

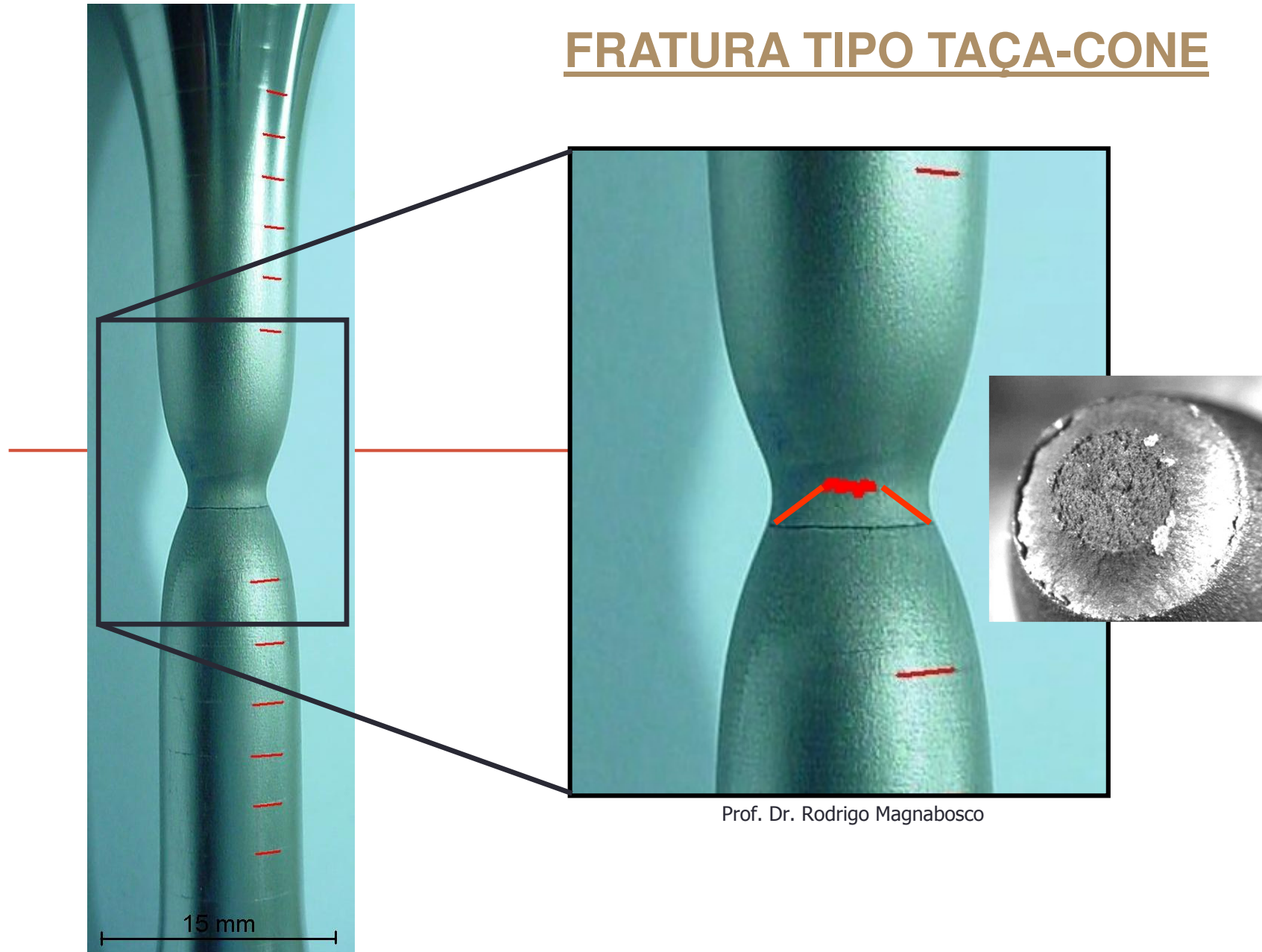


05

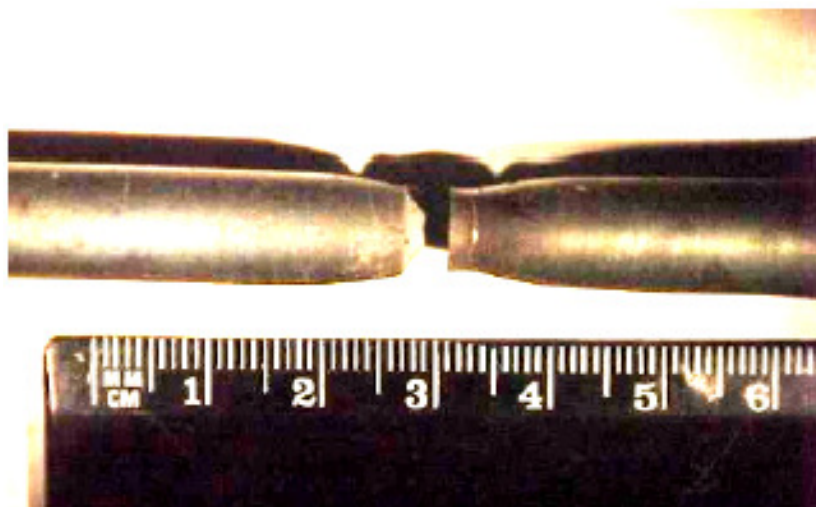
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO MECÂNICA

Engenharia Mecânica
Prof. Luis Fernando

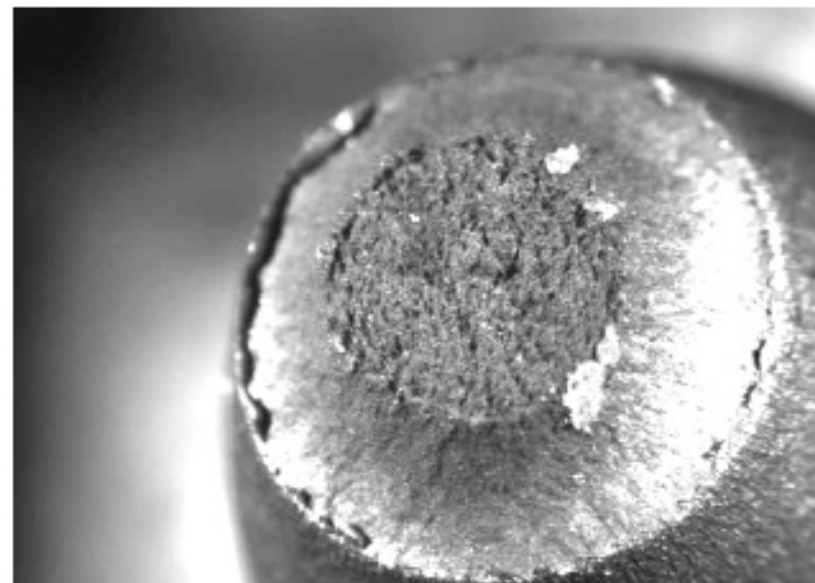
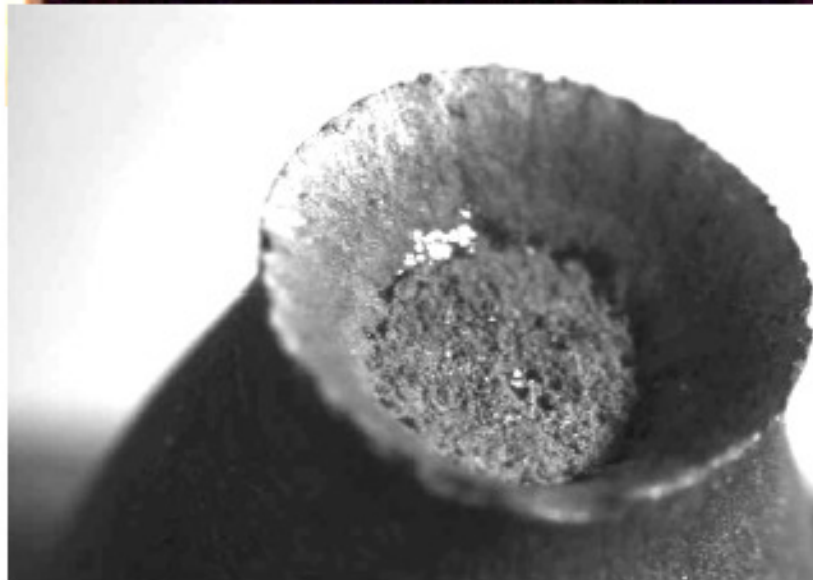
FRATURA TIPO TAÇA-CONE



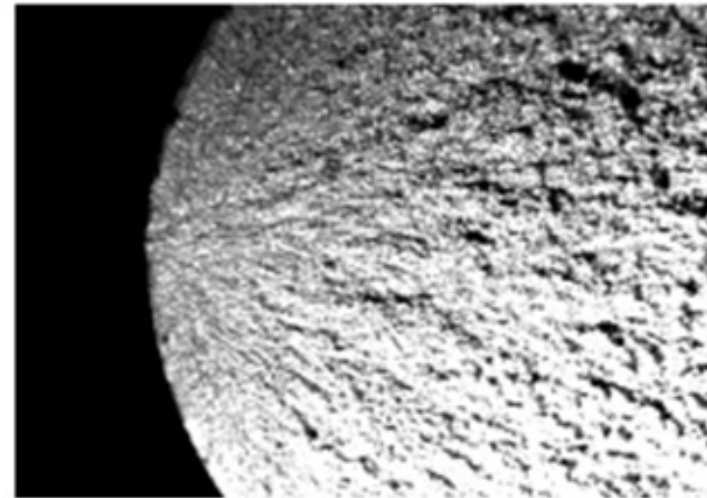
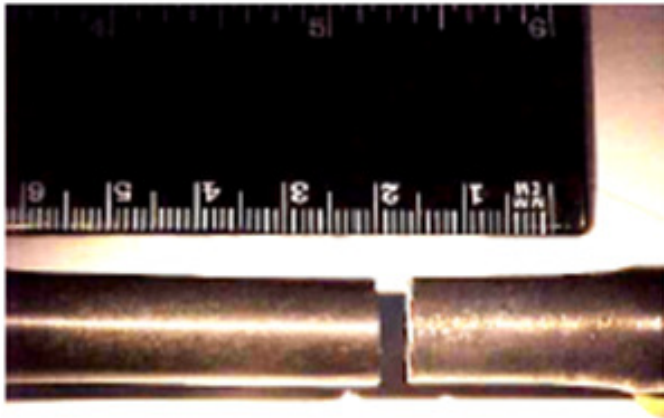
Prof. Dr. Rodrigo Magnabosco



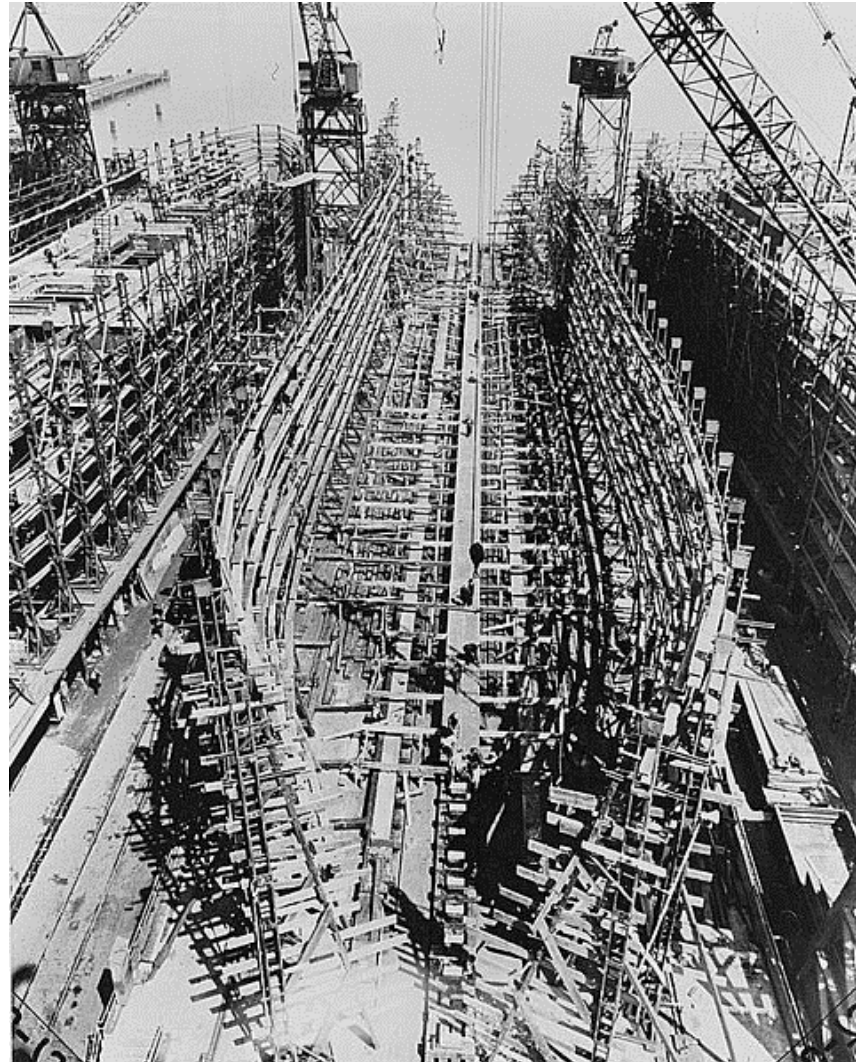
*Fraturas no ensaio
de tração*
Taça-cone
(aço ABNT 8620 recozido)



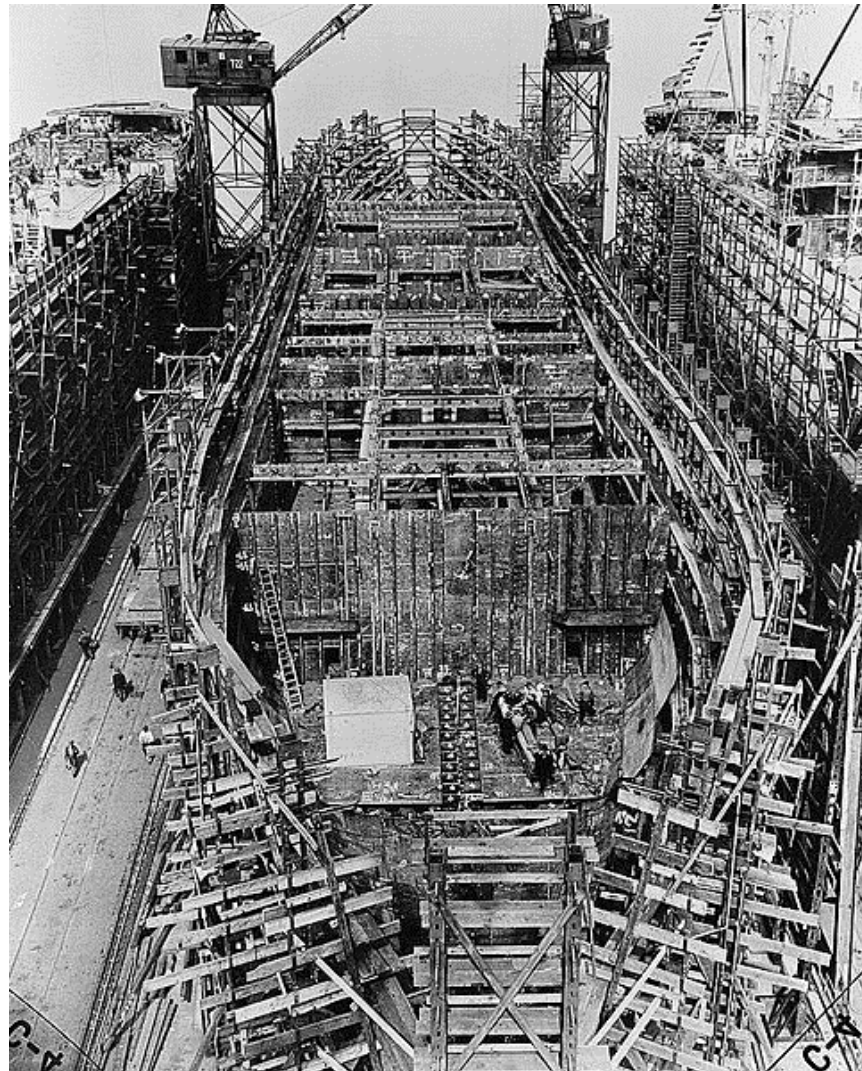
Frágil (aço ABNT 4140 temperado)



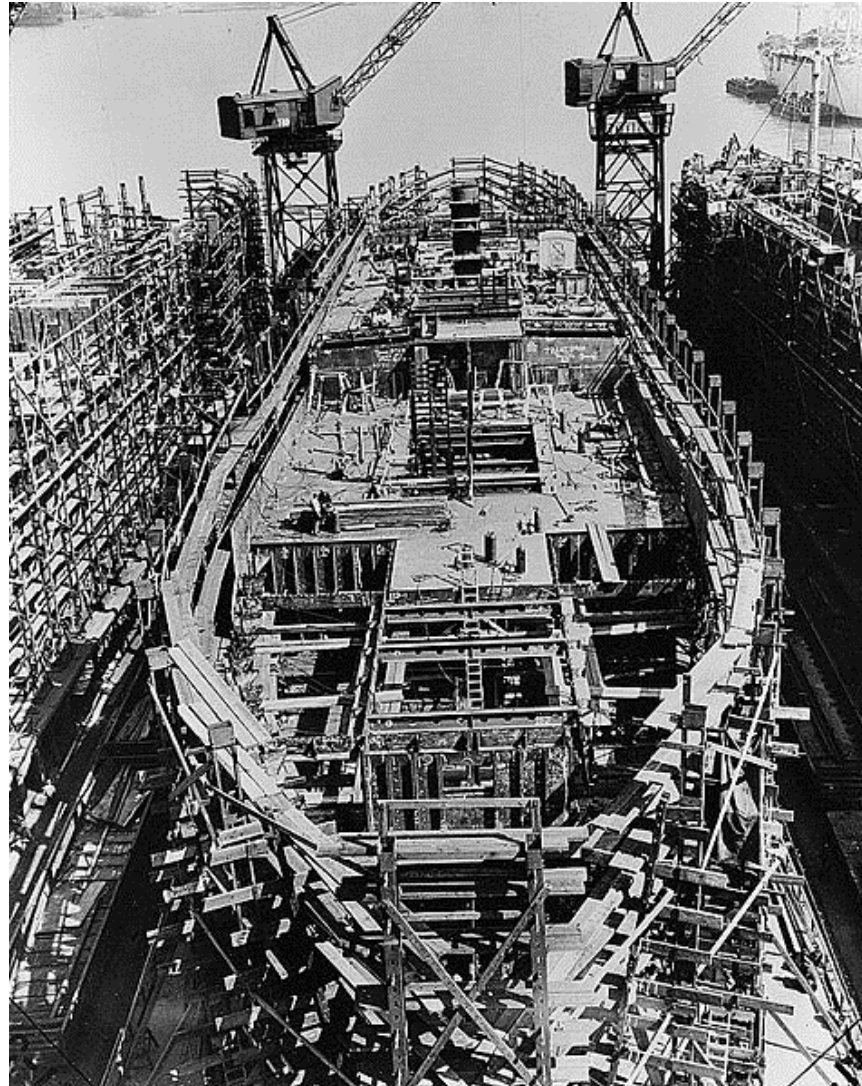
Liberty ships



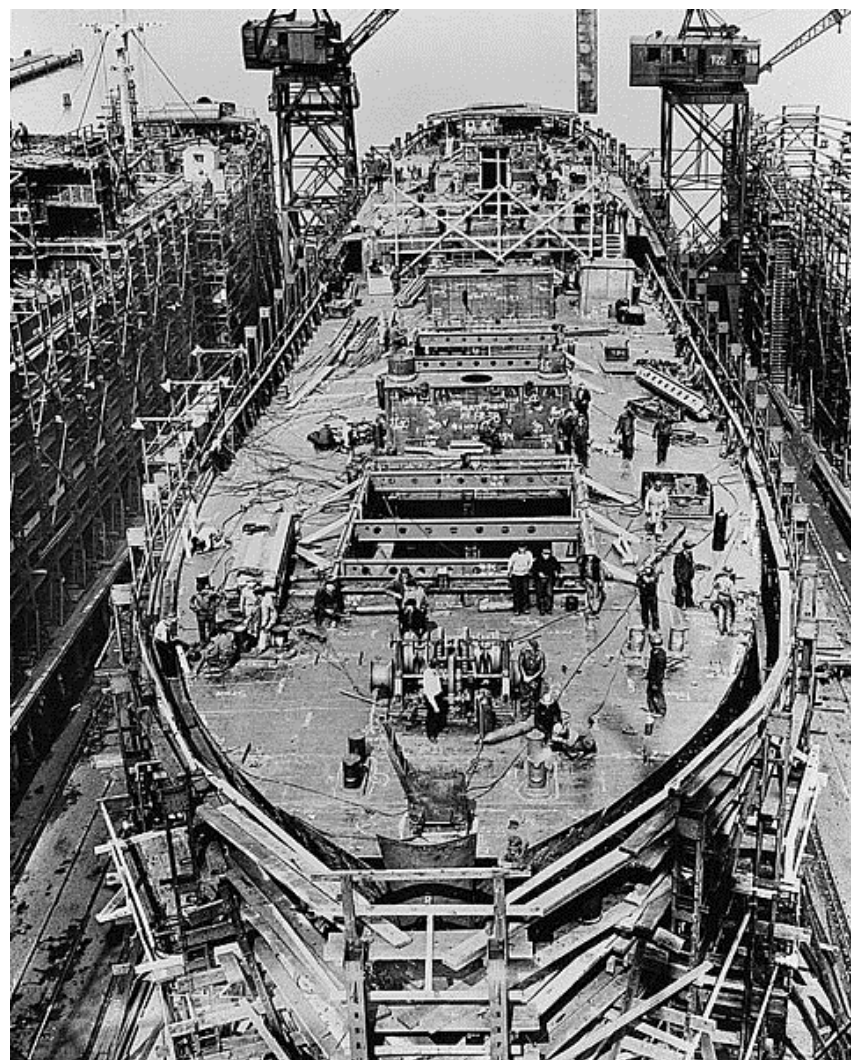
Liberty ships



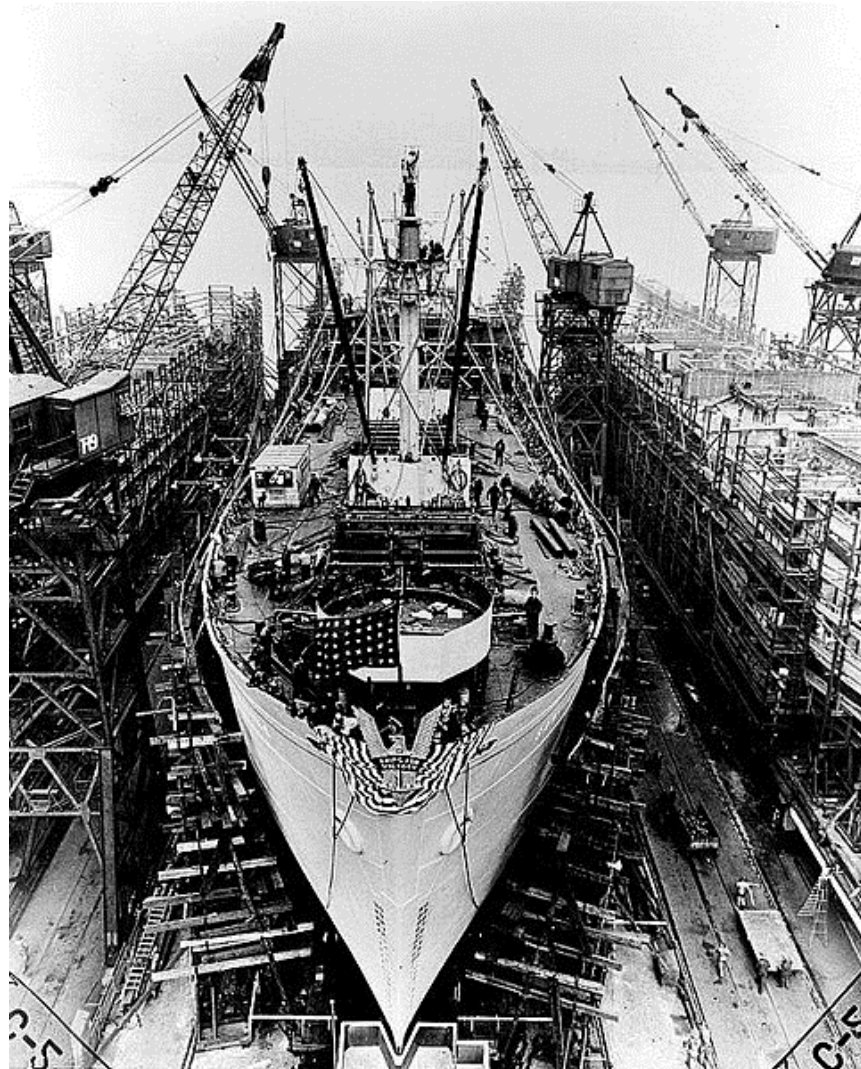
Liberty ships



Liberty ships



Liberty ships



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

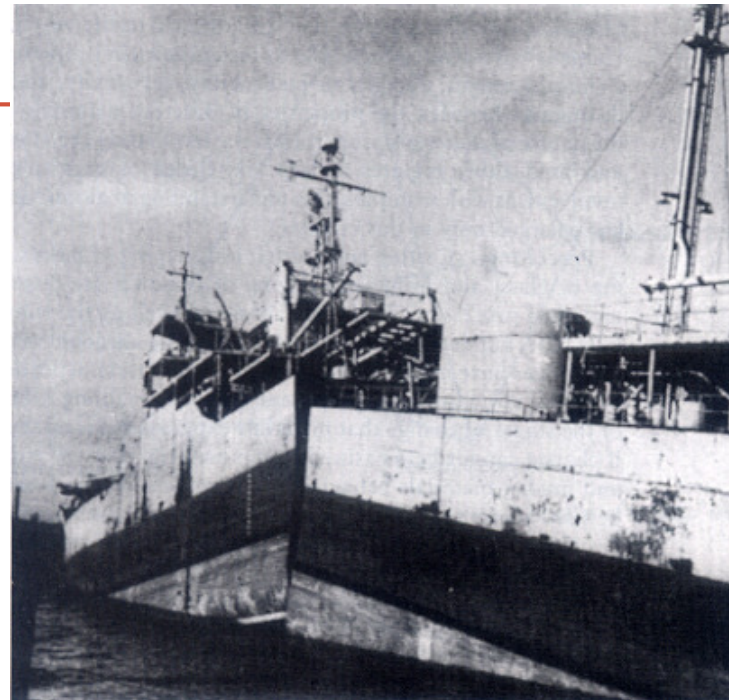
Três fatores contribuem para um fratura frágil:

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

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.
-



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 x 10 x 55 mm

Tipos de entalhe:

- A: em forma de “V” (mais comum e é o que usaremos aqui no Laboratório)
- B: em forma de fechadura (“buraco da chave”)
- C: em forma de “U” invertido

Ensaio: bi-apoiado

Izod

Quadrado de 10 x 10 x 70 mm

Entalhe: tipo A

Ensaio: engastado

Mais usado na Inglaterra e em países da Europa.

Ensaio de impacto

Equipamento

Pêndulo Charpy

Princípio: Energia absorvida pelo corpo de provas = $\Delta H \times$ 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.

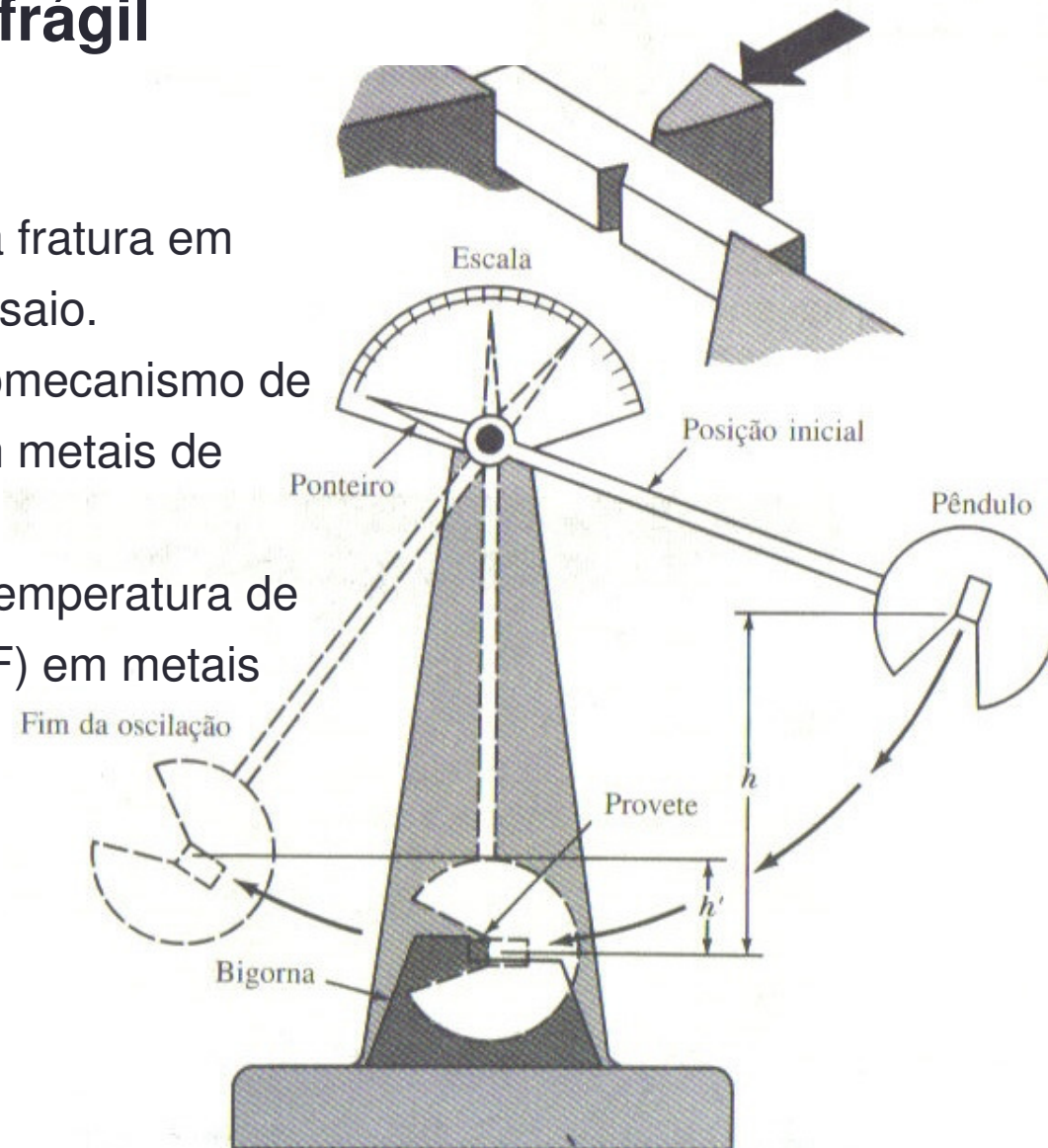
Amortecedor

Cinto de segurança

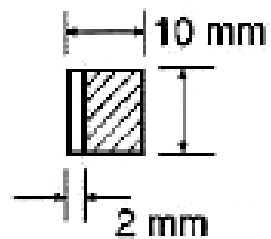
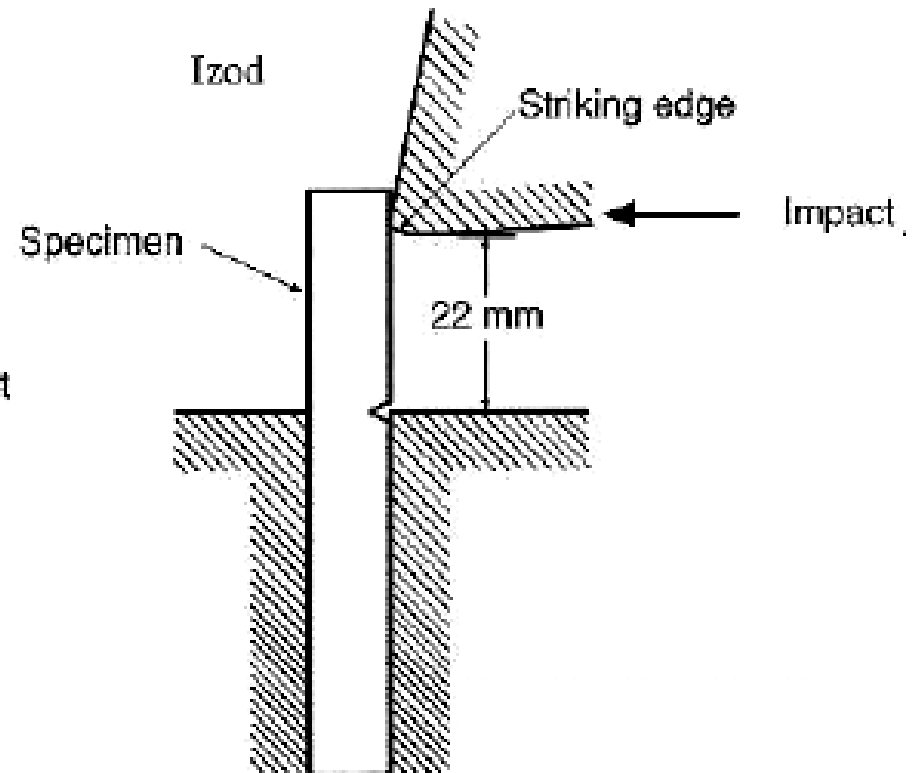
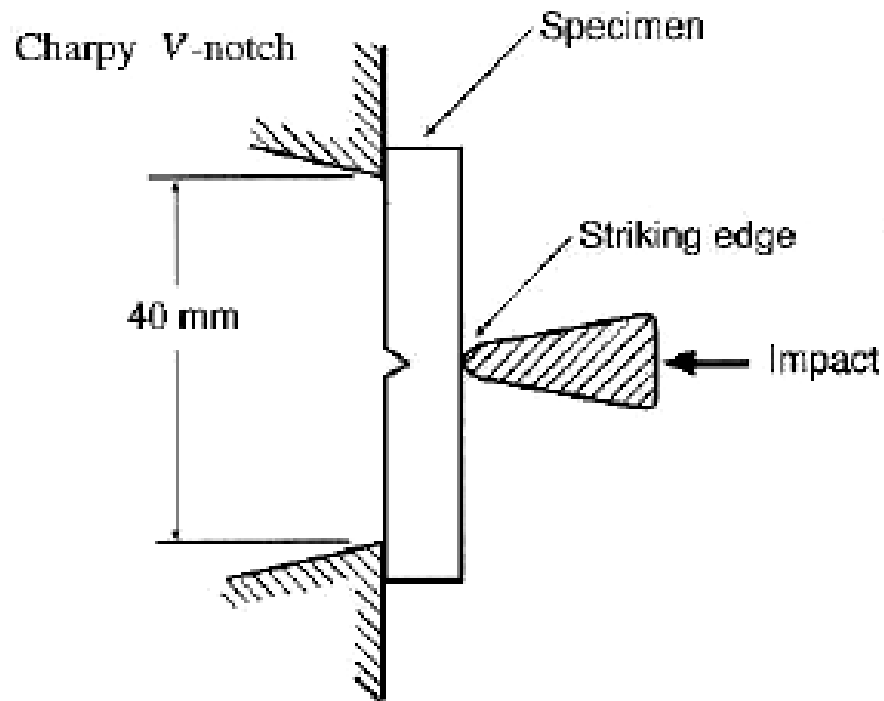
Tenacidade e fratura frágil

Objetivos

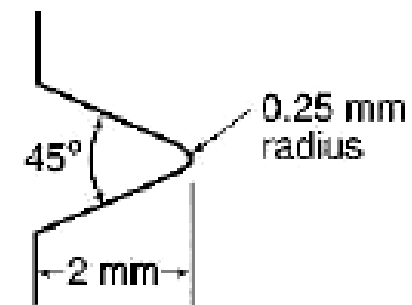
1. Medir a energia absorvida na fratura em função da temperatura de ensaio.
2. Avaliar a ocorrência do micromecanismo de fratura frágil por clivagem em metais de estrutura CCC ou HC.
3. Determinar a existência de Temperatura de Transição Dúctil-Frágil (TTDF) em metais CCC ou HC.



Tenacidade e fratura frágil

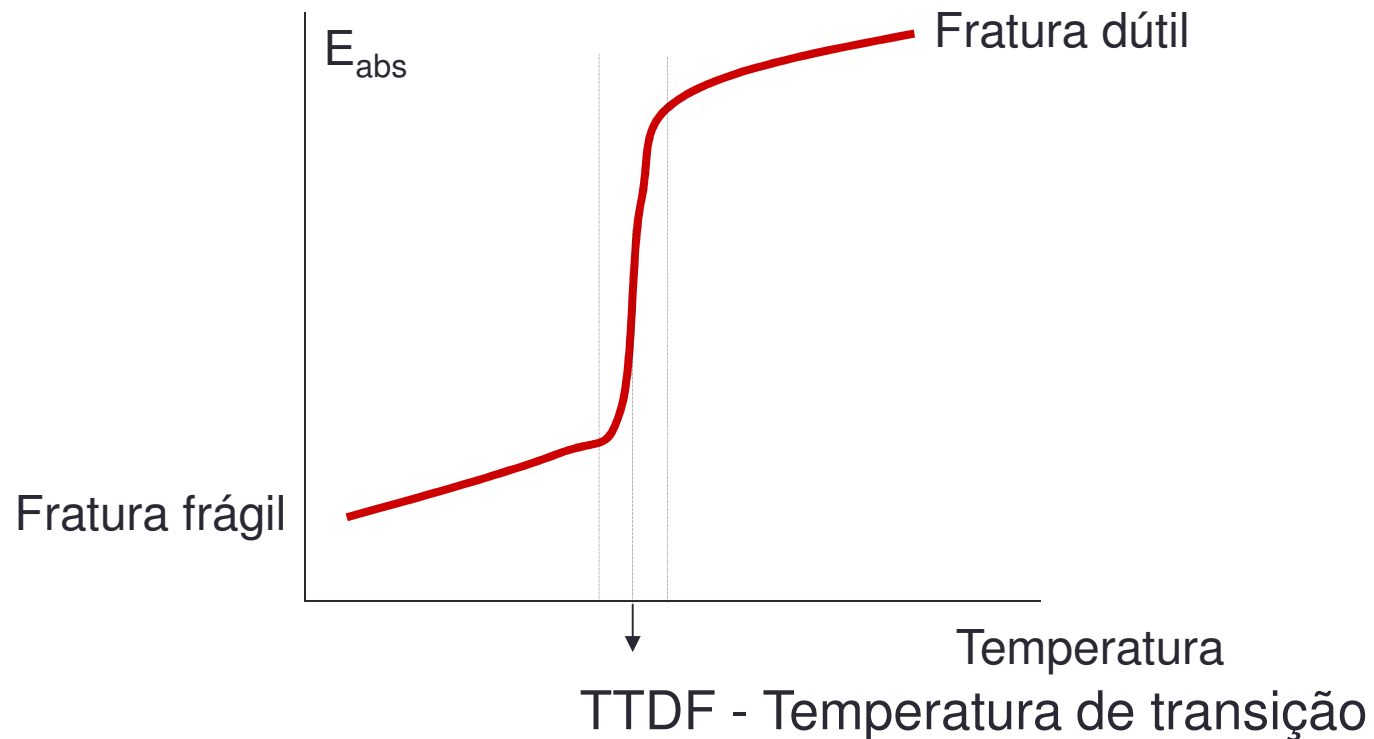


Cross section at notch (both types)



Notch detail (both types)

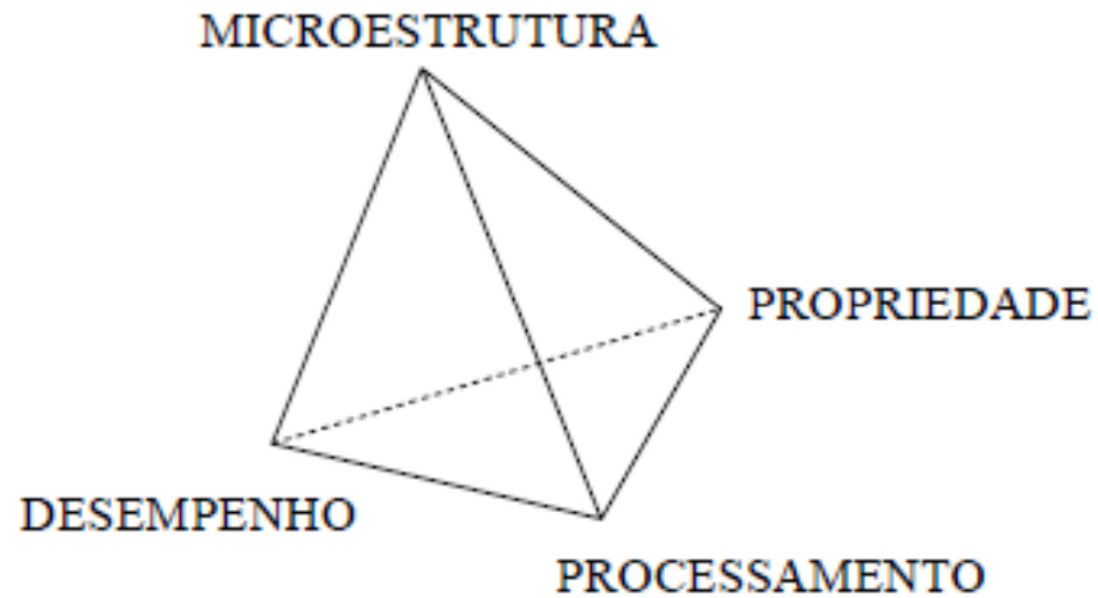
Temperatura de Transição Dútil - Frágil



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.

Tetraedro dos materiais



Estrutura dos sólidos cristalinos

- Materiais sólidos podem ser classificados em função da regularidade com a qual os átomos ou íons são agrupados uns em relação aos outros.



Cristalinos

Não
cristalinos
(amorfos)

Estrutura dos sólidos cristalinos

- Cristal: sólido cujos átomos estão agrupados em um reticulado periódico tridimensional ao longo de grandes distâncias atômicas



Estrutura dos sólidos cristalinos



X

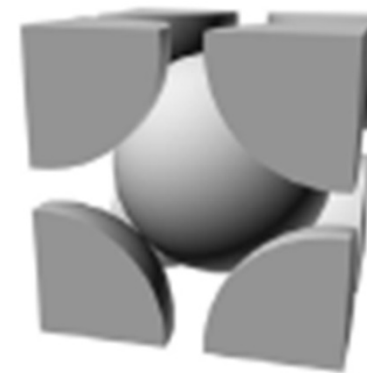
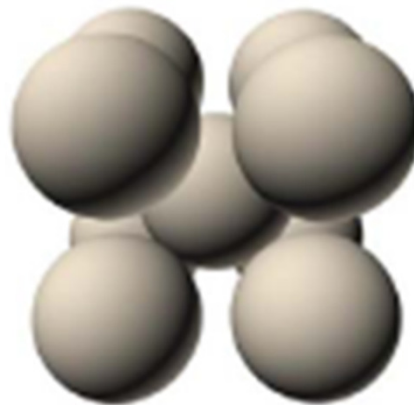
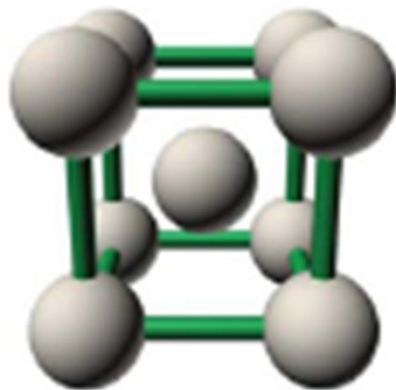


Estrutura dos sólidos cristalinos



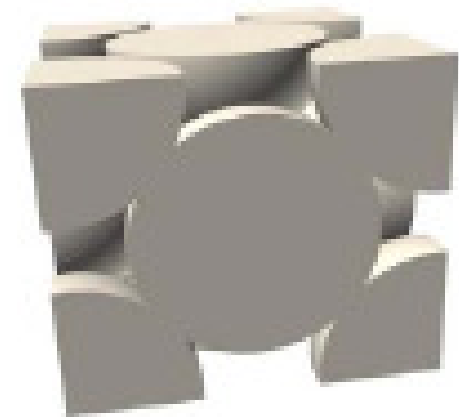
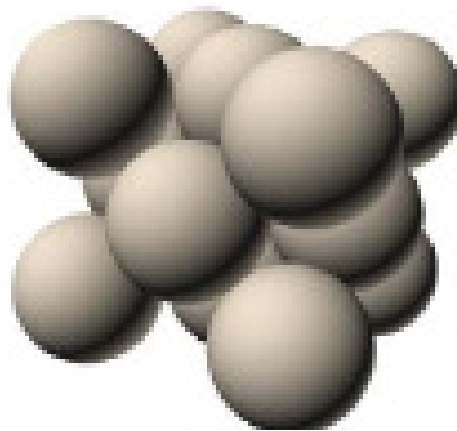
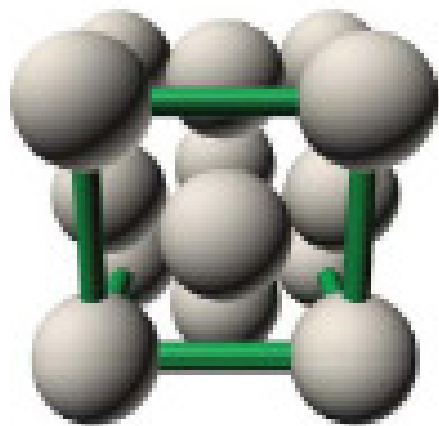
Principais estruturas cristalinas

- Cúbica de corpo centrado - CCC



Principais estruturas cristalinas

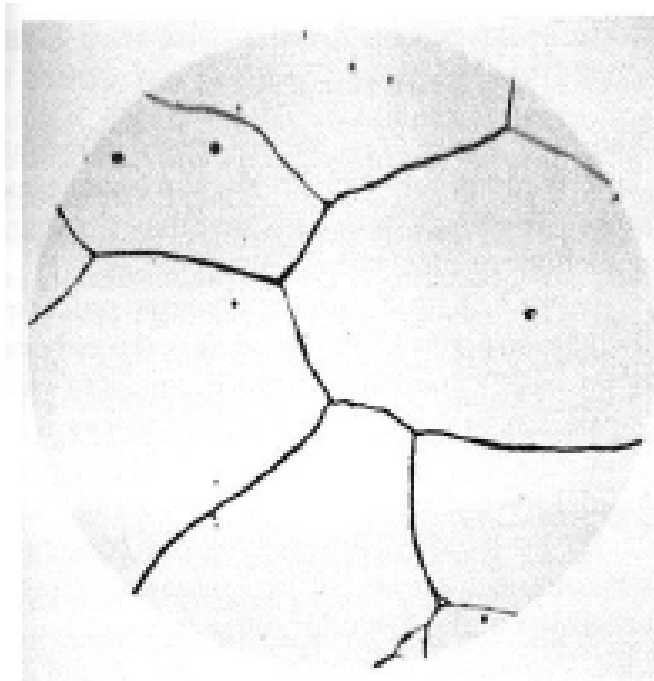
- Cúbica de faces centradas - CFC



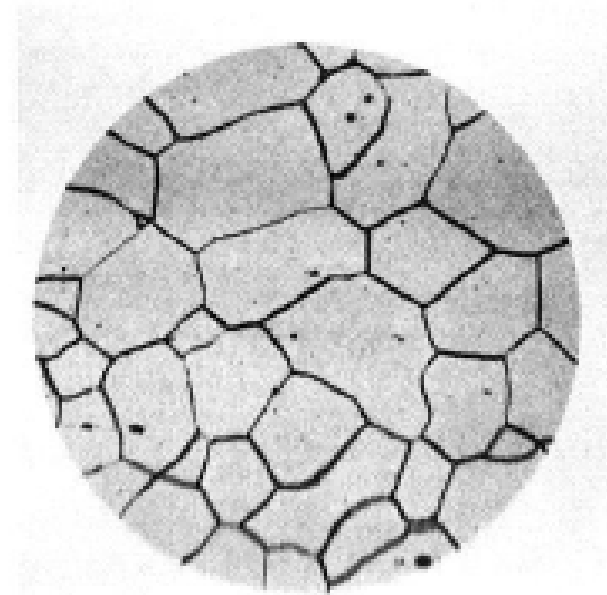
Estrutura dos sólidos cristalinos



Estrutura dos sólidos cristalinos



(a) Grain Size, $G = 1$



(b) Grain Size, $G = 4$

Fatores de influência sobre a tenacidade

Influência da Temperatura

Aços em geral (com estrutura CCC): influência importantíssima da temperatura (quanto menor a temperatura, menor a tenacidade, particularmente quando cai abaixo da temperatura de transição).

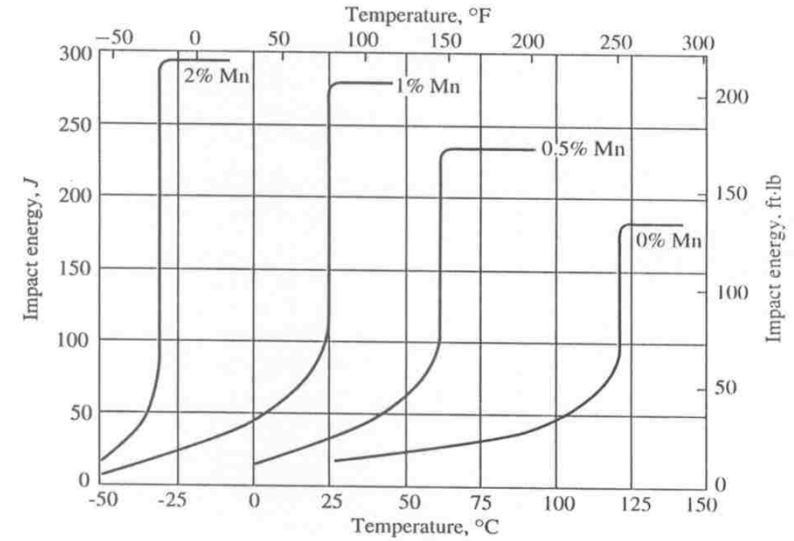
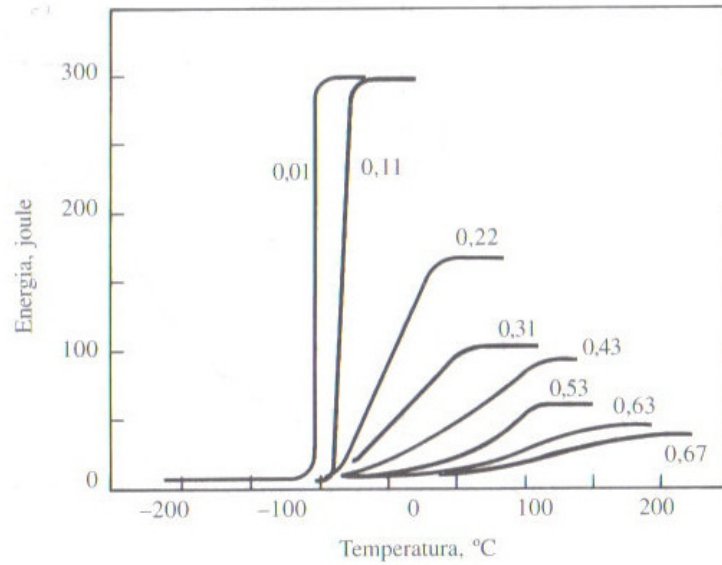
Aços inoxidáveis austeníticos e não-ferrosos, tais como o cobre, o alumínio e suas ligas (metais e ligas CFC em geral): pequena influência (pequena diminuição, porém sem curva de transição).

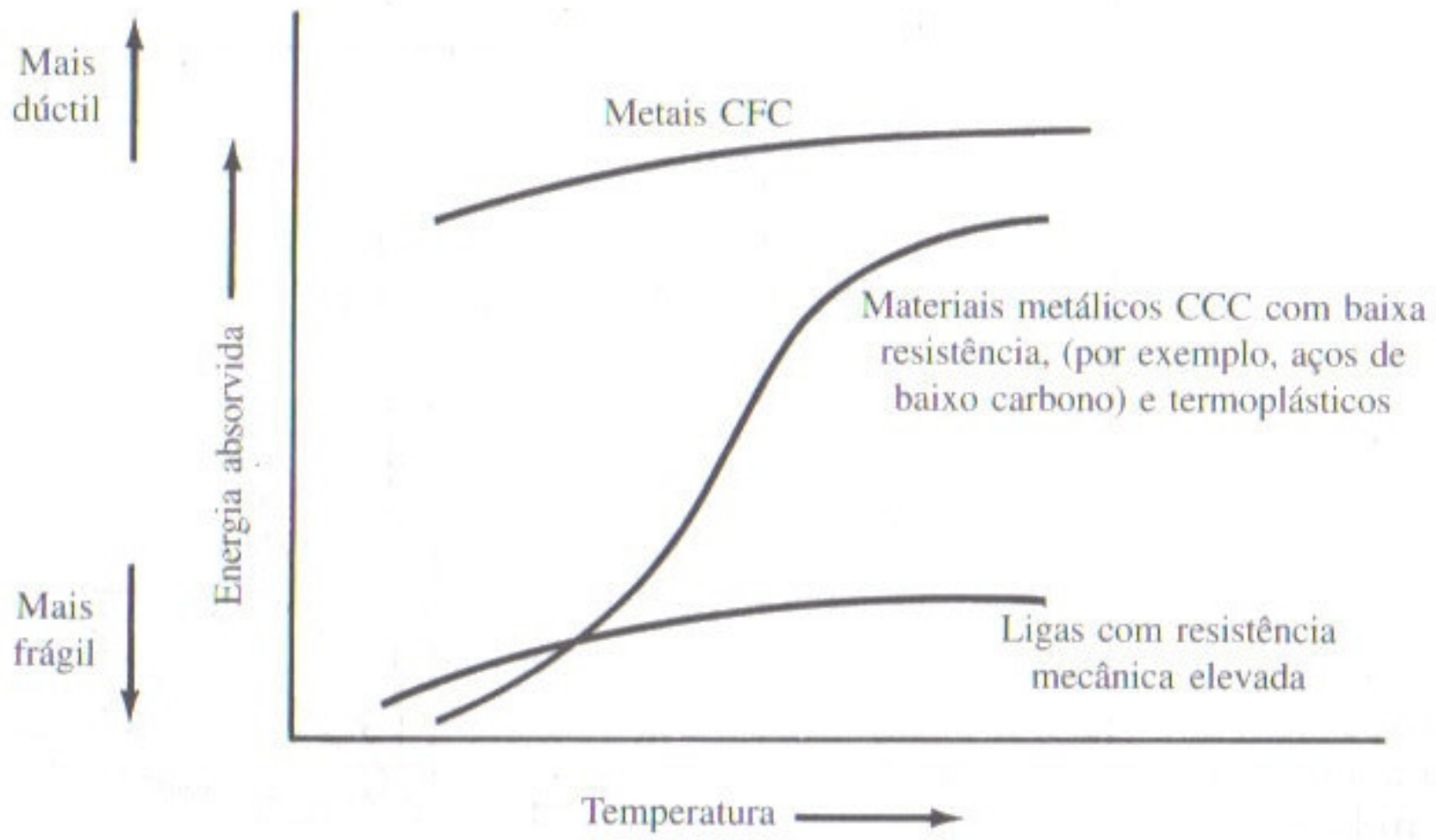
Influência da Composição Química dos aços

Carbono:	diminui
Fósforo:	diminui
Mangânês:	aumenta
Titânio:	aumenta
Nitrogênio / Alumínio:	aumenta

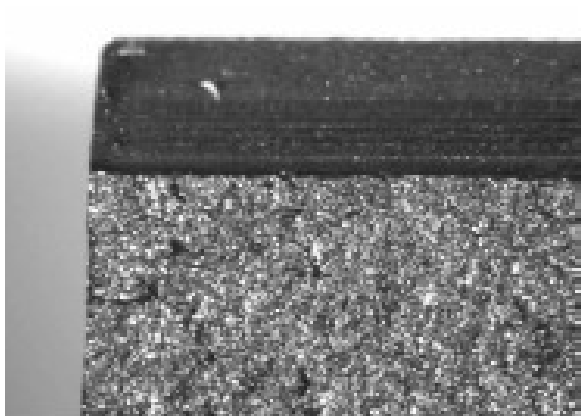
Obs.: Os elementos Titânio, Nitrogênio e Alumínio, quando adicionados ao aço, promovem refino de grão da microestrutura, o que é uma das formas de aumentar a tenacidade.

Efeito da Composição Química do Aço sobre a Tenacidade

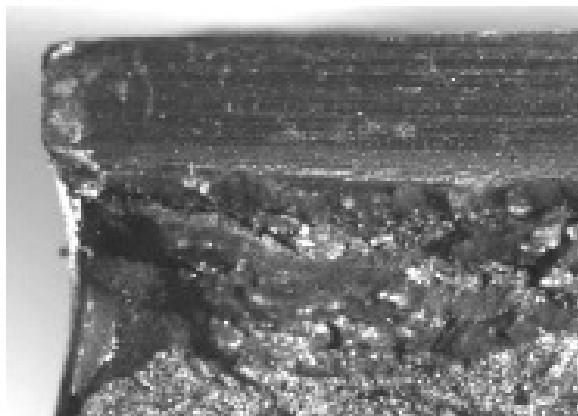




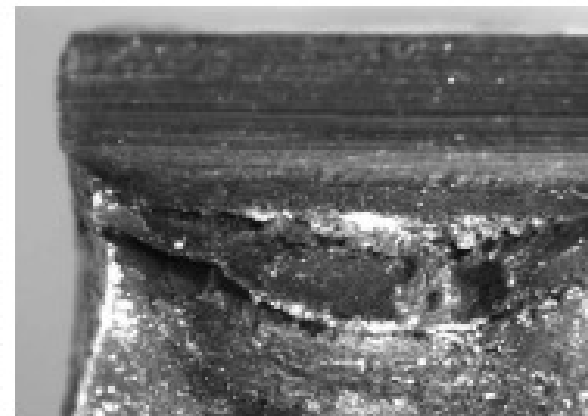
Fratura de corpos de provas ensaiados



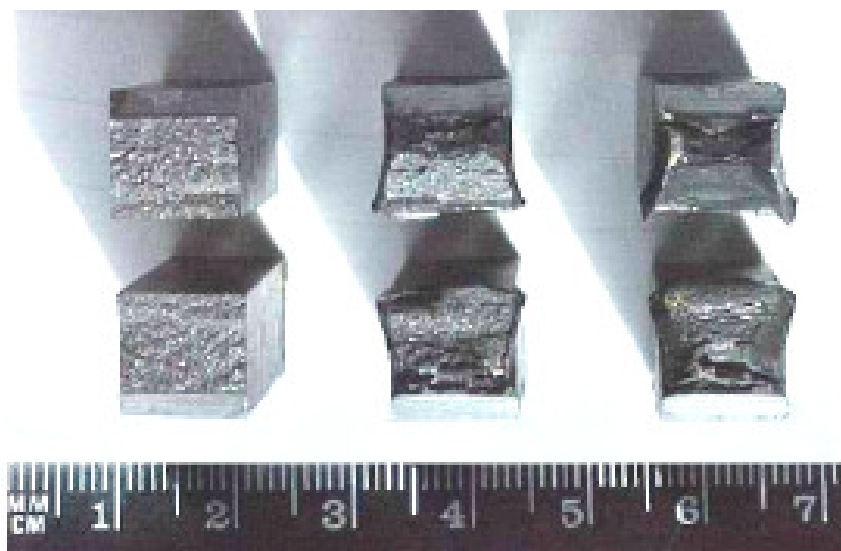
-196°C: Fratura frágil por clivagem



-70°C: Fratura mista: próximo ao entalhe fibrosa, seguida de fratura frágil por clivagem



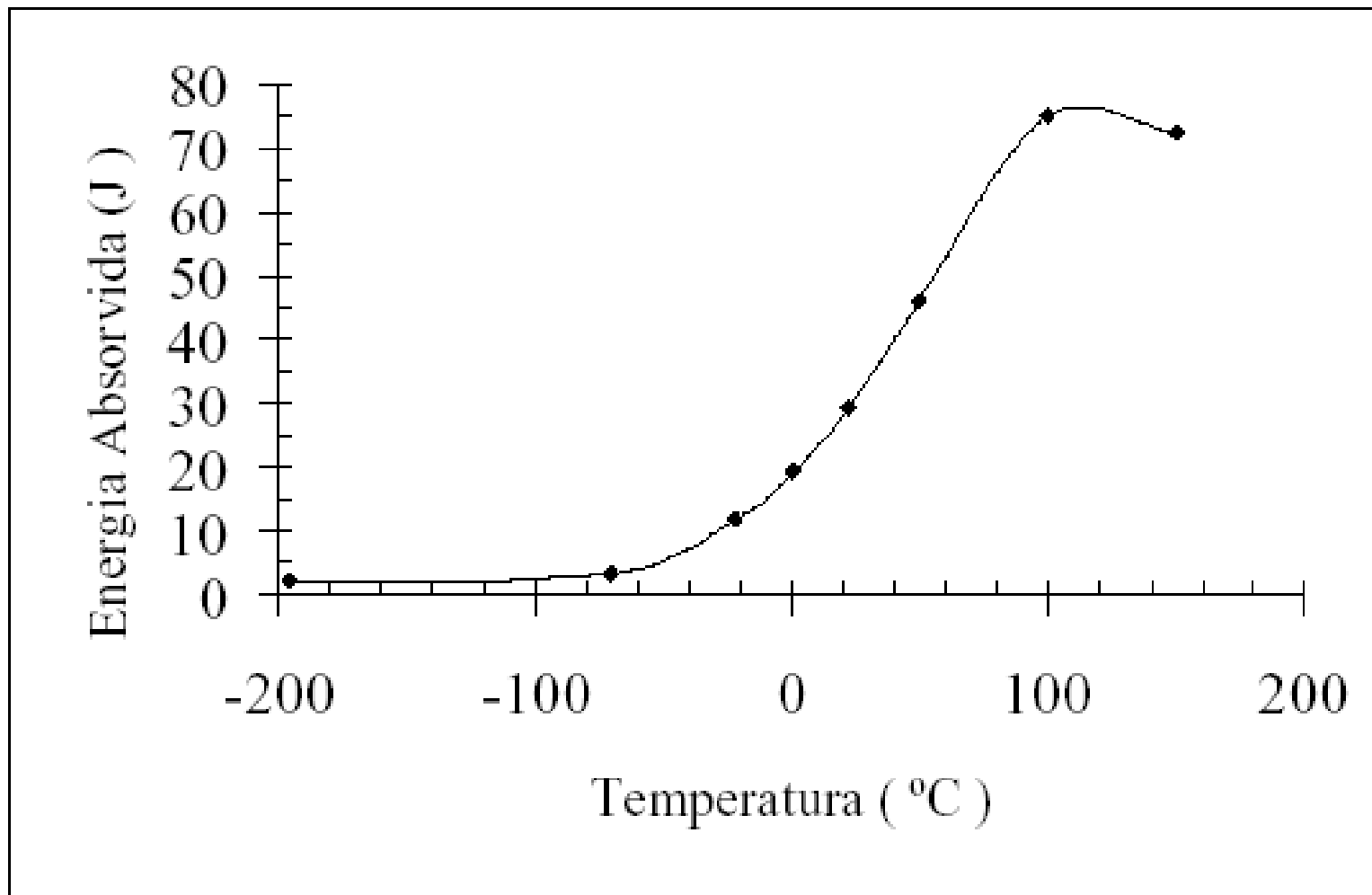
0°C: Fratura fibrosa (dúctil), associada a deformação plástica (visível a contração no entalhe)



Fraturas no ensaio de impacto Charpy

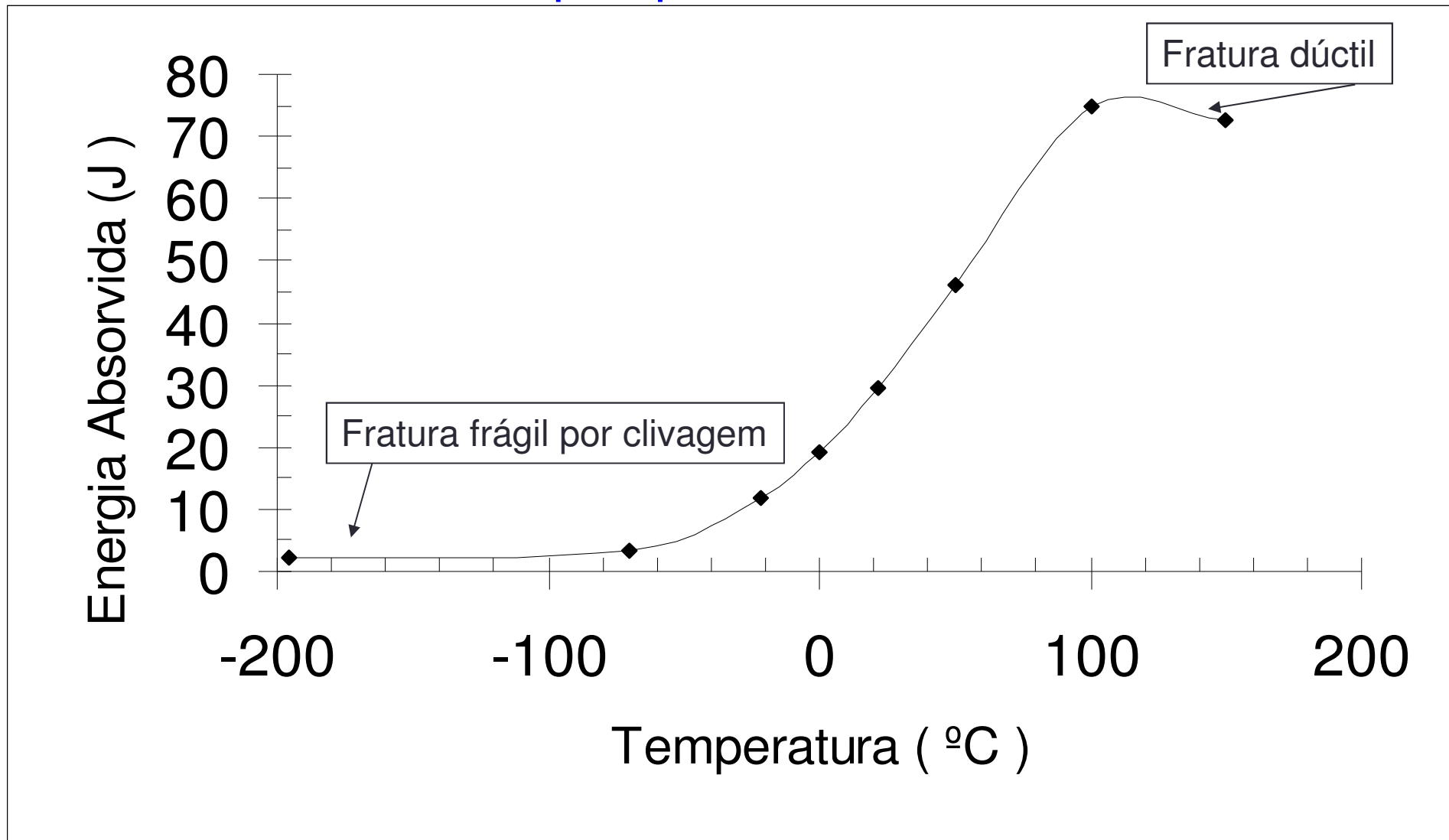
(aço ABNT 8620 temperado e revenido)

MAGNABOSCO, R. – <http://welcome/Lab.Mat.htm>



ENSAIOS DE IMPACTO

Curva típica para metais CCC ou HC



ENSAIOS DE IMPACTO

Temperatura de Transição Dúctil-Frágil (TTDF)

