



09

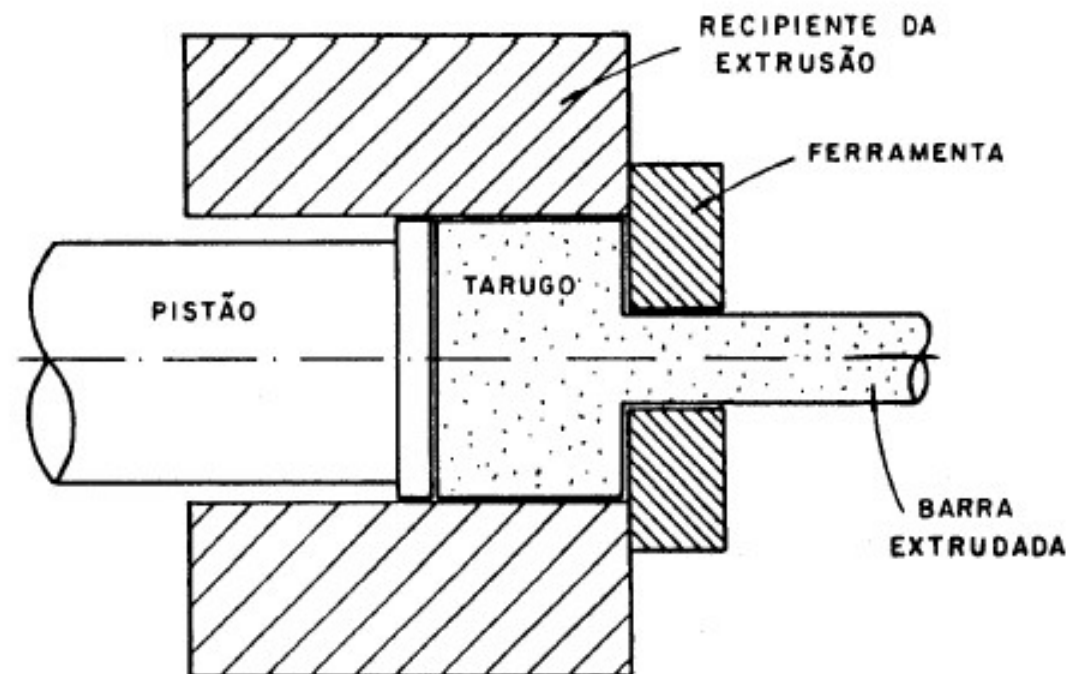
MATERIAIS E PROCESSOS MECÂNICOS DE FABRICAÇÃO

Engenharia de Controle e Automação
Prof. Luis Fernando Maffei Martins

Extrusão

A extrusão é um processo de conformação plástica que consiste em fazer passar um tarugo ou lingote (de secção circular), colocado dentro de um recipiente, pela abertura existente no meio de uma ferramenta, colocada na extremidade do recipiente, por meio da ação de compressão de um pistão acionado pneumaticamente ou hidraulicamente.

Extrusão



Extrusão

A extrusão é realizada normalmente a temperatura de trabalho acima da temperatura de recristalização do material, ou seja, **a quente**, portanto provoca deformação plástica sem o efeito do encruamento.

Portanto, normalmente, o processo de extrusão visa a produção de perfis metálicos com propriedades mecânicas controladas e de comprimento limitado pelo volume do lingote inicial.

Extrusão

Lingote → proveniente de um processo de fundição

Tarugo → proveniente de um processo de laminação

Extrusão

Para os metais não ferrosos comuns, é usual a utilização, ao invés do processo de laminação, do processo de extrusão para a obtenção dos perfis de forma variada, apesar da limitação do comprimento do produto obtido.

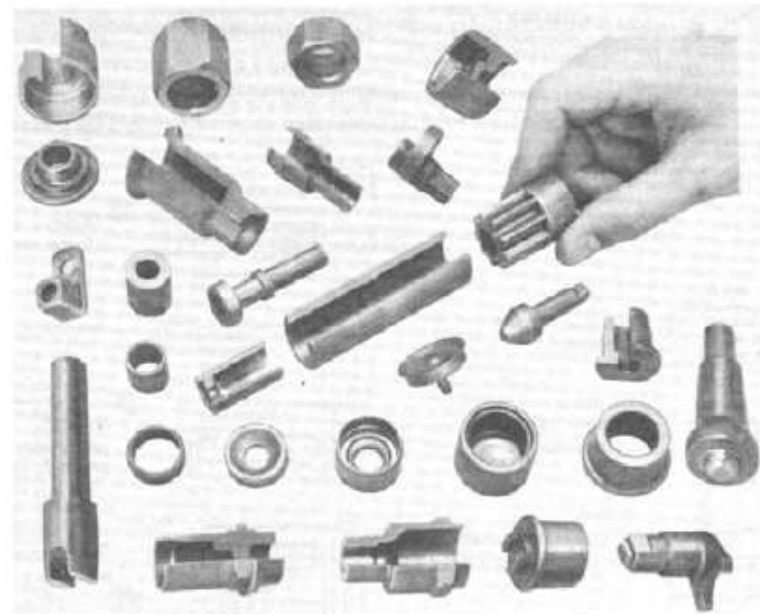
Extrusão a quente

- altas reduções de área em uma única etapa
- é o processo mais utilizado para produção de produtos longos como barras, tubos, perfis

| METAL | TEMPERATURA °C |
|-----------------------|----------------|
| Chumbo | 200 - 250 |
| Alumínio e suas ligas | 375 - 475 |
| Cobre e suas ligas | 650 - 950 |
| Aços | 875 - 1300 |
| Ligas Refratárias | 975 - 2200 |

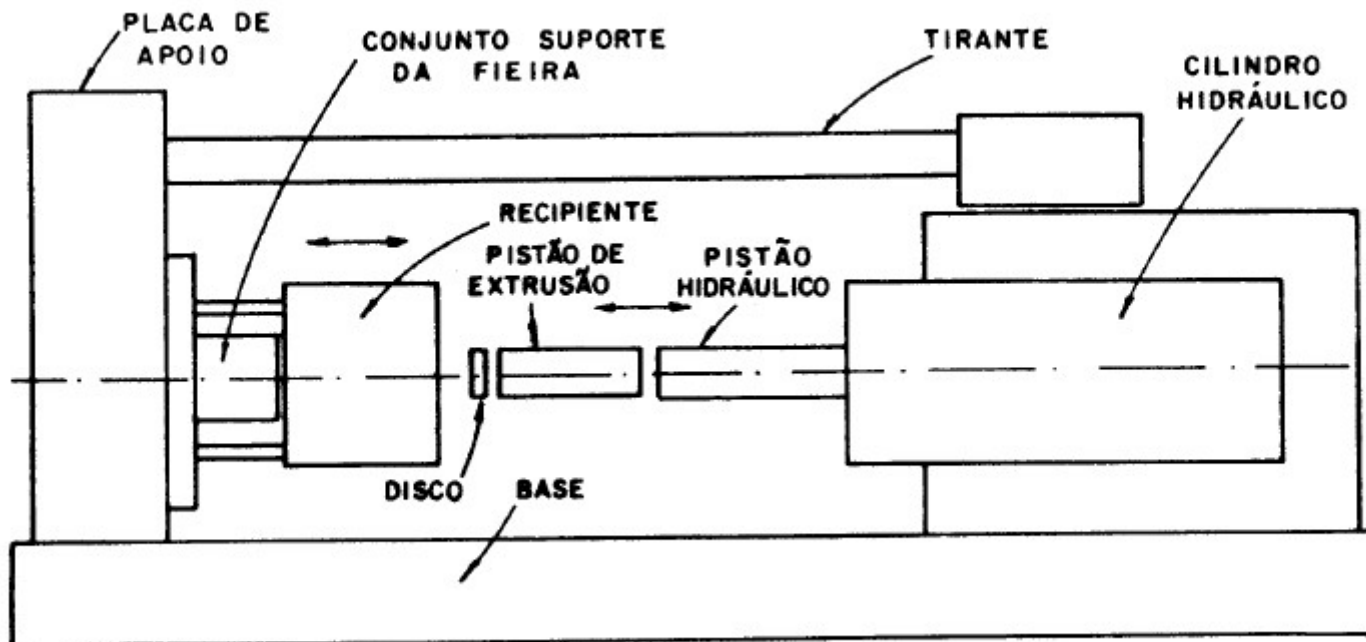
Extrusão a frio

- pequenas reduções de área em vários estágios
- obtenção de peças de precisão



Exemplos de peças obtidas por extrusão a frio

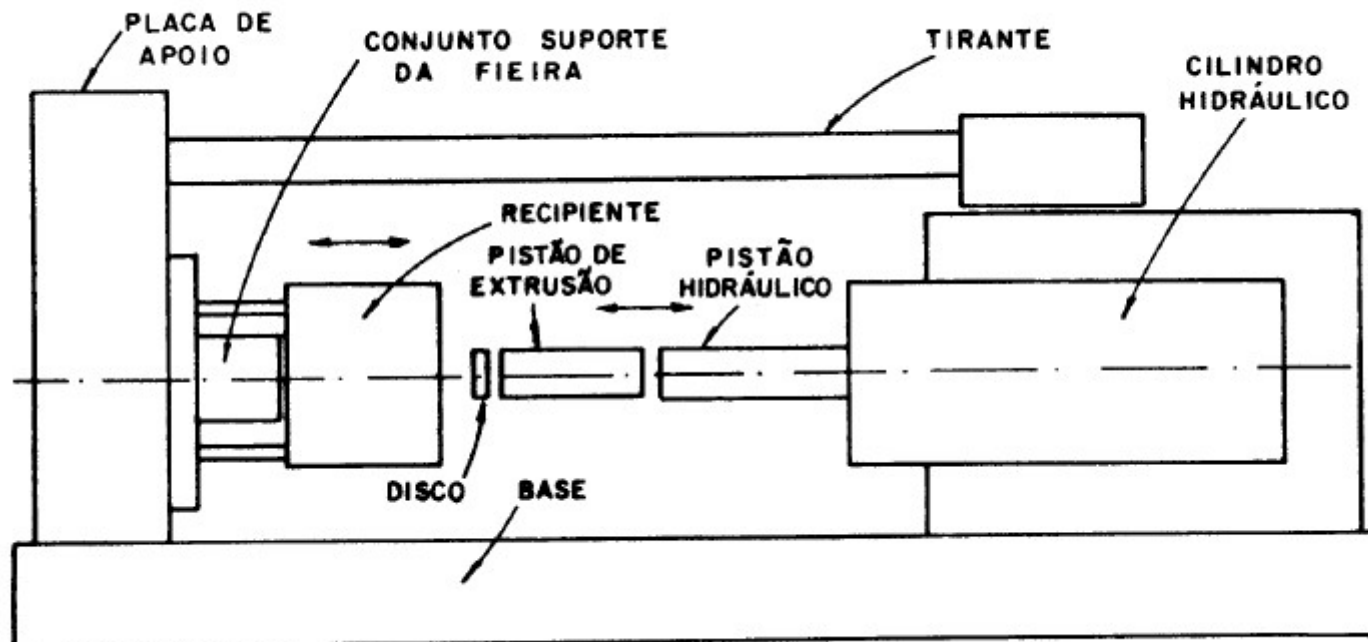
Equipamento



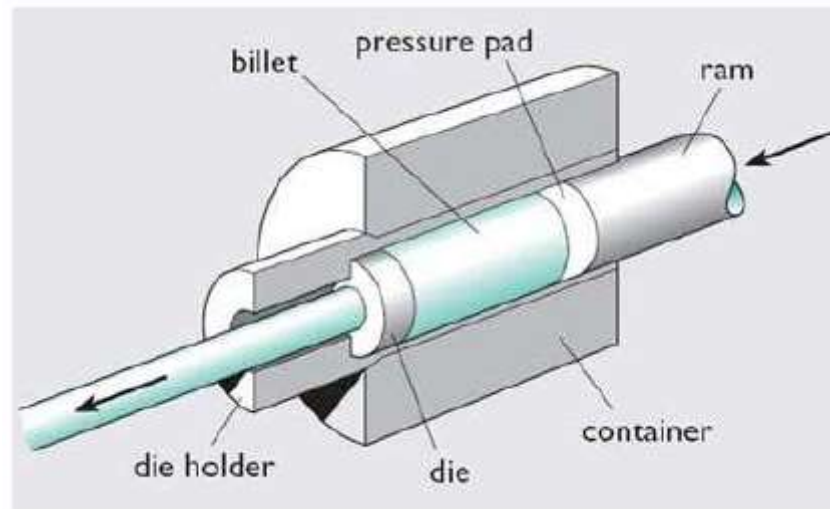
Equipamento

- prensa hidráulica horizontal, normalmente de 1000 a 8000 t.
- prensa: conjunto cilindro-pistão hidráulico em que o cilindro necessita de constante alimentação do líquido sob pressão para movimentar o pistão.

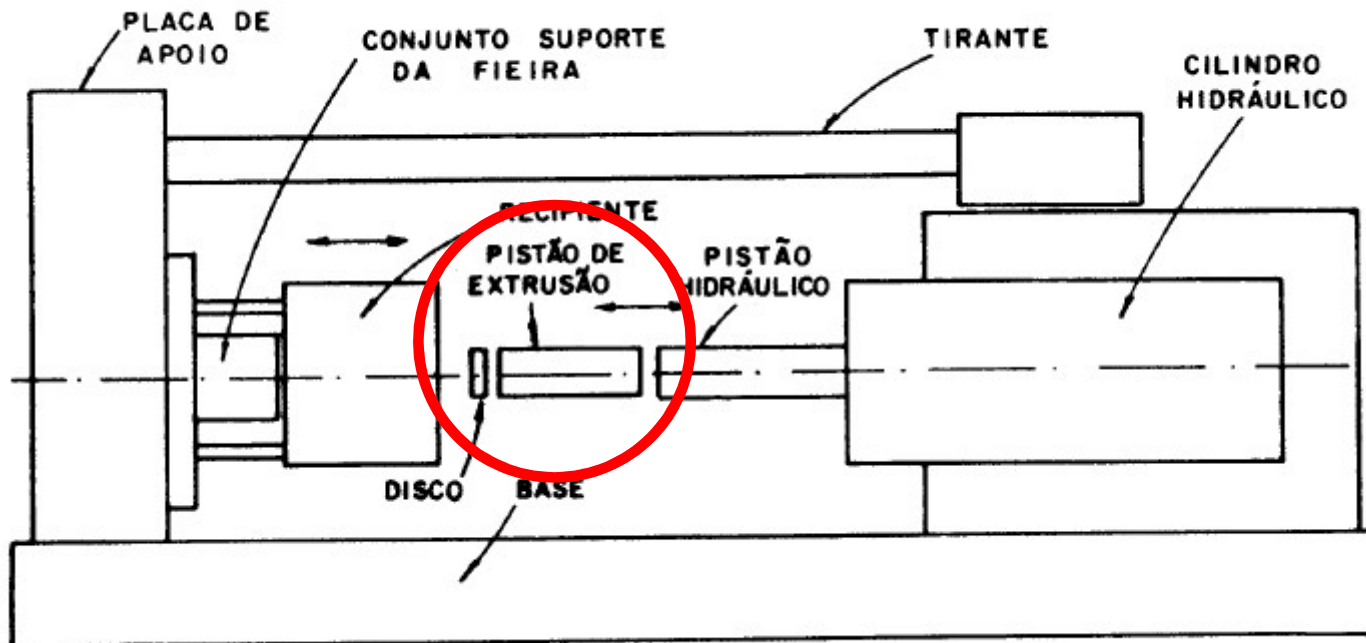
Equipamento



Equipamento

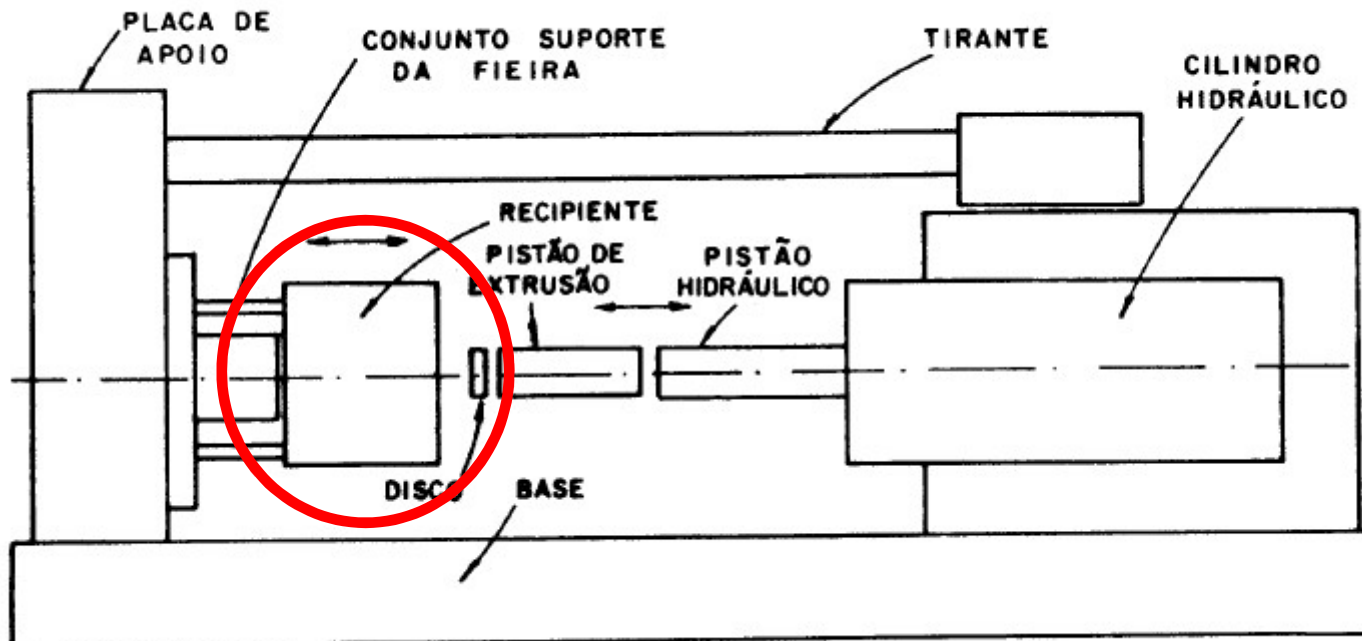


Equipamento



Pistão de extrusão: exposto a esforço mecânico e altas temperaturas – fabricado em aço liga. Normalmente são utilizados diferentes diâmetros em função das dimensões do tarugo utilizado e das peças extrudadas.

Equipamento



Recipiente: constituído por duas partes, sendo uma delas a camisa interna, que sofre ação da abrasão e altas temperaturas, sendo produzido por aços-liga.

Produtos extrudados



Produtos extrudados



Produtos extrudados



Produtos extrudados



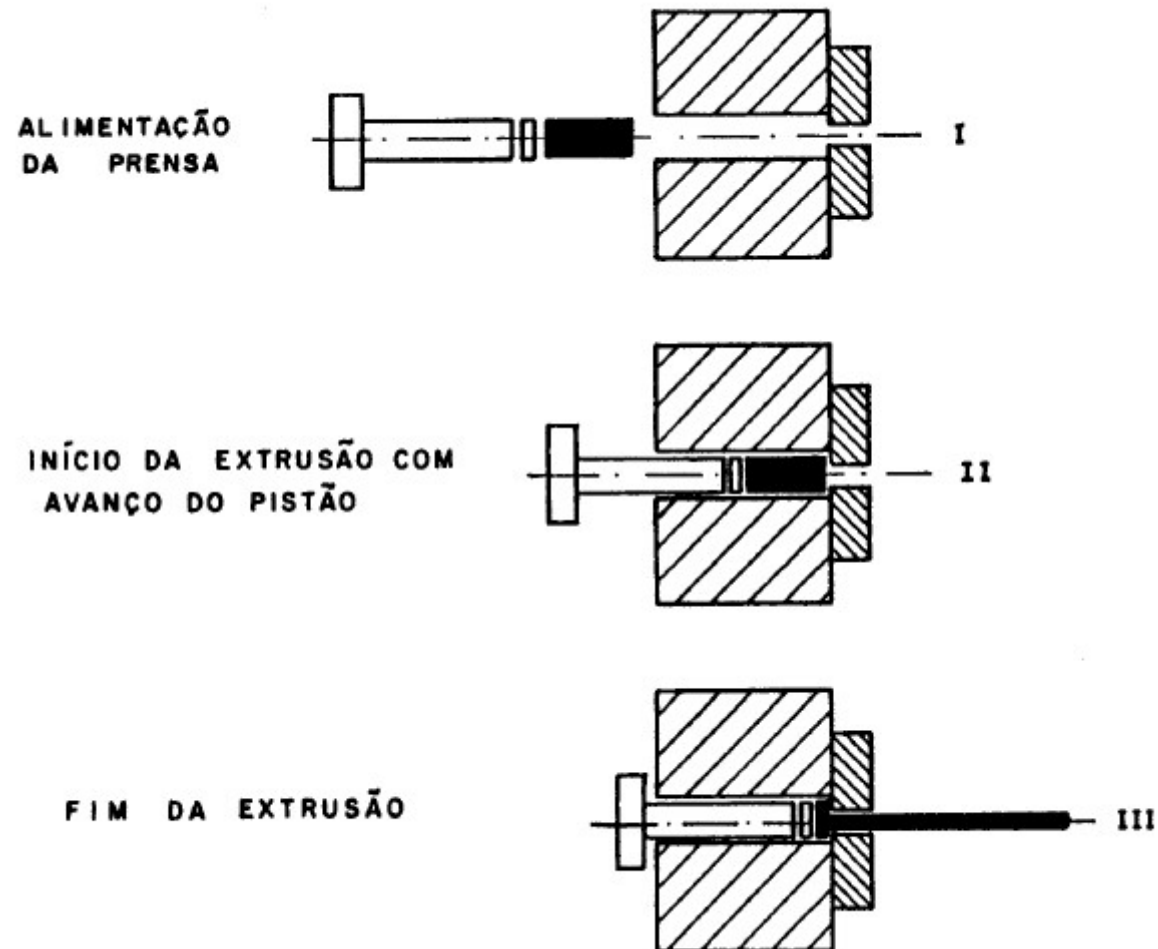
Matriz de extrusão



Matriz de extrusão

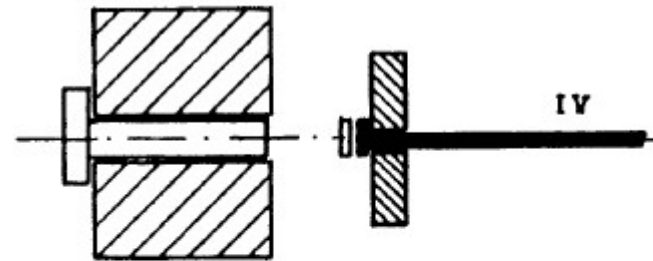
- Influencia diretamente na qualidade do produto
- Baixa rugosidade – superfície polida
- Alta resistência à abrasão
- Alta resistência mecânica
- Aplicação de revestimentos superficiais

Processo de extrusão

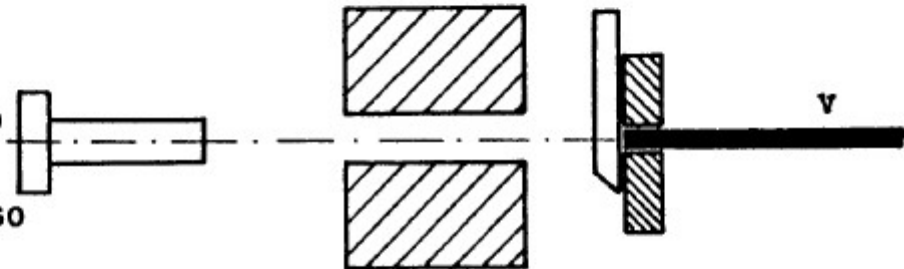


Processo de extrusão

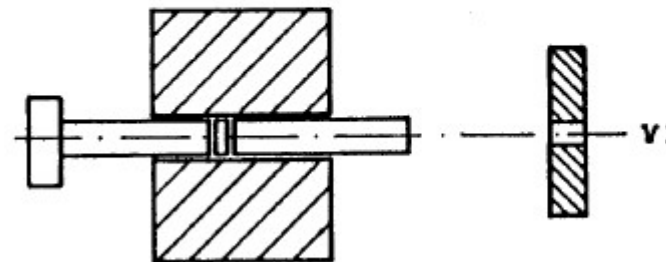
RETIRADA DA FERRAMENTA
E DO EXTRUDADO COM O
RESÍDUO DO TARUGO



RECUO DO PISTÃO
E CORTE DO
RESÍDUO DO TARUGO



RETIRADA DA CASCA DO
TARUGO COM AVANÇO DO
PUNÇÃO USANDO O DISCO
DE RASPAGEM



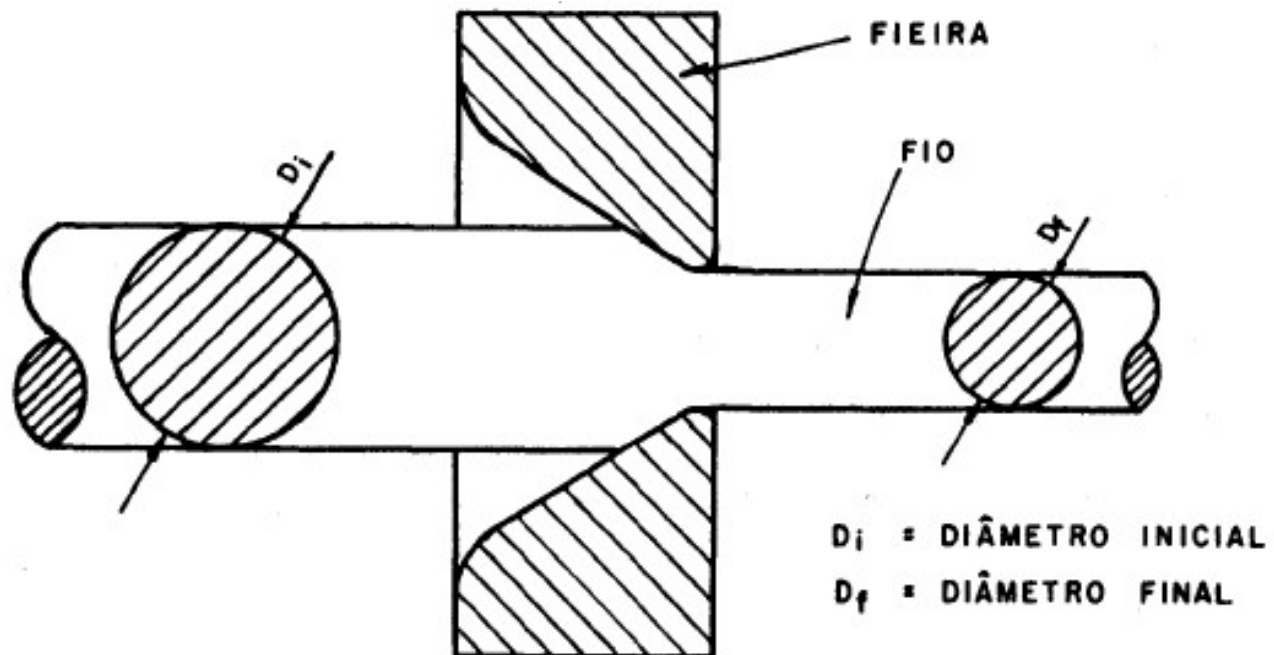
Trefilação

A trefilação é um processo de conformação plástica que se realiza pela operação de conduzir um fio (ou barra ou tubo) através de uma ferramenta (fieira), que contém um furo, por onde passa o fio.

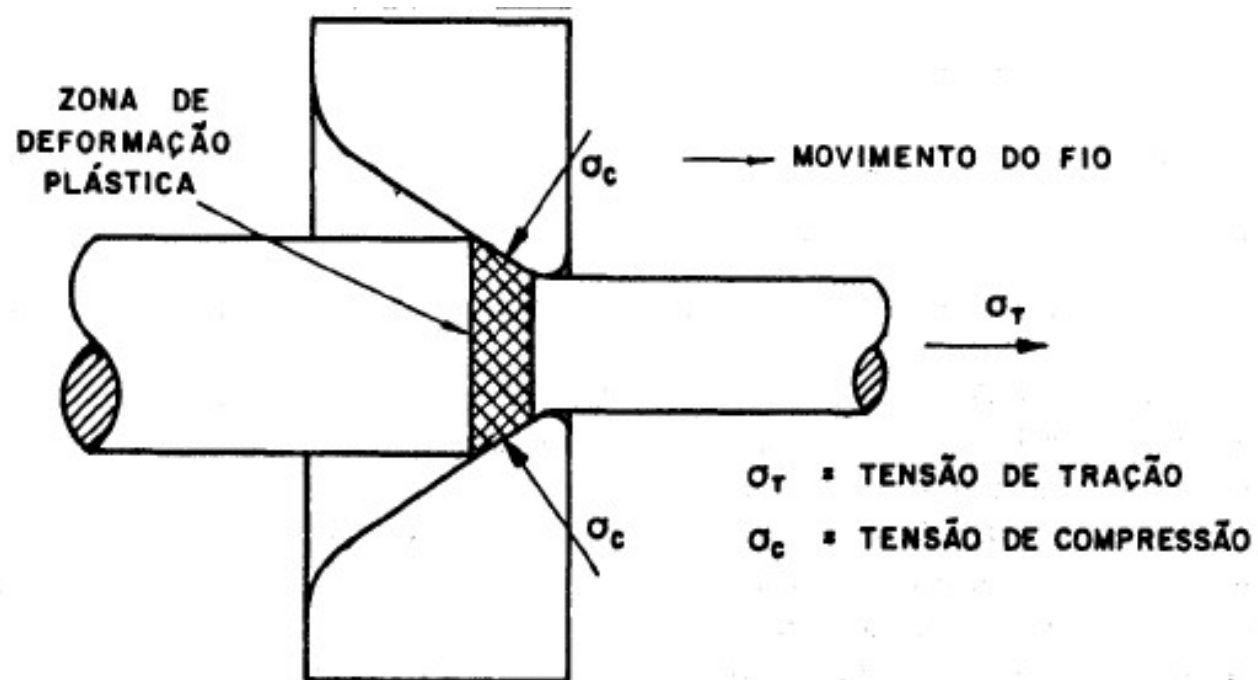
Esse furo tem o diâmetro decrescente, e apresenta um perfil na forma de funil curvo ou cônico.

A matéria-prima é um produto na forma de arame (ou barra ou tubo) obtido pelo processo de extrusão (para metais não-ferrosos) ou pelo processo de laminação (para metais ferrosos e não-ferrosos).

Trefilação



Trefilação



Processo de compressão indireta

Trefilação

A passagem do fio pela fieira provoca a redução de sua secção e, como a operação é comumente realizada a frio, ocorre o encruamento com alteração das propriedades mecânicas do material.

Trefilação

A passagem do fio pela fieira provoca a redução de sua secção e, como a operação é comumente realizada a frio, ocorre o encruamento com alteração das propriedades mecânicas do material.



Pode ser necessário realizar tratamentos térmicos intermediários de recozimento para permitir maior redução de área, ou para atingir as propriedades mecânicas objetivadas.

Equipamentos

máquinas de trefilar
sem deslizamento

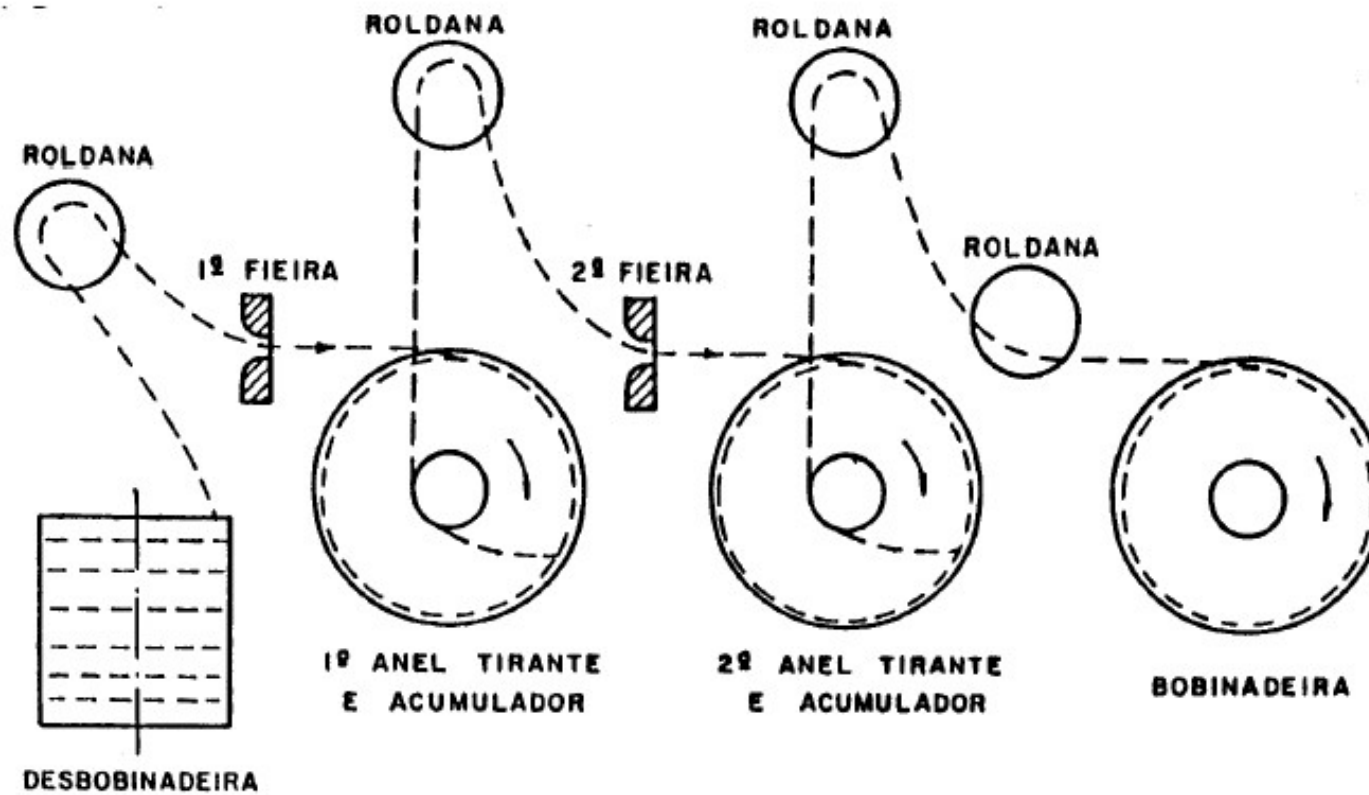
máquinas de trefilar
com deslizamento

Trefilas sem deslizamento

A máquina de trefilar sem deslizamento contém um sistema de tração do fio, para conduzi-lo através da fieira, constituído de um anel tirante que primeiro acumula o fio trefilado para depois permitir o seu movimento em direção a uma segunda fieira.

Nesta, o fio passa tracionado por um segundo anel tirante que também acumula fio trefilado. O processo prossegue de igual modo para as fieiras seguintes nos tradicionais sistemas de trefilação múltiplos e contínuos, ou seja, com diversas fieiras em linha na mesma máquina.

Trefilas sem deslizamento



Trefilas sem deslizamento

Devido ao aumento de comprimento do fio após a passagem por cada fieira, as velocidades dos anéis são diferentes e de valor crescente, para a compensação desse aumento de comprimento.

Contudo, essas diferenças de velocidade nem sempre são facilmente atingidas com precisão, o que torna necessária a acumulação do fio nos anéis para atuar como reserva de fio, se os anéis seguintes atuarem a uma velocidade maior, até o reajuste necessário para manter novamente a proporção ideal entre as velocidades dos anéis.

Se a quantidade do fio acumulado num anel for aumentando, deve-se reduzir a velocidade desse anel ou aumentar a velocidade do anel seguinte.

Trefilas com deslizamento

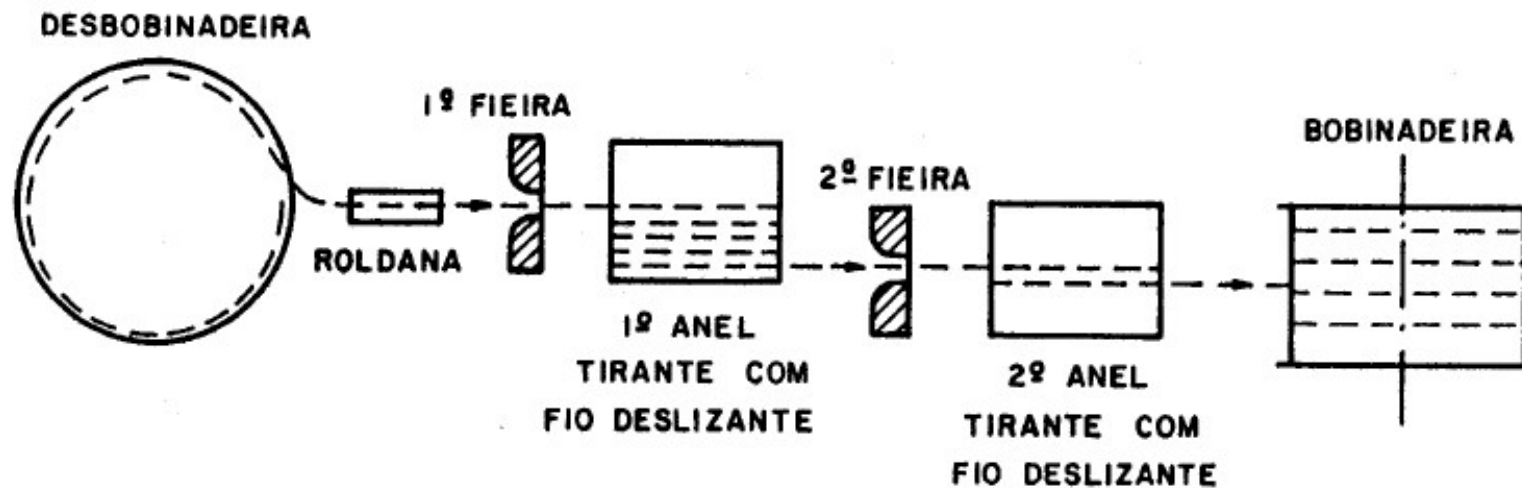
O fio parte de uma bobina, num recipiente denominado desbobinadeira, passa por uma roldana e se dirige alinhado a primeira fieira. Na saída da fieira, o fio é tracionado por um anel tirante, no qual ele dá certo número de voltas, em forma de hélice, de tal modo que no início da hélice o fio fique alinhado com a primeira fieira e no fim da hélice com a segunda fieira;

O movimento do fio na forma de hélice provoca o seu deslizamento lateral no anel;

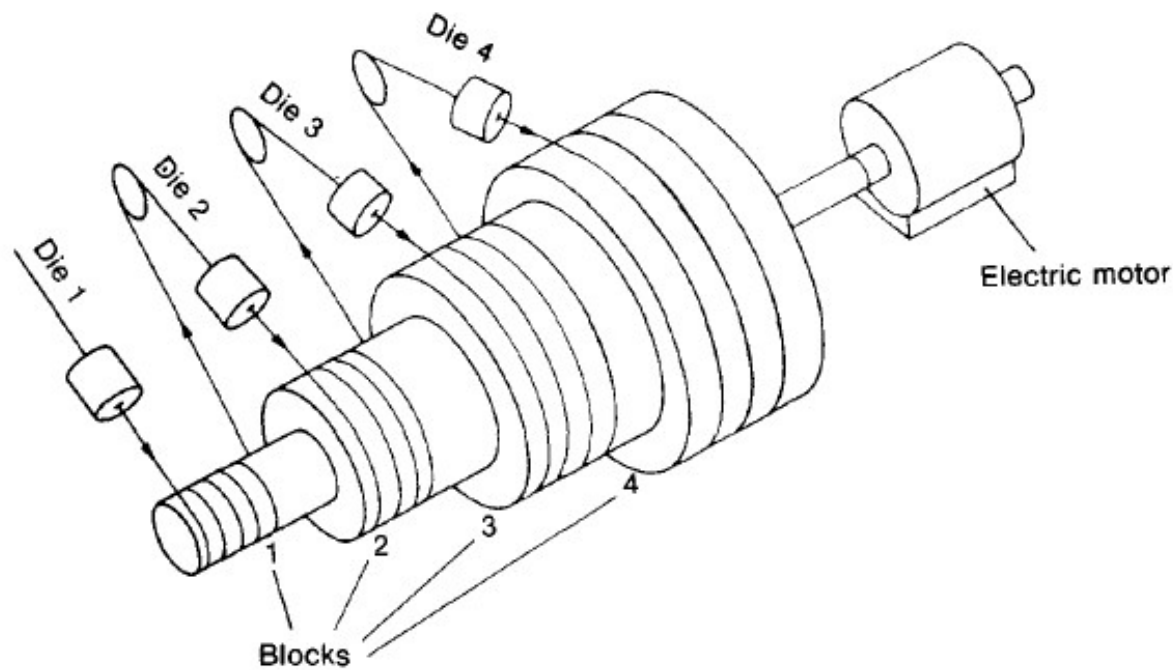
O segundo anel faz o fio passar pela segunda fieira, porém girando a uma velocidade maior do que a do primeiro anel, para compensar o aumento do comprimento do fio;

O sistema prossegue dessa forma para as demais fieiras e anéis.

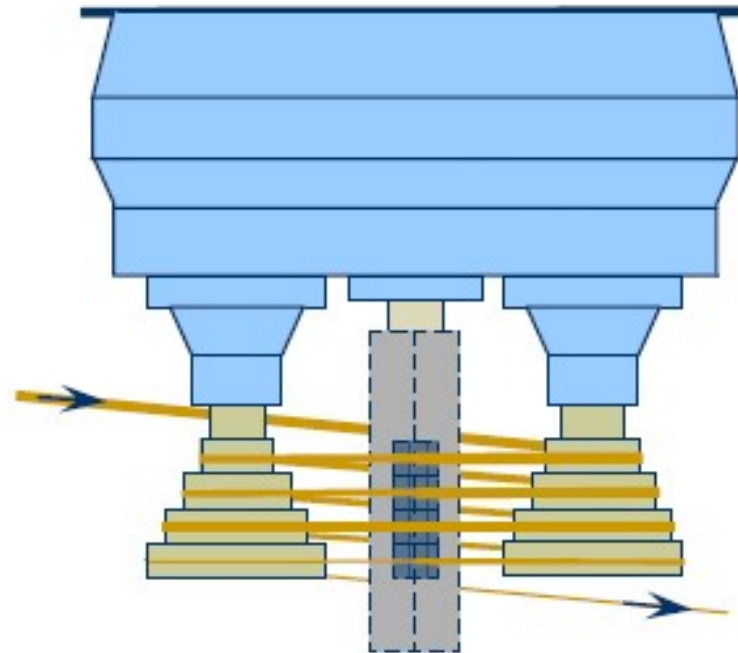
Trefilas com deslizamento



Trefilas com deslizamento



Trefilas com deslizamento



Fieira

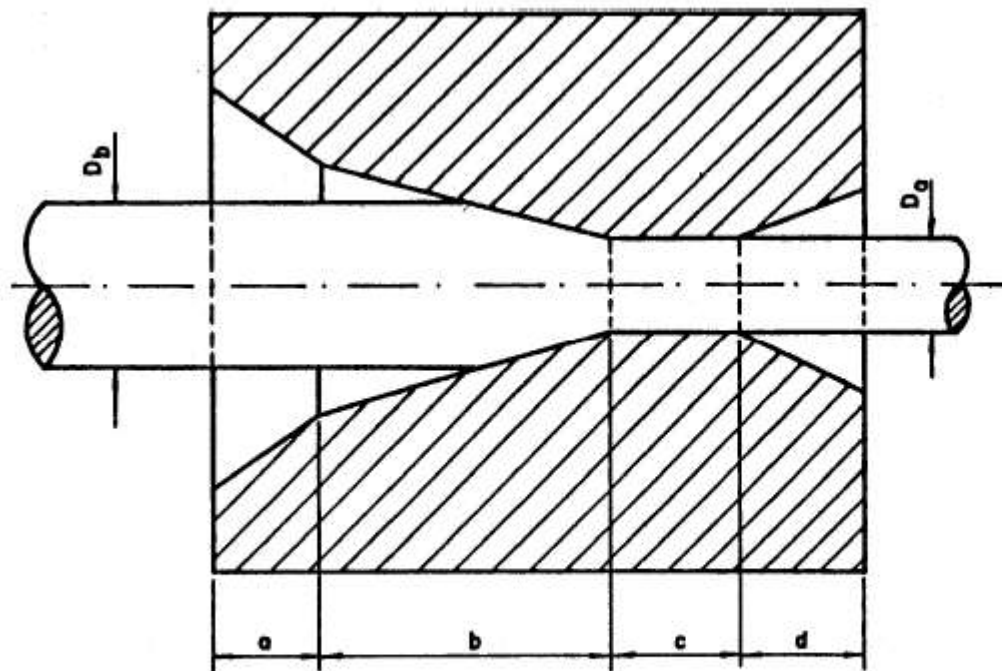
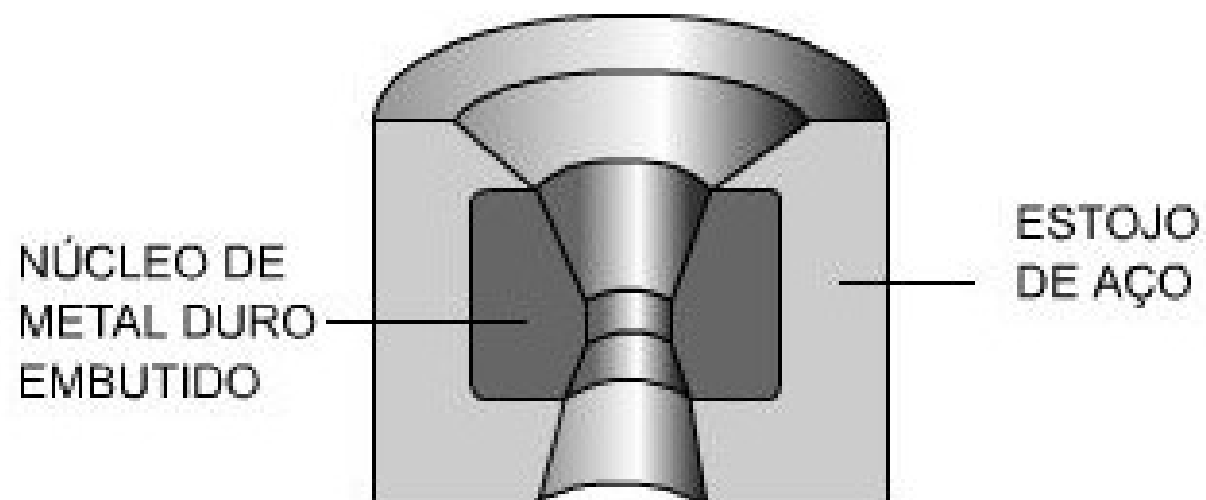


Figura 4.4 - Representação das regiões da fieira: a - cone de entrada, b - cone de trabalho, c - cilindro de calibração e d - cone de saída

Fieira

- O cone de entrada tem a finalidade de guiar o fio em direção ao cone de trabalho e permitir que o lubrificante acompanhe o fio.
- No cone de trabalho ocorre a redução.
- No cilindro de calibração ocorre o ajuste do diâmetro do fio.
- O cone de saída deve proporcionar uma saída livre do fio.

Fieira



Fieira



Fieira

Materiais da fieira mais utilizados são:

Carbonetos sinterizados (sobretudo WC)

Metal duro

Aços de alto C revestidos de Cr

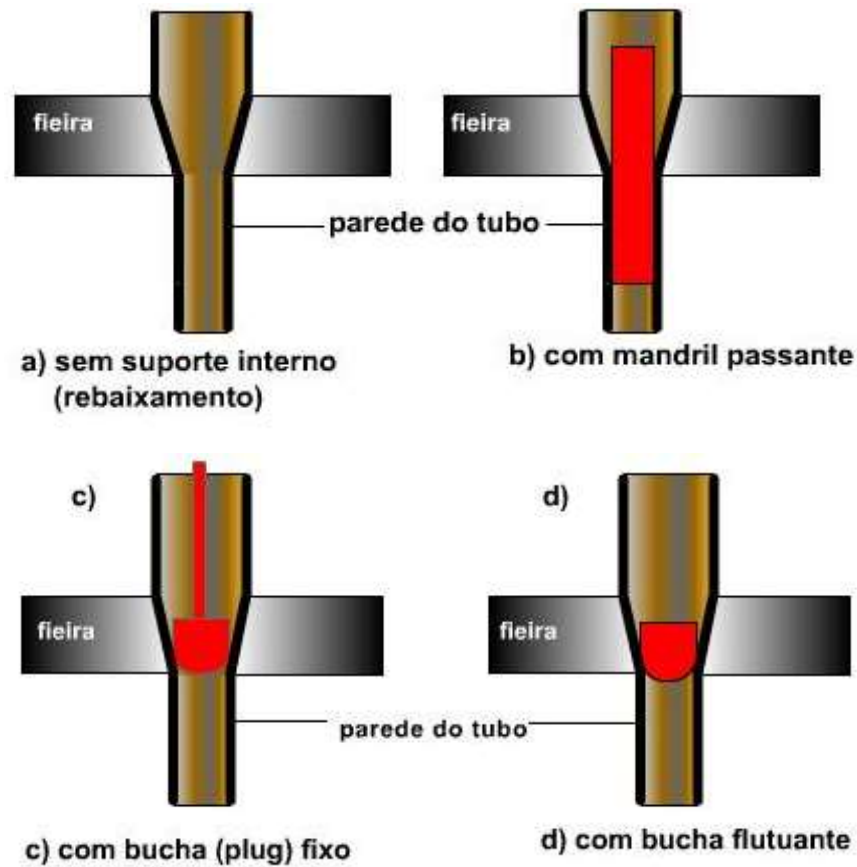
Aços especiais (Cr-Ni, Cr-Mo, Cr-W, etc.)

Ferro fundido branco

Cerâmicos (pós de óxidos metálicos sinterizados)

Diamante (p/ fios finos ou de ligas duras)

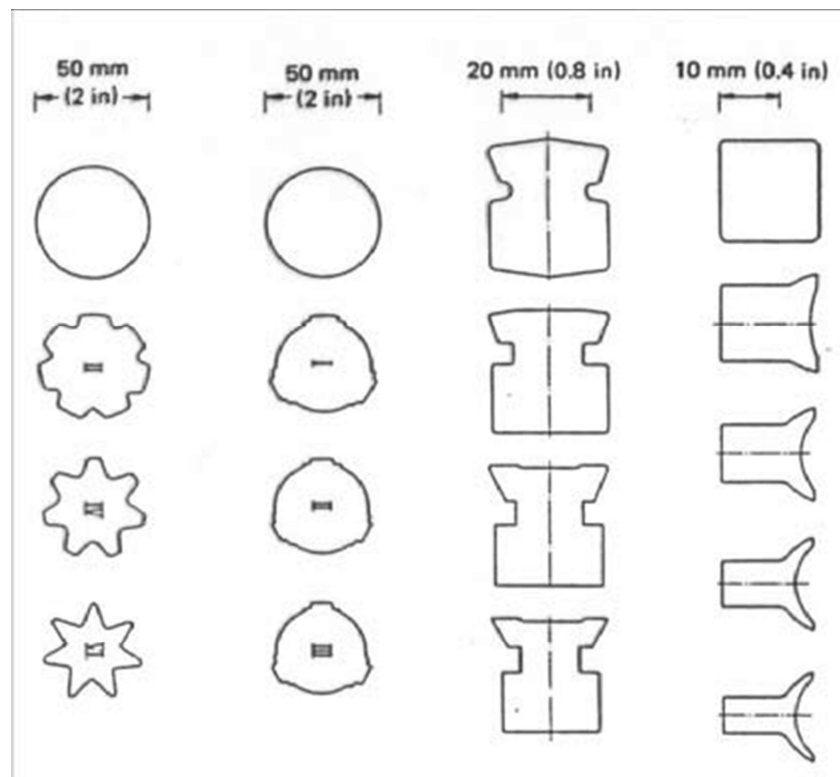
Trefilação de tubos



Produtos trefilados

| | | |
|--------|---------------------------------|--|
| Barras | $\varnothing > 25\text{mm}$ | |
| Arames | Comuns | Grossos: $\varnothing = 5$ a 25mm |
| | | Médios: $\varnothing = 1,6$ a $5,0\text{mm}$ |
| | | Finos: $\varnothing = 0,7$ a $1,6\text{mm}$ |
| | Especiais | $\varnothing < 0,02\text{mm}$ |
| Tubos | Trefilados de diferentes formas | |

Produtos trefilados



Parâmetros do processo

- Deformação a frio (encruamento)
- Velocidade de trefilação
 - 600 a 1500 m/min para arames de aço
 - 1200 a 2500 m/min para arames de cobre
 - 10 a 100 m/min para tubos
- Lubrificação

Produtos trefilados



Produtos trefilados



Produtos trefilados



Produtos trefilados

