



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA
Câmpus Lages

Materiais I

Recuperação, Recristalização e
Crescimento de Grão

Prof. Eng.º Claudio Schaeffer

Justificativa

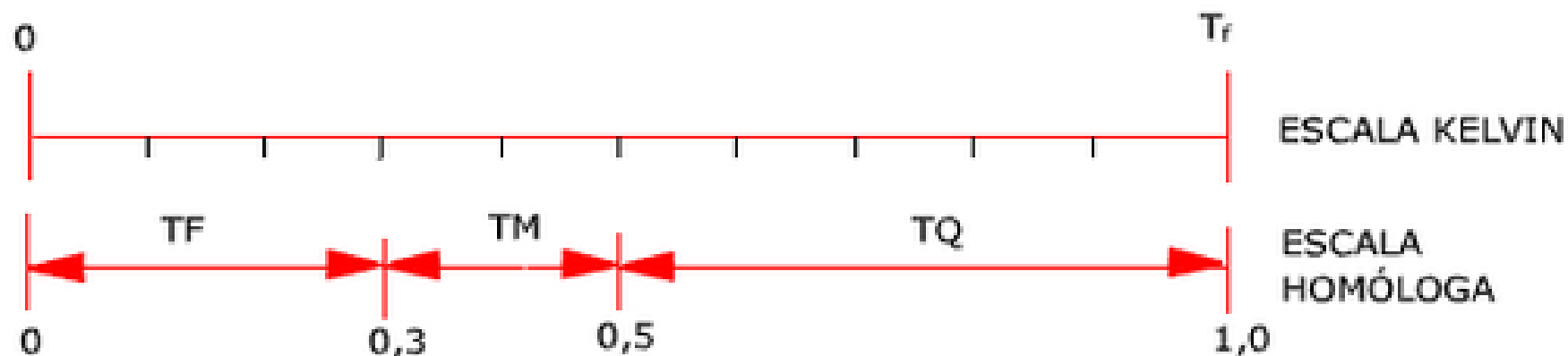
- Para entender os processos de tratamentos térmicos, é necessário entender o comportamento dos grãos do material em função da temperatura.

Objetivos da Aula de Hoje

- Entender de que forma a temperatura afeta os grãos de um material metálico.

Faixas de Temperatura de Trabalho.

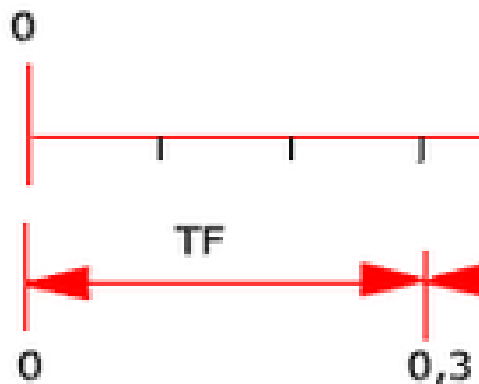
- Na metalurgia são definidas três faixas de temperaturas distintas nas quais o material pode ser trabalhado em função das propriedades que se deseja obter.



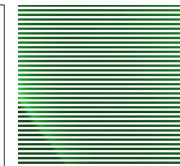
Faixas de Temperatura de Trabalho.



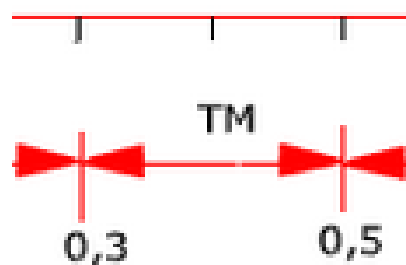
No trabalho a frio, como o encruamento não é aliviado, a tensão aumenta com a deformação. Assim a deformação total- que é possível de se obter sem causar fratura- é menor no trabalho a frio do que no trabalho a quente e a morno. Exceto quando se realizam tratamentos térmicos de recozimento para aliviar os efeitos do encruamento.



Faixas de Temperatura de Trabalho.



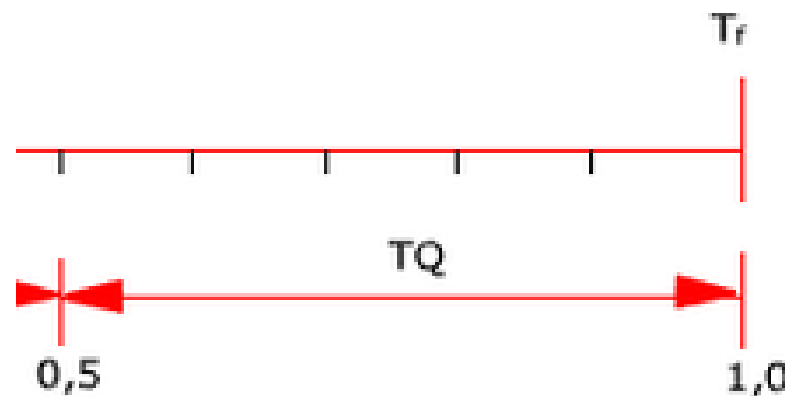
No trabalho a morno ocorre uma recuperação parcial da ductilidade do material e a tensão de conformação situa-se numa faixa intermediária entre o trabalho a frio e a quente.



Faixas de Temperatura de Trabalho.



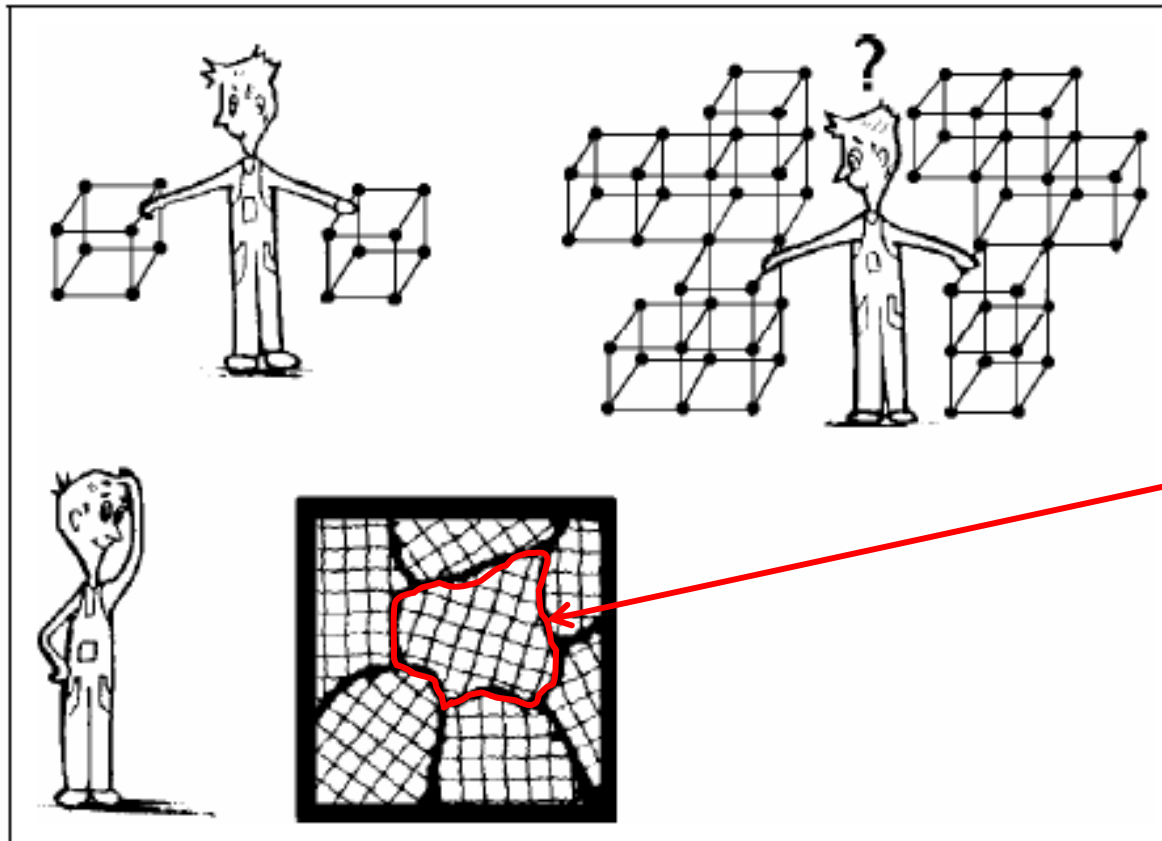
O limite superior de trabalho a quente é determinado pela temperatura em que ocorre o início de fusão ou o excesso de oxidação. Geralmente, a temperatura



O limite inferior de temperatura para o trabalho a quente de um metal é a menor temperatura para a qual a taxa de recristalização é rápida o bastante para



- Átomo, estrutura cristalina, reticulado cristalino, grão e material.



- **Grão.**



- Existem três condições distintas em que se encontram os grãos de um material metálico em função da temperatura.
- Recuperação;
- Recristalização;
- Crescimento de grão.

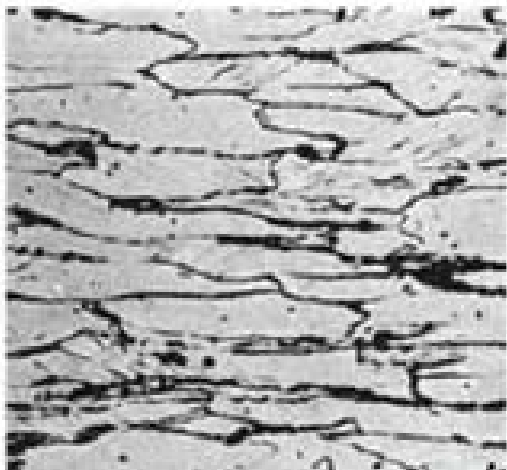


Recuperação

A recuperação é um fenômeno que ocorre primordialmente pela ausência da força externa, que estava deformando o material, associada ao aumento da temperatura e conseqüente aumento da difusão. Neste sentido, as discordâncias que estavam “presas” começam seu movimento e se “acomodam”. Metalurgicamente falando, esta etapa não possui importância comercial, no entanto, é caminho obrigatório para a etapa posterior, recristalização. Interessante salientar que apenas as condutividades elétricas e térmicas retomam seus valores anteriores.



- Recuperação



- a) Material antes da recuperação



- b) Material após a recuperação



- c) Ampliação de imagem do material plenamente recuperado



Recristalização

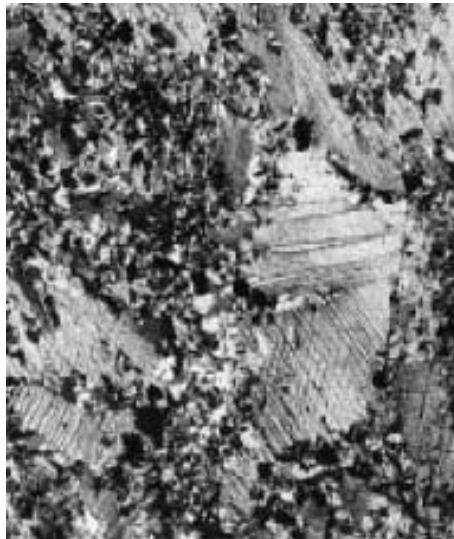
Mesmo após o processo de recuperação estar completo, os grãos se apresentam com uma energia da deformação anterior bastante elevada. A recristalização é o processo de formação de um novo conjunto de grãos livres e que são equiaxiais (dimensões aproximadamente iguais em todas as direções), com baixas densidades de discordâncias, e que são característicos das condições que existem antes do processo de trabalho a frio. Ainda, durante a recristalização, as propriedades mecânicas que foram alteradas durante o trabalho a frio são restauradas os seus valores existentes antes, isto é, o metal se torna mais macio, menos resistente, porém mais dúctil.



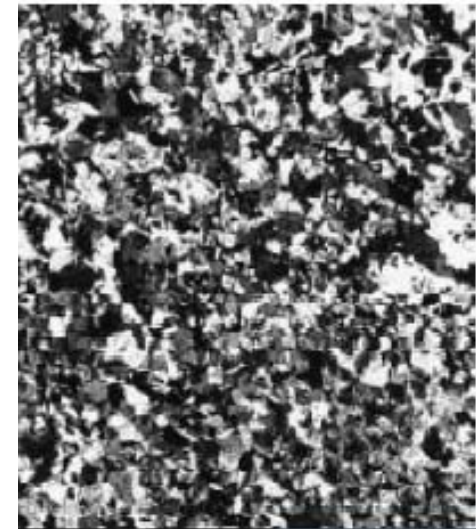
- Recristalização



- a) Início da recristalização



- b) Recristalização parcial



- b) Recristalização total



Tabela 7: Temperatura de recristalização e de fusão para vários metais.

Metal	Temperatura de recristalização (°C)	Temperatura de Fusão (°C)
Chumbo	-4	327
Estanho	-4	232
Zinco	10	420
Alumínio	80	660
Cobre	120	1085
Latão (60 Cu-40 Zn)	475	900
Níquel	370	1455
Ferro	450	1538
Tungstênio	1200	3410

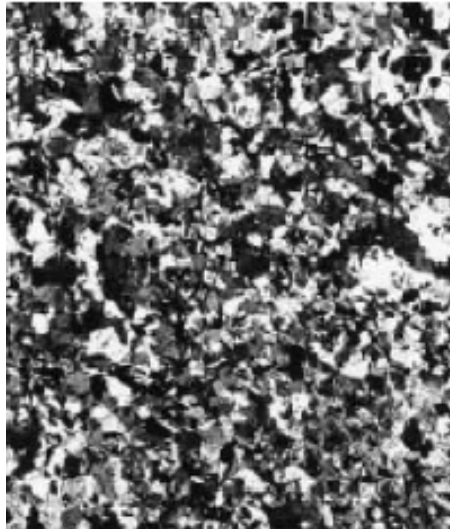


Crescimento de Grão

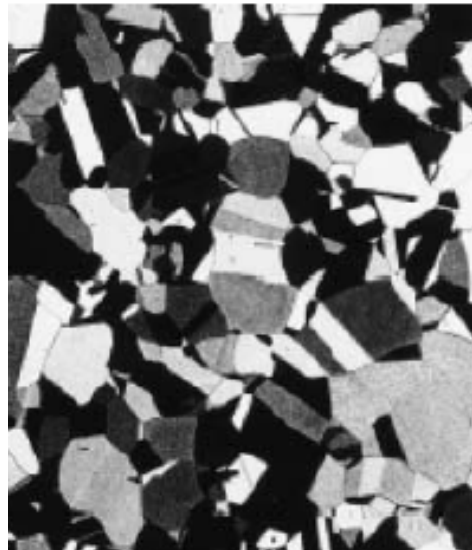
Após a recristalização estar completa, os grãos livres de deformação continuarão a crescer se o material for deixado a temperatura elevada, este fenômeno se chama crescimento de grão.



- Crescimento de grão



- a) Grãos recristalizados



- b) Início do crescimento de grãos



- b) Final da fase de crescimento de grãos



Grãos X Temperatura

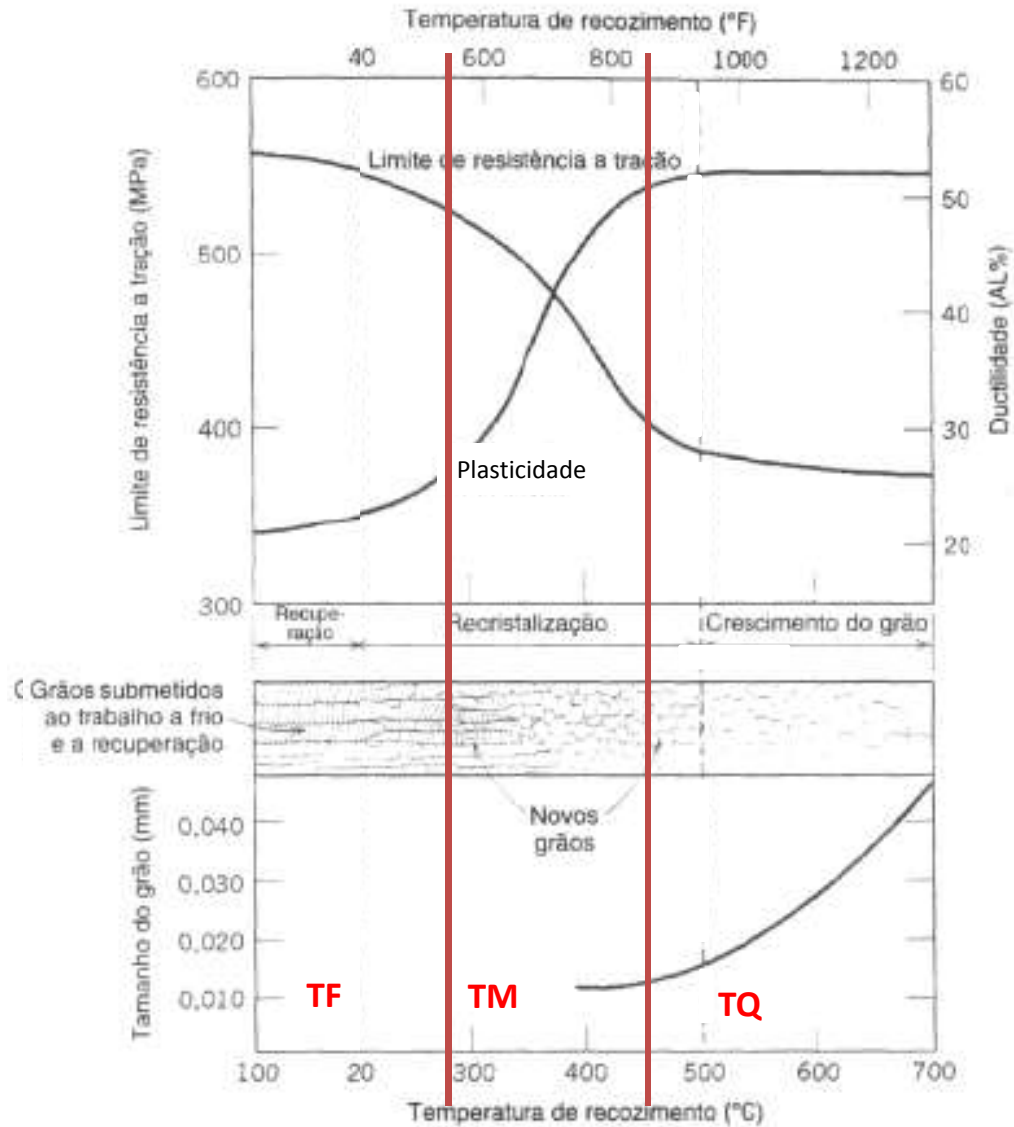
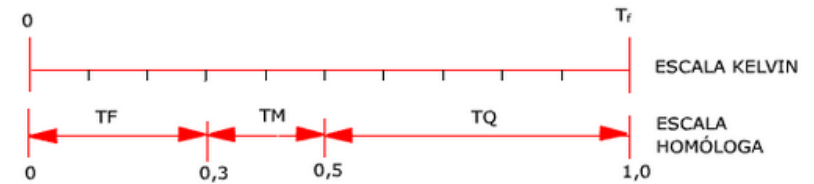


Tabela 7: Temperatura de recristalização e de fusão para vários metais.

Metal	Temperatura de recristalização (°C)	Temperatura de Fusão (°C)
Chumbo	-4	327
Estanho	-4	232
Zinco	10	420
Alumínio	80	660
Cobre	120	1085
Latão (60 Cu-40 Zn)	475	900
Níquel	370	1455
Ferro	450	1538
Tungstênio	1200	3410

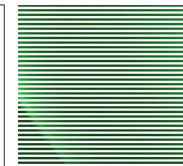
As temperaturas de trabalho a quente, a morno e a frio são determinadas pela situação em que se encontram os grãos.





INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA
Câmpus Lages

Grãos X Temperatura





INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA
Campus Lages

Dúvidas?



Prof. Eng.º Claudio Schaeffer



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA
Campus Lages

Materiais I

OBRIGADO