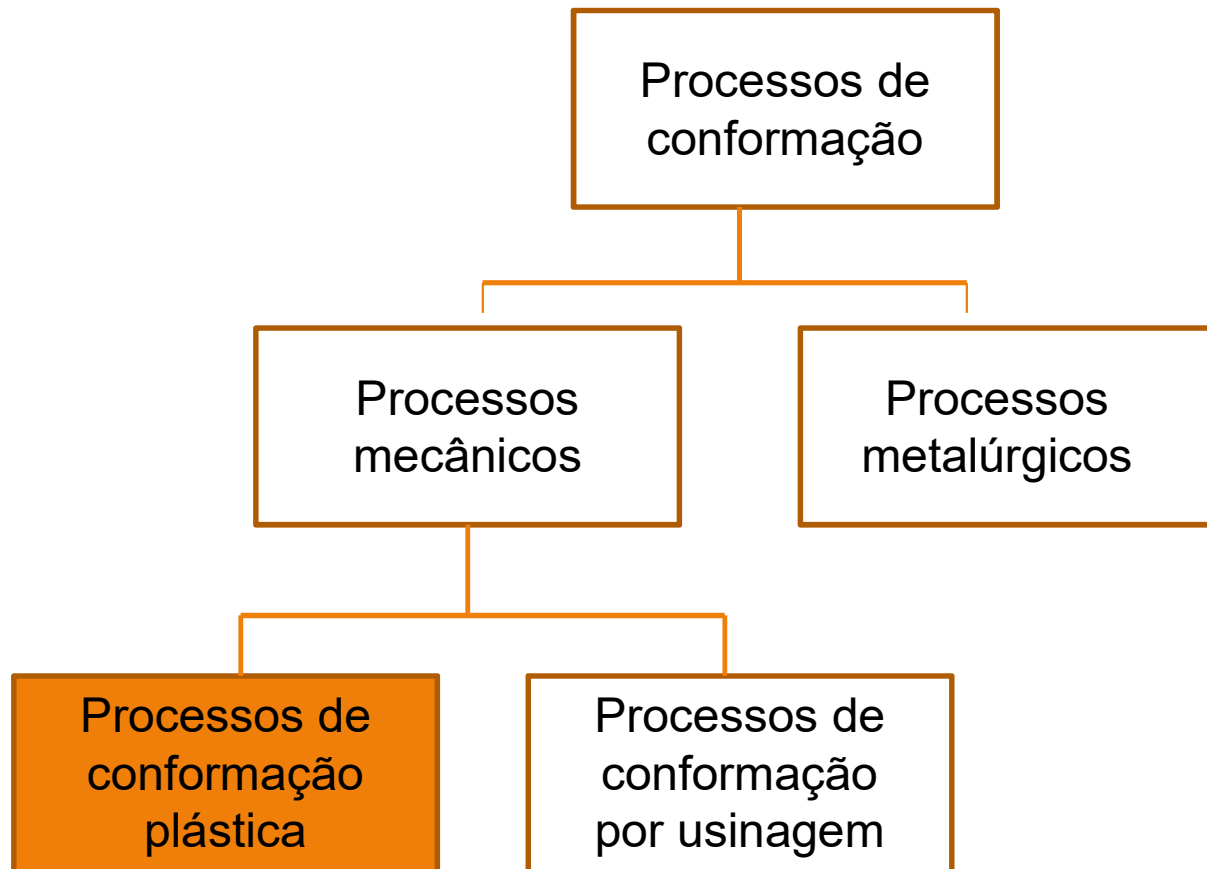




07

CONFORMAÇÃO PLÁSTICA DOS MATERIAIS

Engenharia Mecânica
Prof. Luis Fernando Maffei



Principais processos de conformação plástica dos metais

- Laminação
- Extrusão
- Trefilação
- Estampagem
- Forjamento

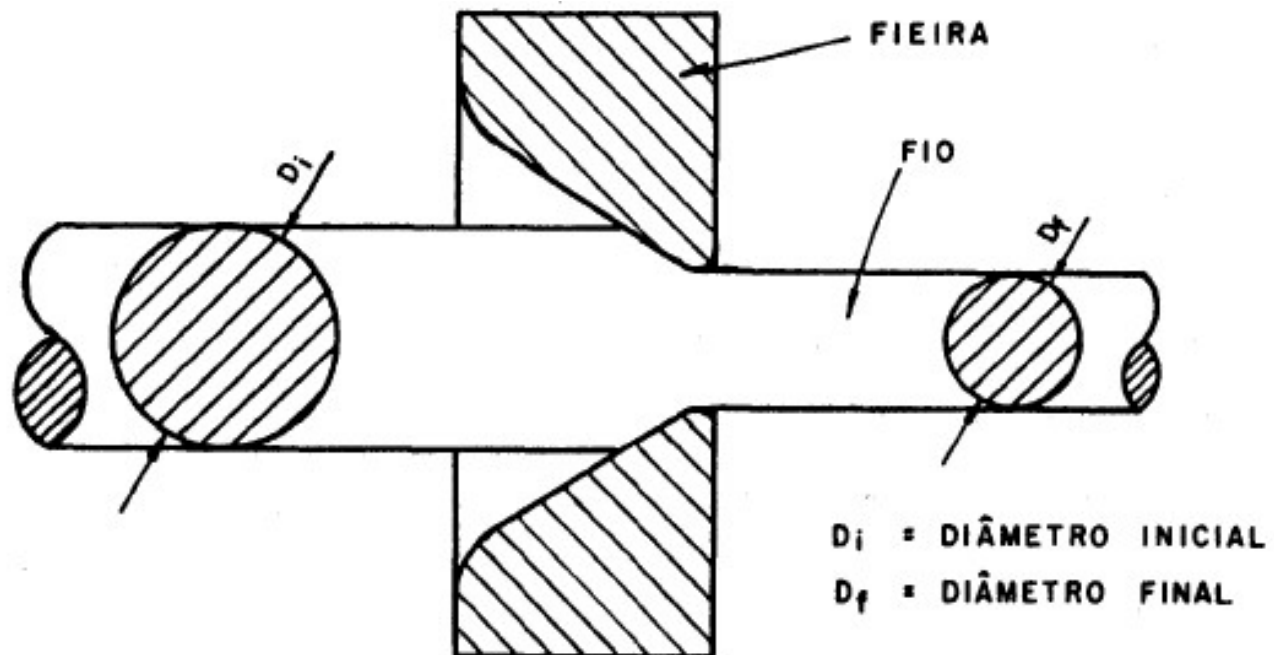
Trefilação

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.

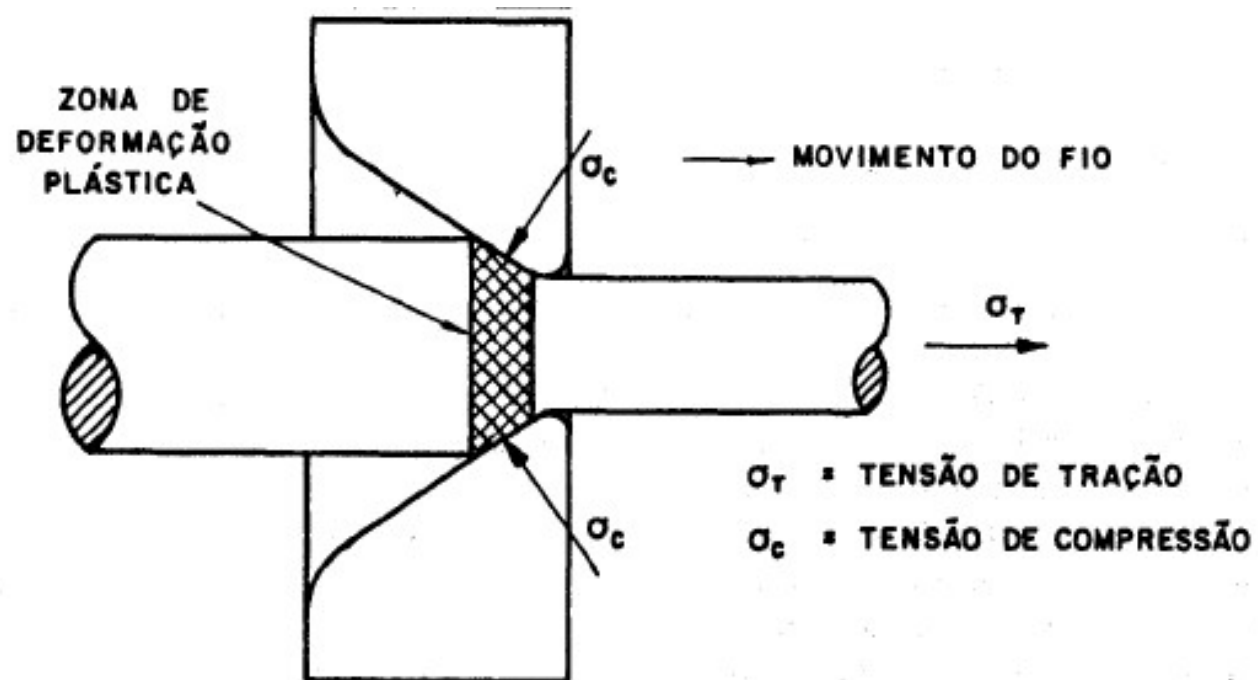
Esse furo tem o diâmetro decrescente, e apresenta um perfil na forma de funil curvo ou cônico.

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

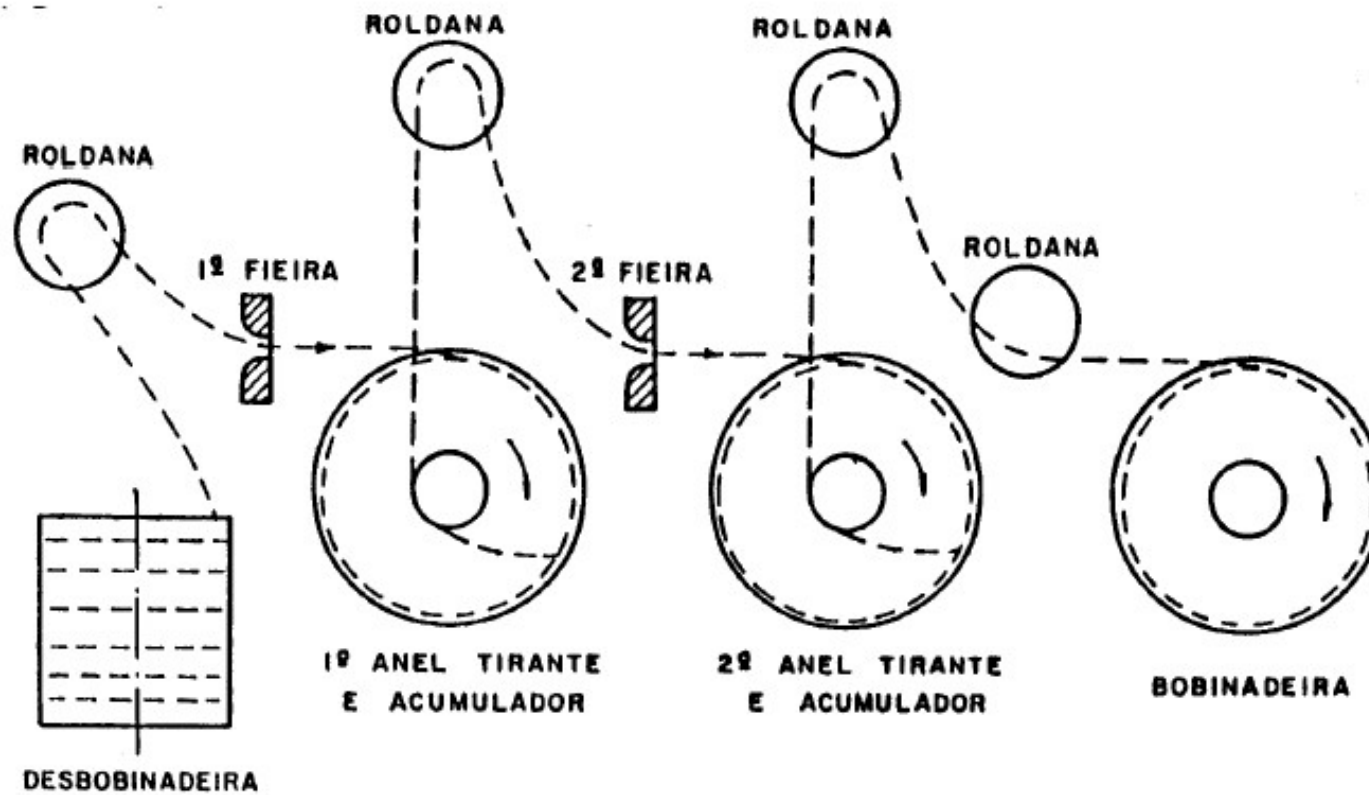
máquinas de trefilar
com deslizamento

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

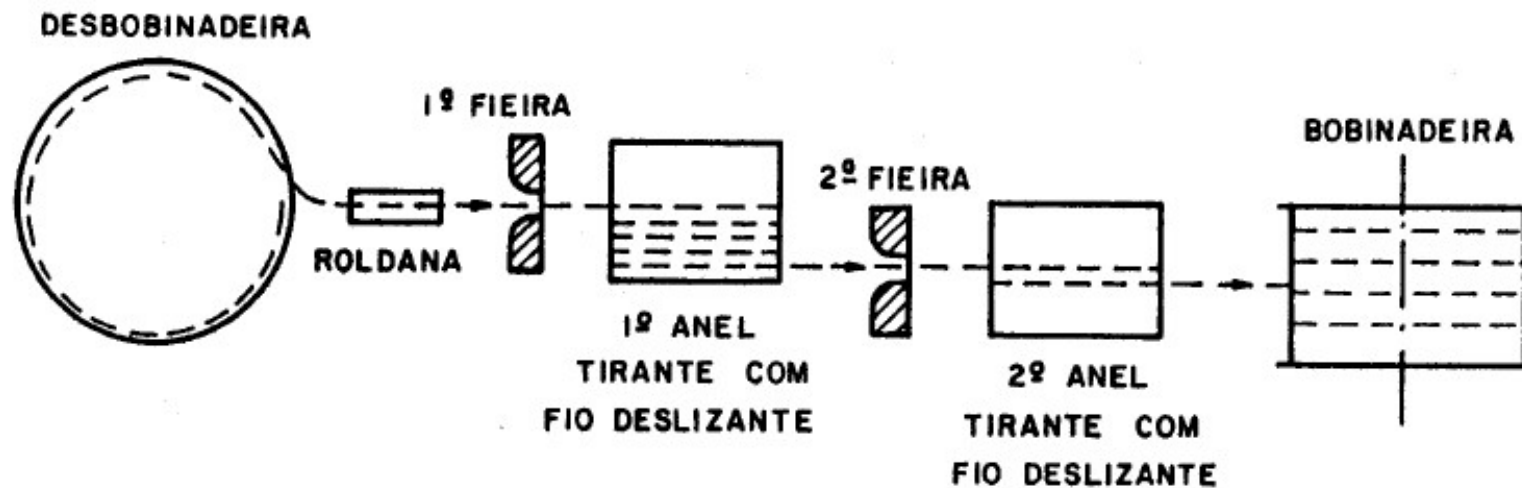
O fio parte de uma bobina, num recipiente denominado desbobinadeira, passa por uma roldana e se dirige alinhado a primeira fieira. Na saída da fieira, o fio é tracionado por um anel tirante, no qual ele dá certo número de voltas, em forma de hélice, de tal modo que no início da hélice o fio fique alinhado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

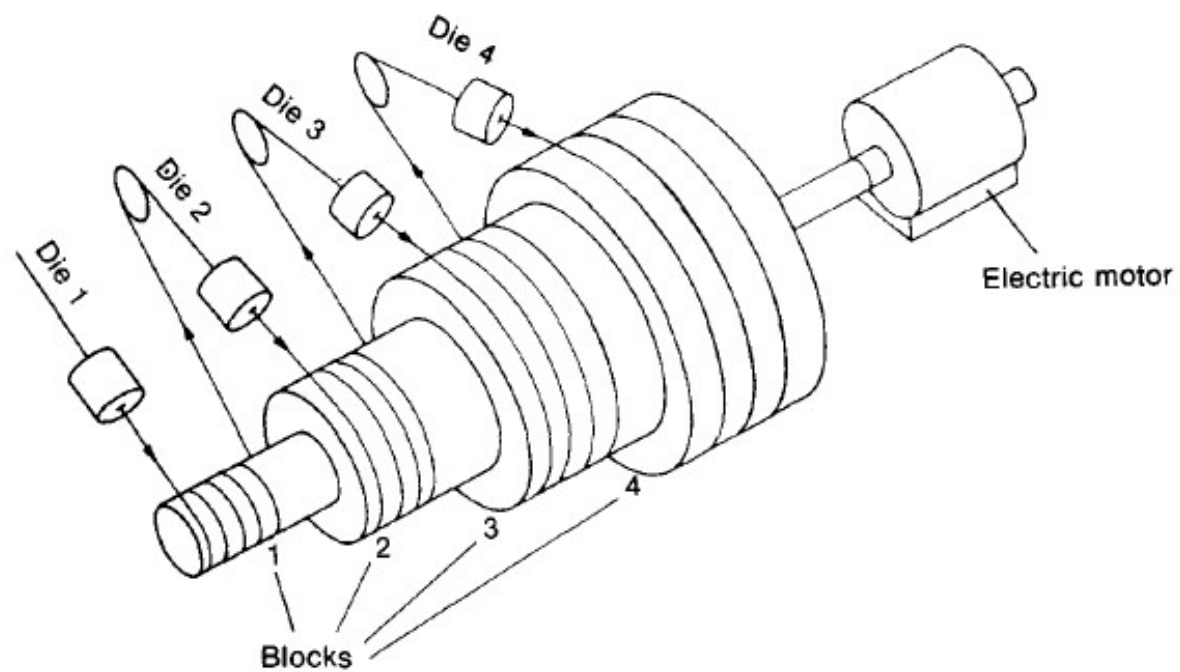
O segundo anel faz o fio passar pela segunda fieira, porém girando a uma velocidade maior do que a do primeiro anel, para compensar o aumento do comprimento do fio;

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

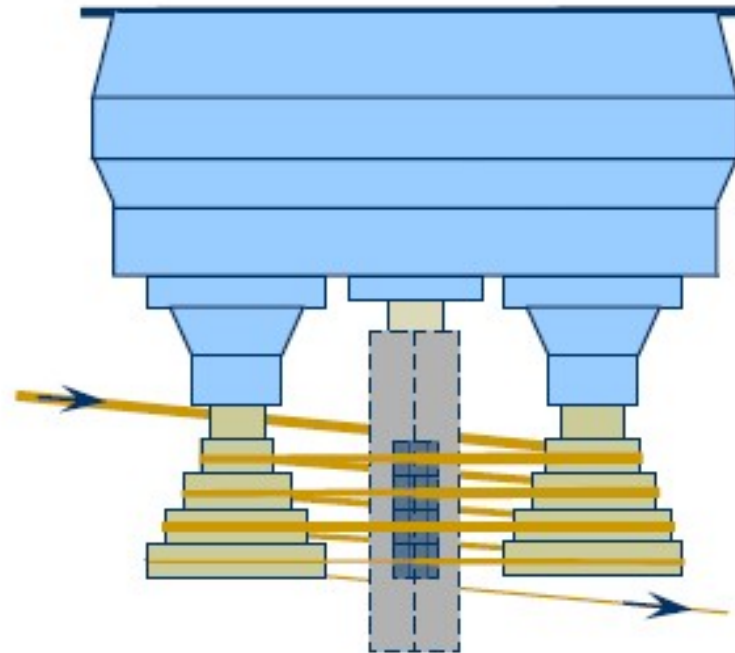
Trefilas com deslizamento



Trefilas com deslizamento



Trefilas com deslizamento



Fieira

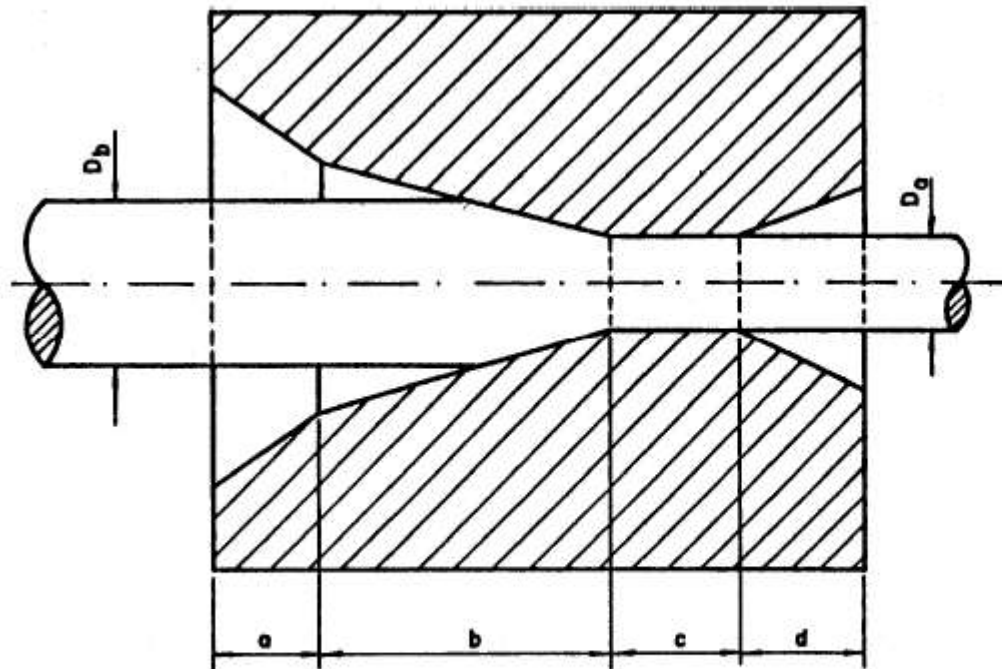
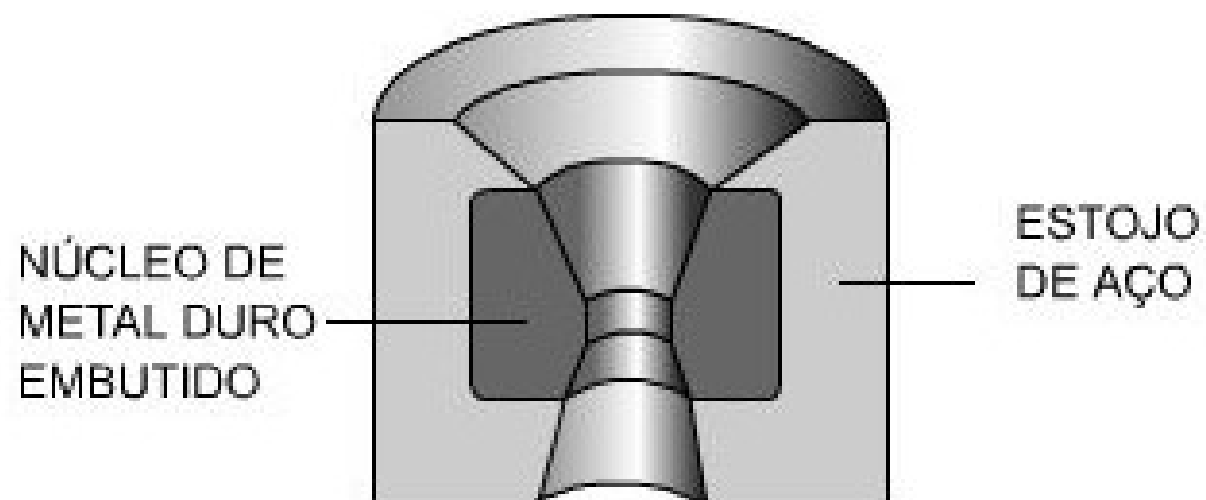


Figura 4.4 - Representação das regiões da fieira: a - cone de entrada, b - cone de trabalho, c - cilindro de calibração e d - cone de saída

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

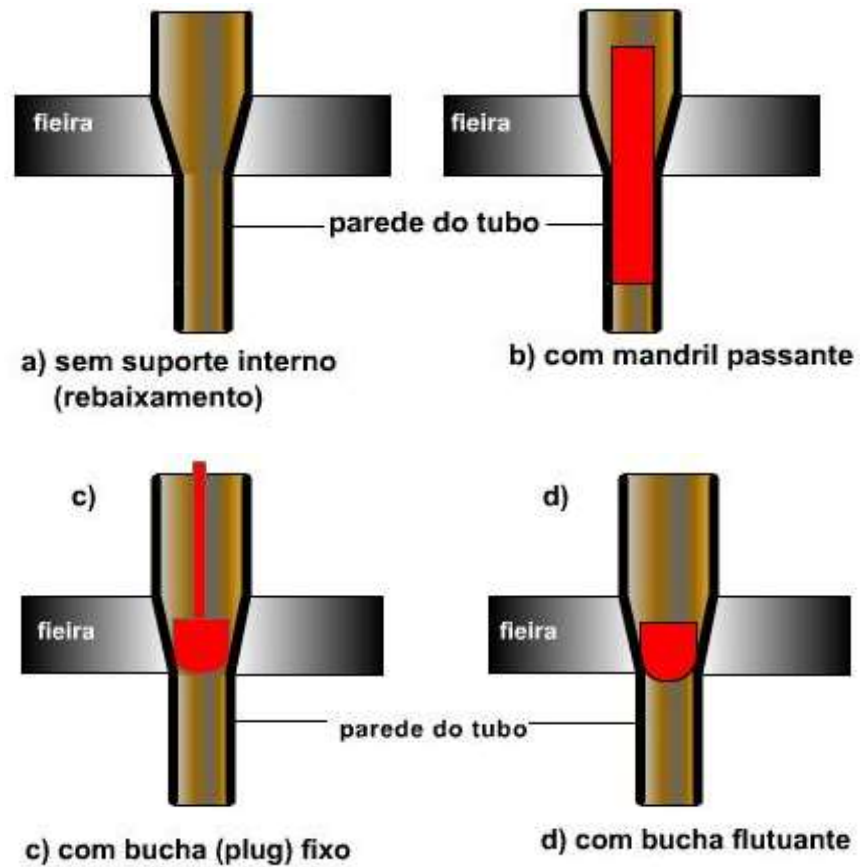
Aços especiais (Cr-Ni, Cr-Mo, Cr-W, etc.)

Ferro fundido branco

Cerâmicos (pós de óxidos metálicos sinterizados)

Diamante (p/ fios finos ou de ligas duras)

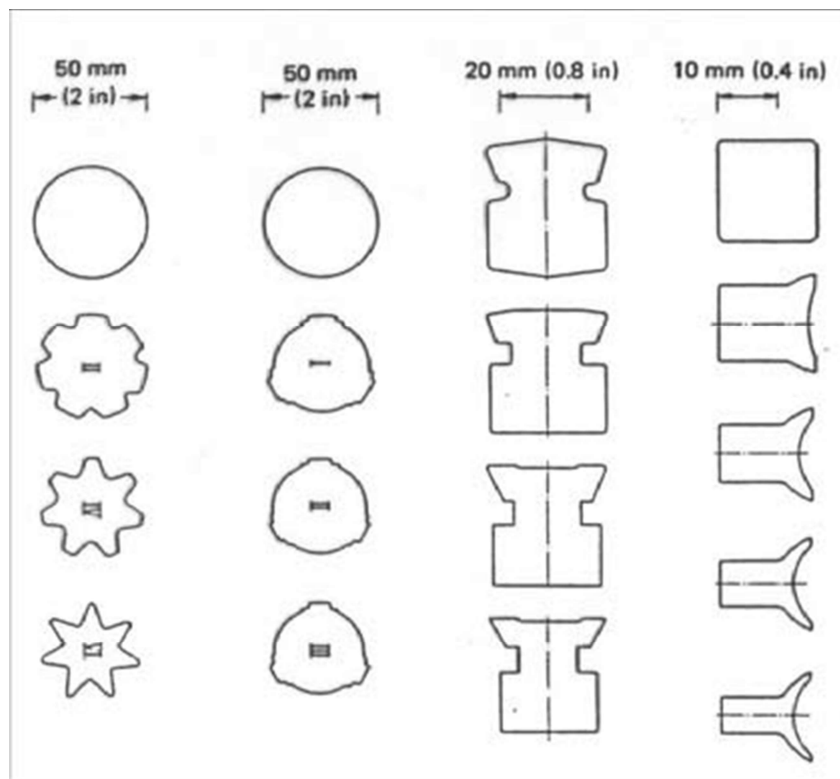
Trefilação de tubos



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