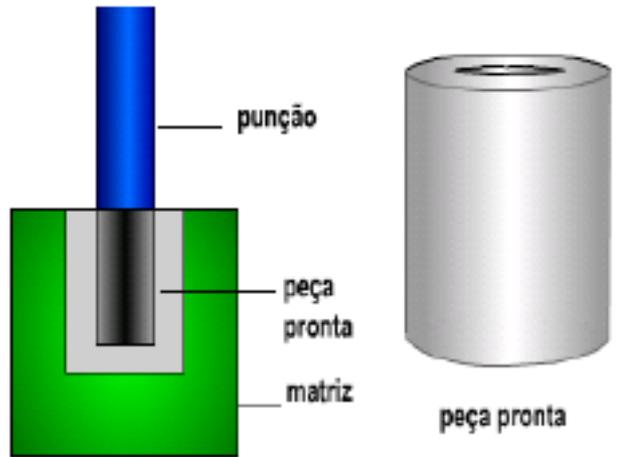
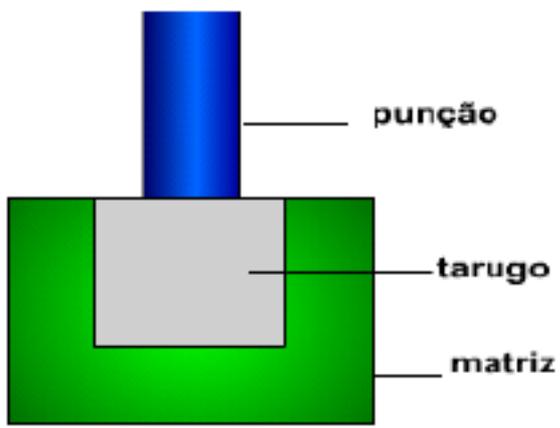
MANGA DE EIXO



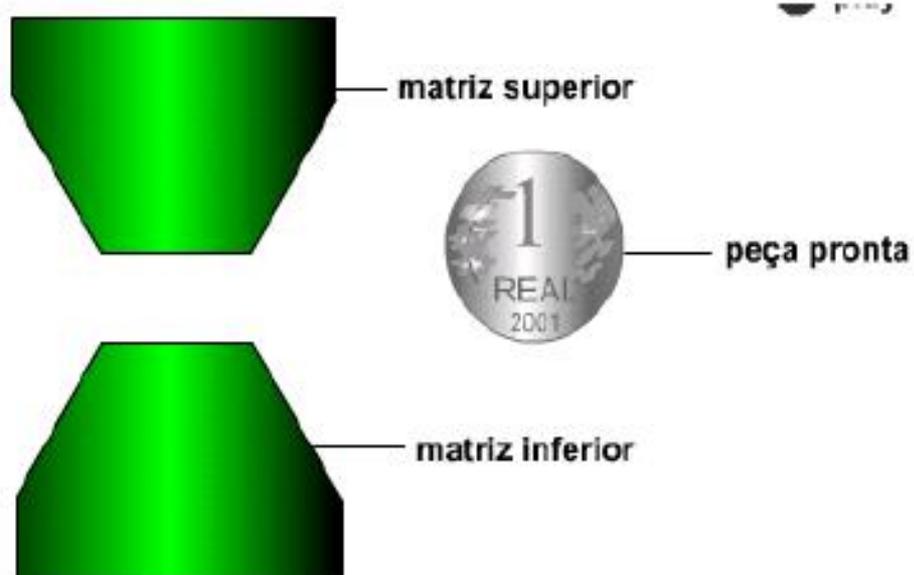
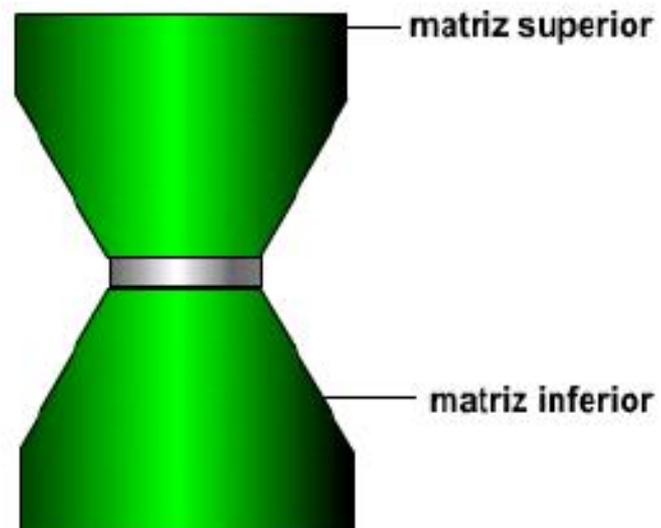
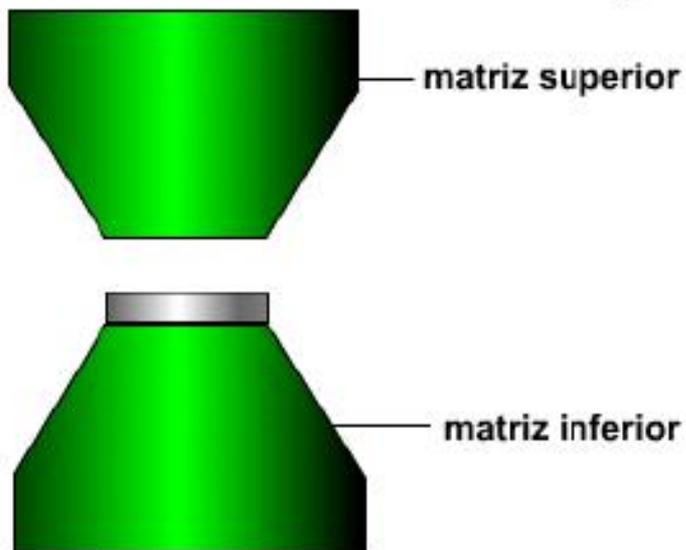
■ Alargamento



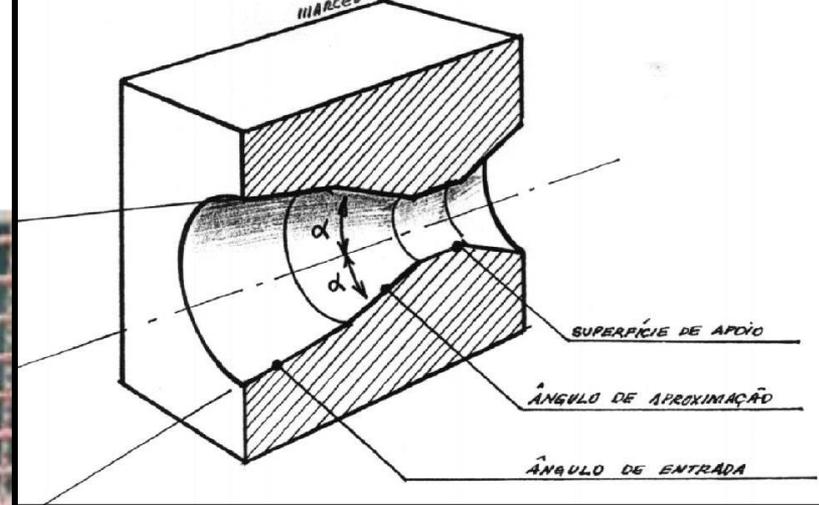
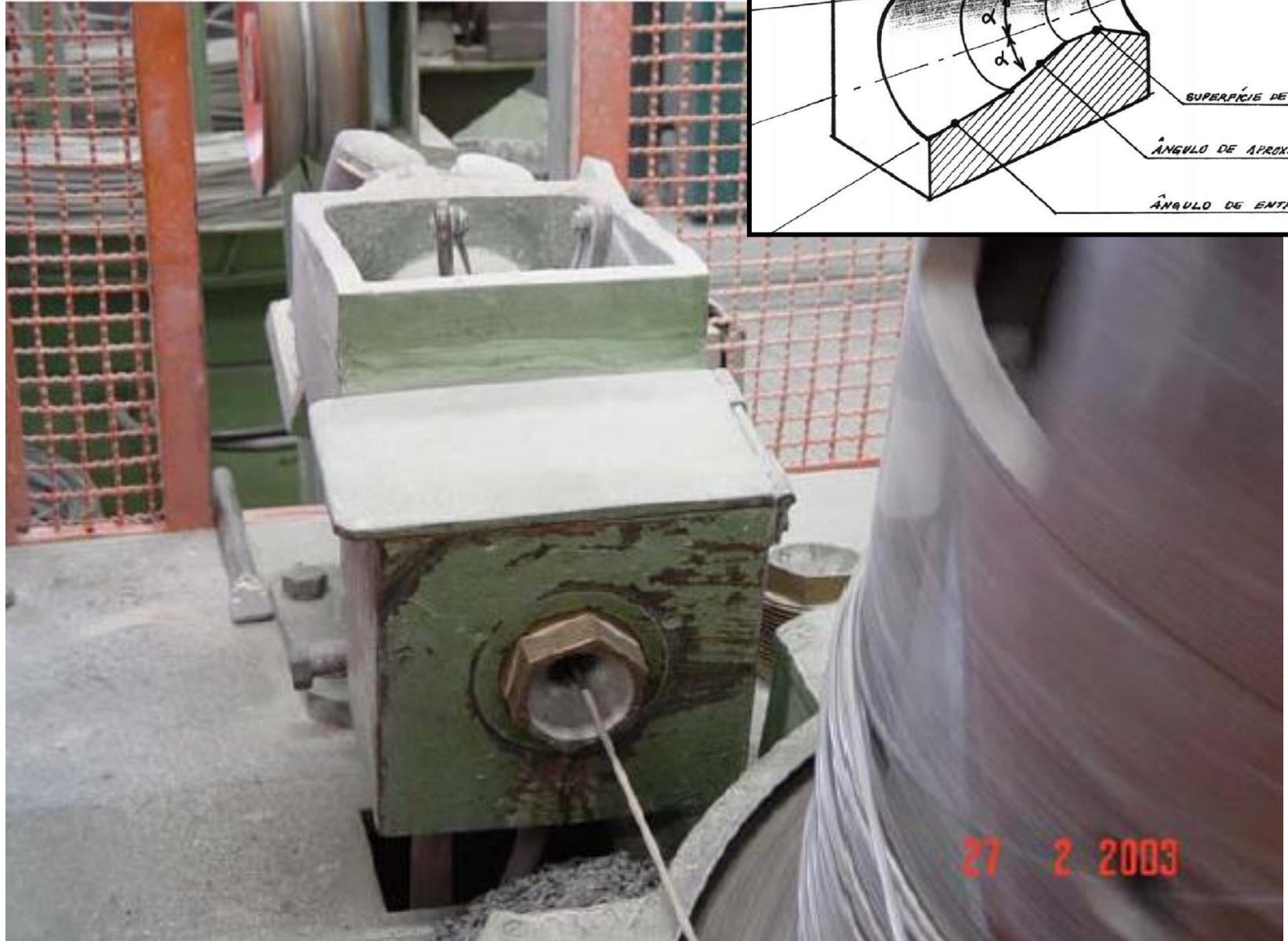
■ Furação



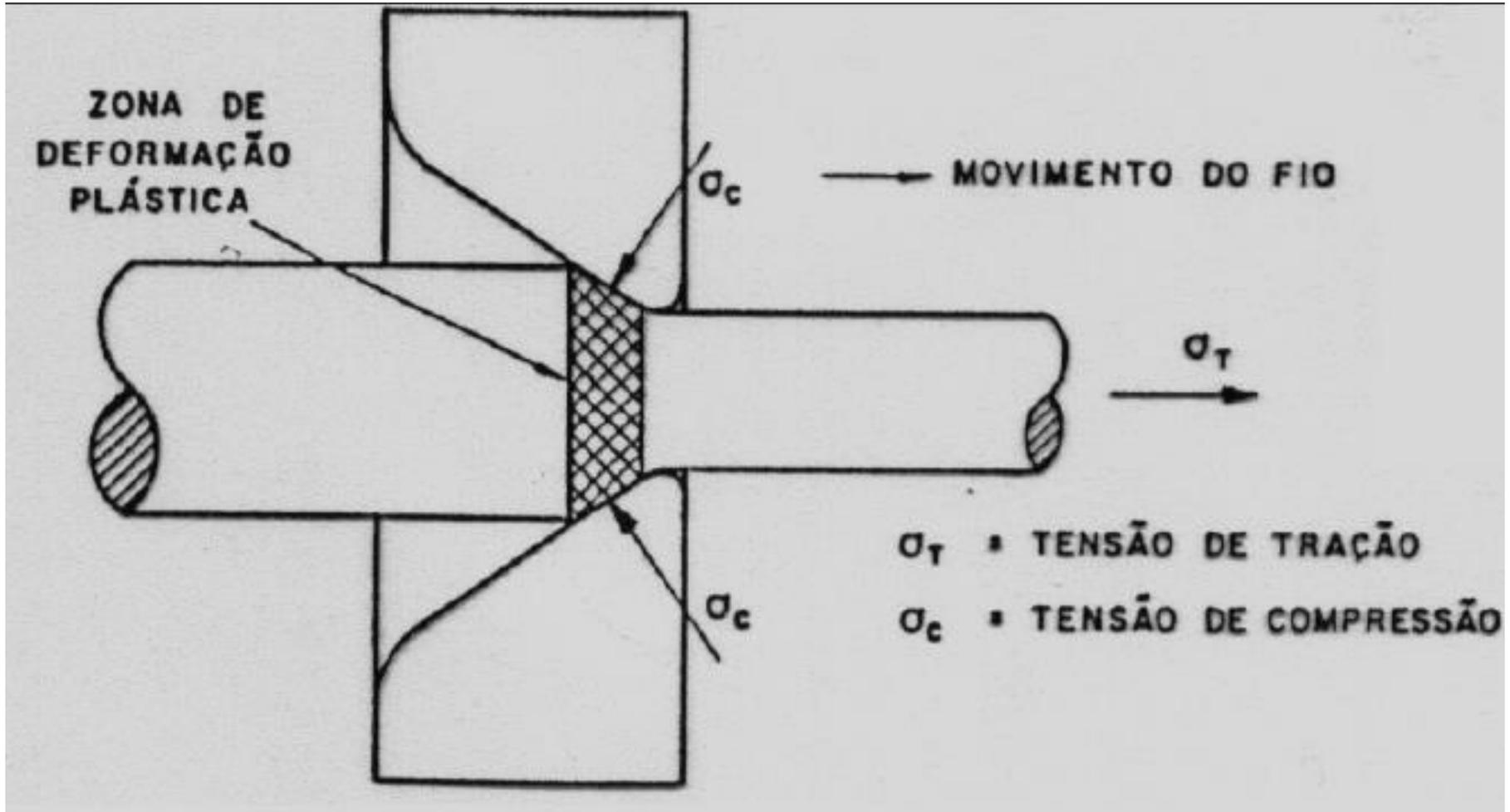
■ Cunhagem

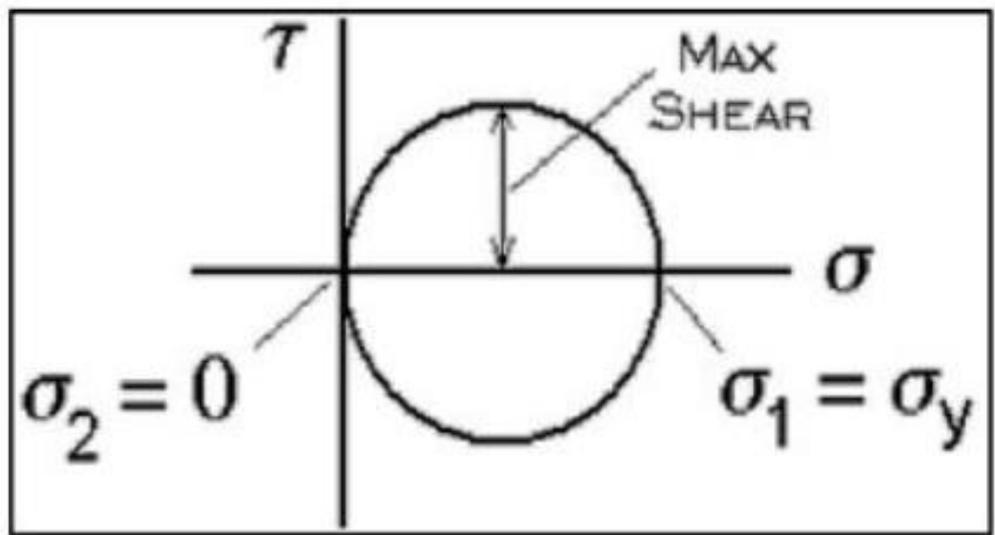
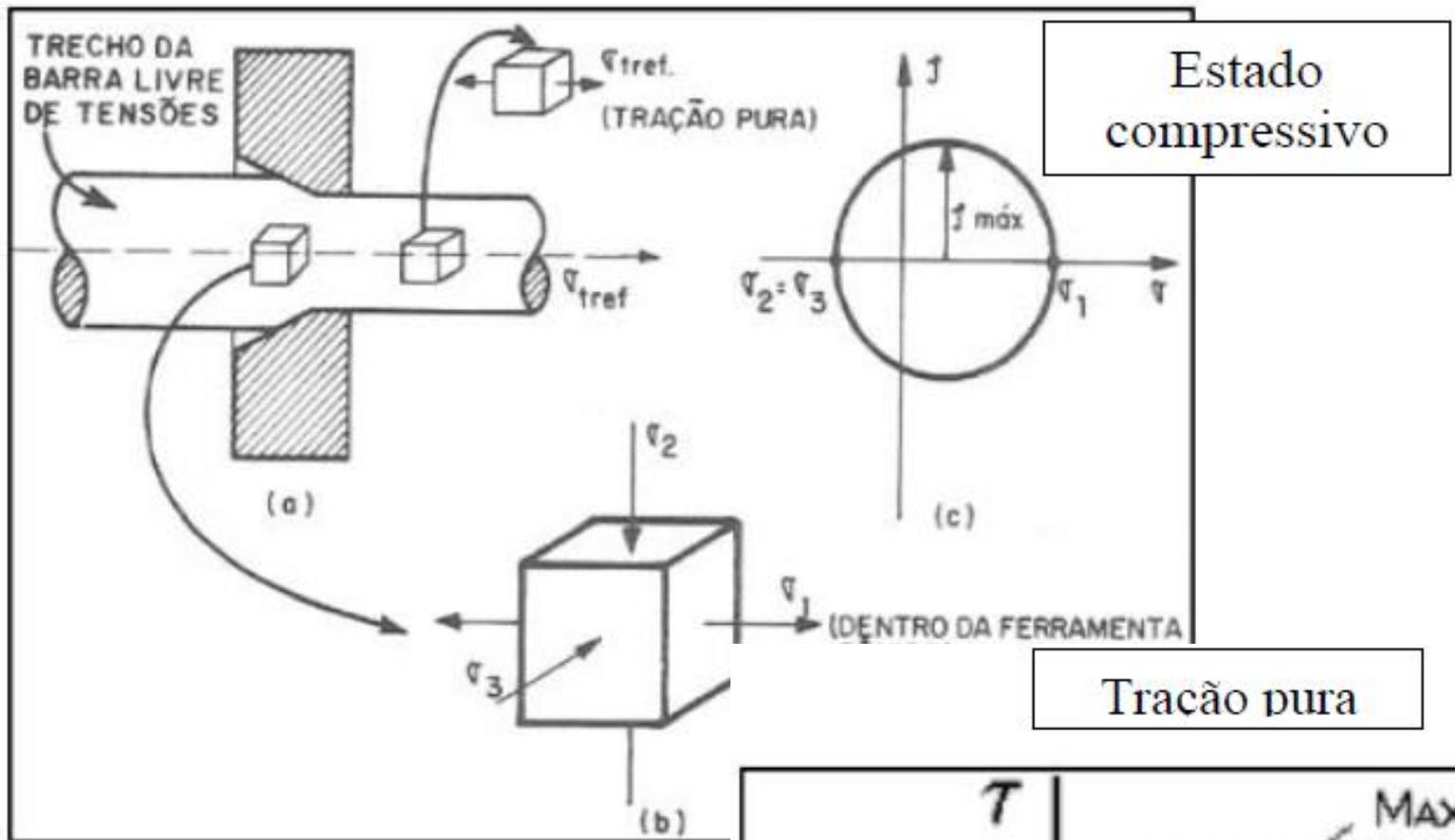


TREFILAÇÃO

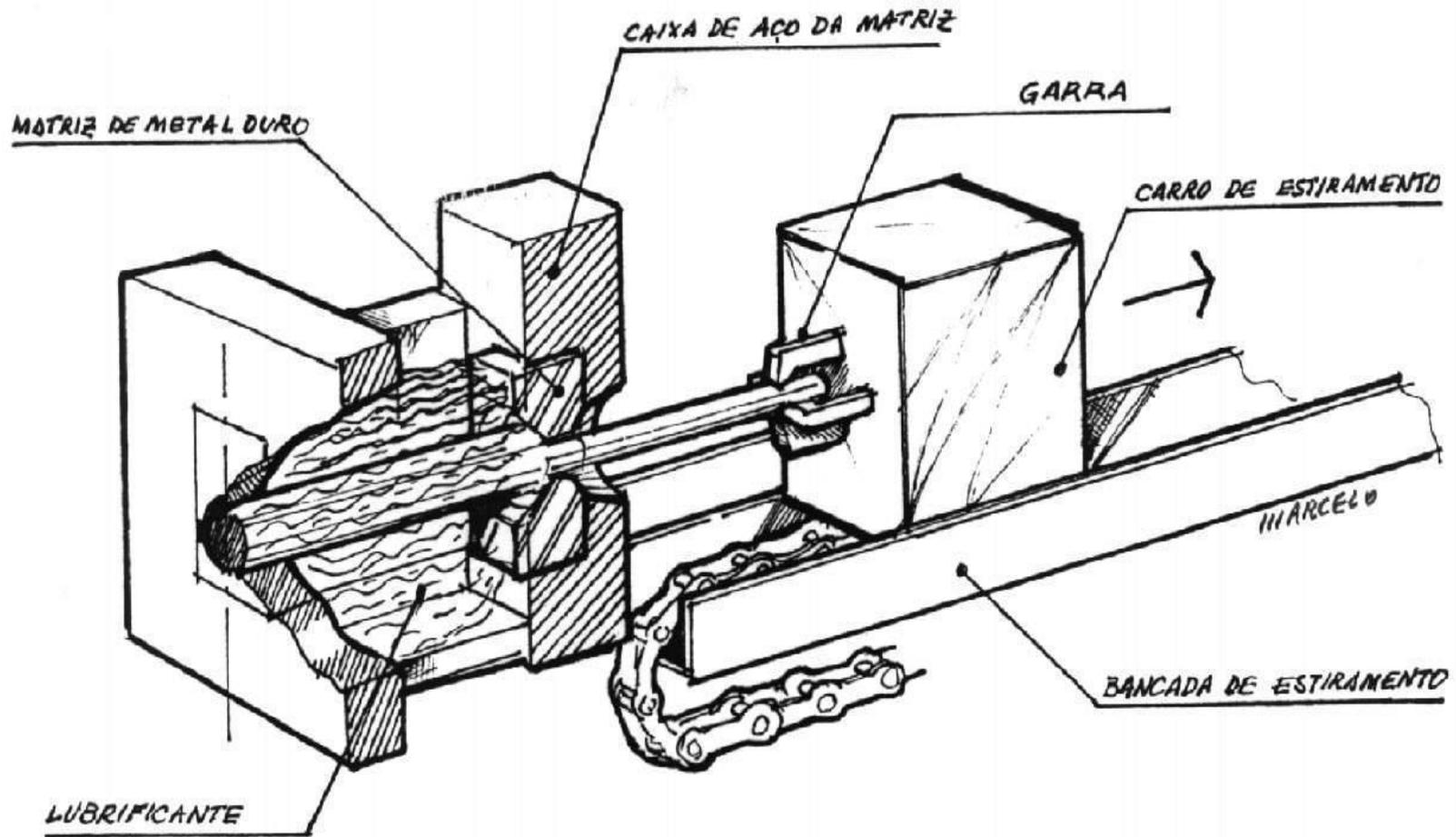


MECÂNICA DA TREFILAÇÃO





Bancada de Trefilação



TREFILAÇÃO - PRODUTOS

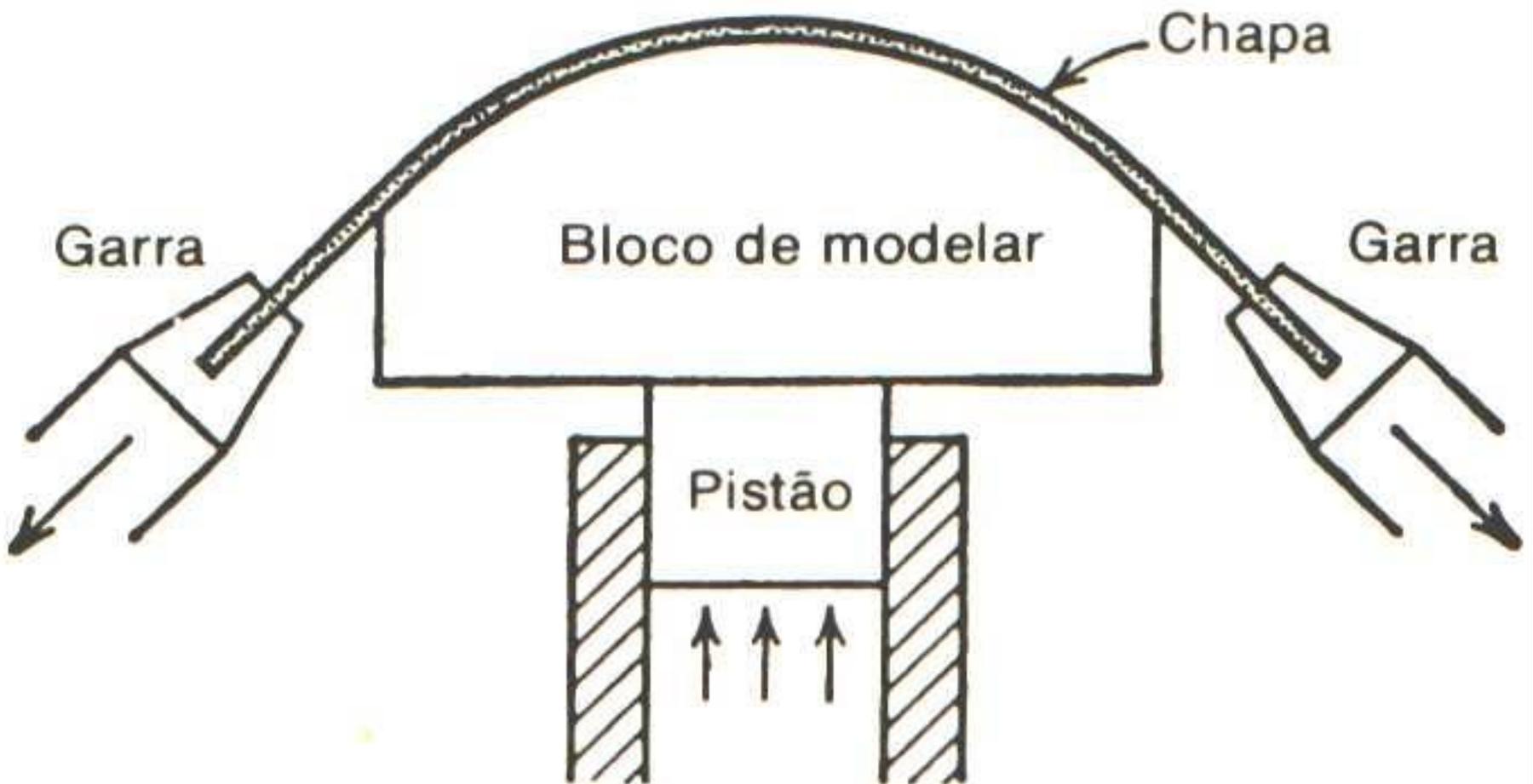


Perfis trefilados





ESTIRAMENTO POR TRAÇÃO (STRETCHING)

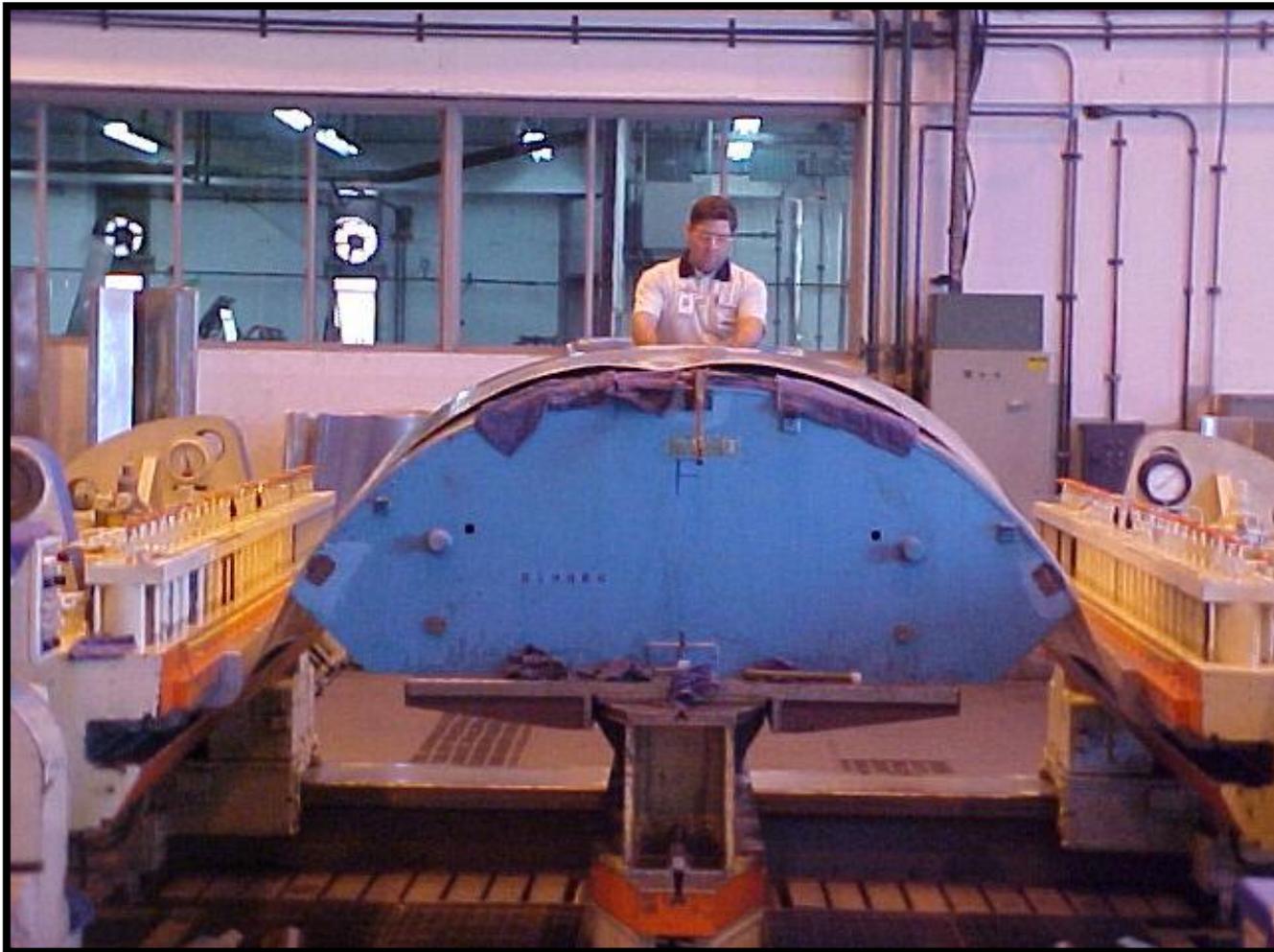


ESTIRAMENTO

O ESTIRAMENTO É UTILIZADO NA FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS OU REVESTIMENTOS.

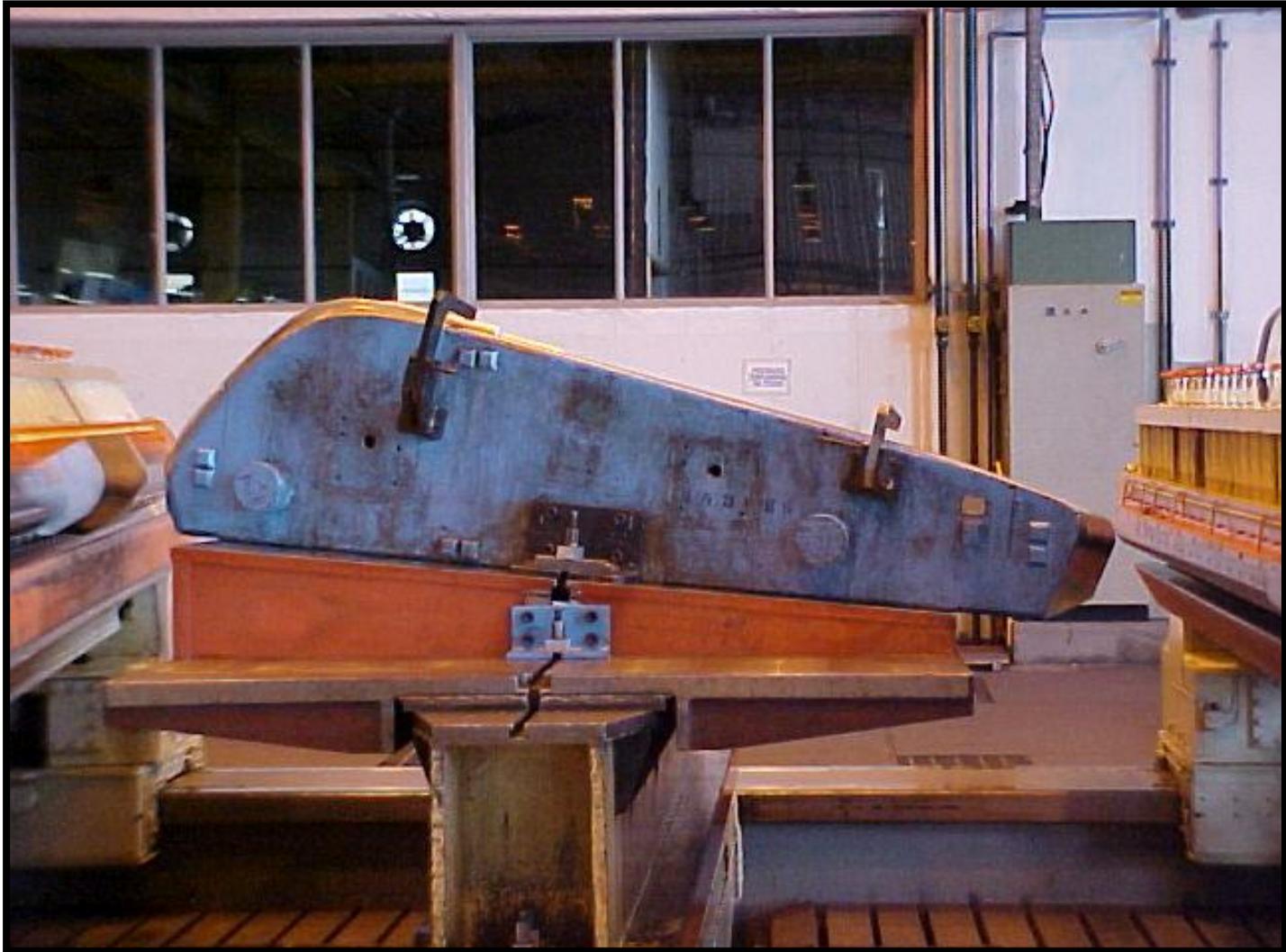
Calandrados - São revestimentos com curvatura cilíndrica: virolas para reatores petroquímicos.

Estiramento - Produtos



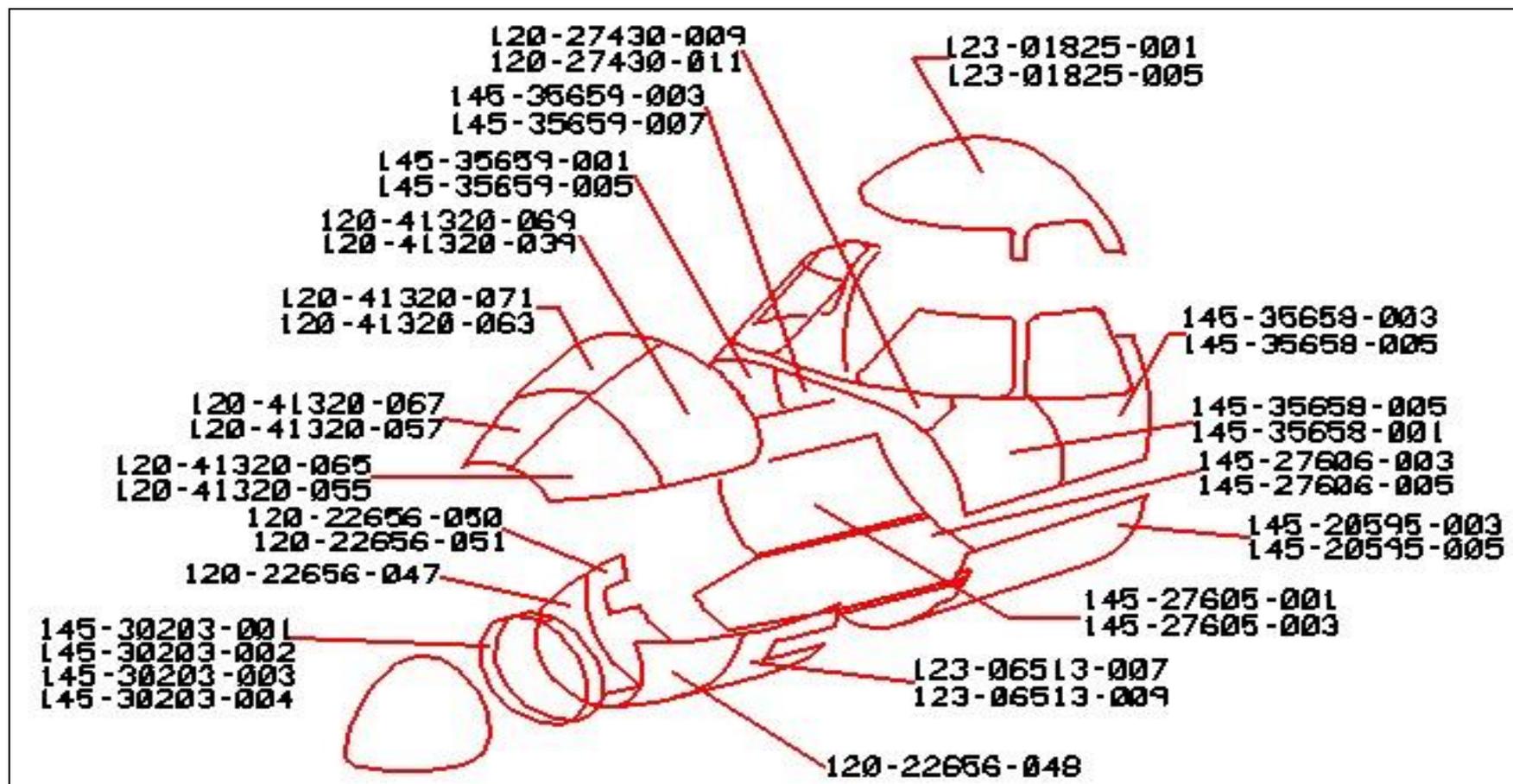
Revestimentos do teto do EMB170

Estiramento - Produtos

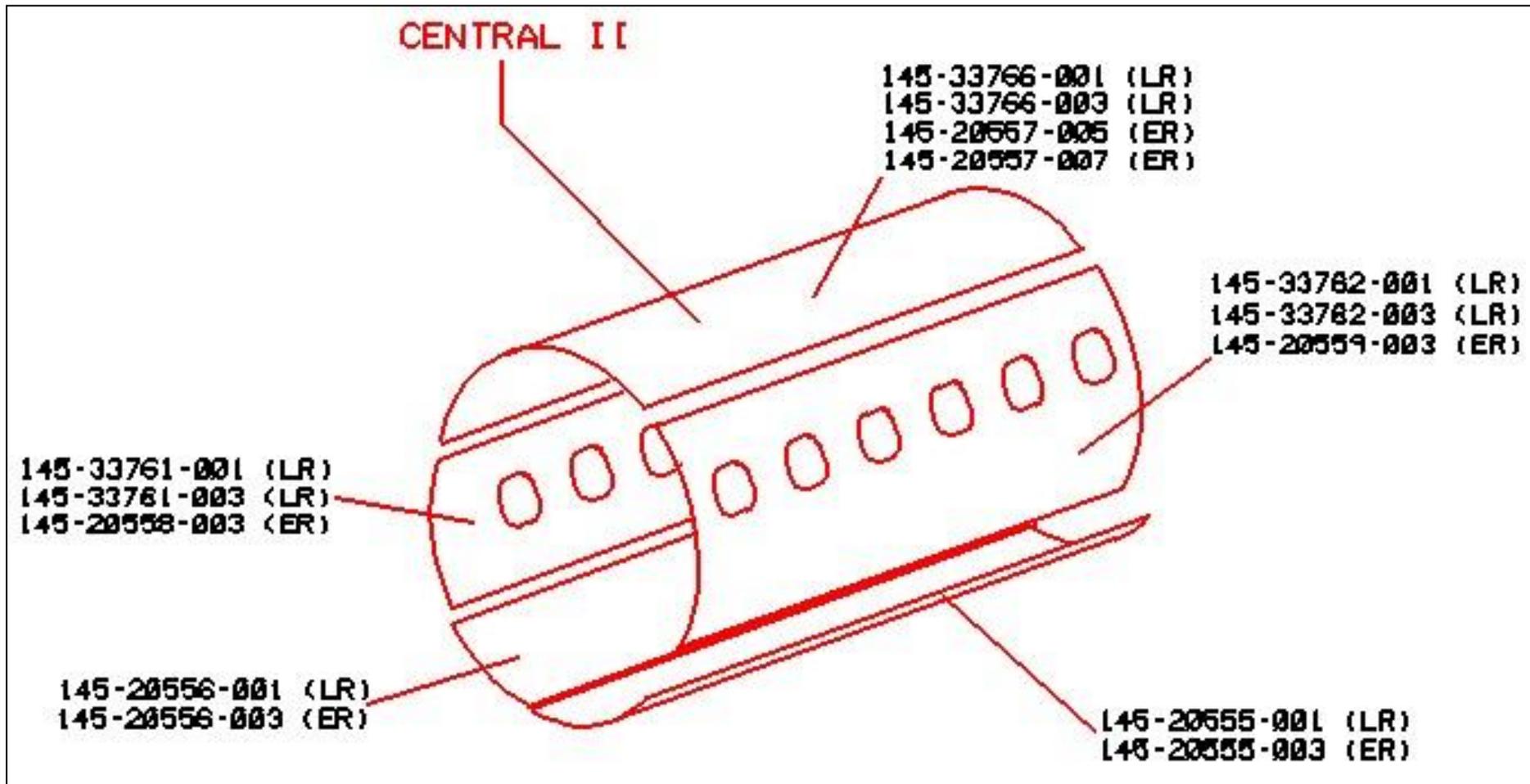


Winglet

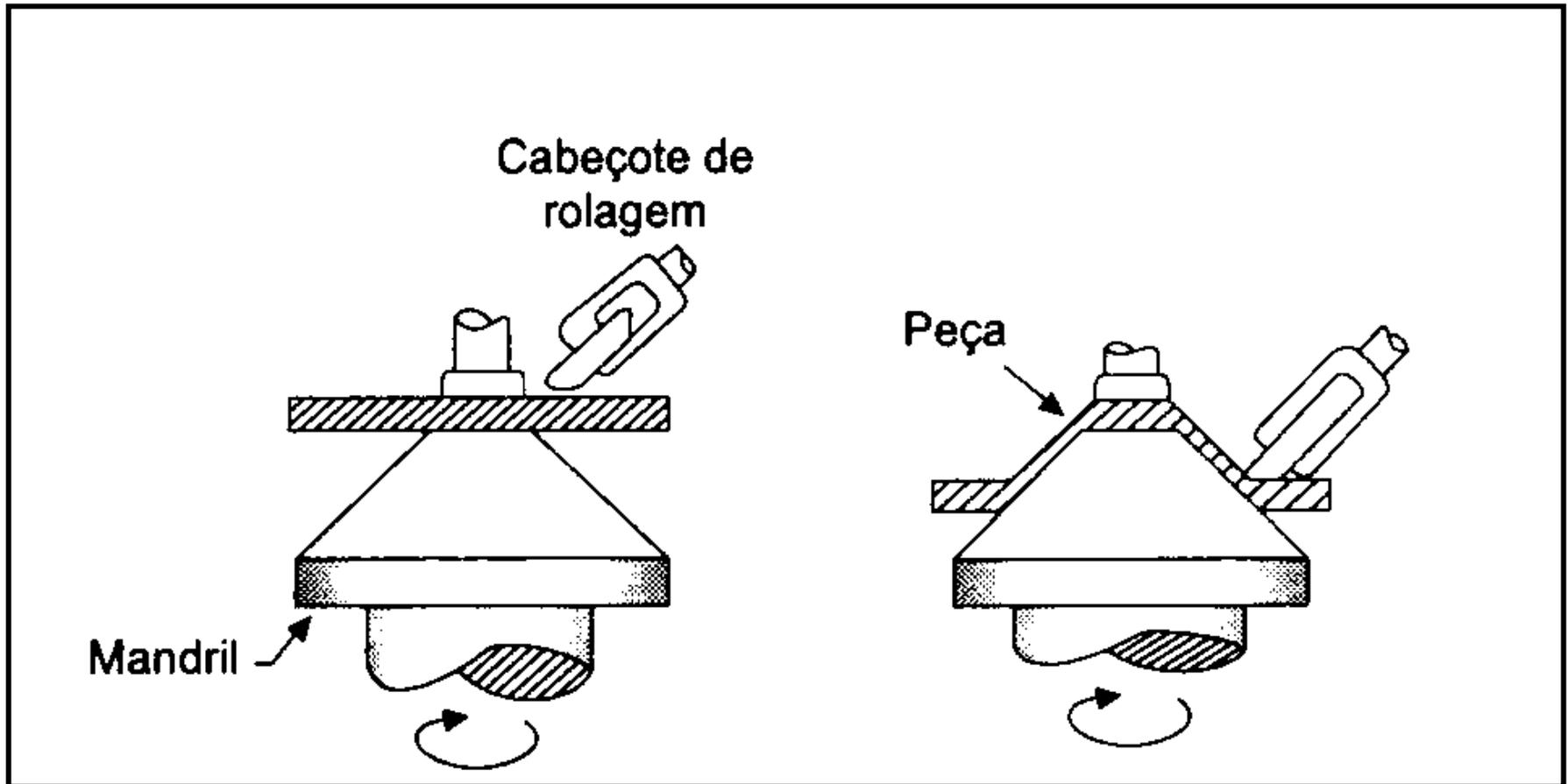
Revestimentos Estirados - Dianteira do ERJ 145



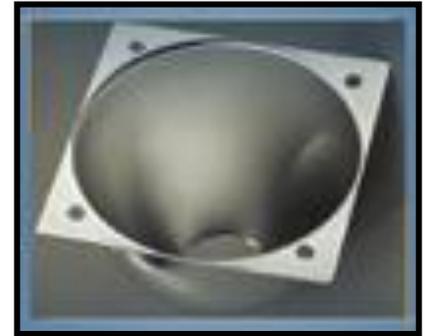
Revestimientos Calandrados - Central II



Repuxamento (SPINNING)



REPUXAMENTO- EXEMPLOS



DEFORMAÇÃO À FRIO

- Aumenta a dureza e a resistência dos materiais, mas a ductilidade diminui (menor tenacidade);
- Permite a obtenção de dimensões dentro de tolerâncias estreitas;
- Produz melhor acabamento superficial.

ENCRUAMENTO OU ENDURECIMENTO PELA DEFORMAÇÃO À FRIO

- É o fenômeno no qual um material endurece devido à deformação plástica (realizado pelo trabalho à frio);
- Esse endurecimento dá-se devido ao aumento de discordâncias e imperfeições promovidas pela deformação, que impedem o escorregamento dos planos atômicos;
- A medida que se aumenta o encruamento maior é a força necessária para produzir uma maior deformação;
- O encruamento pode ser removido por tratamento térmico (recristalização) onde diminui a densidade discordâncias.

FONTES DE FRANK-READ

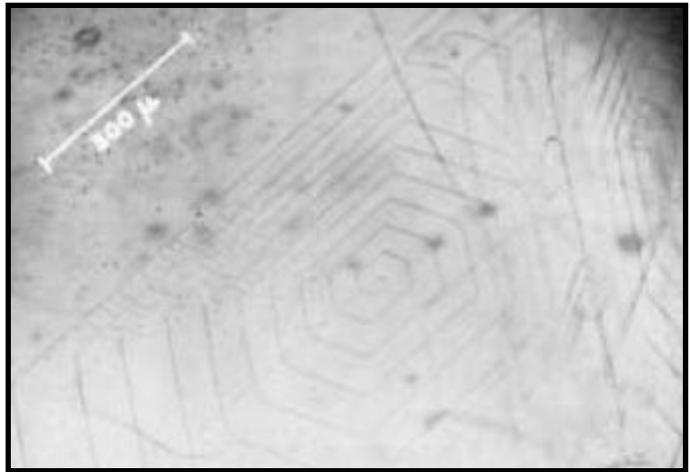
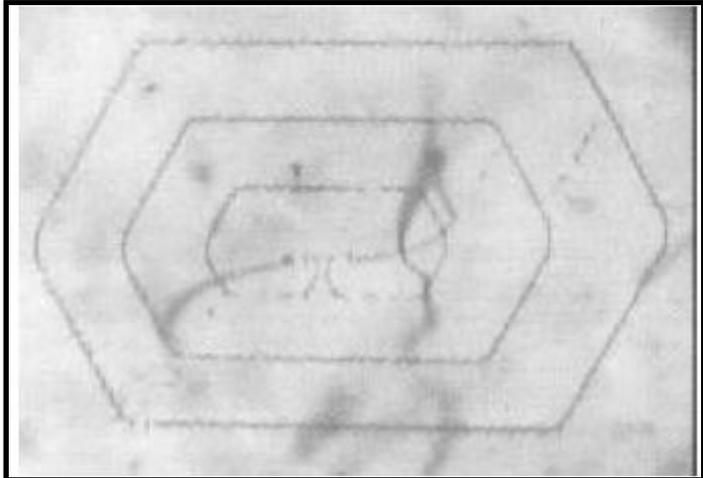
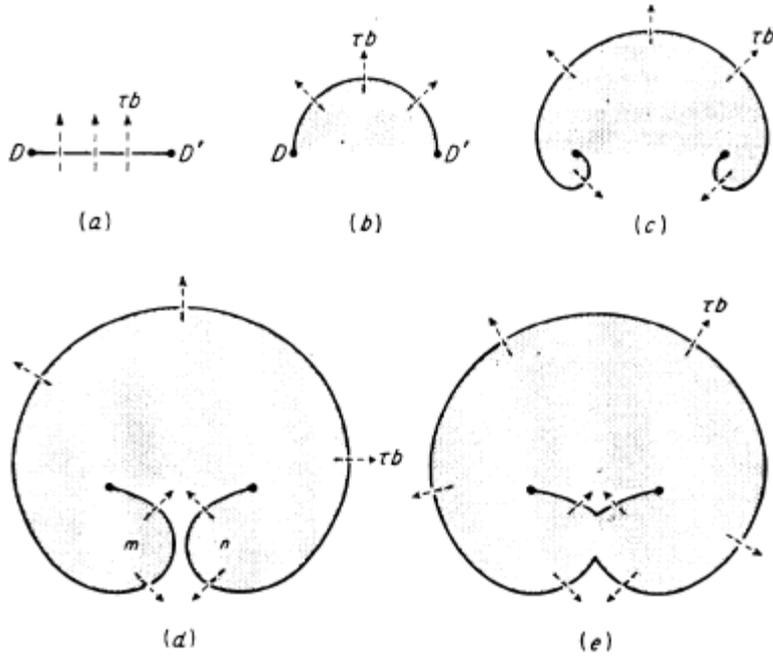
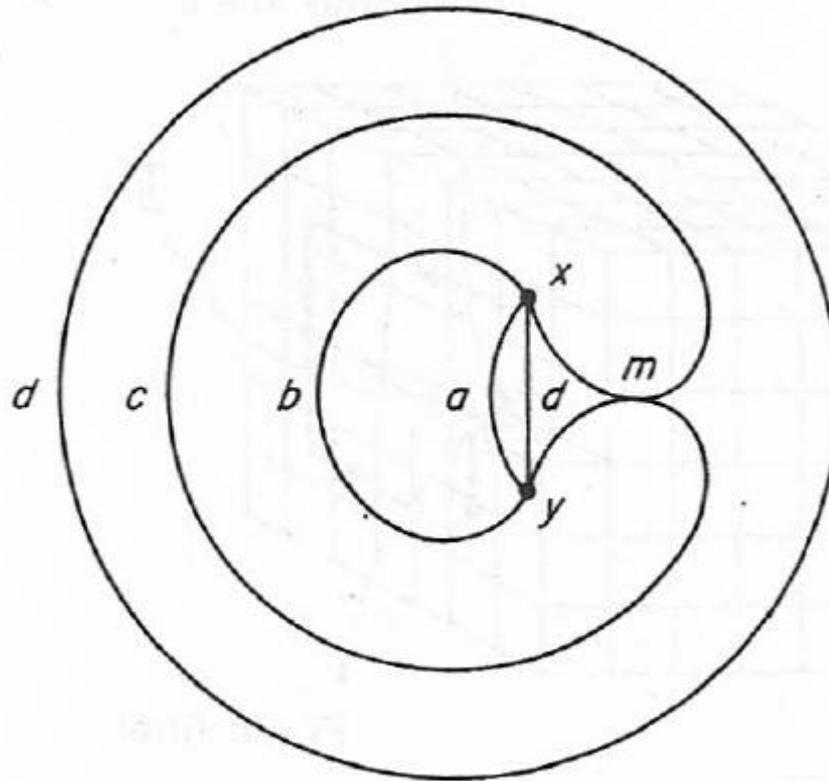


IMAGEM DE MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE TRANSMISSÃO

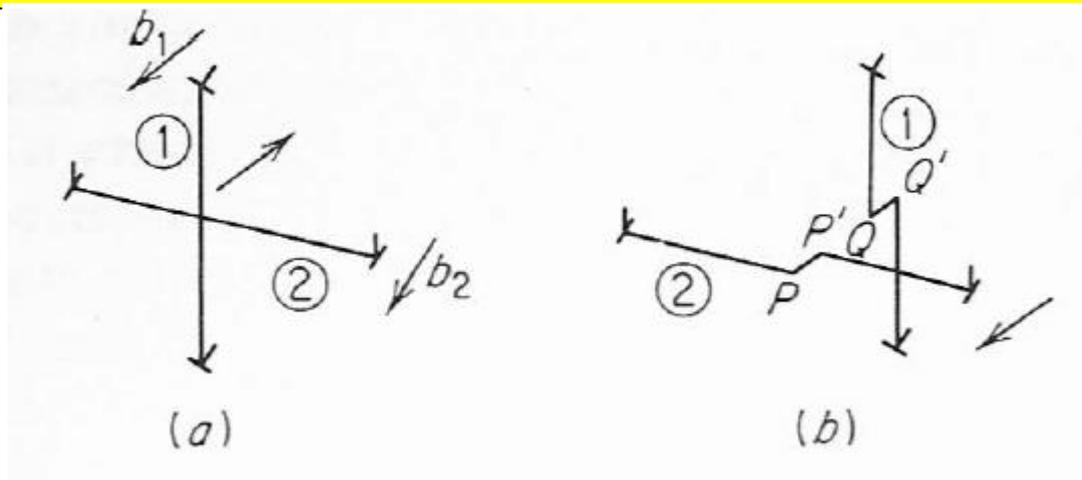
FONTES DE FRANK-READ



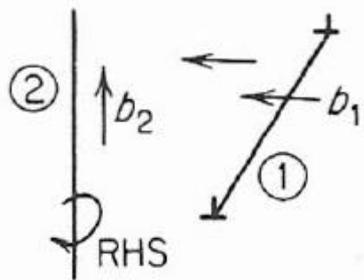
INTERAÇÃO ENTRE DISCORDÂNCIAS

INTERSEÇÃO DE DUAS DISCORDÂNCIAS-ARESTA ORTOGONAIS COM VETORES DE BURGERS PARALELOS: AMBAS FORMAM DEGRAU E AMBOS POSSUEM ORIENTAÇÃO ESPIRAL E SE ENCONTRAM NOS PLANOS DE DESLIZAMENTO ORIGINAIS DAS DISCORDÂNCIAS. SÃO CHAMADOS NORMALMENTE DE "DOBRAS", E SÃO INSTÁVEIS PORQUE DURANTE O DESLIZAMENTO PODEM-SE ALINHAR COM O RESTO DA DISCORDÂNCIA.

(ADAPTADO: DIETER)

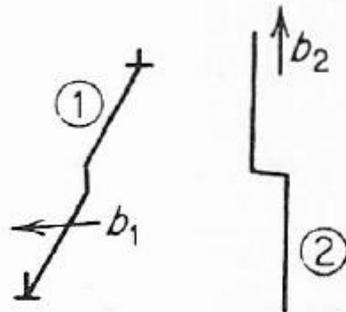


INTERAÇÃO ENTRE DISCORDÂNCIAS JOG

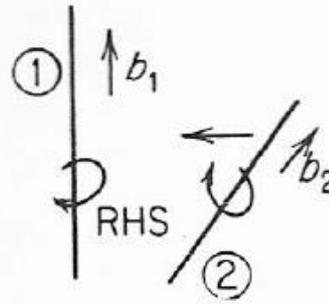


Antes

(a)

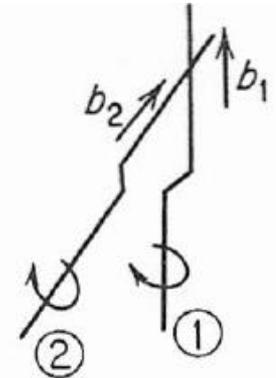


Após



Antes

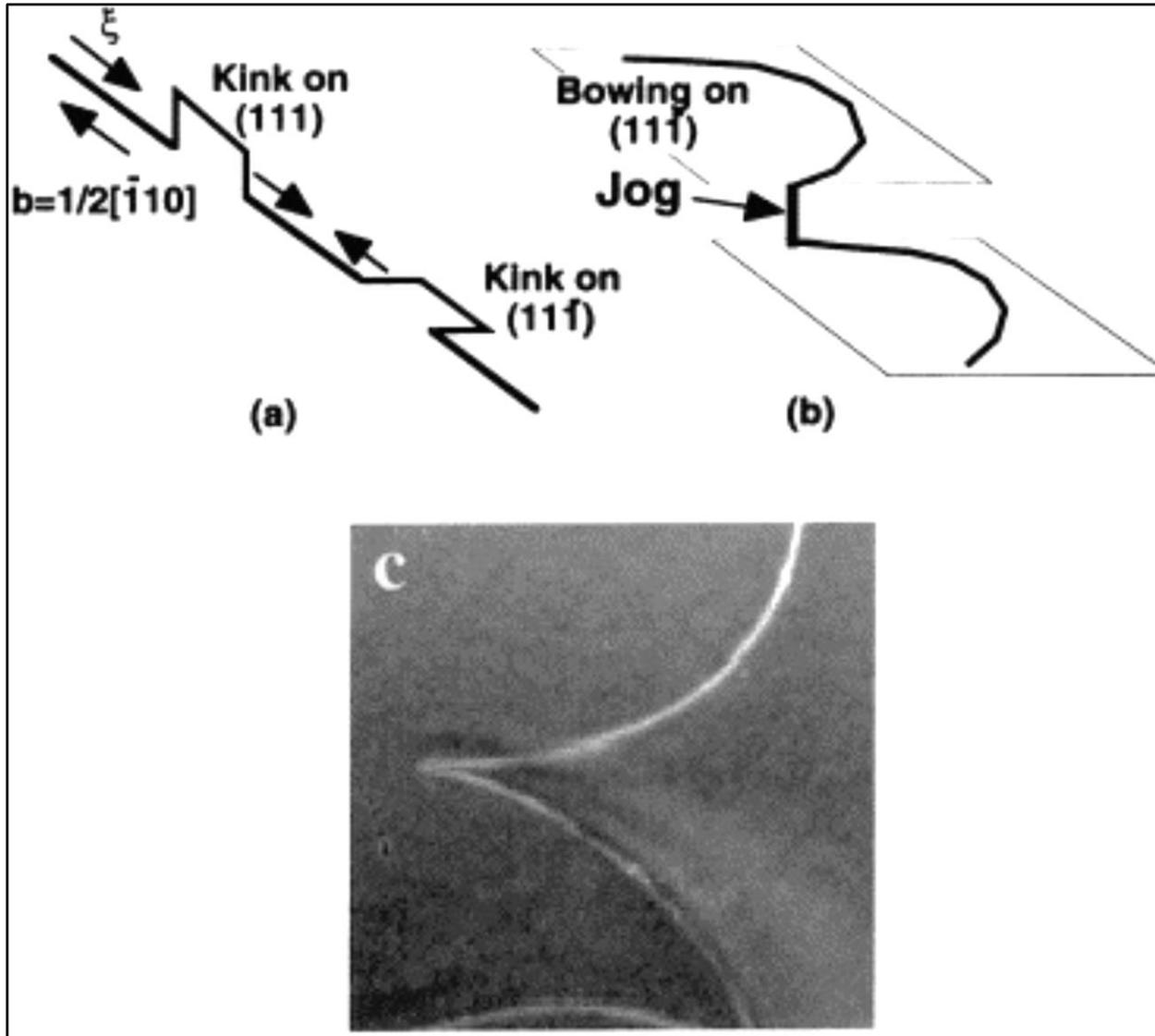
(b)



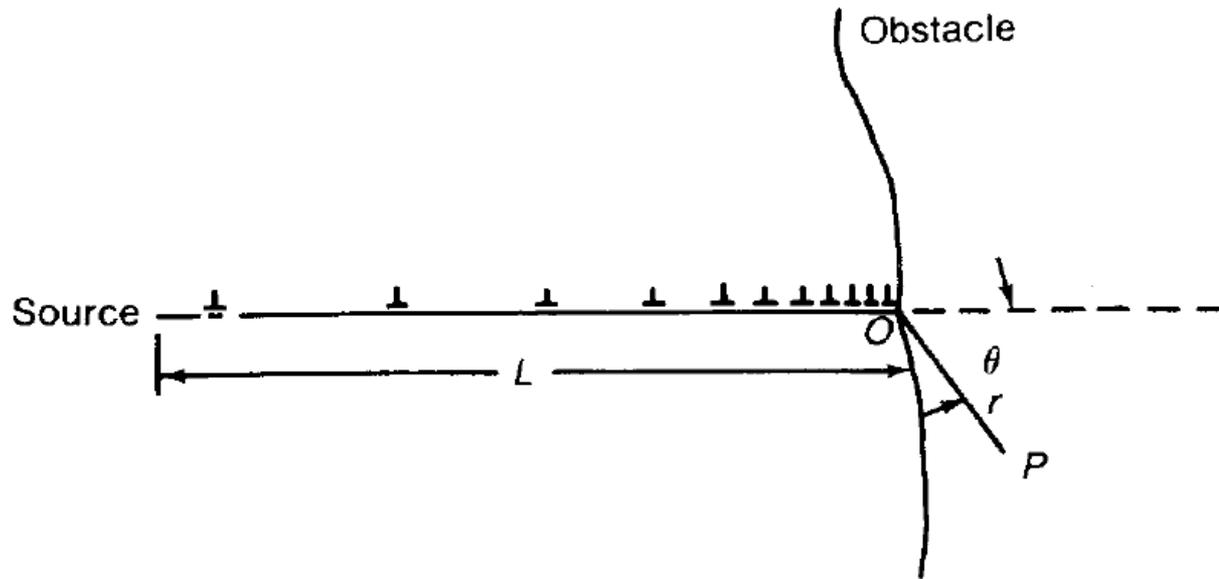
Após

(ADAPTADO: DIETER)

JOG (COTOVELO, JOELHO, RESSALTO) EM LD EM HÉLICE (MET).

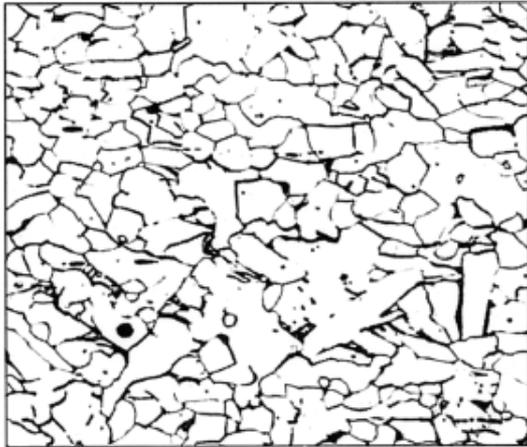


EMPILHAMENTO (PILE UP)



(ADAPTADO: DIETER)

ENCRUAMENTO



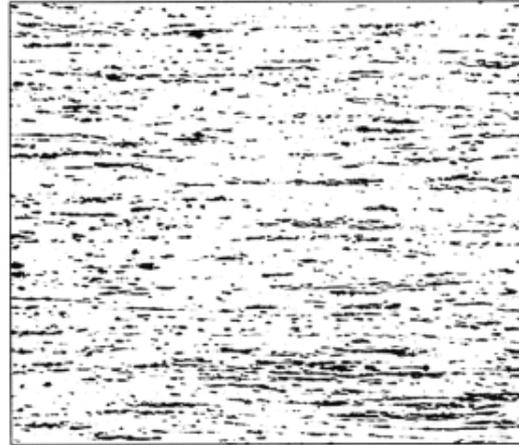
(a)



(b)



(c)



(d)

**Estrutura do grão
deformado por
trabalho a frio de
um aço baixo
carbono.**

trabalho a frio:

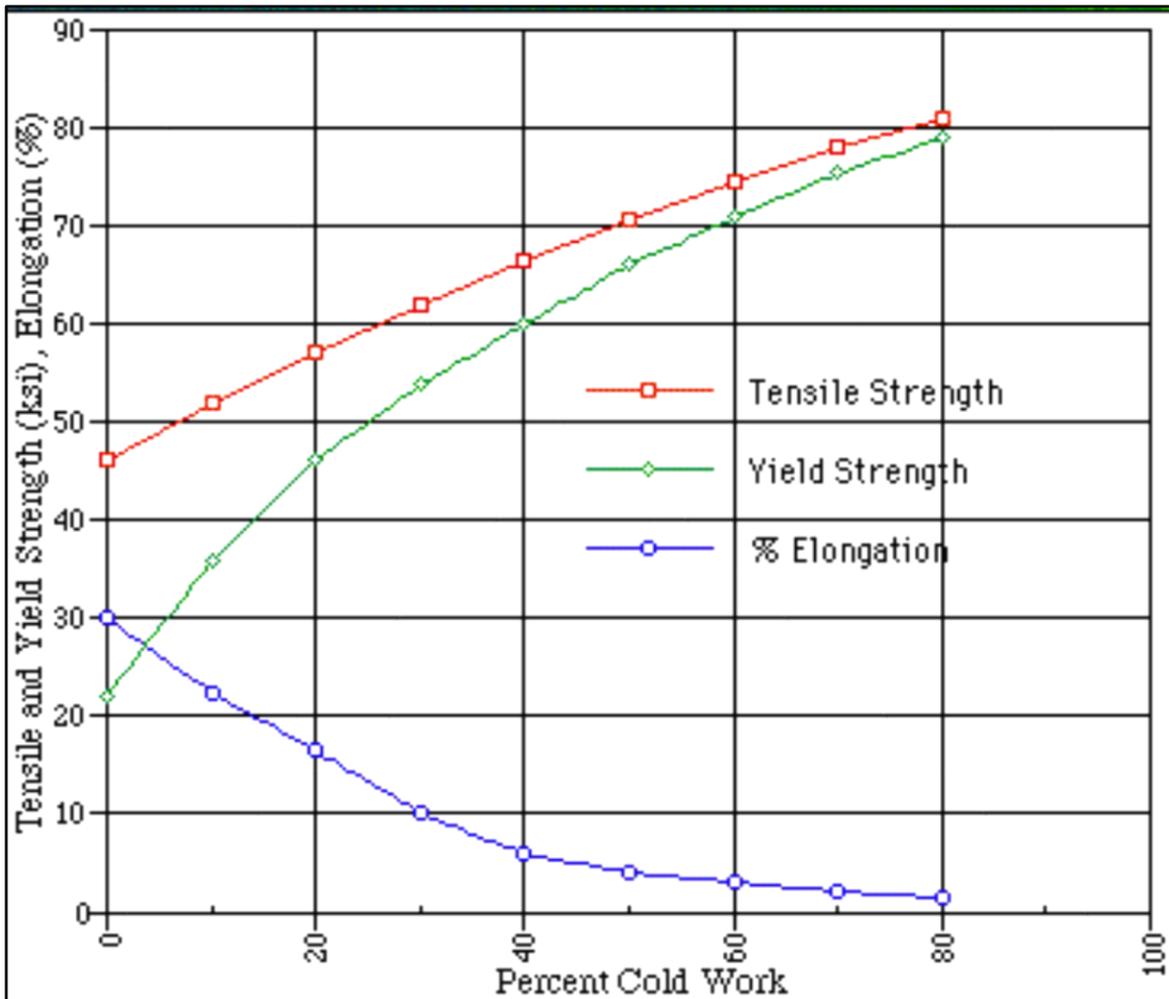
(a) 10%

(b) 30%

(c) 60% and

(d) 90% (250).

VARIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS EM FUNÇÃO DO ENCRUAMENTO

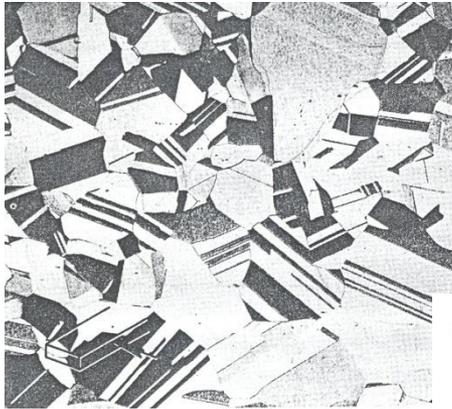


O encruamento aumenta a resistência mecânica a tração;

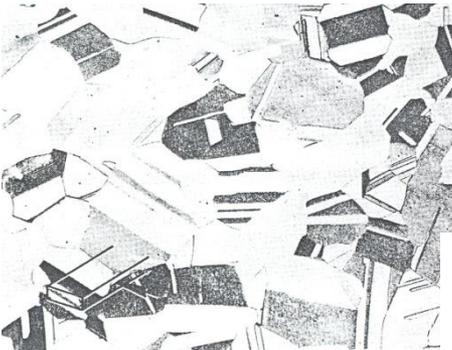
O encruamento aumenta o limite de escoamento;

O encruamento diminui a ductilidade

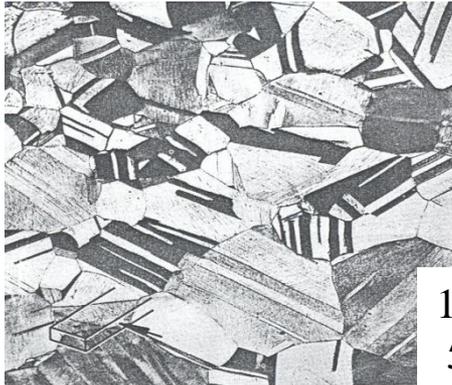
Efeito do encruamento (%redução a frio) sobre a Resistência à Tração



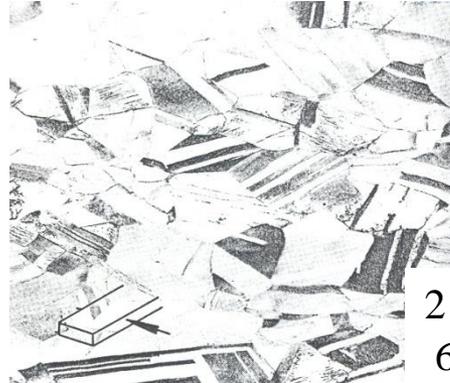
Original
43 kpsi



6% red.
49 kpsi



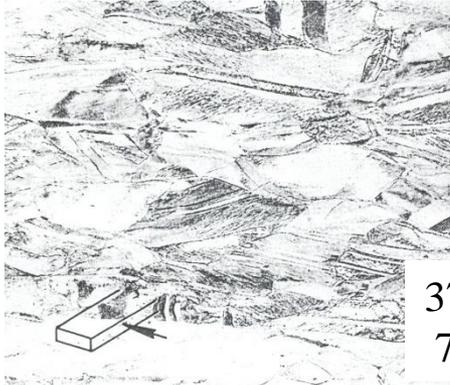
11% red.
54 kpsi



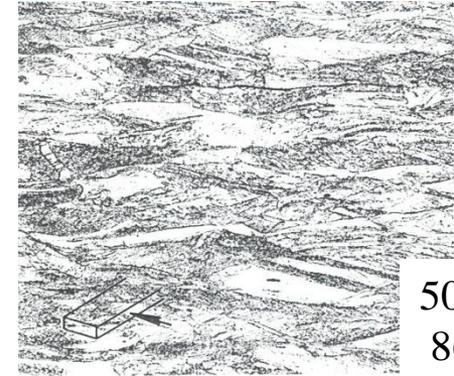
21% red.
62 kpsi



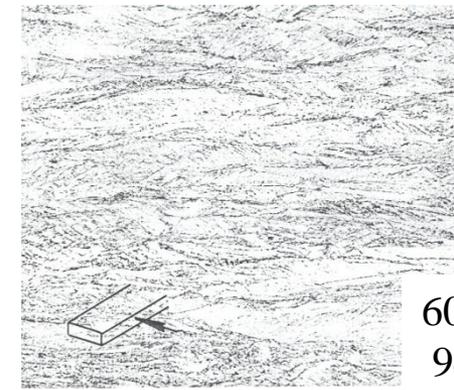
29% red.
69 kpsi



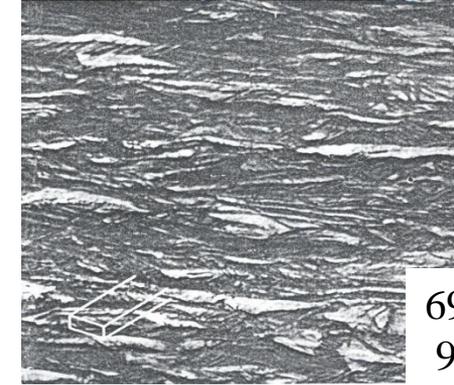
37% red.
76 kpsi



50% red.
86 kpsi

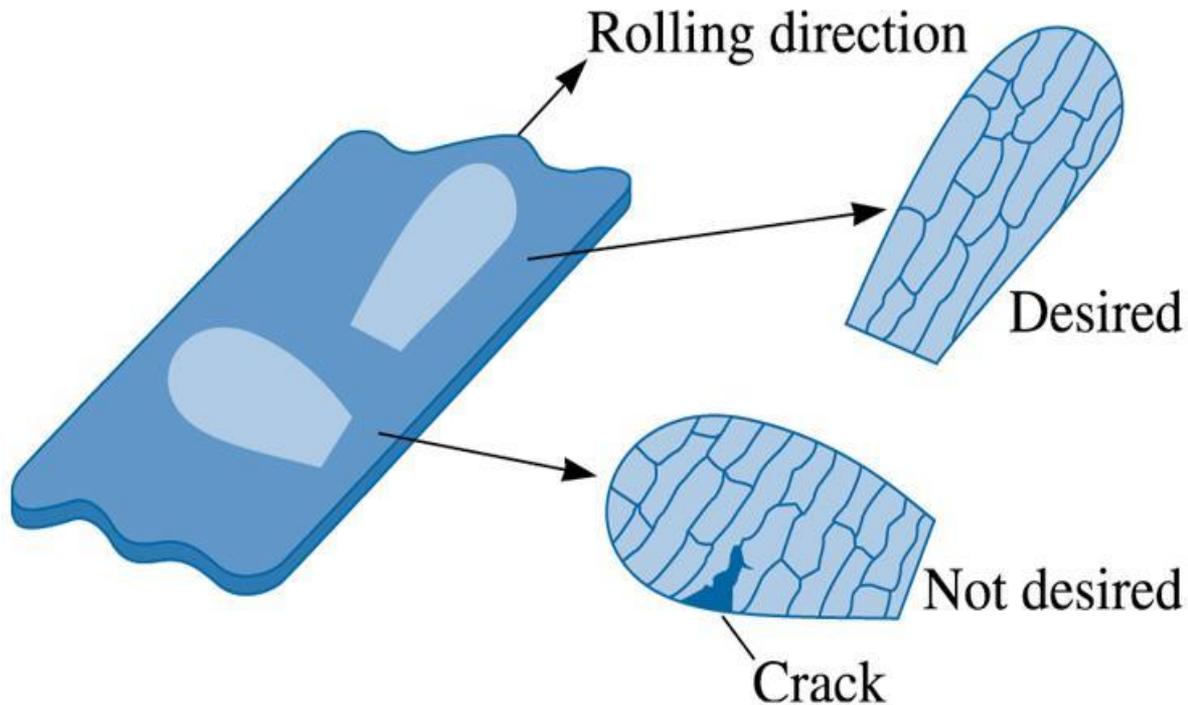


60% red.
94 kpsi



69% red.
99 kpsi

ANISOTROPIA



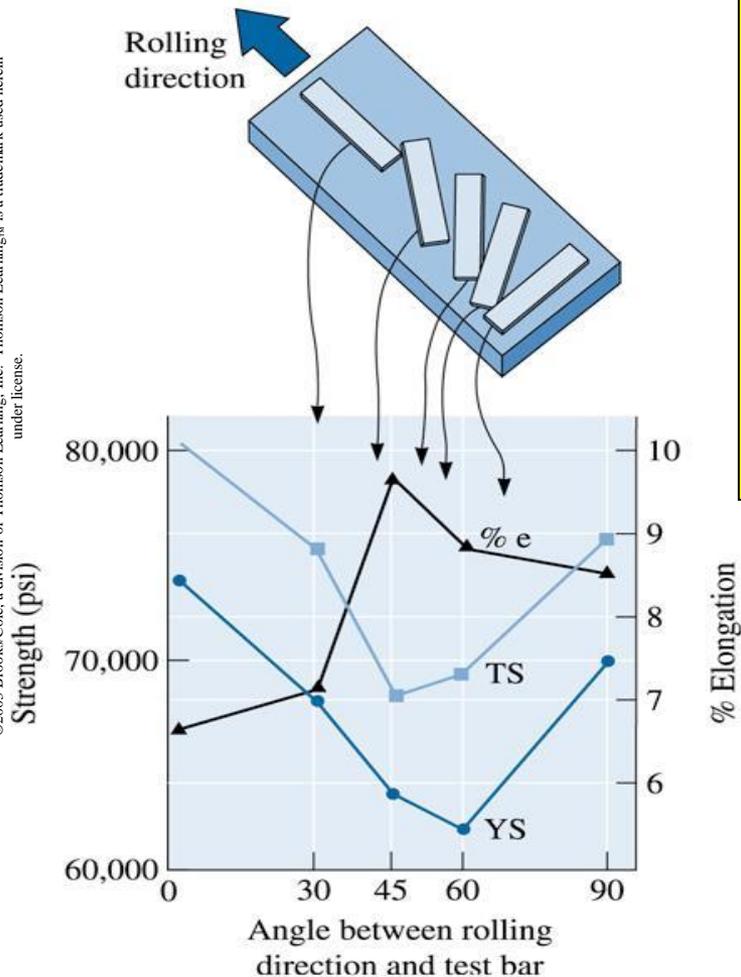
O alinhamento dos grãos e o alongamento das inclusões causam um direcionamento destas.

ANISOTROPIA

Comportamento anisotrópico de uma chapa de Al-Li usado em aplicações aeroespaciais.

Observe as variações em resistência em função das orientações dos grãos.

©2003 Brooks/Cole, a division of Thomson Learning, Inc. Thomson Learning[®] is a trademark used herein under license.



FIM