

MATERIAIS METALICOS

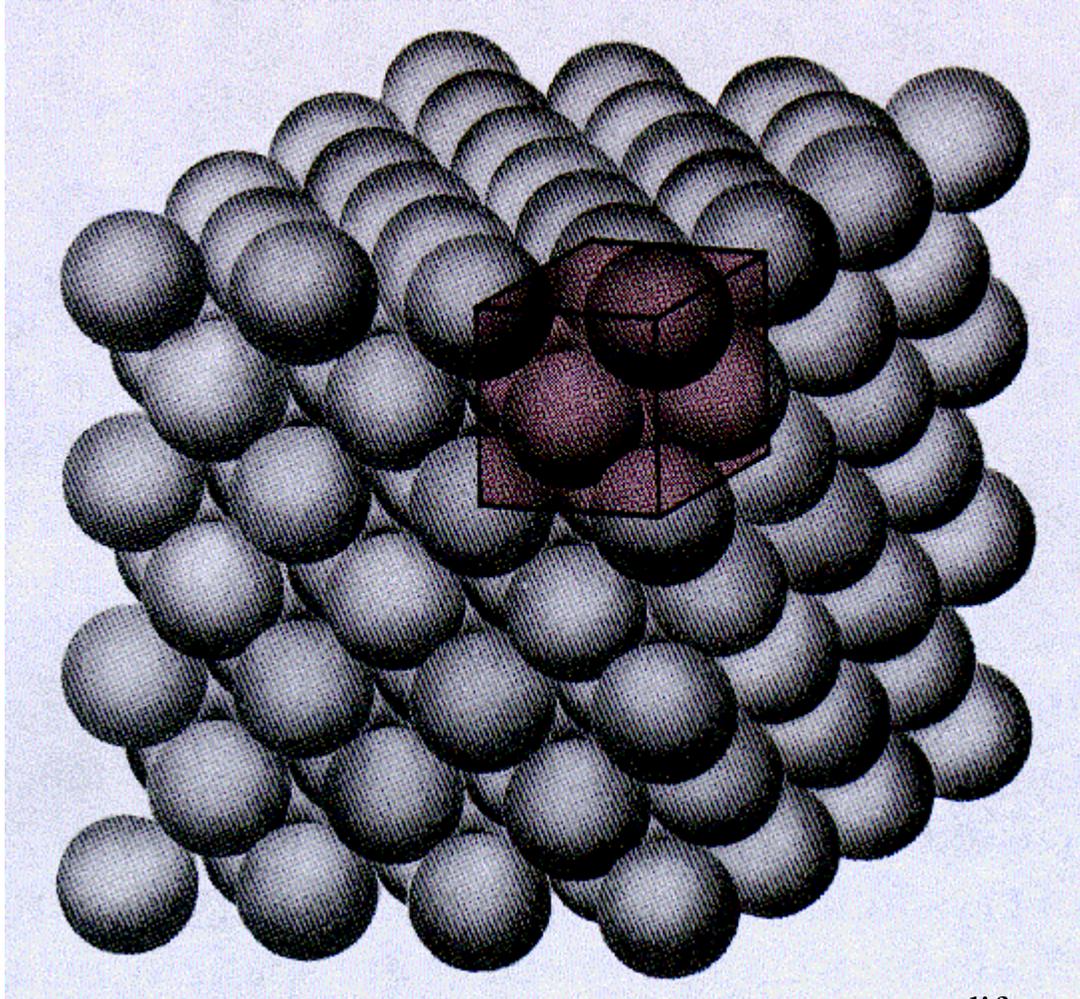
Parte 1



Os **materiais metálicos** são compostos principalmente de elementos metálicos e possuem características bem similares como a condutividade elétrica e térmica, a capacidade de deformação entre outras.

Exemplos são: o cobre, o ferro e o alumínio.





formam estrutura cristalina
(os átomos se
posicionam a uma
distância de equilíbrio
em relação aos
adjacentes - cada
material metálico tem
seu parâmetro de rede)

diferentes tipos de células unitárias
estrutura cúbica
estrutura hexagonal
estrutura tetragonal

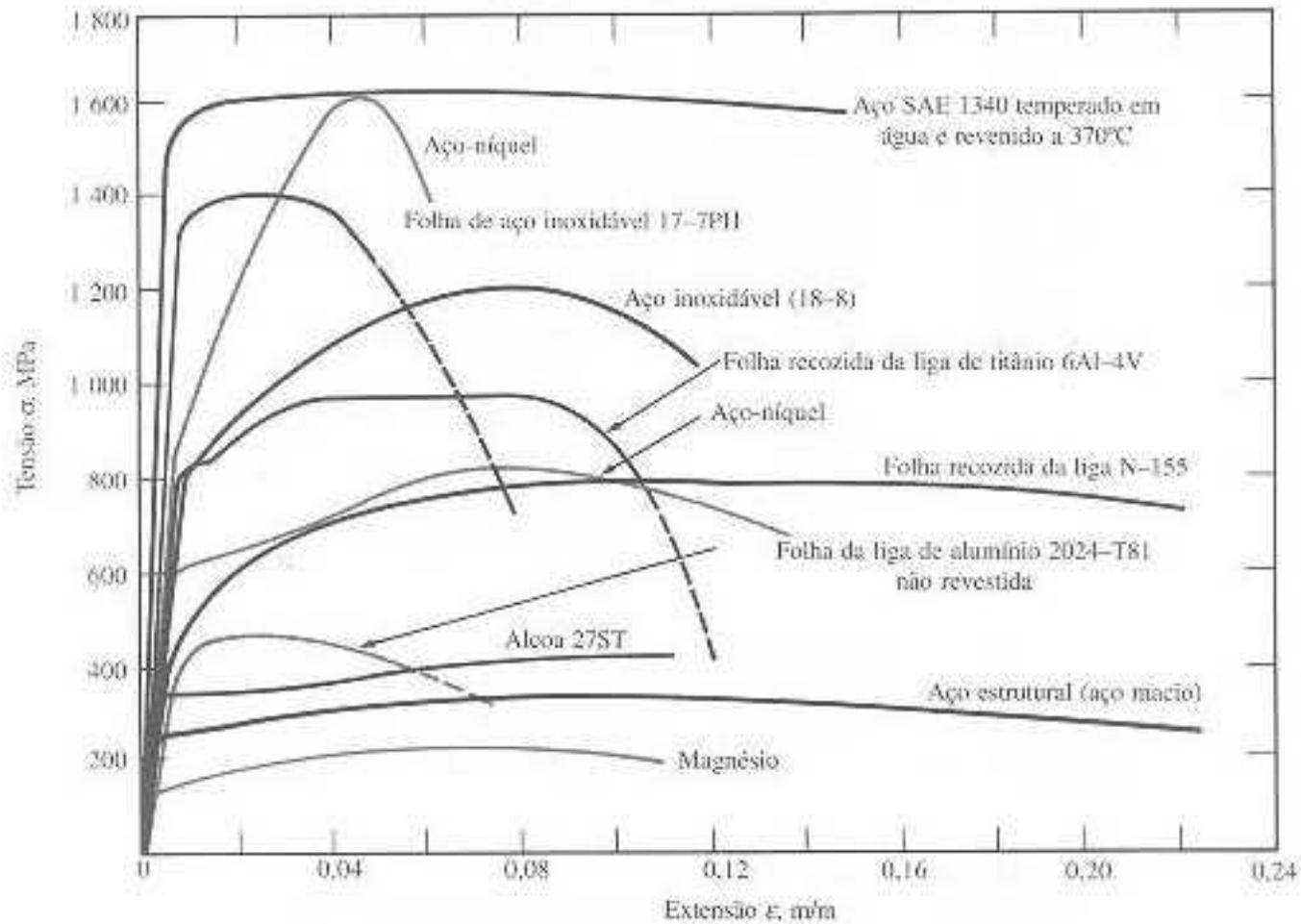


Deformação plástica

A deformação plástica ou permanente é provocada por tensões que ultrapassam o limite de elasticidade, e é o resultado de um deslocamento permanente dos átomos que constituem o material.

A deformação plástica está intimamente relacionada a importantes processos metalúrgicos, pois plasticidade permite a conformação dos metais no estado sólido, através de operações metalúrgicas como: forjamento, estampagem, extrusão, laminação, etc.

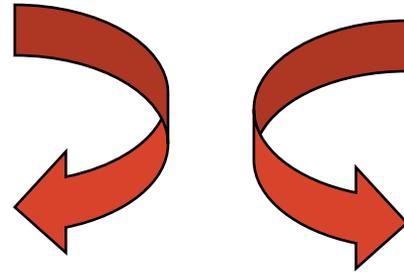




Curvas $\sigma \times \varepsilon$ de alguns metais e ligas



Conformação do Metais



*processos
mecânicos*

*processos
metalúrgicos*



Nos **processos mecânicos** ocorre modificações na forma do material devido à aplicações de tensões externas e esses processos são constituídos pelos processo de conformação por:

Deformação plástica - as tensões aplicadas são inferiores ao limite de resistência à ruptura do material

Ex: forjamento, conformação de chapas, extrusão, estampagem e trefilação

Usinagem - as tensões aplicadas são superiores ao limite de resistência à ruptura

Ex: torneamento, fresamento, plainamento e retificação



processos metalúrgicos - relacionadas à elevadas temperaturas



Sinterização - temperaturas são inferiores às de fusão do material.
Ex: metalurgia do pó.



Solidificação - temperaturas são superiores às de fusão do material.
Ex: fundição, lingotamento e soldagem.



Conformação por deformação plástica

A conformabilidade plástica do material corresponde à capacidade do metal ou liga metálica poder ser processada por deformação plástica sem apresentar defeitos ou fraturas na peça trabalhada.

Os processos de conformação por deformação plástica podem ser classificados com relação à temperatura de trabalho em processos com *trabalho mecânico a frio* e com *trabalho mecânico a quente*.



Trabalho Mecânico a Frio

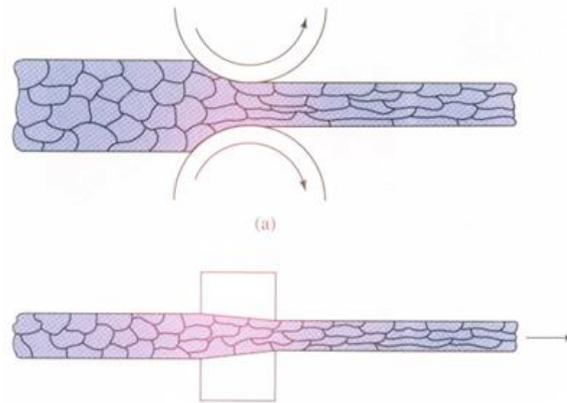
A deformação sofrida pelo metal quando este é submetido à um esforço mecânico, pode ser realizada desde a temperatura ambiente até temperaturas próxima à de fusão do metal.

Geralmente a temperatura de recristalização é 0,3 a 0,7 da temperatura de fusão do metal



A deformação plástica resultante do trabalho mecânico a frio provoca o fenômeno chamado de *encruamento*, que consiste no aumento da resistência mecânica e na dureza, com a deformação plástica do metal.

Quando o metal é deformado, os grãos sofrem uma deformação geral e tendem a alongar-se na direção do esforço mecânico aplicado sobre o metal. Assim, a deformação plástica do trabalho a frio provoca uma mudança na estrutura cristalina e nas propriedades mecânicas do metal.



O trabalho mecânico a frio é convenientemente definido como um índice da intensidade de deformação plástica resultante de uma redução da área transversal reta durante a deformação, ou seja:

A deformação plástica resultante do trabalho mecânico a frio provoca um aumento na dureza do material, denominado de **endurecimento** por deformação a frio ou **encruamento**, e como consequência aumenta a resistência mecânica e diminui a ductilidade do material.

No estado encruado os grãos deformados plasticamente apresentam maior energia interna e tensões internas, que os grãos não deformados, causando elevado número de discordâncias e outros defeitos existentes nos grãos, quando comparado ao seu estado normal (recozido).

As propriedades e a estrutura do metal trabalhado a frio são alteradas pelo fenômeno do encruamento, porém esses parâmetros podem ser recuperadas ao seu estado anterior ao encruamento, através de um **tratamento térmico de recozimento** ou **recristalização**.



O tratamento térmico de recozimento compreende três etapas principais:

- ✓ **Recuperação**, o principal efeito é o alívio das tensões internas, não ocorrendo modificações na microestrutura do metal. Os metais encruados quando aquecidos na faixa da etapa de recuperação sofrem um tratamento térmico chamado de recozimento para alívio de tensões.
- ✓ **Recristalização** ocorre um decréscimo no número de discordâncias, dessa forma, as propriedades relacionadas à resistência mecânica decrescem rapidamente e as tensões internas são eliminadas completamente e finalmente a estrutura é totalmente recristalizada.
- ✓ **Crescimento de grãos**. O tamanho dos grãos é dependente da temperatura e do tempo de permanência do metal à determinada temperatura.



Recristalização

Latão 33%CW
deformado a frio



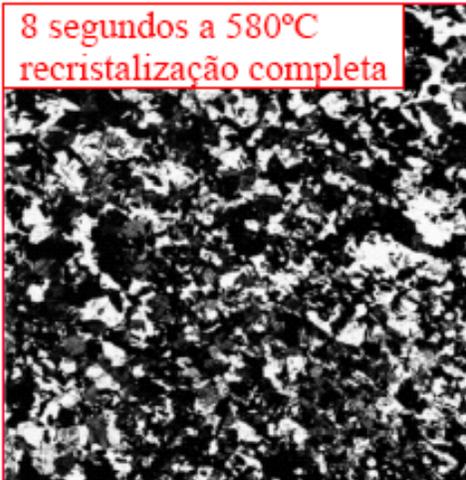
3 segundos a 580°C
início da recristalização



4 segundos a 580°C
avanço da recristalização



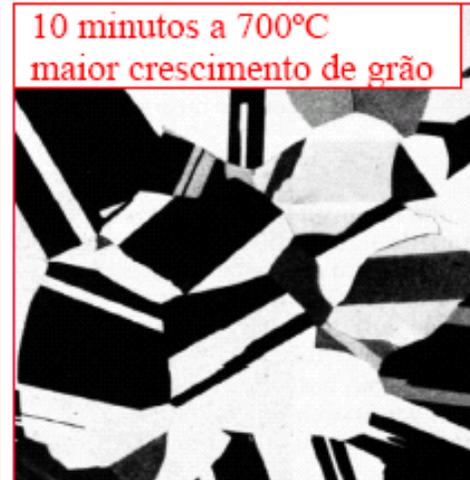
8 segundos a 580°C
recristalização completa

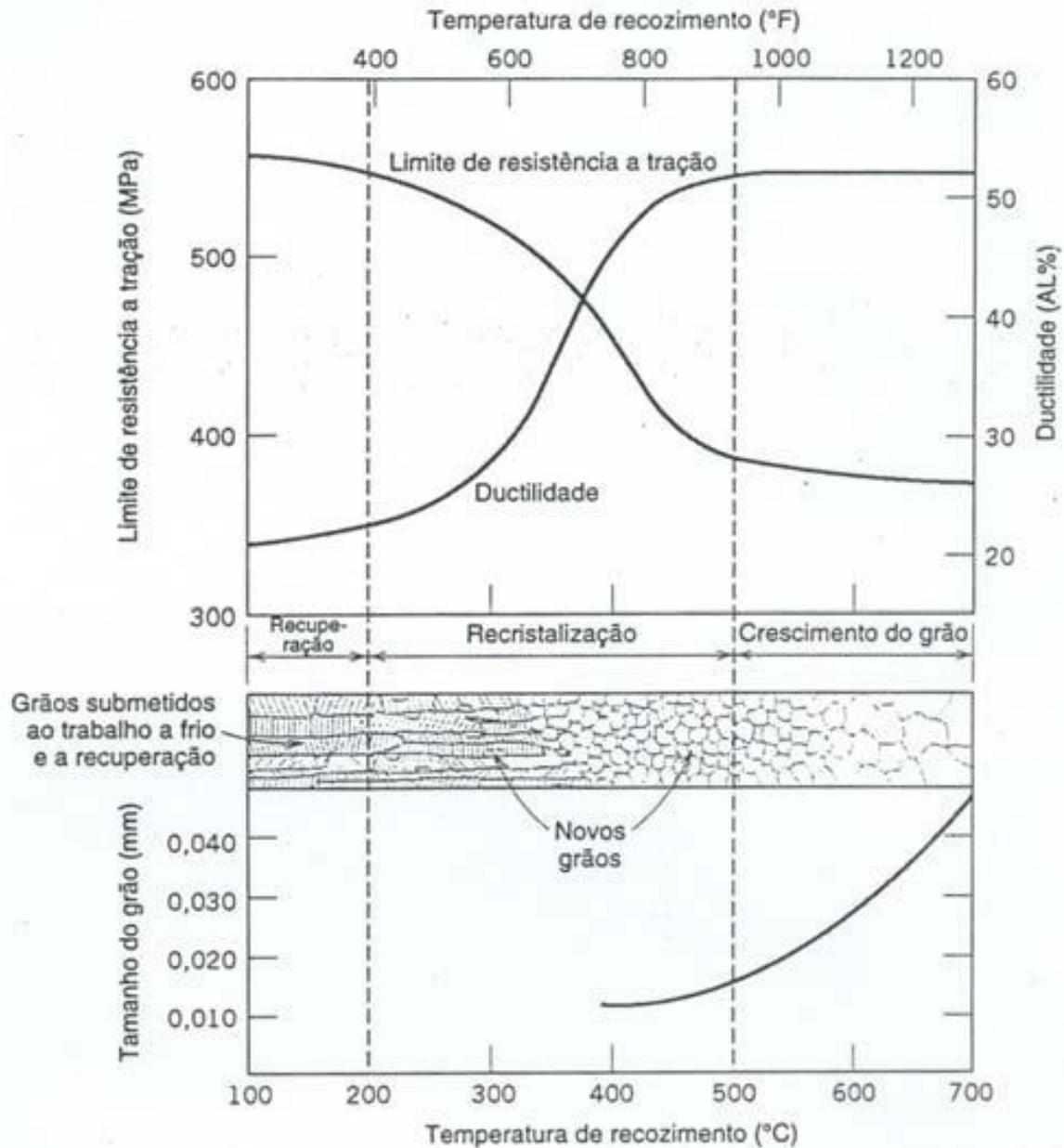


15 minutos a 580°C
crescimento de grão



10 minutos a 700°C
maior crescimento de grão





Trabalho Mecânico a Frio

Vantagens: elevada dureza, melhor acabamento superficial e ainda há a possibilidade de combinar elevada resistência mecânica e ductilidade num mesmo material.

Desvantagens: necessidade de maior energia para ocorrer a deformação, devido ao encruamento, aparecimento de trincas e elevado custo devido o ciclo deformação/recozimento.



Trabalho Mecânico a Quente

A deformação plástica é realizada em temperaturas **acima da temperatura de recristalização**

Durante o trabalho ocorre um refinamento na estrutura do metal, provocando a diminuição da resistência mecânica e a elevação da tenacidade e ductilidade do metal.

A energia necessária para deformar plasticamente o metal é menor que a utilizada no trabalho mecânico a frio, dessa forma, o aparecimento de porosidade, bolhas e trincas decorrentes do processo é menor.

Desvantagens: elevado custo do ferramental, pois exige que seu material apresente boa resistência ao calor e ocorrência de oxidação superficial devido as elevadas temperaturas.

