
METALURGIA FÍSICA

TECNOLOGIA DA CONFORMAÇÃO PLÁSTICA

Tecnologia em Materiais

Prof. Luis Fernando Maffeis Martins

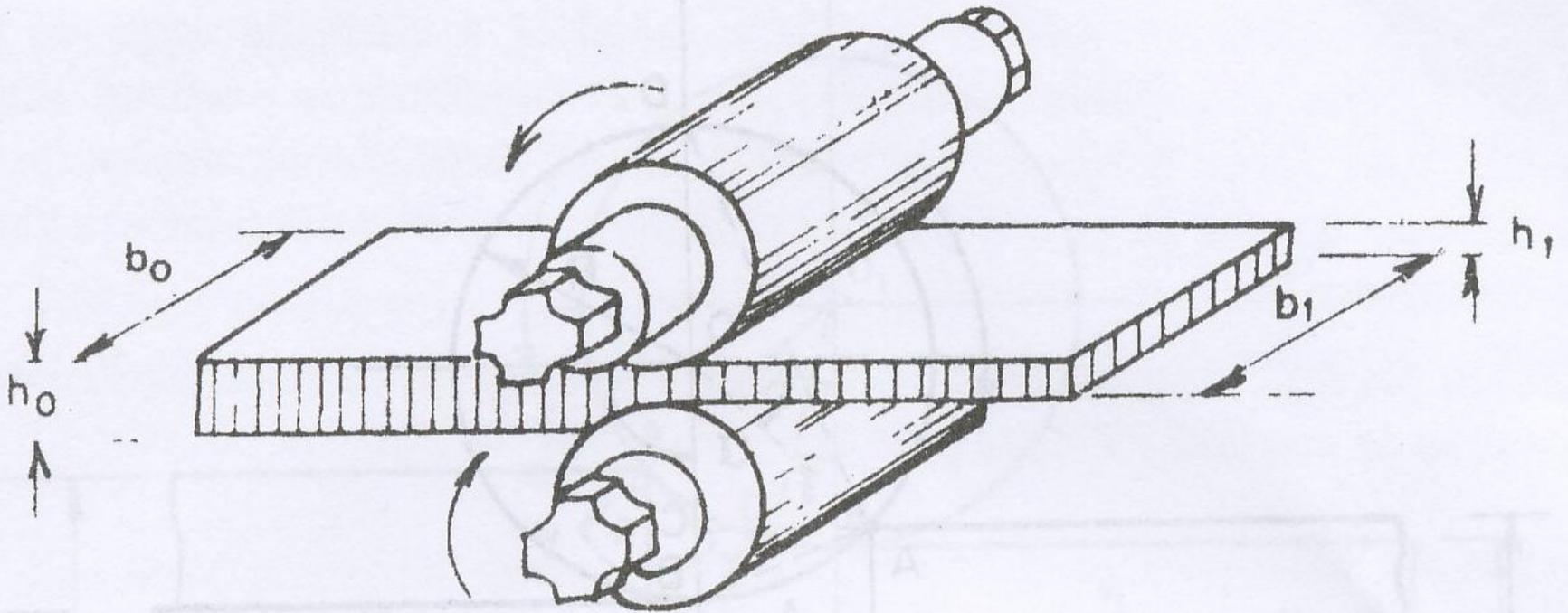
Principais processos de conformação plástica dos metais

- Laminação
- Extrusão
- Trefilação
- Estampagem
- Forjamento

Laminação



Laminação

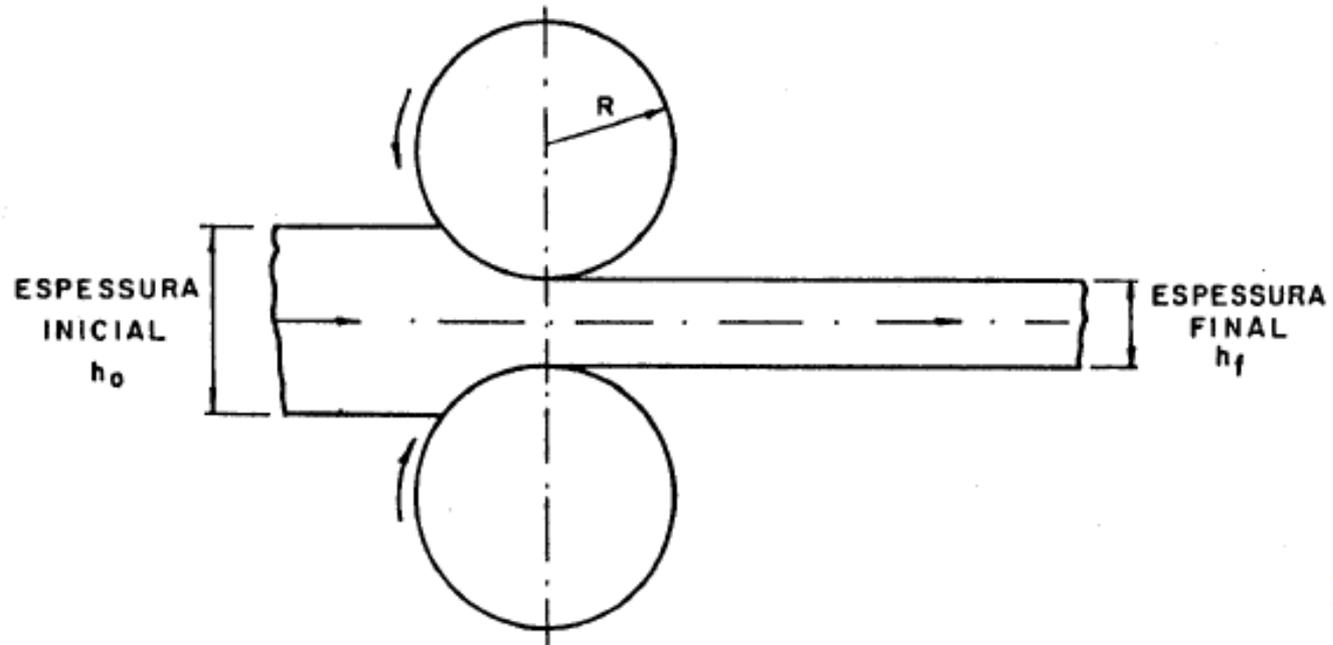


Laminação

Conformação plástica através da passagem de um corpo sólido entre dois cilindros que giram à mesma velocidade periférica, mas em sentidos contrários.

Tendo o corpo da peça inicial uma dimensão maior do que a distância entre as superfícies dos cilindros, ela sofre uma deformação plástica que resulta na redução da área transversal e no aumento do seu comprimento.

Laminação



Laminação – matéria prima

A matéria prima utilizada na laminação é, geralmente, resultada da solidificação da liga através de:

- lingotamento convencional: lingote
- lingotamento contínuo: placa ou tarugo

Laminação – matéria prima

NBR 6215 – Produtos siderúrgicos : terminologia

Lingote (ingot) – Produto bruto resultante de solidificação de metal líquido em lingoteira, geralmente destinado a posterior conformação plástica.

Laminação – matéria prima

NBR 6215 – Produtos siderúrgicos : terminologia

Tarugo (billet) – ou palanquilha - Produto intermediário, não plano, obtido por (laminação a quente ou) lingotamento contínuo, de eixo longitudinal retilíneo e secção transversal geralmente retangular ou quadrada, com área igual ou inferior a 22.500 mm², com relação entre largura e espessura igual ou inferior a dois e com tolerâncias dimensionais menos restritas que as de barra.

Laminação – matéria prima

NBR 6215 – Produtos siderúrgicos : terminologia

Placa (slab) – Produto plano, com espessura superior a 80 mm, obtido por (laminação de desbaste ou) lingotamento contínuo.

Laminação – classificação

Os produtos e processos de laminação são comumente classificados em função da forma do produto e da temperatura de processo.

Laminação – classificação

Com relação à forma:

produtos planos



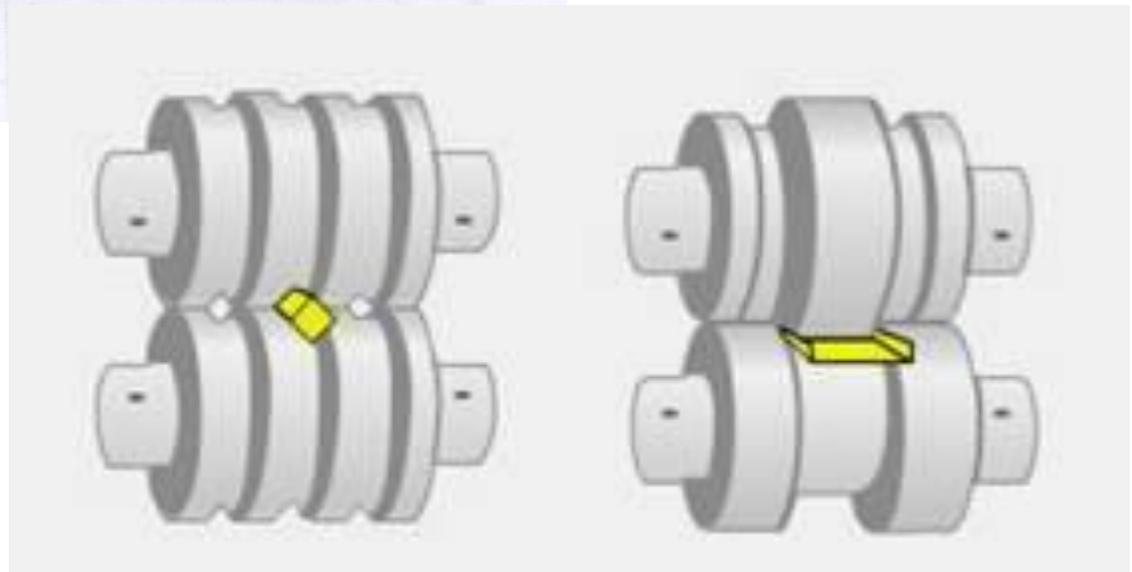
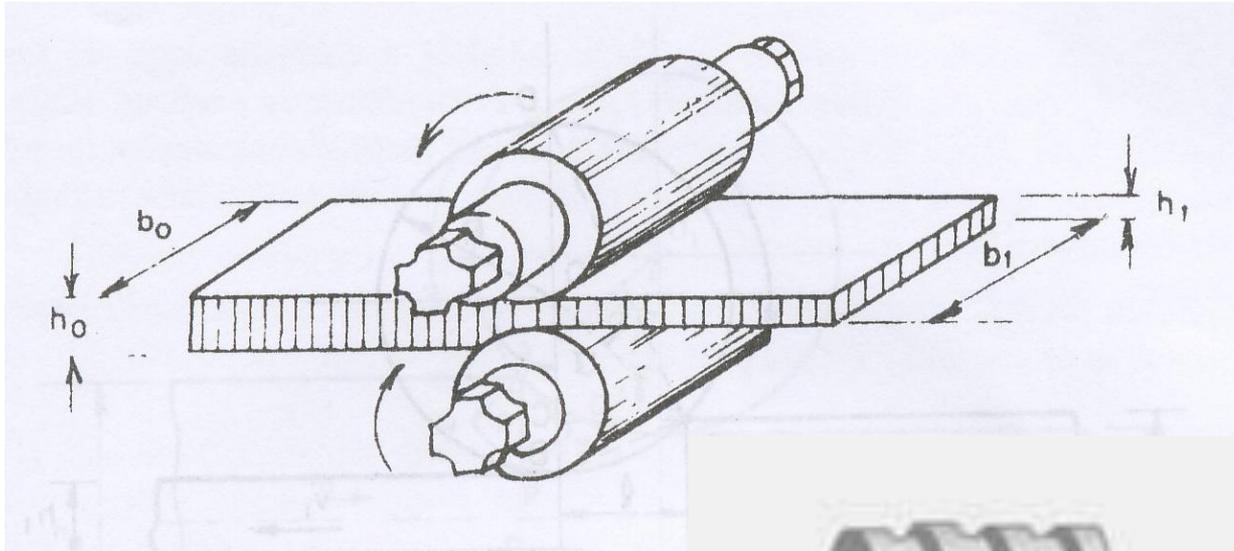
produtos de secção transversal retangular constante, com largura nominal maior que duas vezes a espessura

produtos longos



produtos de secção transversal constante que constitui figuras geométricas simples

Laminação – classificação



Laminação – classificação

Com relação à temperatura:

a quente



processo efetuado a temperatura acima da temperatura de recristalização

a frio

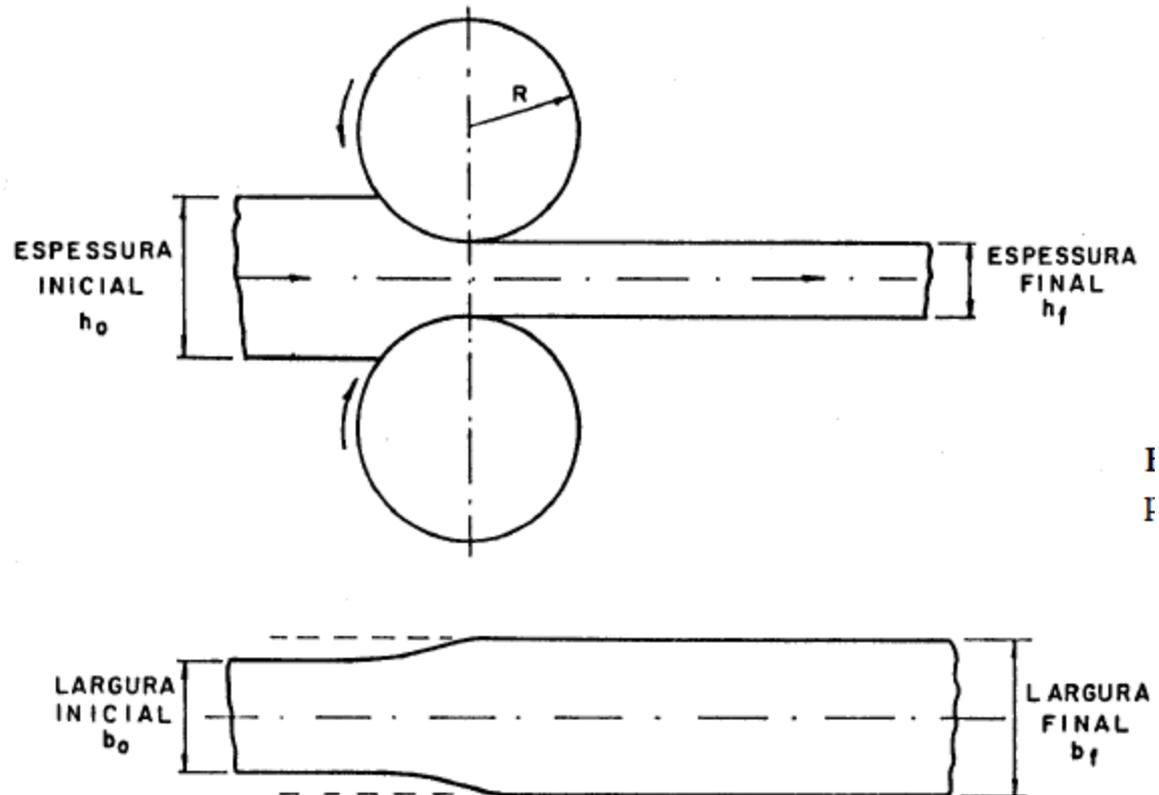


processo efetuado a temperatura abaixo da temperatura de recristalização

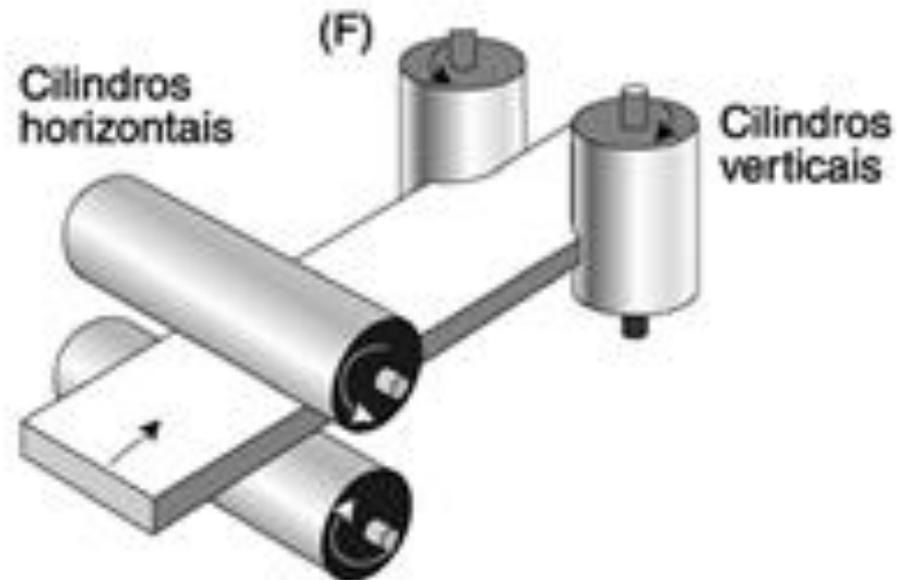
Laminação – classificação



Alterações dimensionais



Alterações dimensionais



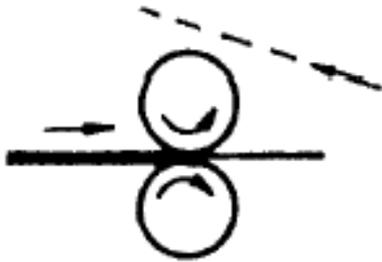
Alterações dimensionais

% redução de área

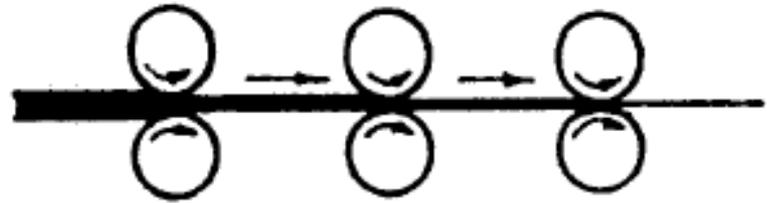
%RA = $\frac{\text{variação de espessura}}{\text{espessura inicial}}$

$$\%RA = \frac{(e_i - e_f)}{e_i}$$

Classificação dos laminadores

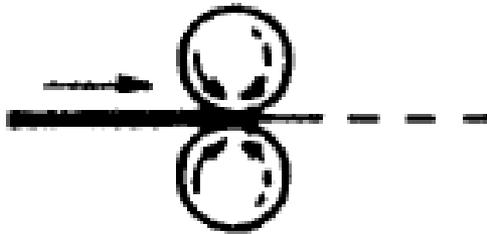


(a) LAMINADOR DUO DE
RETORNO POR CIMA

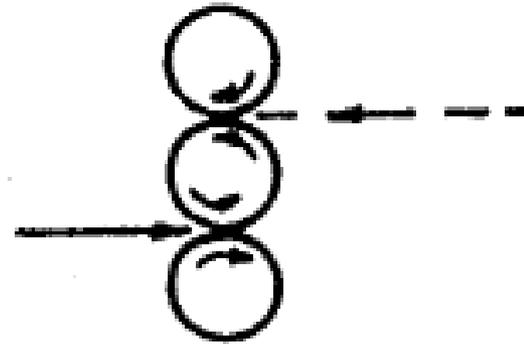


(b) LAMINADOR DUO CONTÍNUO

Classificação dos laminadores

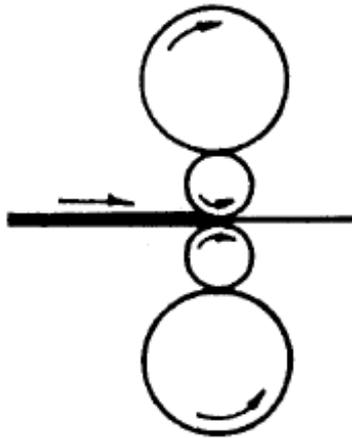


(c) LAMINADOR DUO
REVERSÍVEL

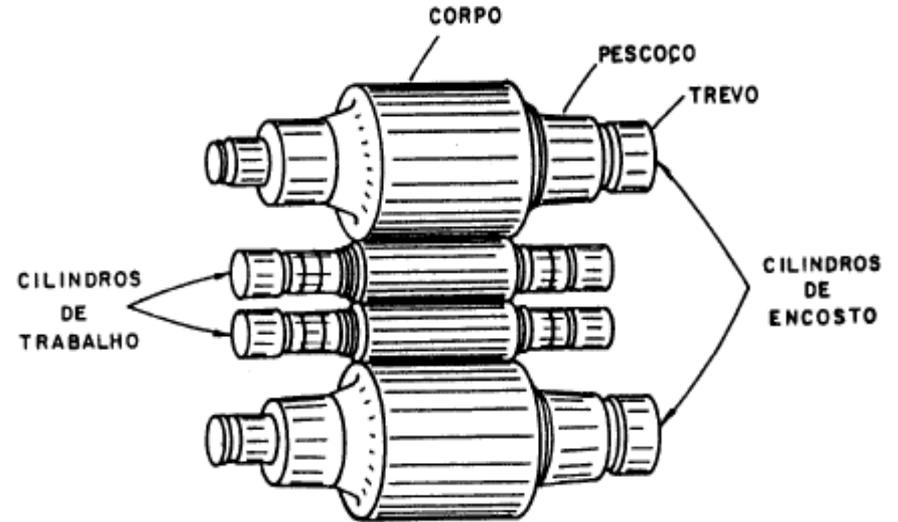


(d) LAMINADOR TRIO

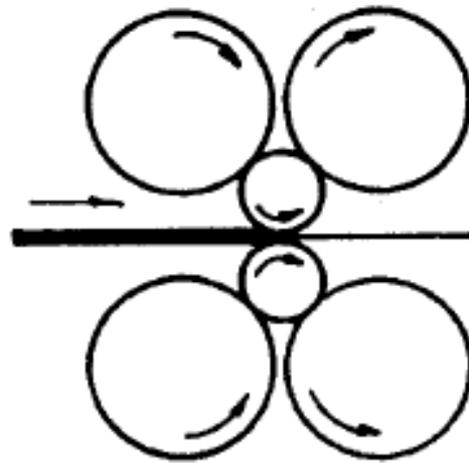
Classificação dos laminadores



(f) LAMINADOR QUADRUO



Classificação dos laminadores



(g) LAMINADOR DUO COM QUATRO
CILINDROS DE ENCOSTO

Sequência de passes de laminação

