

RECOZIMENTO E NORMALIZAÇÃO

Engenharia e Ciência dos Materiais
Profa. Dra. Luralice Canale

Tratamentos Térmicos

- Finalidade:

Alterar as microestruturas e como consequência as propriedades mecânicas das ligas metálicas

Tratamentos Térmicos

- **Objetivos:**

- Remoção de tensões internas
- Aumento ou diminuição da dureza
- Aumento da resistência mecânica
- Melhora da ductilidade
- Melhora da usinabilidade
- Melhora da resistência ao desgaste
- Melhora da resistência à corrosão

Fatores de Influência nos Tratamentos Térmicos

- Temperatura
- Tempo
- Velocidade de resfriamento

Fatores de Influência nos Tratamentos Térmicos

□ Tempo:

O tempo de tratamento térmico depende muito das dimensões da peça e da microestrutura desejada.

Quanto maior o tempo:

- maior a segurança da completa dissolução das fases para posterior transformação
- maior será o tamanho de grão

Fatores de Influência nos Tratamentos Térmicos

- Temperatura:

depende do tipo de material e da transformação de fase ou microestrutura desejada

Fatores de Influência nos Tratamentos Térmicos

□ Velocidade de Resfriamento:

-Depende do tipo de material e da transformação de fase ou microestrutura desejada

-Normalmente quanto mais rápido o resfriamento maior a dureza e resistência

Principais Meios de Resfriamento

- Ambiente do forno (+ brando)
- Ar
- Banho de sais ou metal fundido (Pb)
- Óleo
- Água
- Soluções aquosas de sais (+ severos)

1- RECOZIMENTO

□ Objetivos:

- Remoção de tensões internas devido aos tratamentos mecânicos
- Diminuir a dureza para melhorar a usinabilidade
- Alterar as propriedades mecânicas como a resistência e ductilidade

TIPOS DE RECOZIMENTO

- Recozimento para alívio de tensões (qualquer liga metálica)
- Recozimento para recristalização (qualquer liga metálica)
- Recozimento para homogeneização (para peças fundidas)
- Recozimento total ou pleno (aços)
- Recozimento para esferoidização

ALÍVIO DE TENSÕES

- **Objetivo:** Remoção de tensões internas originadas de processos (tratamentos mecânicos, soldagem, corte, ...)
- **Temperatura:** Abaixo da zona crítica (500° C a 650° C)
- **Resfriamento:** Deve-se evitar velocidades muito altas devido ao risco de distorções

RECOZIMENTO PARA RECRISTALIZAÇÃO

- Objetivo: Veremos em outra aula

- Temperatura

- Abaixo da zona crítica (550°C a 700°C)

- Resfriamento

- Lento (ao ar ou ao forno)

RECOZIMENTO HOMOGENEIZAÇÃO

- **Objetivo**
- Melhorar a homogeneidade da microestrutura de peças fundidas através da difusão dos elementos
- Utilizado em aços em lingotes que são difíceis de trabalhar a quente

□ Temperatura

→ Não deve ocorrer nenhuma transformação de fase

□ Temperaturas entre 1050°C e 1200°C (acima da linha crítica)

□ Resfriamento

□ Lento (ao ar ou ao forno)

RECOZIMENTO TOTAL OU PLENO

□ Objetivo

Amolecer o aço

Regenerar sua microestrutura
apagando tratamentos térmicos
anteriores

□ Temperatura

→ Hipoeutetóides e eutetóides :
50° C acima do limite superior da
zona crítica

→ Hipereutetóides: 50° C acima do
limite inferior da zona crítica

□ Resfriamento

□ Lento (ao ar ou ao forno)

RECOZIMENTO TOTAL OU PLENO

- Constituintes estruturais resultantes

Hipoeutetóide → ferrita + perlita
grosseira

Eutetóide → perlita grosseira

Hipereutetóide → cémentita + perlita
grosseira

- *A pelita grosseira é ideal para melhorar a usinabilidade dos aços baixo e médio carbono*

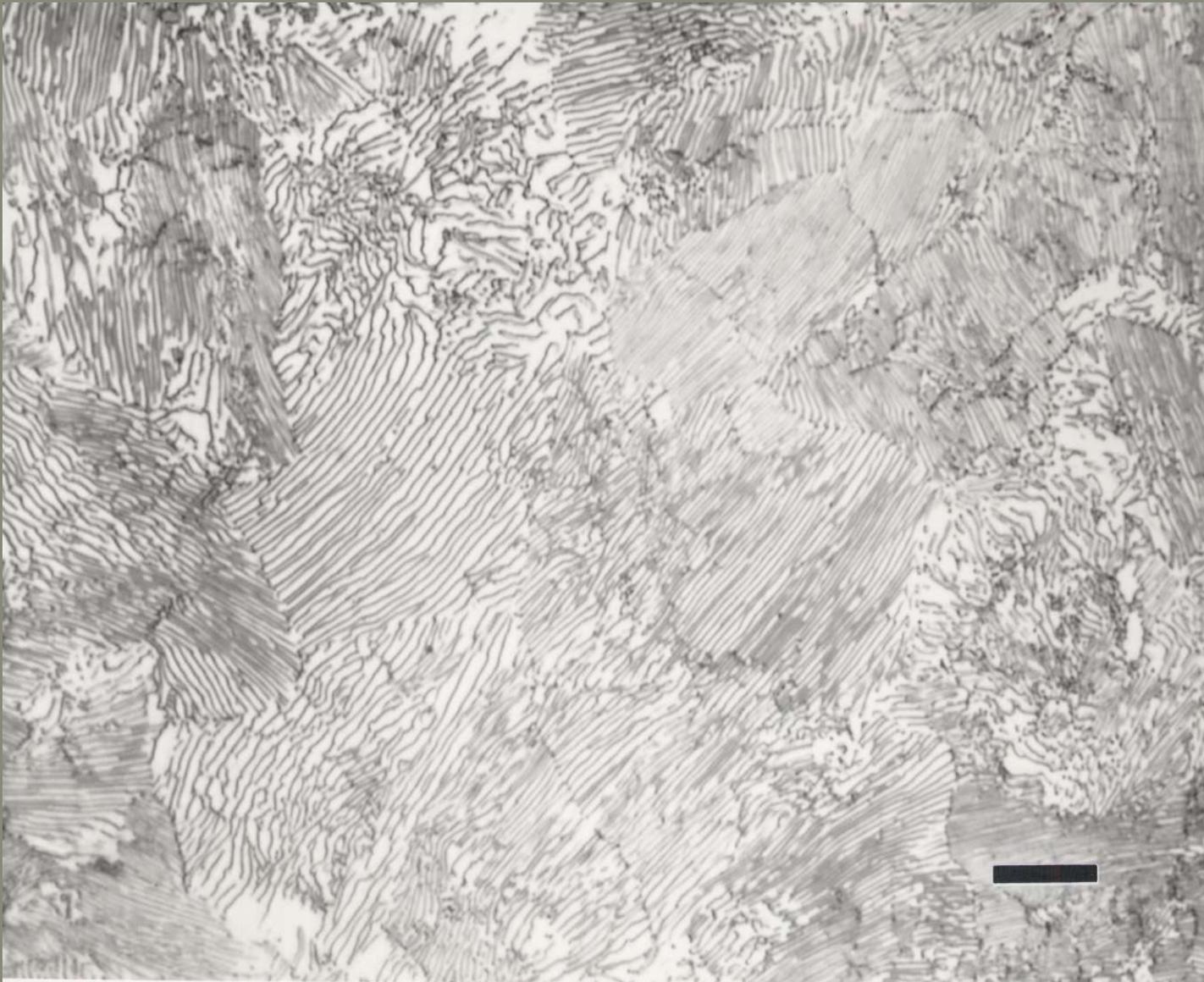
** Para melhorar a usinabilidade dos aços alto carbono recomenda-se a esferoidização*

ESFEROIDIZAÇÃO OU COALESCIMENTO

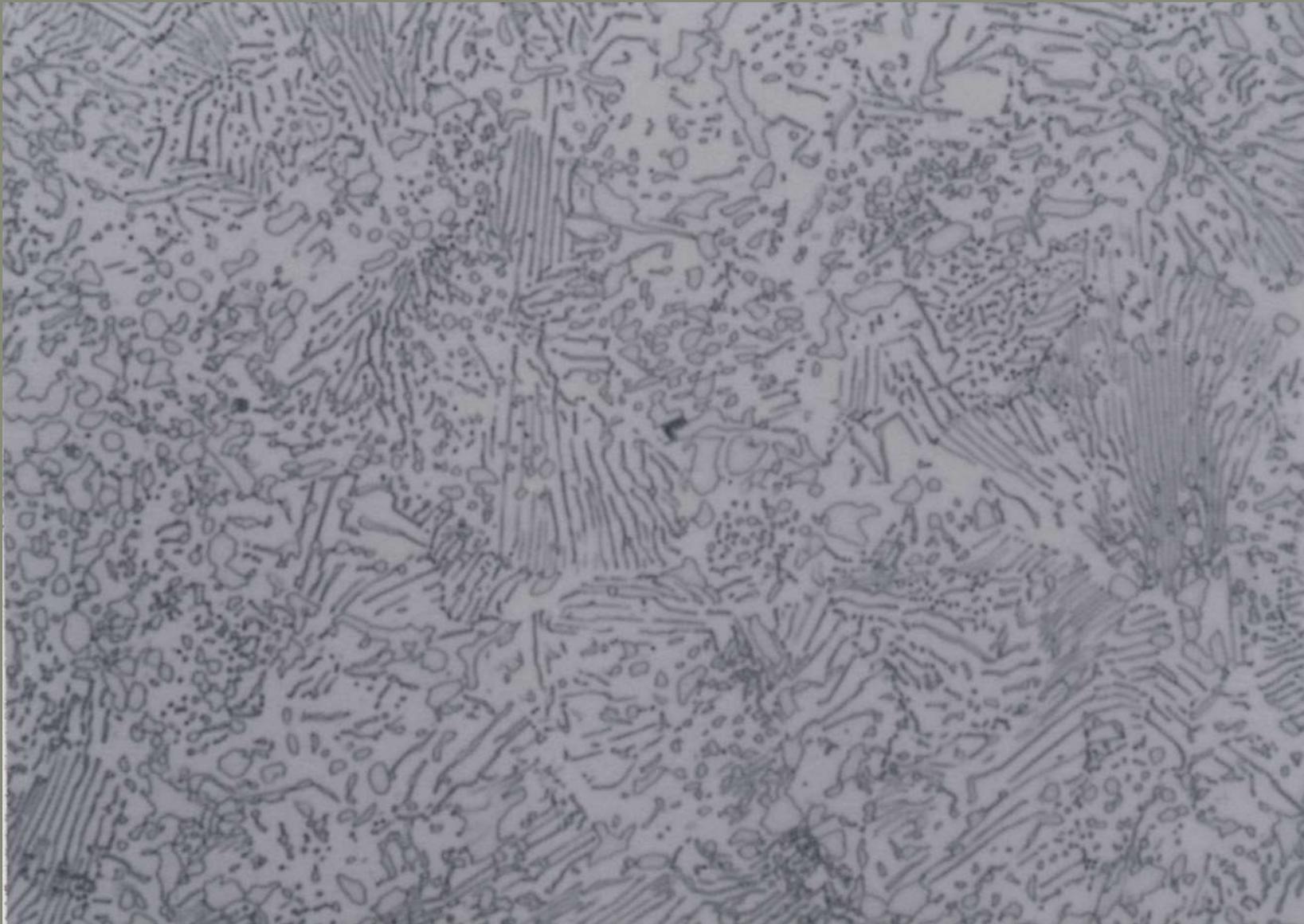
Objetivo

Produção de uma estrutura globular ou esferoidal de carbonetos no aço

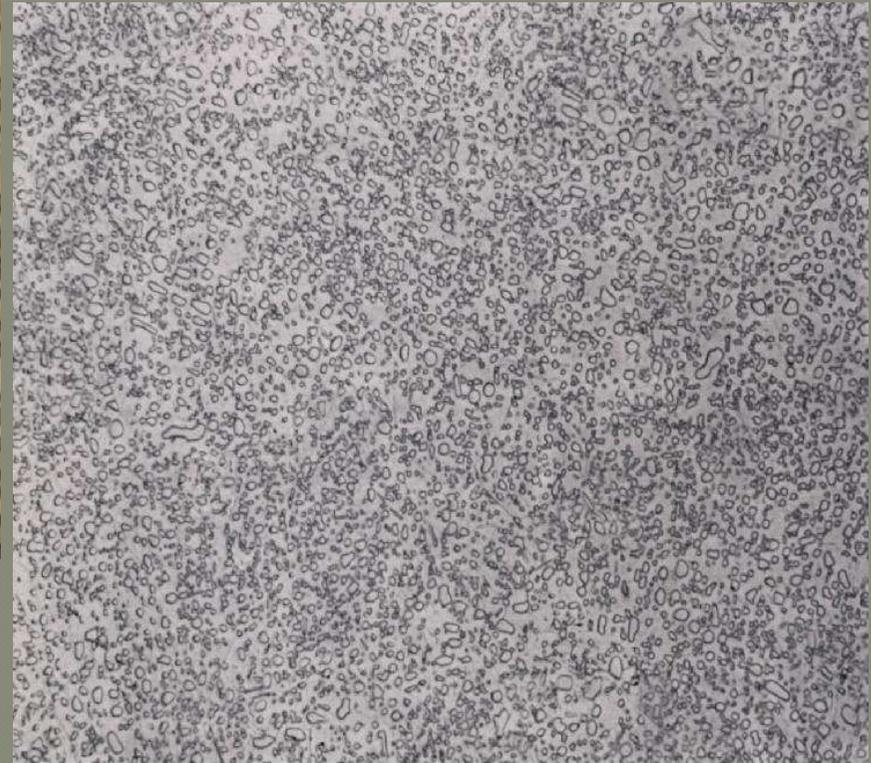
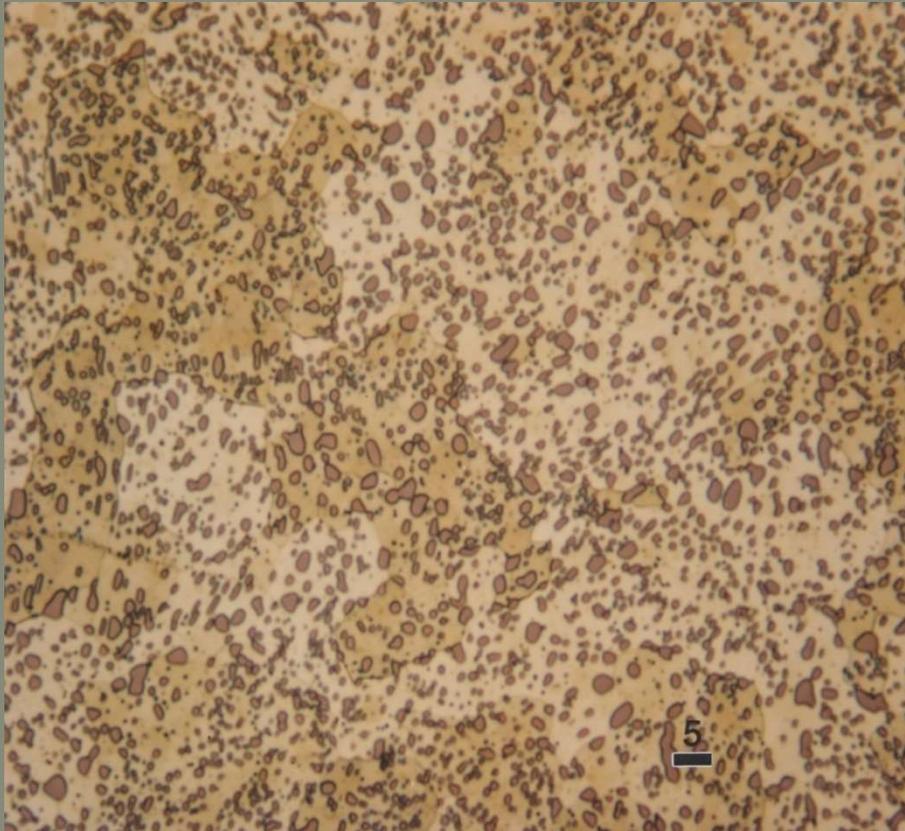
- melhora a usinabilidade, especialmente dos aços alto carbono
- facilita a deformação a frio



Coarse lamellar pearlite in a hot-rolled Fe – 0.8% C binary alloy. Picral etch. Magnification bar is 20 μm in length.



Annealed Fe – 1.15% C steel with a coarse lamellar pearlite microstructure and some large globular cementite particles. Heat treatment was: 800 °C (1472 °F) – 1 h, furnace cool. Etched with 4% picral. Original at 1000X. Black spots are inclusions.

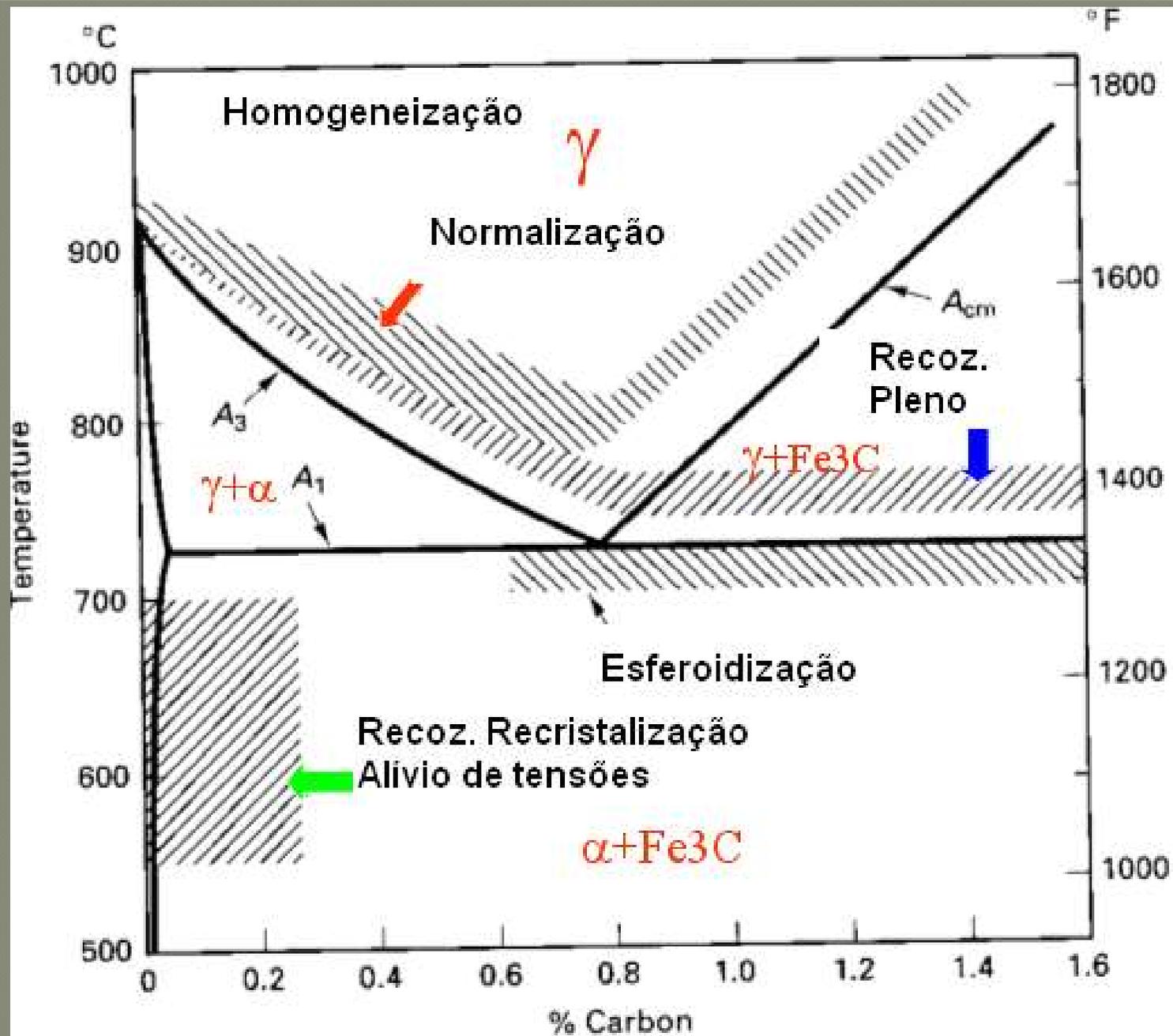


Spheroidize annealed microstructure of type W1 carbon tool steel (Fe - 1.05% C – 0.25% Mn – 0.2% Si) etched with Beraha's sodium molybdate reagent which colored both the cementite particles (brownish red) and the ferrite matrix. Original at 1000X.

ESFEROIDIZAÇÃO OU COALESCIMENTO

Aquecimento por tempo prolongado a uma temperatura logo abaixo da linha inferior da zona crítica,

Aquecimento e resfriamentos alternados entre temperaturas que estão logo acima e logo abaixo da linha inferior da zona crítica.



NORMALIZAÇÃO

- **Temperatura**

Hipoeutetóide e eutetóide → 30° C
acima do recozimento pleno

Hipereutetóide → 50° C acima do
limite superior da zona crítica

- **Resfriamento**

Ao ar (calmo ou forçado)

NORMALIZAÇÃO

- Constituintes Estruturais resultantes

Hipoeutetóide → ferrita + perlita fina

Eutetóide → perlita fina

Hipereutetóide → perlita fina

* Em relação ao recozimento a microestrutura é mais fina, apresenta menor quantidade e melhor distribuição de carbonetos



Fe – 0.4% C – 0.75% Mn – 0.20%Si



Fe – 0.80% C – 0.21% Mn – 0.22% Si

O espaçamento interlamelar na perlita depende da velocidade de resfriamento.

Para aumentar a difusão, o espaçamento entre as lamelas diminui, pois se reduz a distância que o C percorre para se distribuir entre a ferrita e a cementita.

Em resumo:

O aumento da velocidade de resfriamento conduz a estruturas com mais perlita (hipo) e cada vez mais finas, tanto dos grãos ferríticos como da perlita .

Assim o controle da velocidade de resfriamento é então um meio de controlar a microestrutura dos aços.