

07

MATERIAIS E PROCESSOS MECÂNICOS DE FABRICAÇÃO

Engenharia de Controle e Automação
Prof. Luis Fernando Maffei Martins

Falhas



Falhas



Falhas



Falhas



Falhas

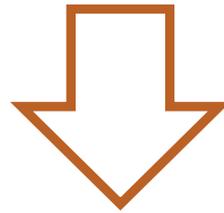


Falhas



Falhas

- O projeto de um componente ou de uma estrutura deve minimizar a possibilidade de ocorrência de falhas.



- É necessário compreender as modalidades de falhas

Motivos que podem gerar falhas

- Projeto inadequado
 - Má utilização
- Falha na fabricação
- Falha do material

Fratura

- Fratura simples: Separação de um corpo em dois ou mais pedaços em resposta a uma tensão imposta de natureza estática e a temperaturas baixas se comparadas ao ponto de fusão do material.
- A tensão pode ser:
 - tração
 - compressão
 - cisalhamento
 - torção

Modos de fratura

frágil

dúctil

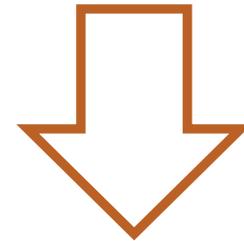
Modos de fratura

frágil



pouca ou nenhuma deformação
plástica

dúctil

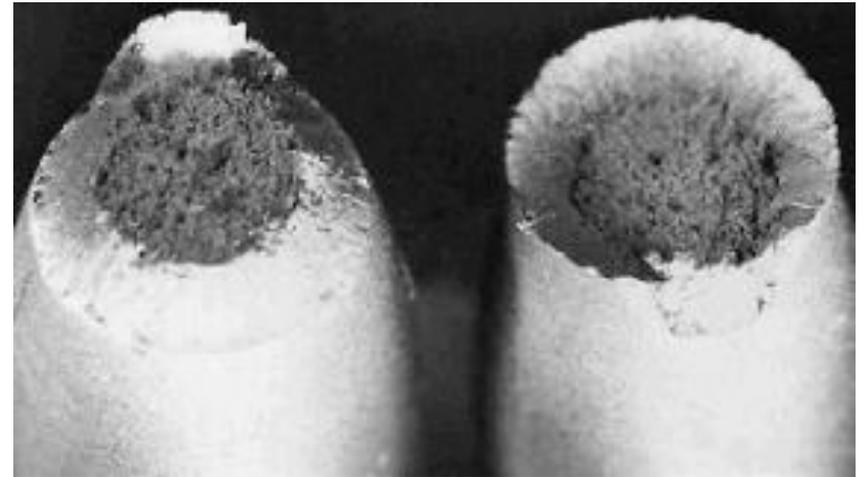


deformação plástica substancial

Modos de fratura



frágil



dúctil

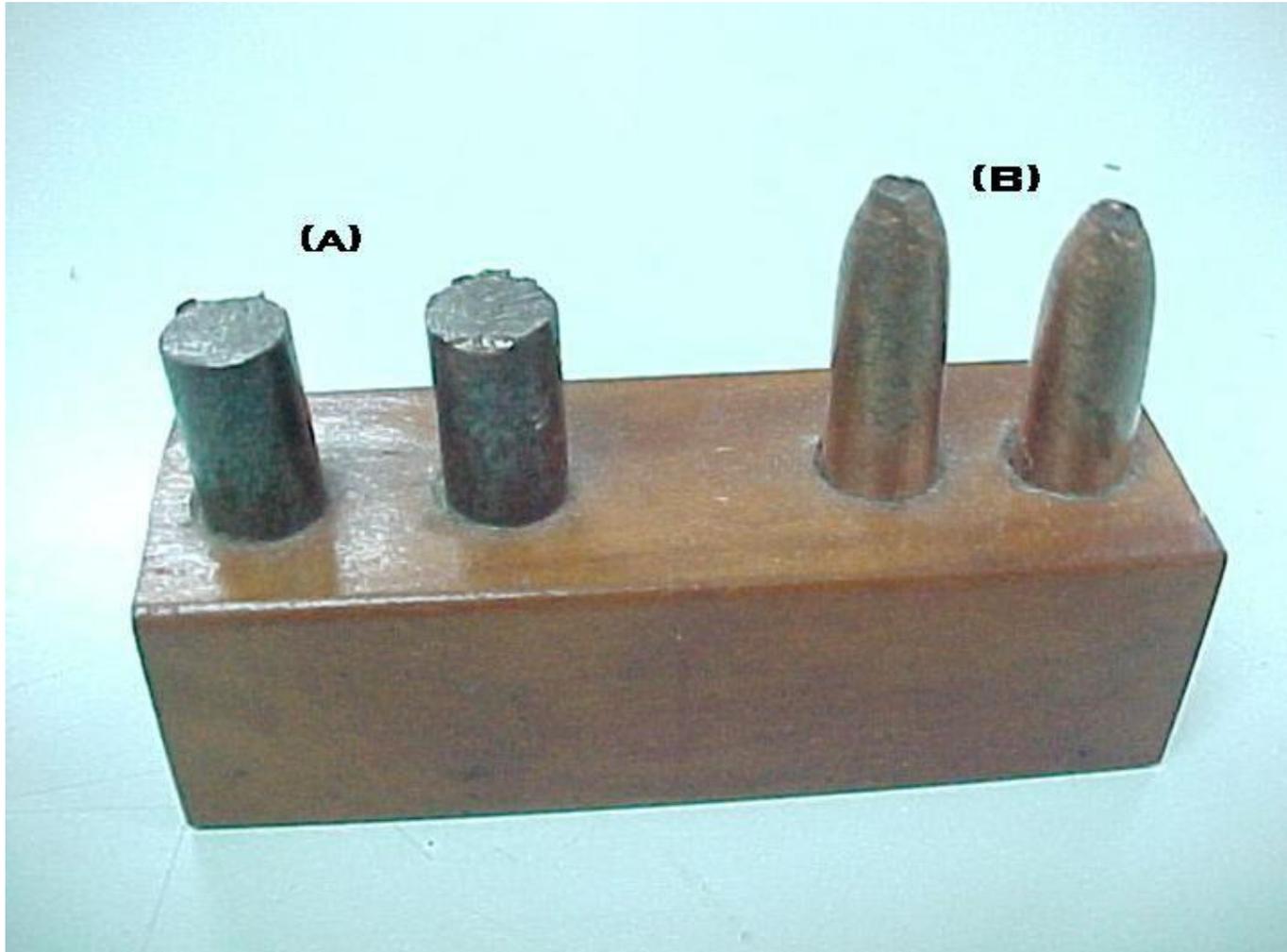
Fratura dúctil

- extensa deformação plásticas nas vizinhas da trinca que está se propagando
- processo relativamente lento
- “trinca estável”: resiste à propagação a não ser que ocorra aumento da tensão aplicada
- evidências de deformação nas superfícies da fratura

Fratura frágil

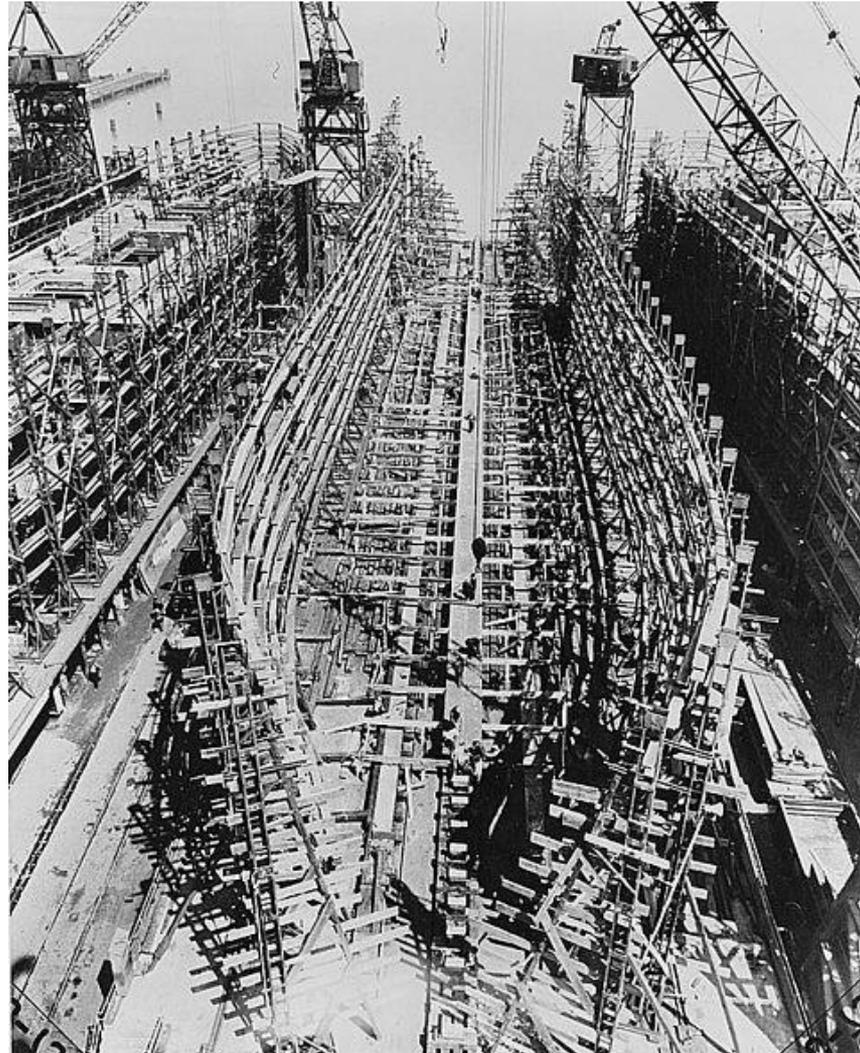
- inexistência ou baixa presença de deformação plástica nas vizinhanças da trinca que se propaga
- processo extremamente rápido
- “trinca instável”: propagação da trinca, após iniciada, ocorre espontaneamente, sem necessidade de aumento da tensão aplicada
- inexistência ou baixa presença de deformação nas superfícies da fratura

Modos de fratura

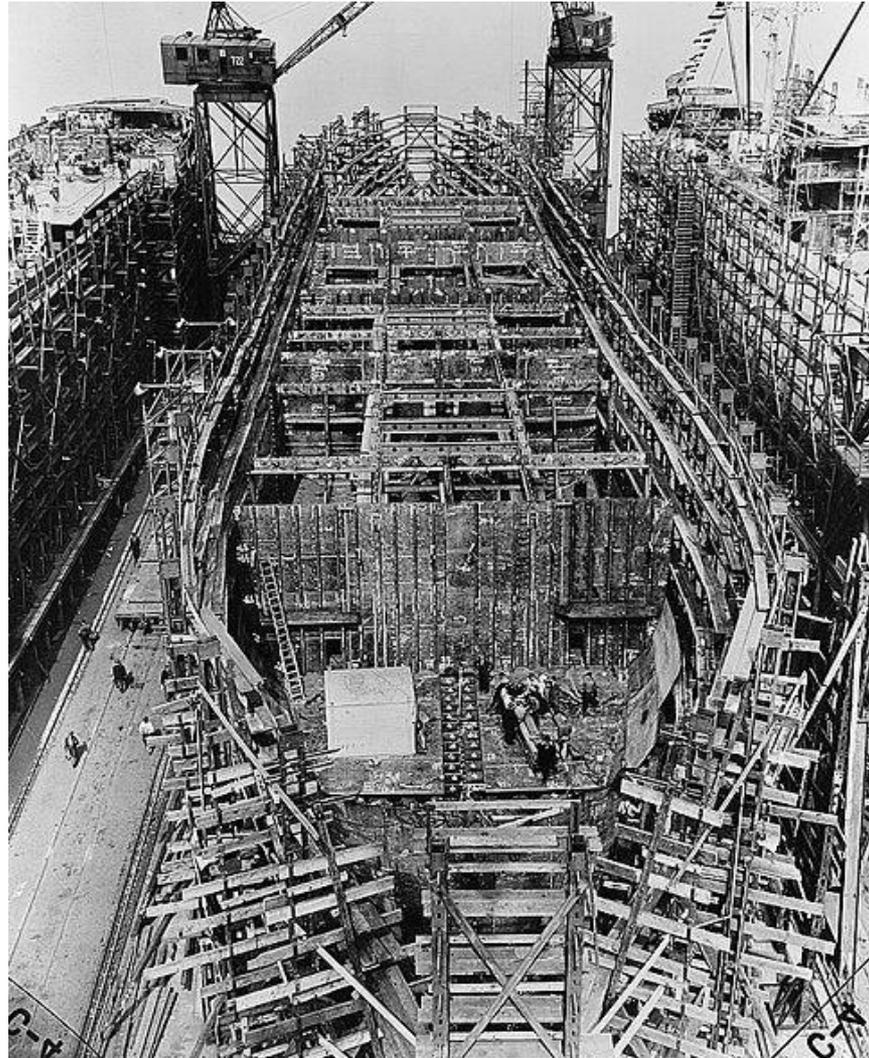


Qual o modo de fratura preferível ?

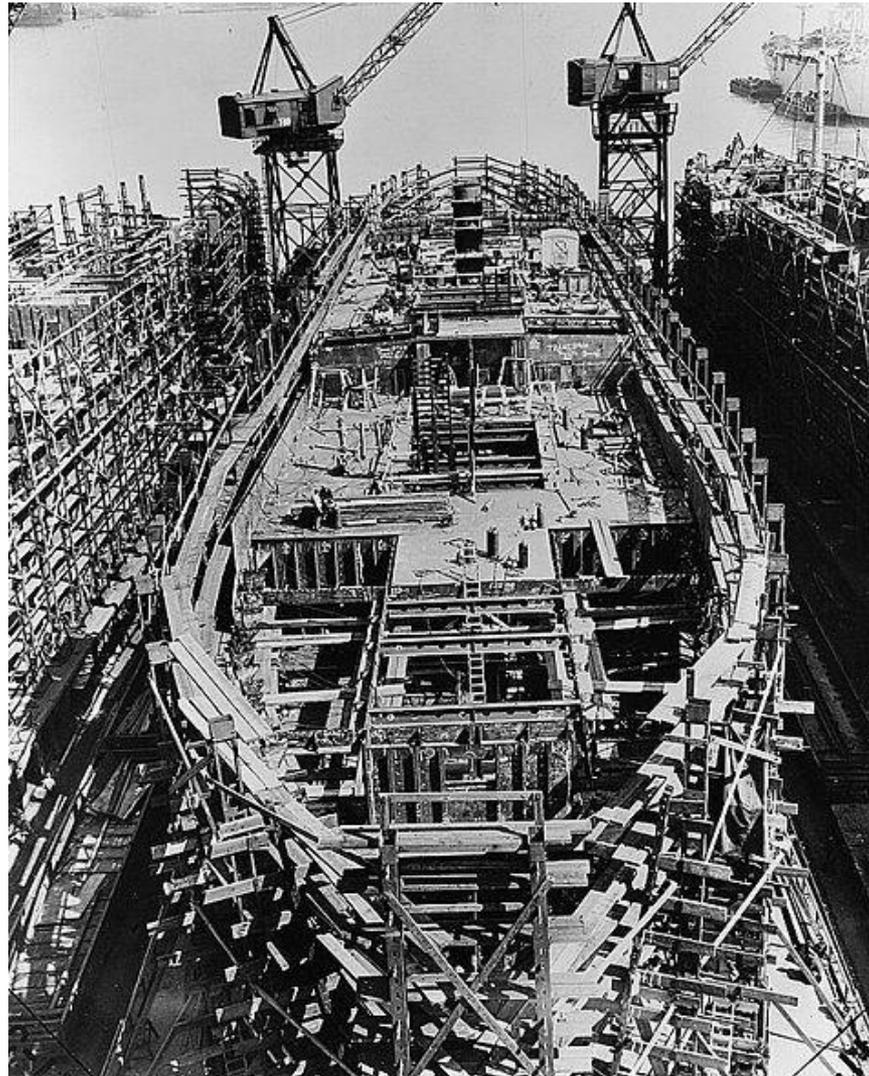
Liberty ships



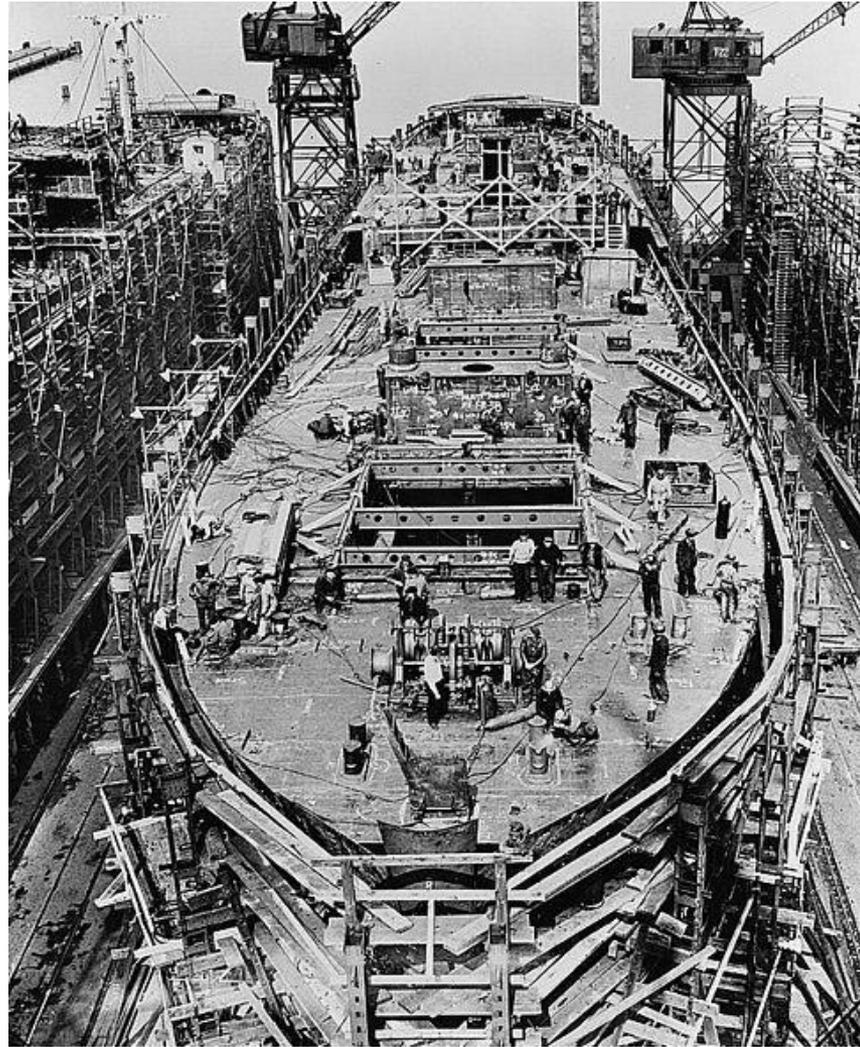
Liberty ships



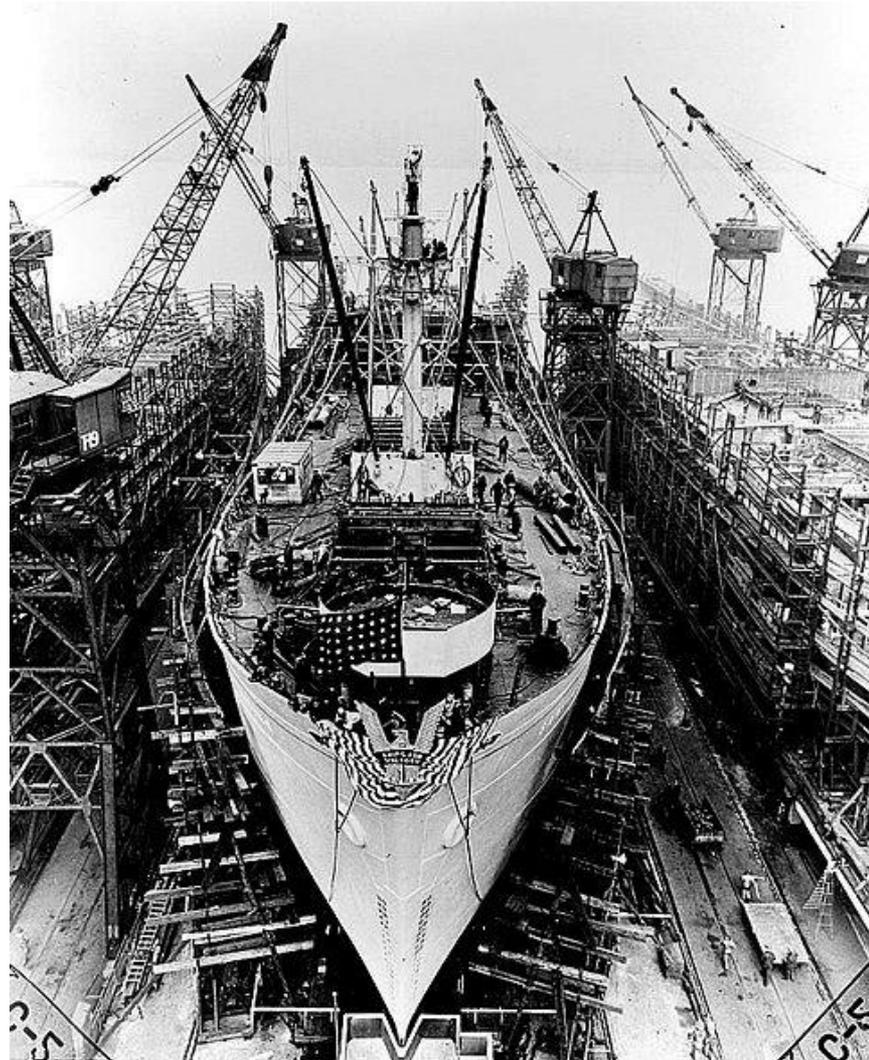
Liberty ships



Liberty ships



Liberty ships



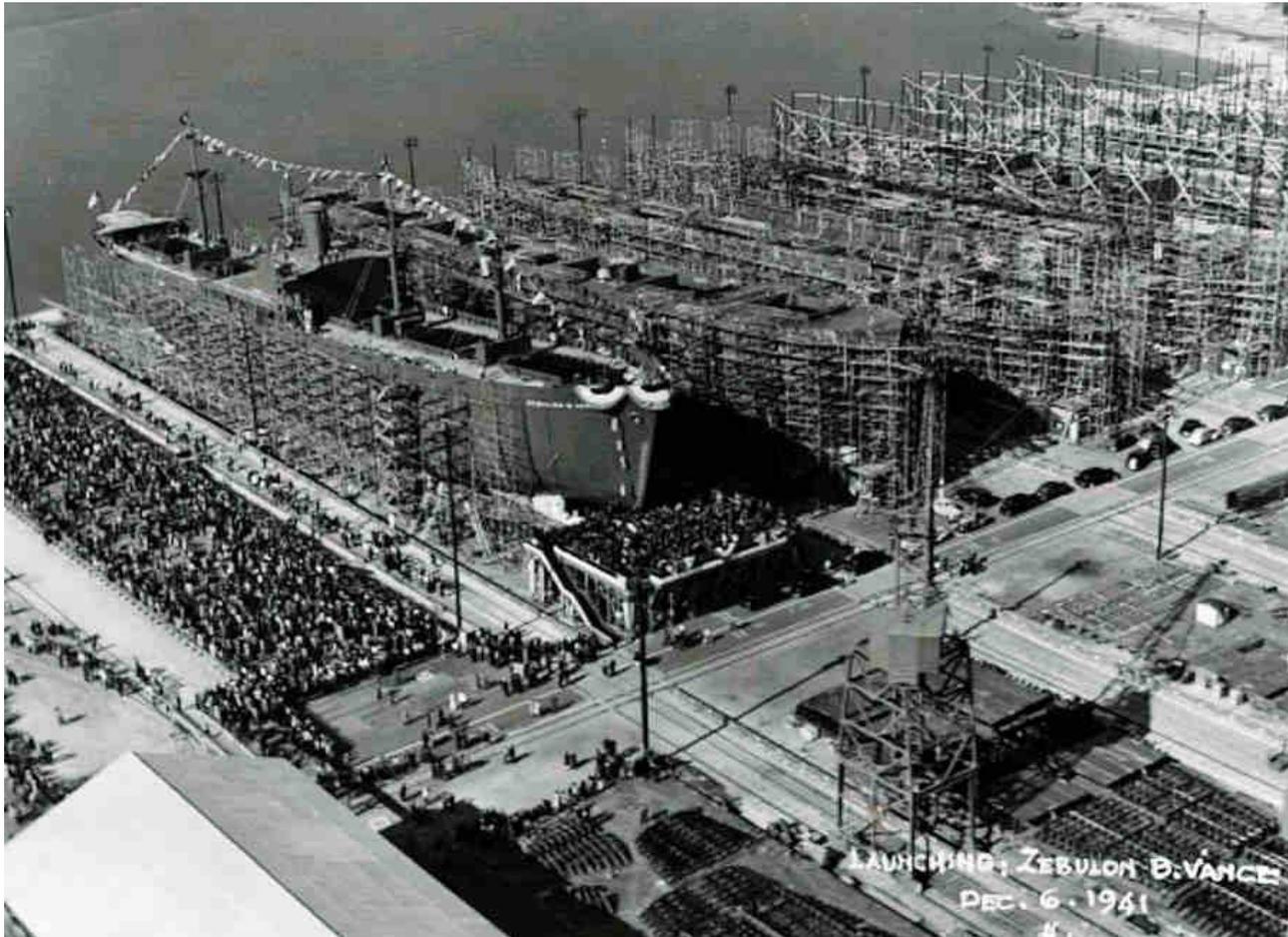
Liberty ships



Liberty ships



Liberty ships



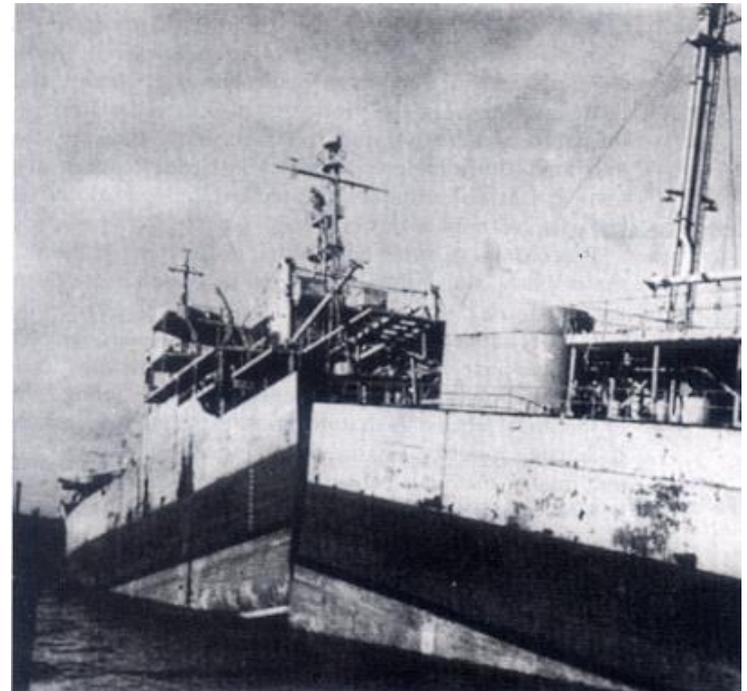
Liberty ships



Liberty Ships

Essa classe de navios foi a primeira a utilizar uma nova tecnologia de soldagem completa de casco.

- Foram construídos 2700 navios.
- 400 navios sofreram fraturas em “águas geladas”
- Em 90 navios as fraturas foram consideradas graves.
- 10 navios romperam por completo.



Fratura frágil e testes de impacto

Introdução

- O que é fragilidade ?
- Como avaliar ?
- Como quantificar ?
- O que é fratura frágil ?

Impacto: É o ensaio mais empregado para o estudo de fratura nos metais.

Normas técnicas: ABNT NBR 6157
ASTM E 23 e A 370

Três fatores contribuem para um fratura frágil:

1. Estado triaxial de tensões
2. Baixa temperatura
3. Velocidade de deformação elevada (taxa de carregamento rápida)

Ensaio de impacto

Permite determinar a energia absorvida (em Joule) pelo corpo de provas, o que é um indicativo de sua tenacidade.

Corpos de provas

Charpy

Quadrado de 10 x10 x 55 mm

Tipos de entalhe:

- A: em forma de “V” (mais comum)
- B: em forma de fechadura (“buraco da chave”)
- C: em forma de “U” invertido

Ensaio: bi-apoiado

Ensaio de impacto

Equipamento

Pêndulo Charpy

Princípio: Energia absorvida pelo corpo de provas = ΔH x peso do pêndulo.

- escala graduada na própria máquina
- energia por unidade de área
- maior valor de energia absorvida \Rightarrow maior tenacidade (ou menor fragilidade).

É um ensaio comparativo: não dá indicação segura do comportamento de peças reais.

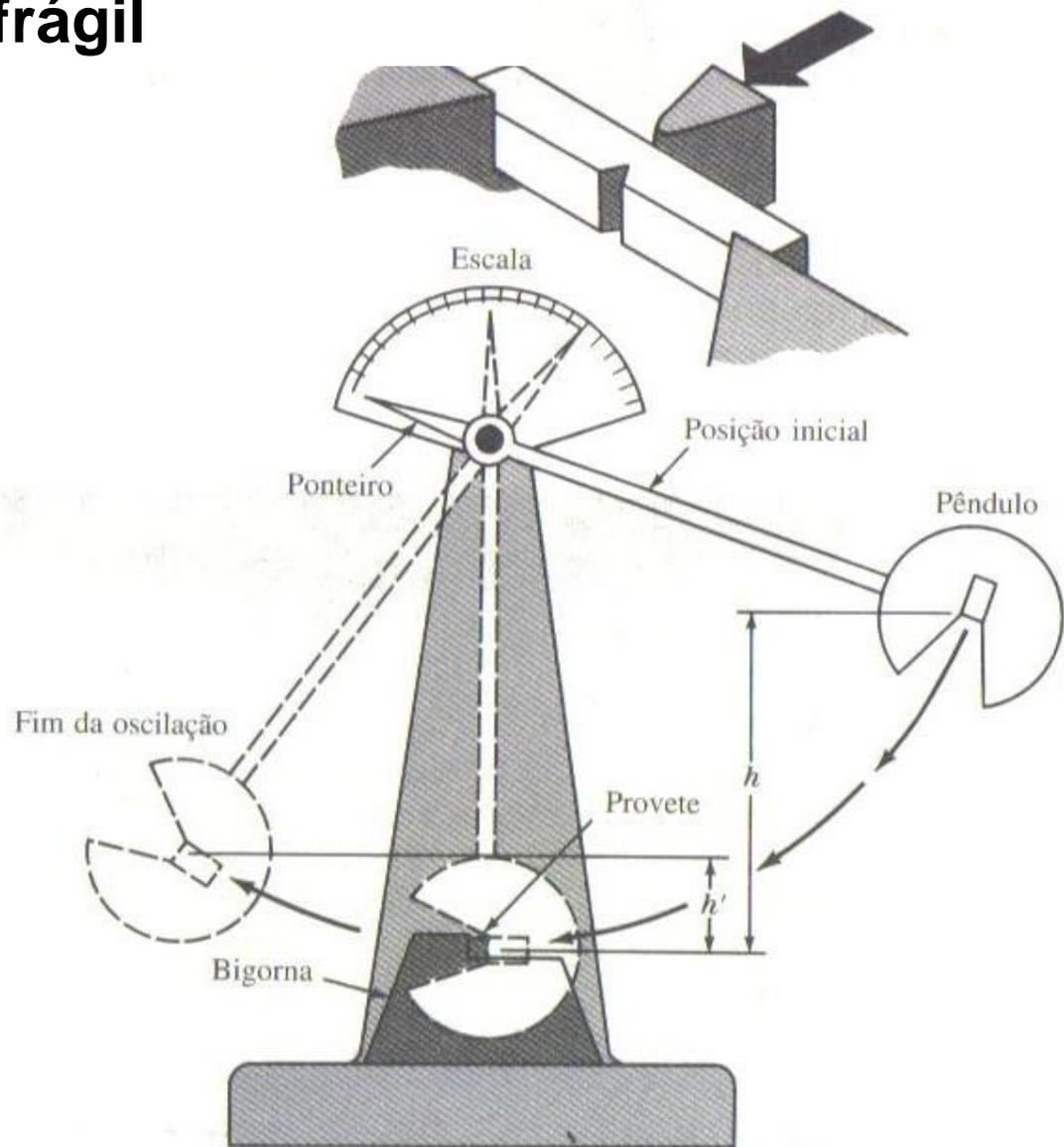
Ensaio com peça real

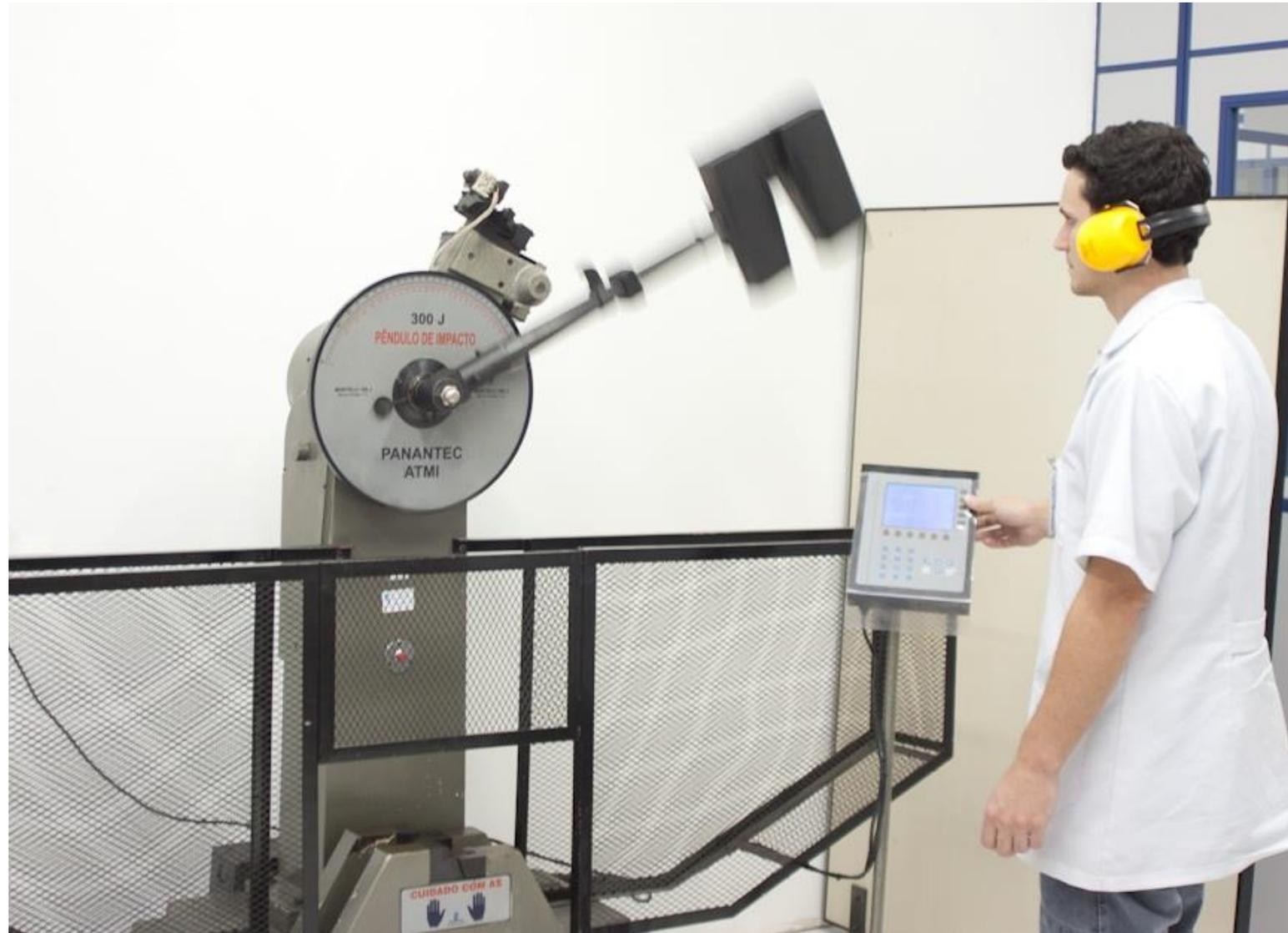
Roda de automóvel fundida com liga de alumínio: queda de um peso sobre a mesma.

Amortecedor

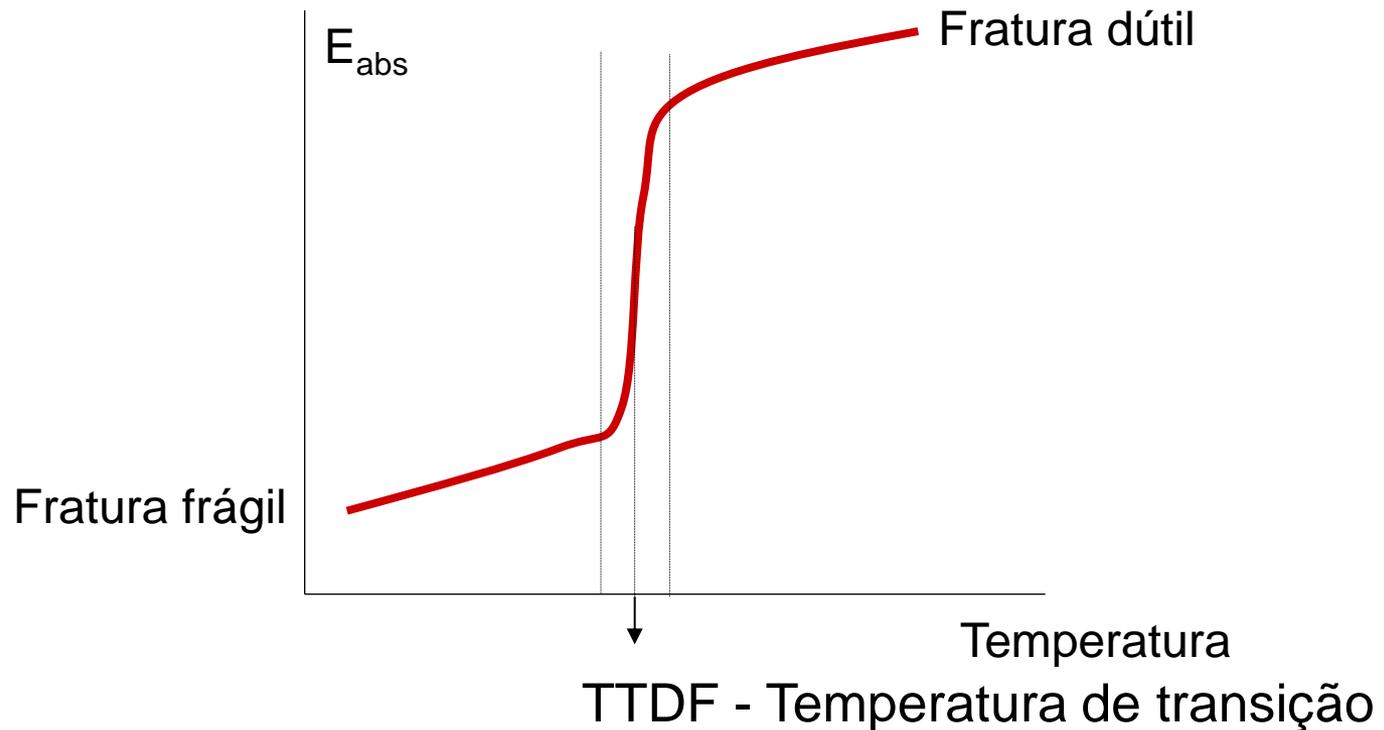
Cinto de segurança

Tenacidade e fratura frágil



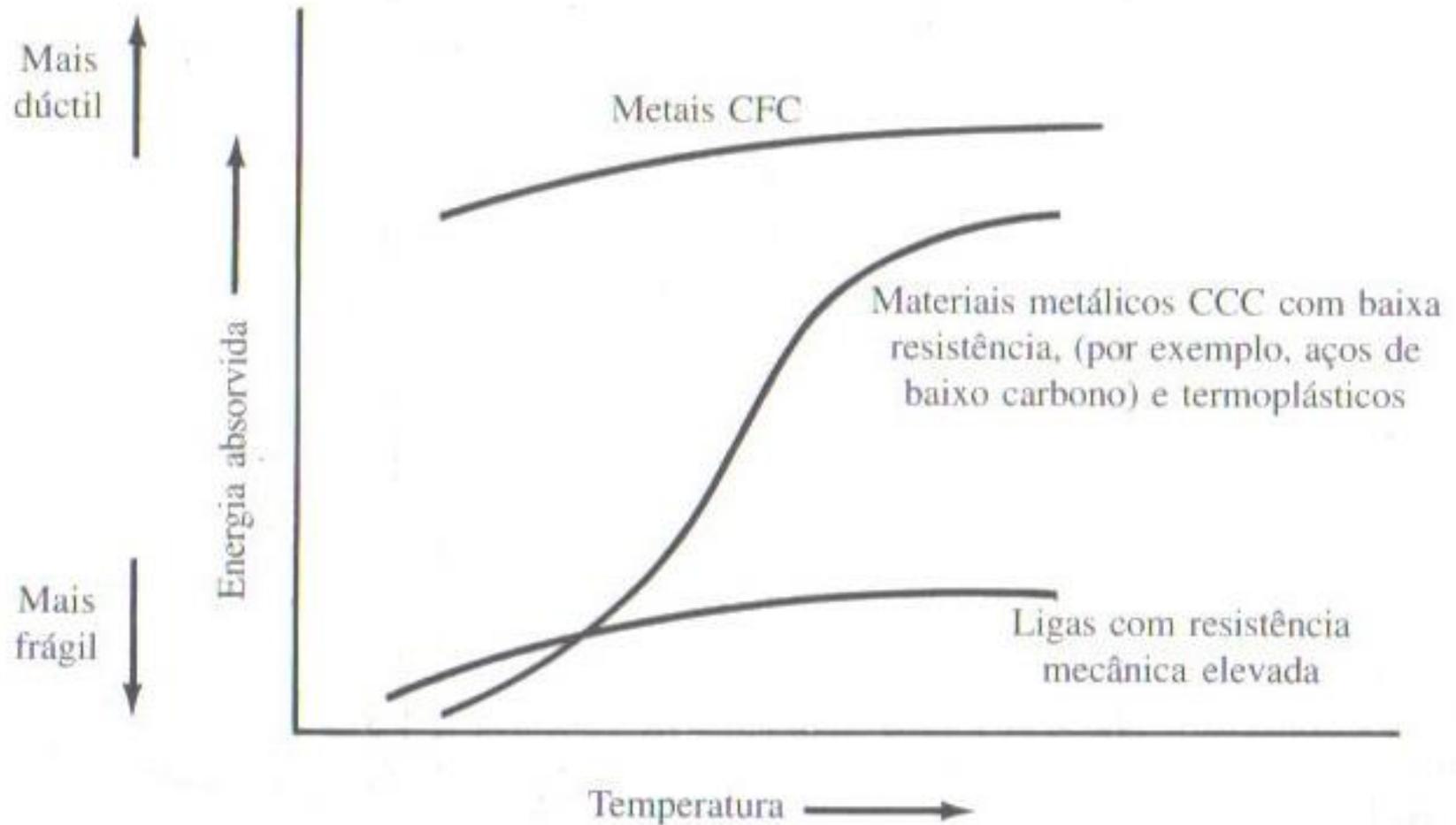


Temperatura de Transição Dúctil - Frágil



Quanto mais baixa a temperatura de transição, menor é o risco de fratura frágil do componente em uso.

Quanto mais baixa a temperatura de transição, maior é a energia absorvida no ensaio de impacto numa determinada temperatura.



Fadiga

Falha que ocorre em peças e estruturas que estão sujeitas a tensões dinâmicas .

As falhas podem ocorrer em um nível de tensão bem abaixo do limite de resistência de um material sob tensão estática.

Fadiga

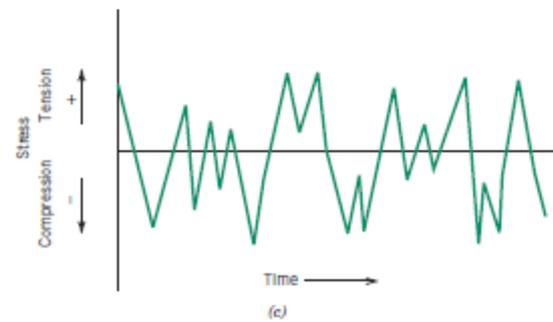
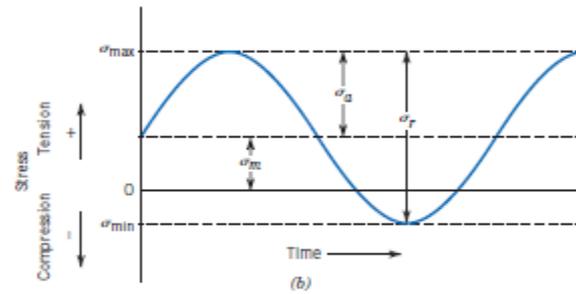
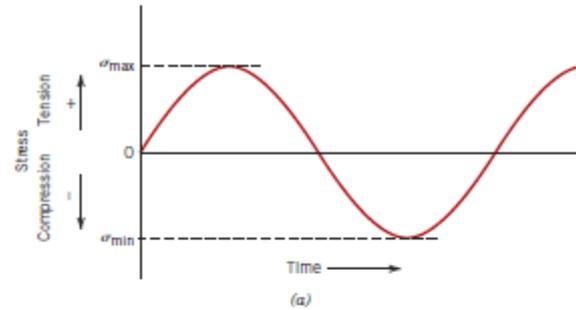
Maior causa de falha em metais.

(estima-se que 90 % das falhas em metais ocorram por fadiga – ref. Callister)

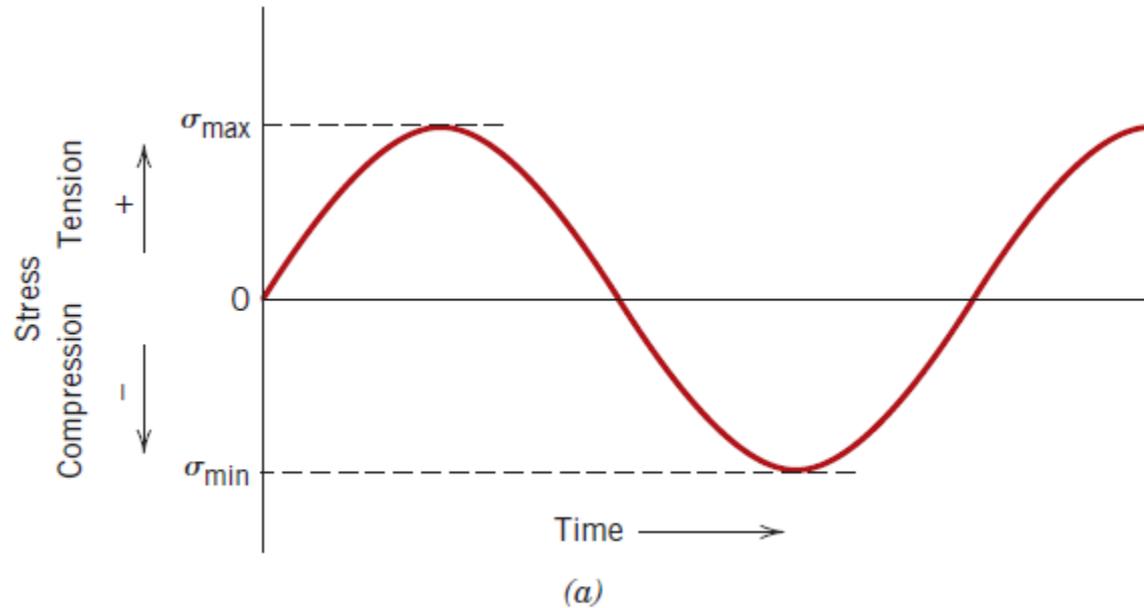
Fratura associada a pouca ou nenhuma deformação plástica, com a superfície de fratura normalmente perpendicular direção de tensão de tração aplicada.

Axial (tração / compressão), flexão ou dobramento.

Tensões cíclicas

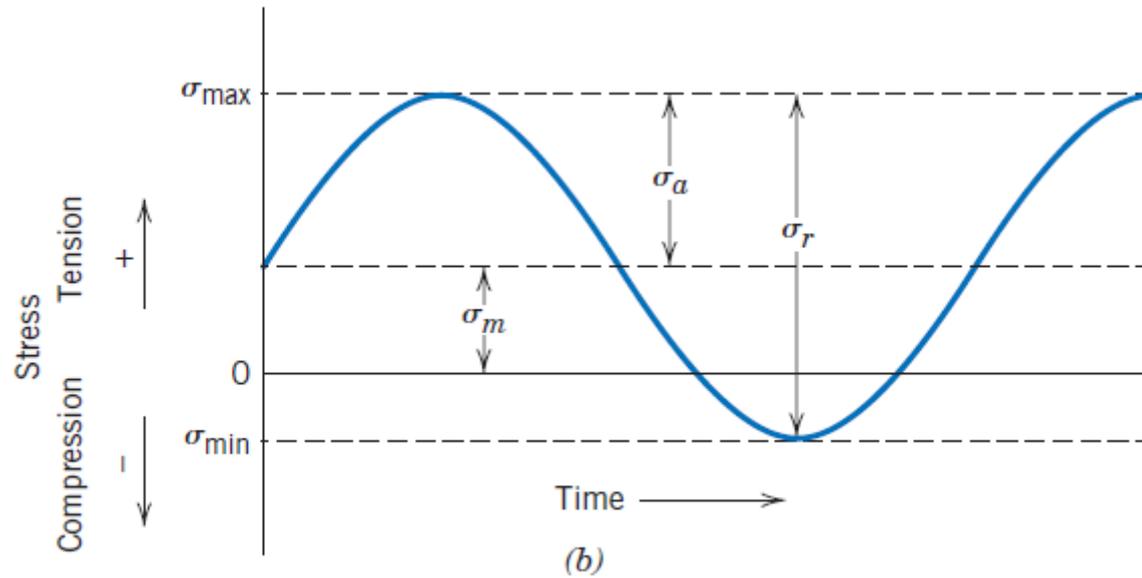


Tensões cíclicas



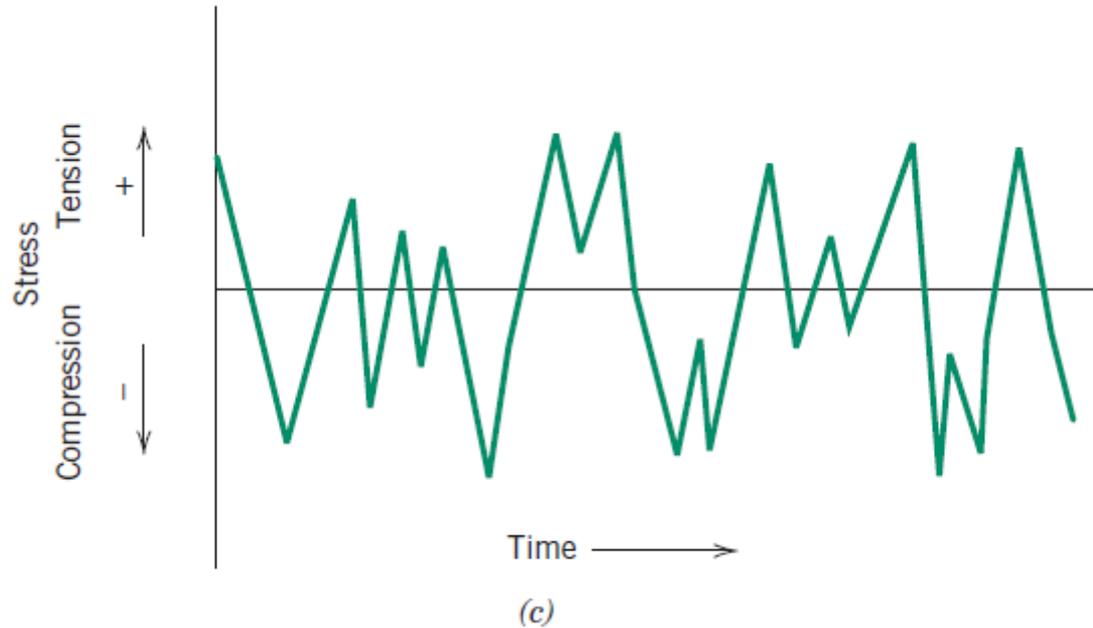
ciclo de tensões alternadas

Tensões cíclicas



ciclo de tensões repetidas

Tensões cíclicas



ciclo de tensões aleatórias

Tensões cíclicas

tensão média :

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$$

intervalo de tensões :

$$\sigma_r = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$$

amplitude da tensão :

$$\sigma_a = \frac{\sigma_r}{2} = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$$

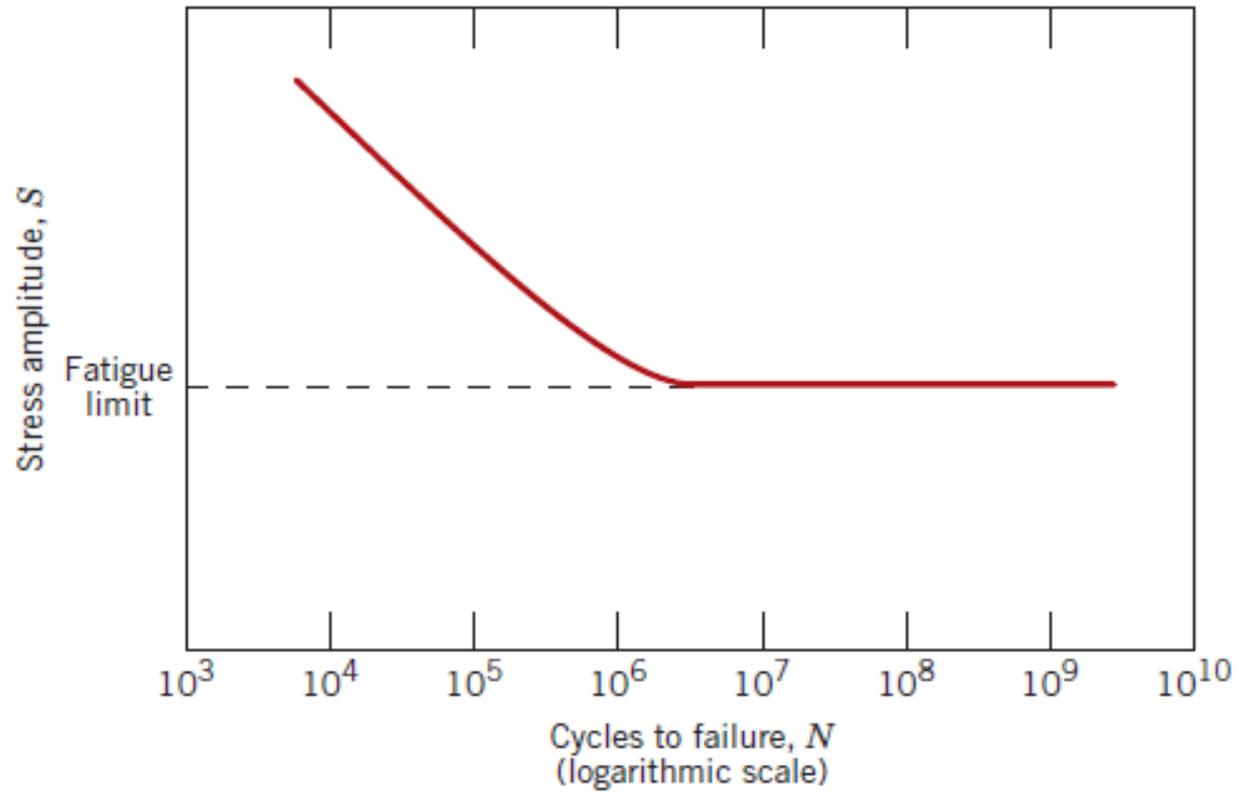
razão de tensões :

$$R = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

Teste de fadiga

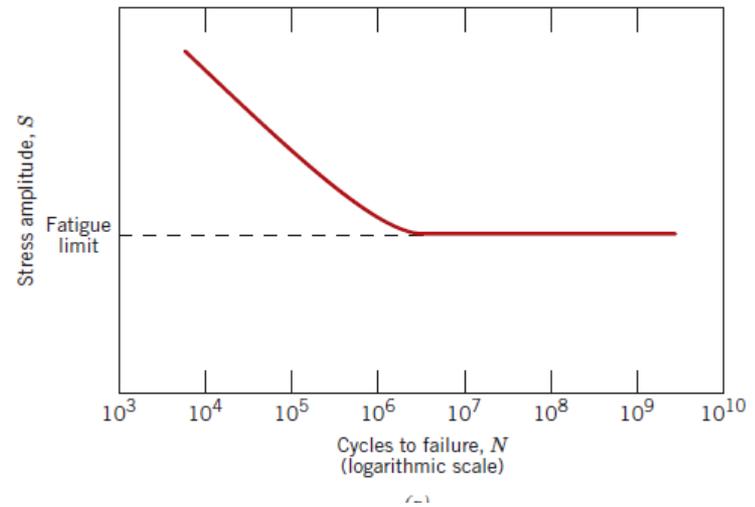


Curva $\sigma \times N$

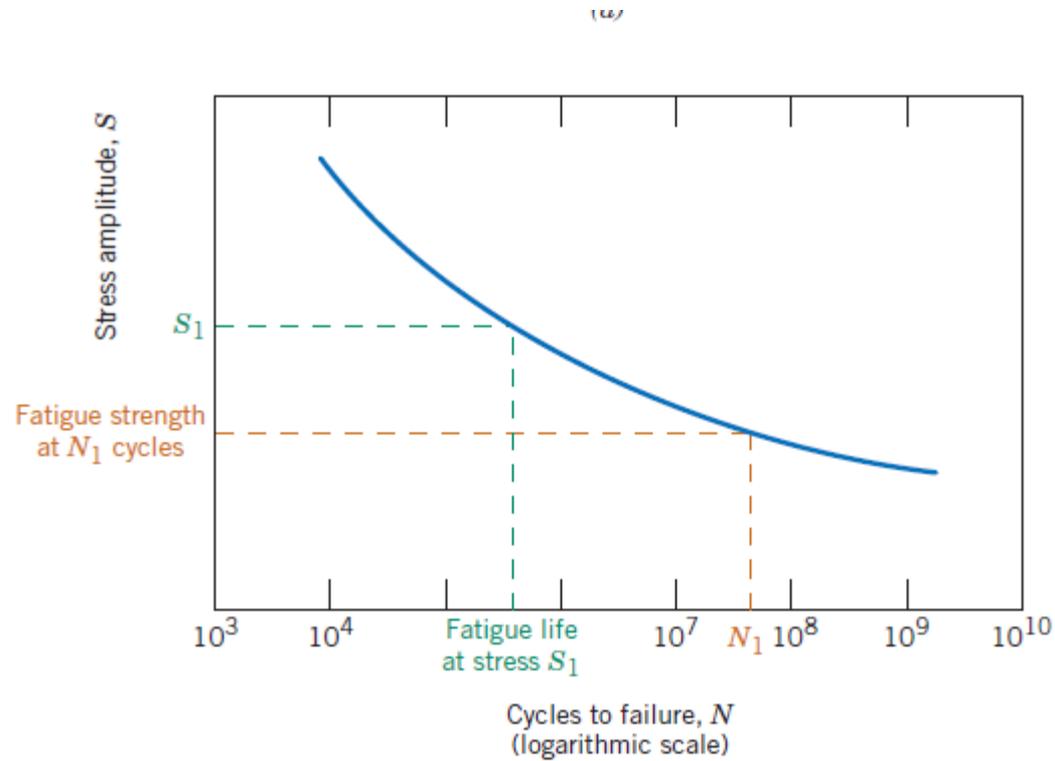


Curva $\sigma \times N$

Limite de resistência à fadiga: ocorre para ligas ferrosas e ligas de titânio



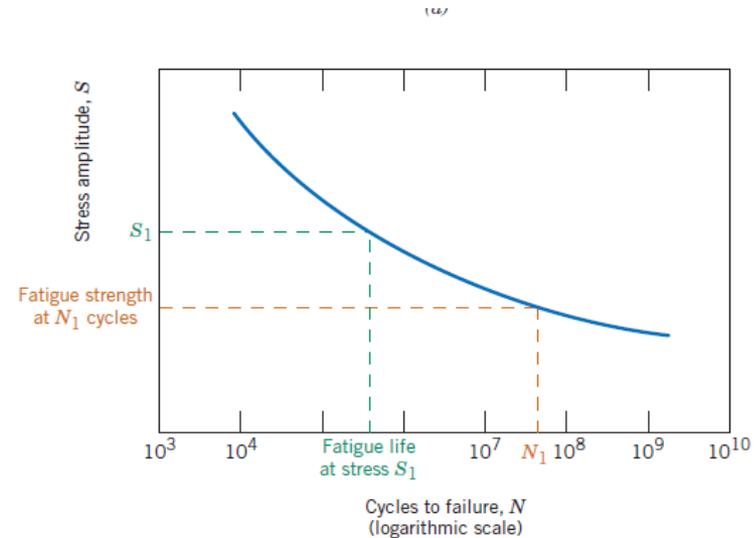
Curva $\sigma \times N$



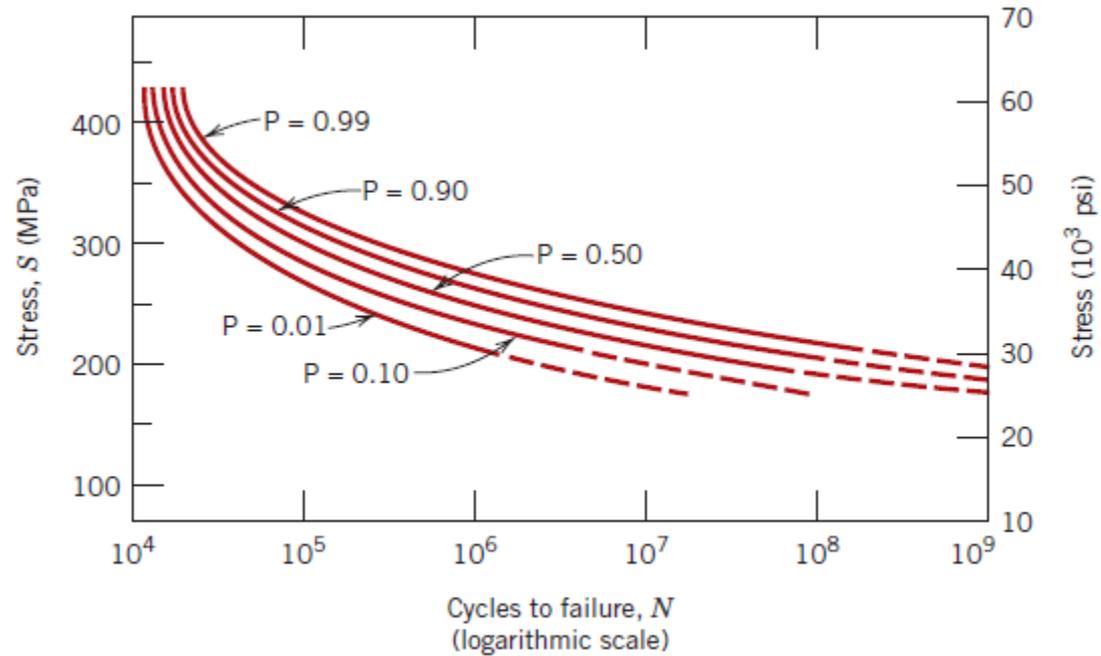
Curva $\sigma \times N$

ligas não ferrosas, como alumínio, cobre, magnésio não apresentam limite de resistência à fadiga.

Resistência à fadiga: nível de tensão no qual irá ocorrer falha após dado número de ciclos



Curva $\sigma \times N$



Fadiga

