

ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS I

Aula 1.1

Conteúdo: Introdução.

Informações

- Cronograma e Programa da disciplina (ver Moodle).
- Livro texto: Callister Jr., William D. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução.

Informações

- Avaliação:
- 2 Provas
- Relatórios das Aulas Práticas
- Listas de exercícios e Atividades em sala de aula
- $\text{Nota} = 35\%(P1) + 35\%(P2) + 20\%(\text{Média dos Relatórios}) + 10\% (\text{Listas e Atividades})$

Objetivos da Disciplina

- Apresentar aos discentes os **principais conceitos** relacionados as estruturas (atômicas e cristalinas) dos materiais sólidos.
- Proporcionar aos discentes uma **base sólida da relação** entre estrutura, propriedade e **processamento dos materiais**.
- Apresentar aos discentes os principais **ensaio e métodos de caracterização mecânica** dos materiais.
- Apresentar aos discentes os principais **diagramas de fases de ligas metálicas**.
- Proporcionar aos discentes uma **base sólida a respeito do diagrama Fe-C** e dos processos de tratamentos térmicos de aços.
- Apresentar aos discente as principais **ligas não ferrosas**.
- Apresentar aos discentes o fenômeno de **corrosão e métodos de proteção** contra esse fenômeno.

Motivação

- Todo **profissional de Engenharia precisa ter o mínimo de conhecimento relacionado aos materiais sólidos**, suas características e aplicações.
- O conhecimento mais importante que um Engenheiro (na área de Materiais) pode ter é sobre a relação entre **estrutura, propriedade e processamento**.
- Existem “**centenas de milhares**” de diferentes **tipos de materiais de engenharia**. Dentro de cada tipo de material, existem subclassificações. Isso torna a quantidade de materiais muito grande.
- Por isso, se você tiver um bom conhecimento a respeito de CM, você conseguirá **lidar com essas centenas de milhares de possibilidades quando precisar**.

Qual material você escolheria para um recipiente de refrigerante?

Mesma Função

Mais fácil conformado;
Mais leve;
Resistência ao impacto
Maior permeabilidade ao CO₂
(Validade menor)

POLÍMEROS

Maior condutividade térmica
Menor permeabilidade ao CO₂ que plástico
Limite para embalagens pequenas

METAIS

Menor permeabilidade ao CO₂
Frágil

CERÂMICAS

Exemplos de Falhas por Seleção Incorreta



Fratura frágil da série de navios cargueiros Liberty (USA)

Série de navios cargueiros, construídos nos EUA durante a segunda guerra mundial.

Uma das principais causas da falha: Transição frágil-dúctil acima das temperaturas de operação.

Case Studies

Chellappa Chandrasekaran, in [Anticorrosive Rubber Lining](#), 2017

Space Shuttle *Challenger* Disaster

The space shuttle *Challenger* disaster is a case study of the untimely use of a rubber packing ring by mechanical engineers. The supplier engineers knew that the rubber packing seal had very limited application capability at low-temperature use but they could not prove this in a space shuttle launch situation. In spite of the reservations of the supplier engineers, the shuttle engineers went ahead with the launch of the space shuttle on a freezing cold day. The disaster occurred on January 28, 1986, when *Challenger* broke apart 73s into its flight, leading to the deaths of its seven crew members. The spacecraft disintegrated over the Atlantic Ocean, off the coast of central Florida, United States, at 11:39 a.m. Eastern Standard Time (Fig. 28.1).



Tommaso Sgobba, ... William Gerstenmaier, in [Safety Design for Space Systems \(Second Edition\)](#), 2023

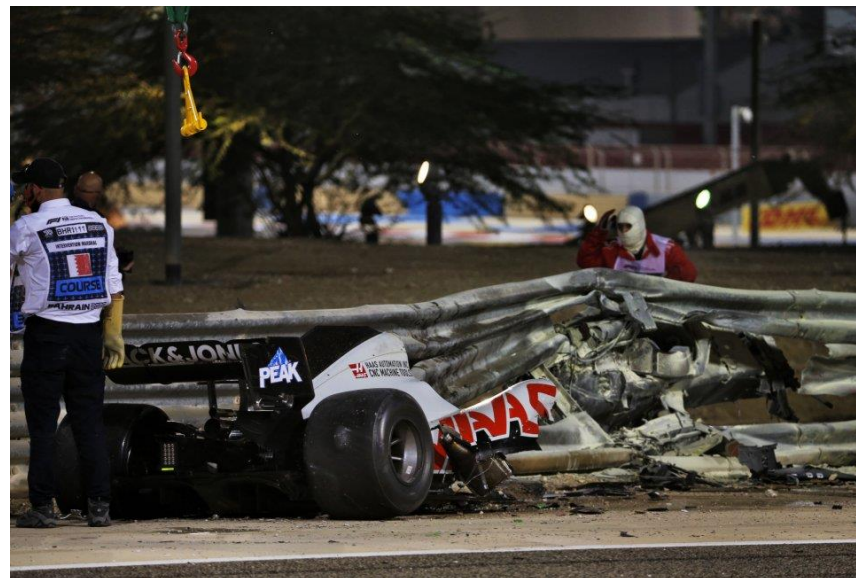
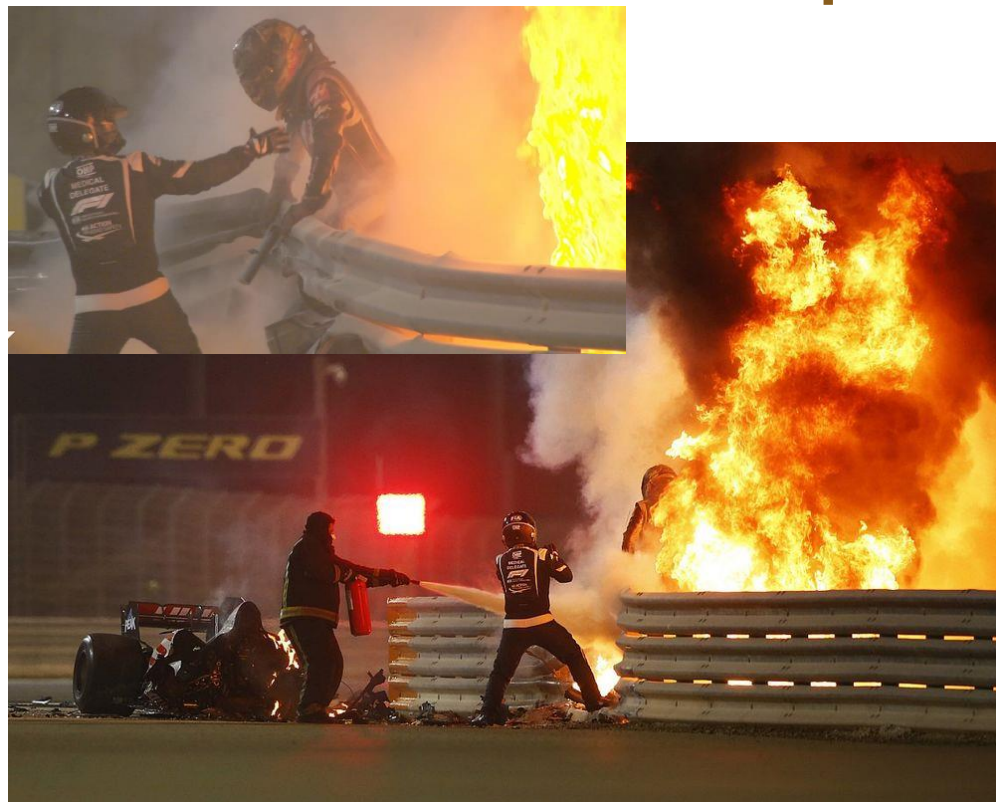
1.1.4 Shuttle *Challenger*

The Space Shuttle *Challenger* disaster in 1986 was caused by the failure of a joint in one of the solid rocket motors. The failure was determined to be due to several concurrent factors. Among these, the poorly designed joint permitted exposure of the redundant O-ring seals to hot gases, and a further loss of O-ring sealing capability was caused by temperatures that exceeded the low temperature qualification limit on the day of launch. As with the Apollo 1 fire, lack of escape provisions eventually doomed those crewmembers still alive after the explosion. Ejection seats that could have been used had been removed from all Space Shuttles after the first four qualification flights when the number of crew members was increased from two to seven.

Seleção Incorreta

Esses anéis de vedação, no espaço, podem estar sujeitos a temperaturas entre 125 °C e -75 °C. Além disso, precisam ter resistência a detritos, radiação UV. Borracha de silicone é a única classe de elastômetro que satisfaz essas condições.

Exemplos de Seleção Correta

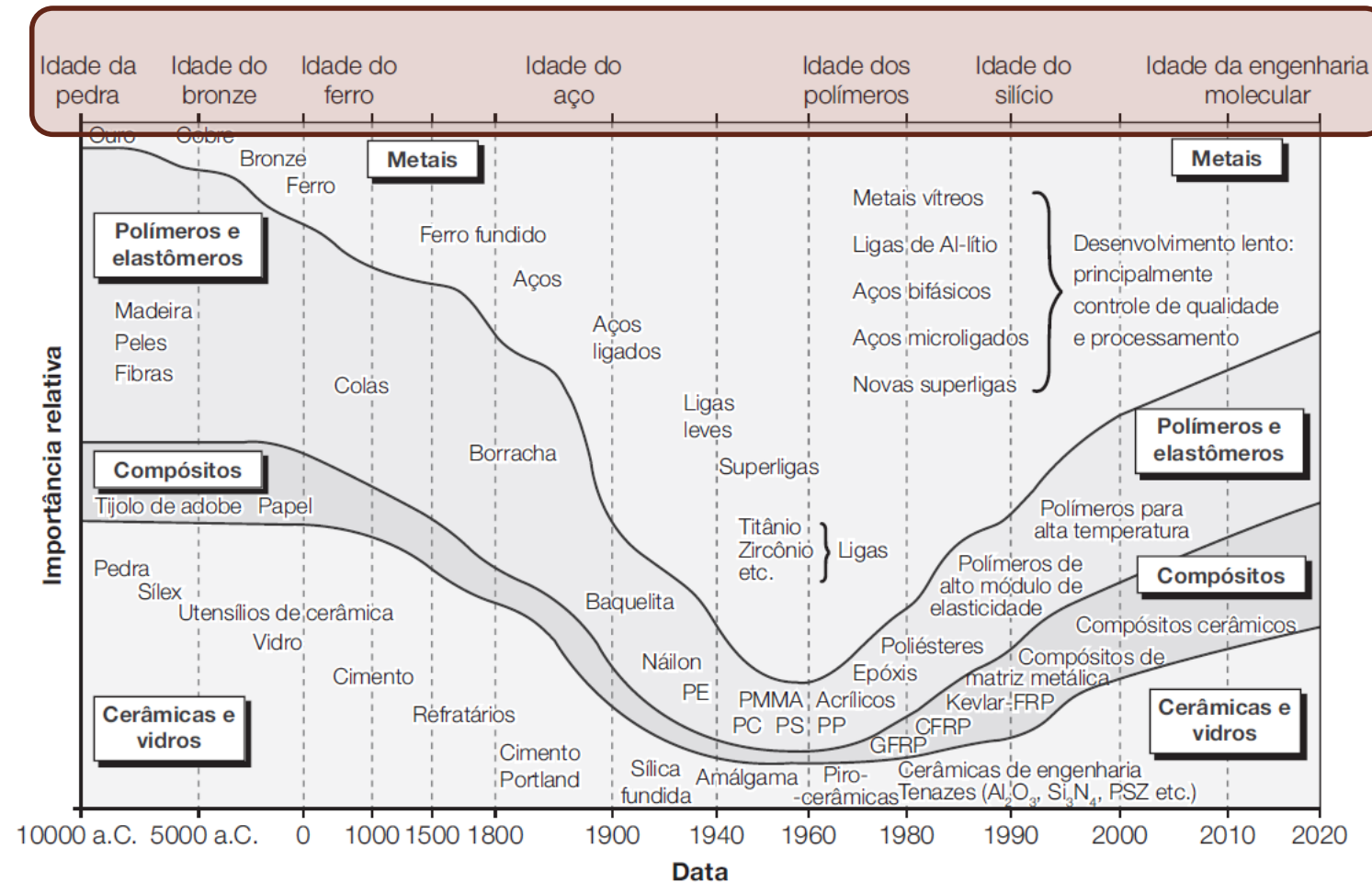


Célula de sobrevivência manteve-se íntegra, Halo protegeu a cabeça do piloto e o macacão evitou que tivesse queimaduras em órgãos vitais.

Evolução dos Materiais de Engenharia

- Materiais sempre limitaram os projetos.

Eras da civilização
são designadas
pelo nível dos
materiais
desenvolvidos e
utilizados



Evolução dos Materiais de Engenharia

Pressão por economia de combustível e menor emissão de carbono.



FIGURA 1.6

Aeronave: o biplano de Wright de 1903, o Douglas DC3 de 1935 e o Boeing 787 Dreamliner de 2010.

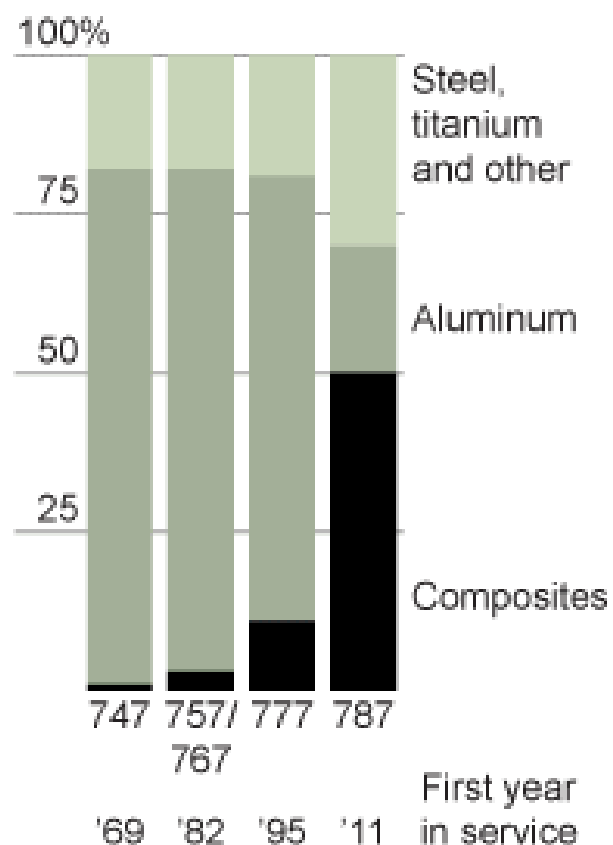
Madeira, arame de aço e seda.

Alumínio como material estrutural dominante

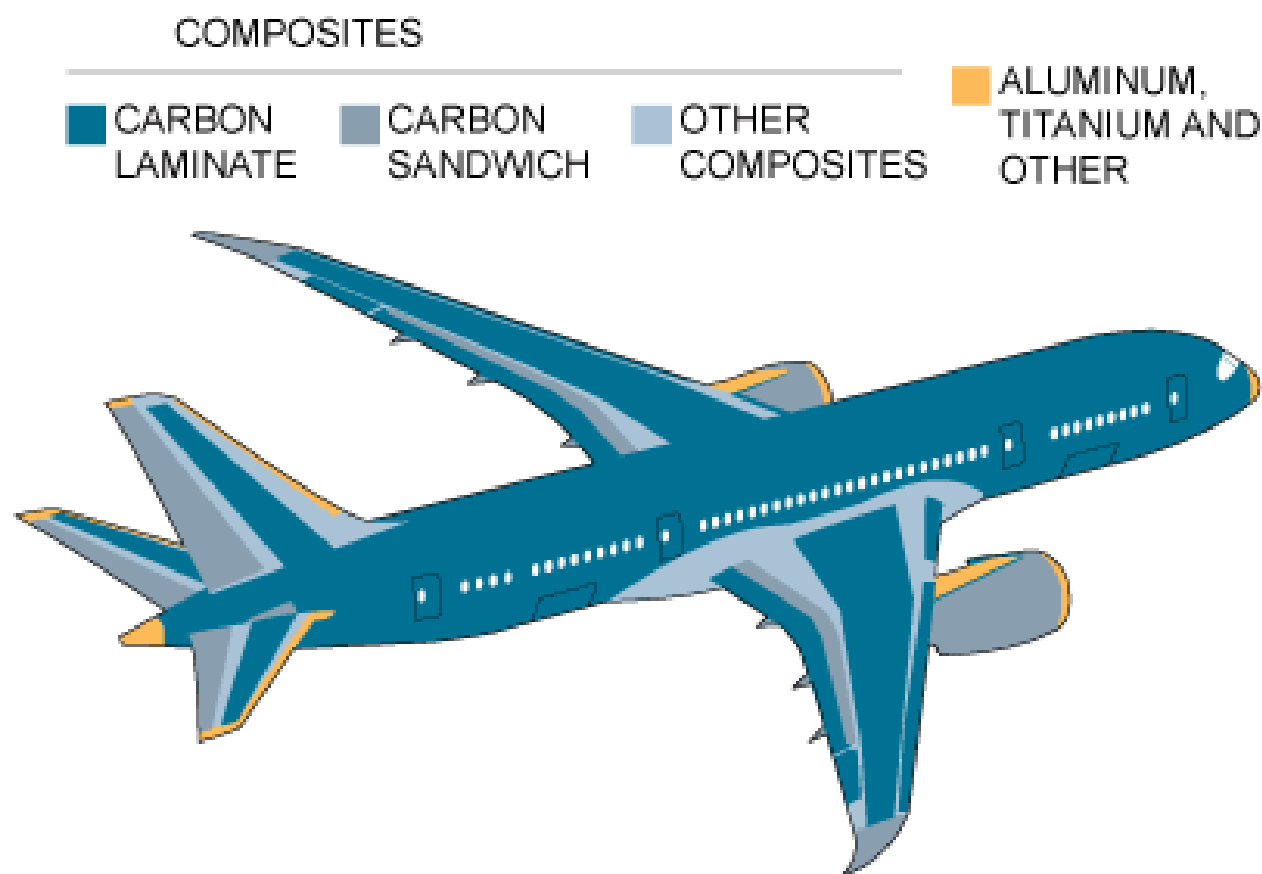
Evolução do desenvolvimento de compósitos de matriz polimérica com inclusão de FV, FC. Fuselagem de material compósito. 80% em volume de plástico reforçado com fibra de carbono.

Evolução dos Materiais de Engenharia

Materials used in Boeing planes



Boeing 787 Dreamliner skin structure



Evolução dos Materiais de Engenharia

- Estrutura de segurança de um veículo comercial.
- Aços DP, TRIP (alta resistência e absorção de impacto).
- Aço IF (alta conformabilidade)

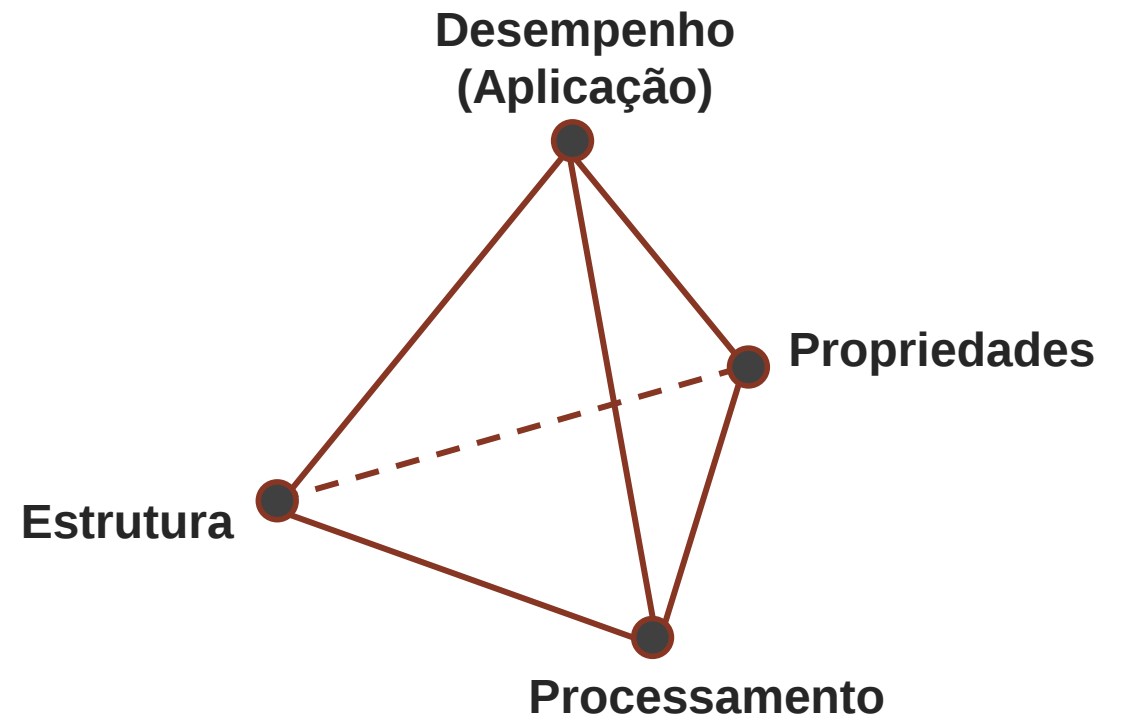


■ DP 700/1000
■ DP 500/800

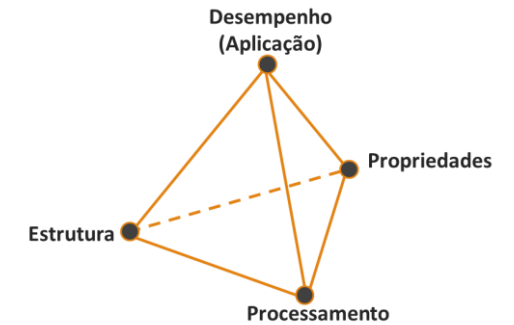
■ IF 260/450
■ TRIP 450/800

Ciência e Engenharia de Materiais

- **Ciência dos Materiais:** Investigar relações entre estrutura e propriedades dos materiais; desenvolver novos materiais.
- **Engenharia de Materiais:** Baseando nessas relações e materiais existentes, desenvolver componentes e técnicas de processamento para produzi-los.



Desempenho (Aplicação)



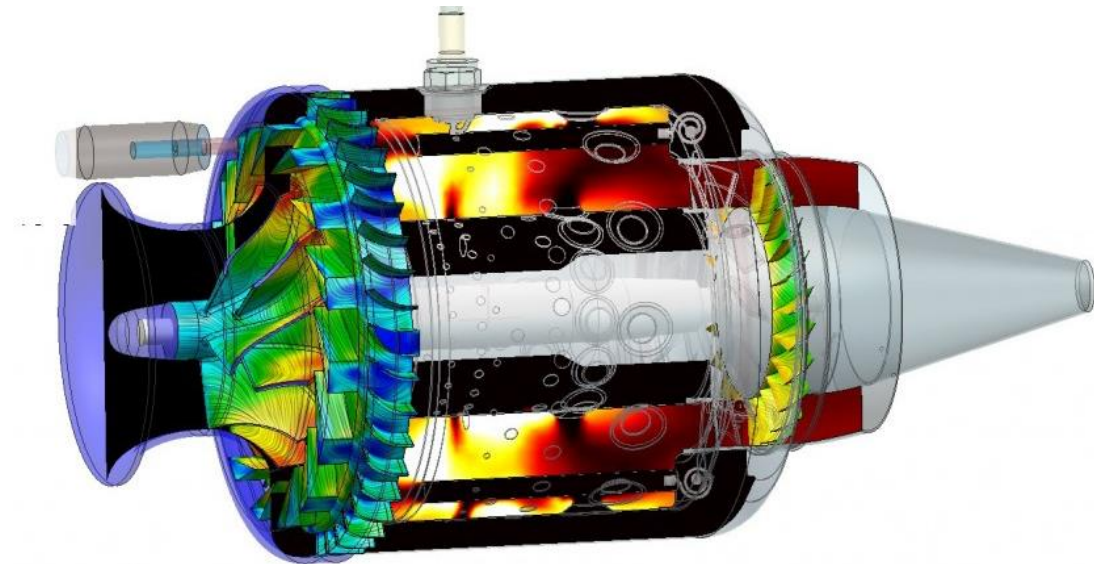
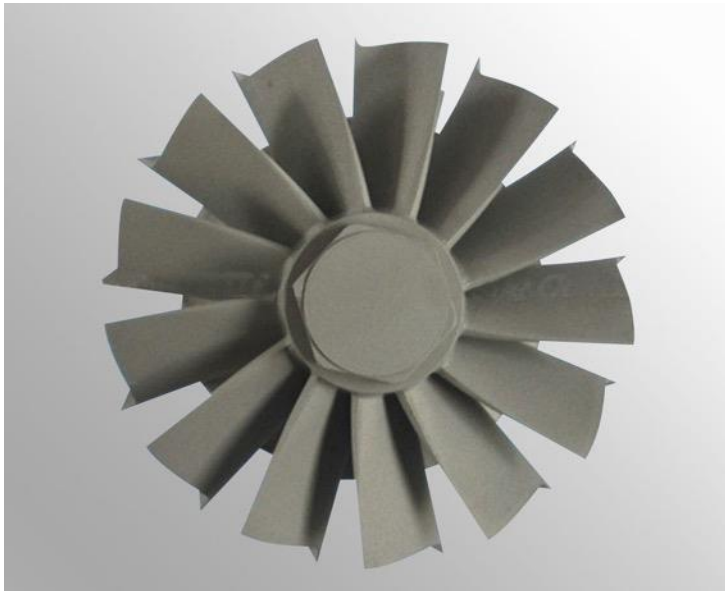
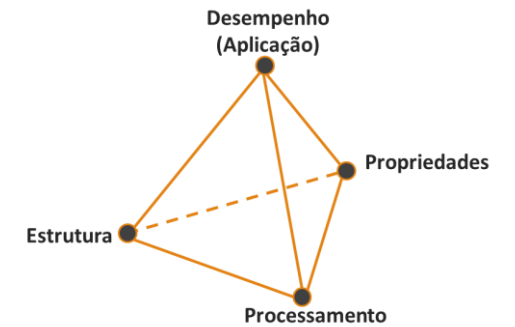
Reatores:

Pressão, temperatura,
substâncias corrosivas.

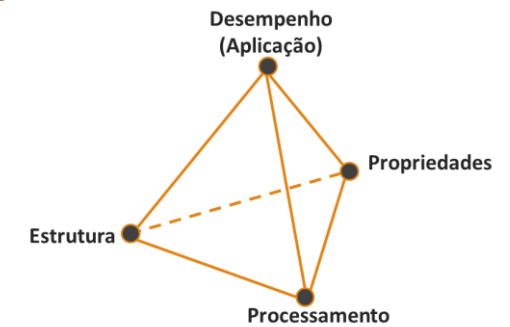


Desempenho (Aplicação)

- ✓ Combinação
 - ✓ Temperatura
 - ✓ Cargas
 - ✓ Impacto (?)
 - ✓ Ambiente



Desempenho (Aplicação)



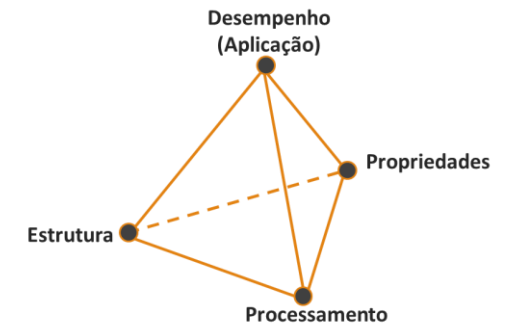
Indústria farmacêutica



Frascos e embalagens

Quimicamente inerte, esterilizáveis,
impermeáveis....

Propriedades



Qual a definição de uma propriedade?

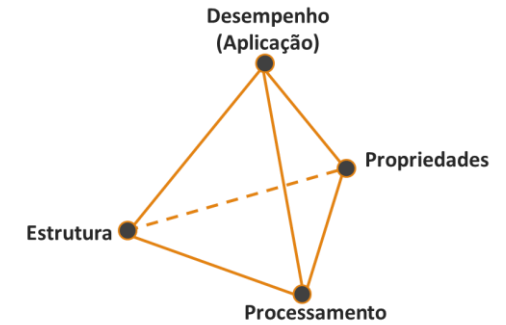
Estímulo: feixe de luz

Resposta: Passagem ou não da luz pela amostra (transmitância)

Propriedades

✓ Propriedades dos materiais sólidos podem ser agrupados em categorias:

- **Mecânicas**
- **Elétricas**
- **Térmicas**
- **Magnéticas**
- **Ópticas**
- **Deteriorativa**



Propriedades - Ensaaios de Materiais

- ✓ Propriedades dos materiais são medidas através de ensaios.

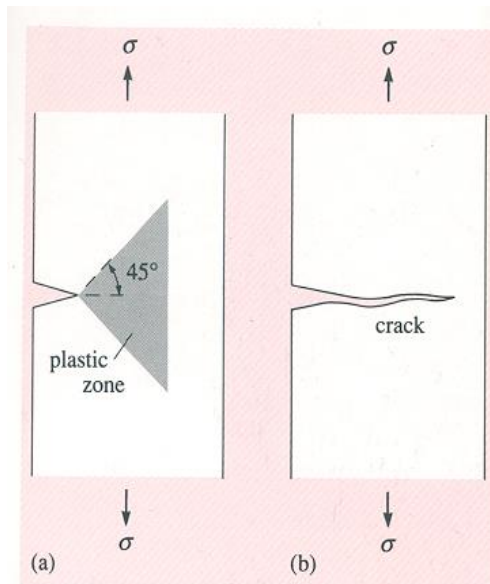
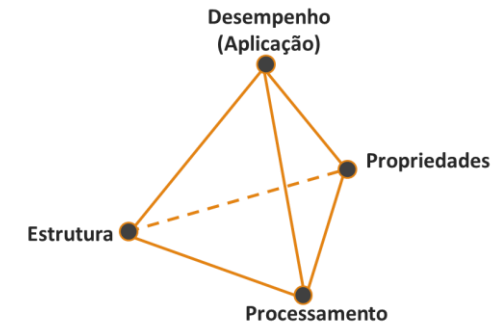


Figure 6.13 (a) Yielding and (b) fracture at a crack tip

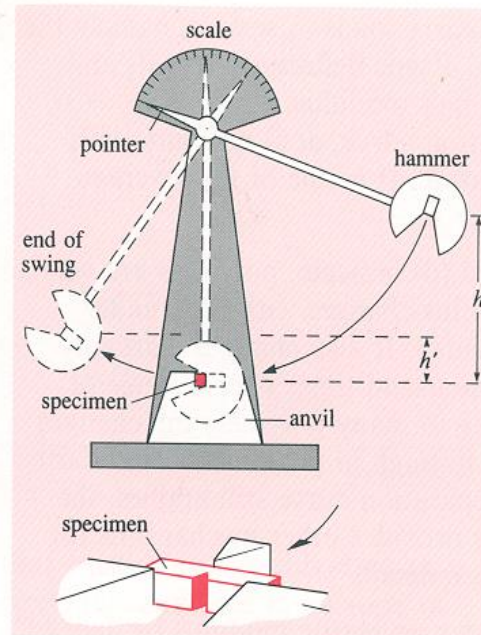


Figure 6.14 The Charpy impact test

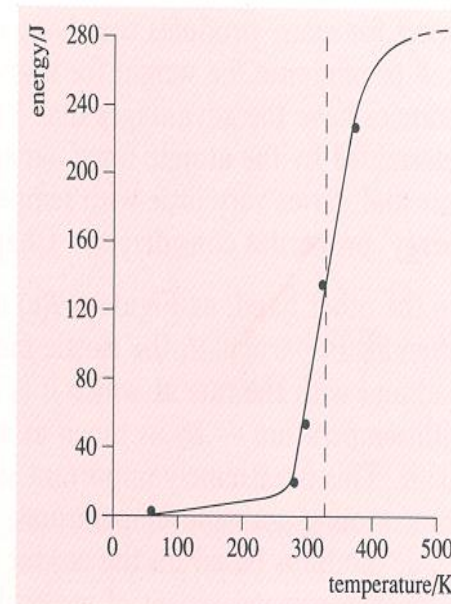
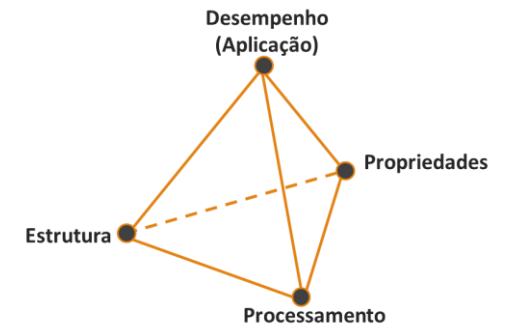
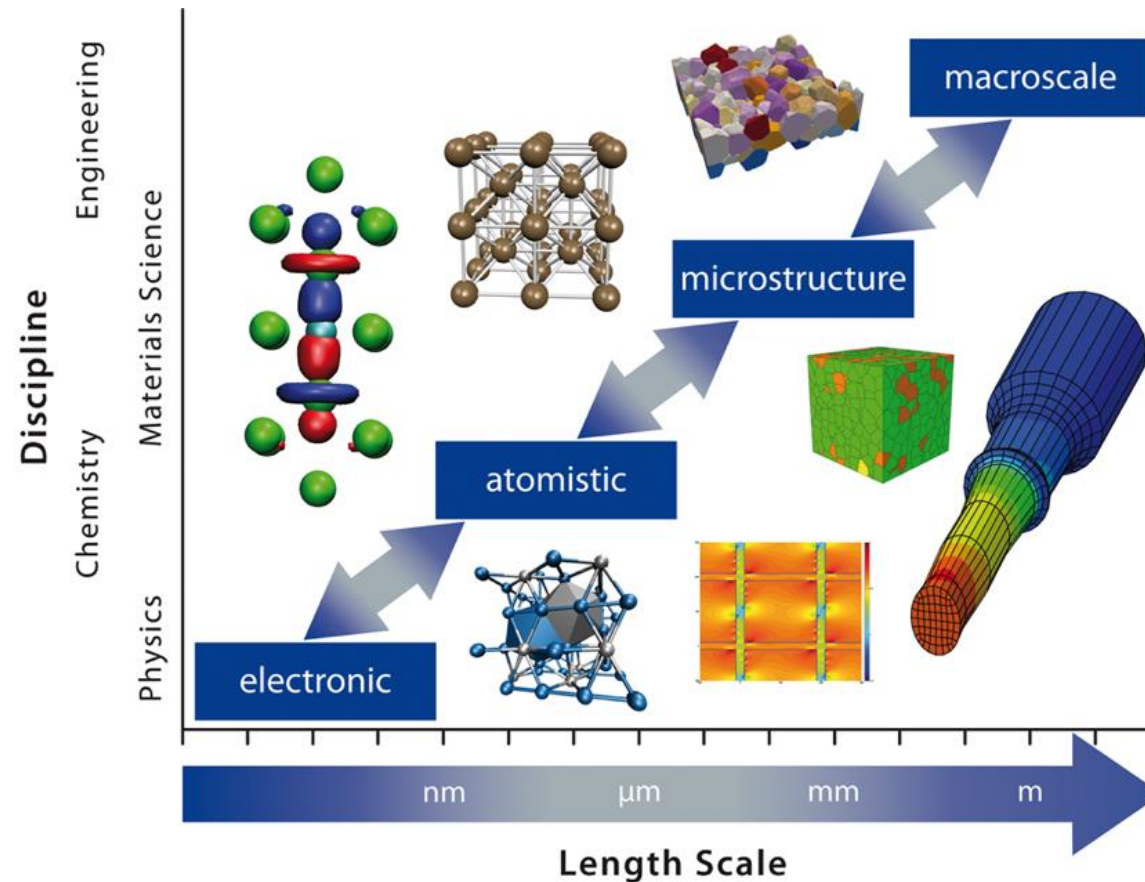


Figure 6.15 Ductile-brittle transition in a low carbon steel



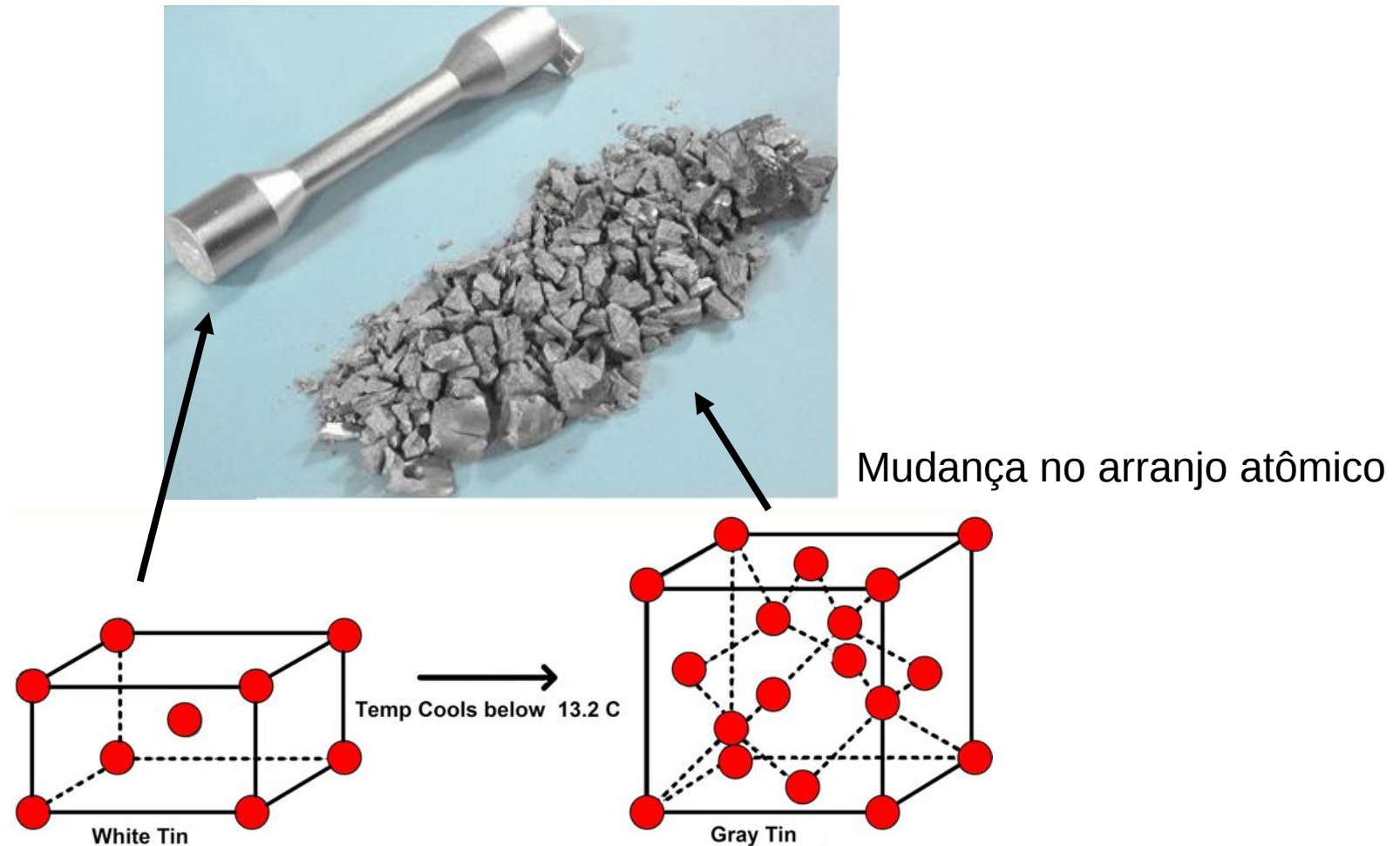
Estrutura de Materiais

- ✓ Arranjo espacial de constituintes do material:
 - ✓ Átomos
 - ✓ Fases



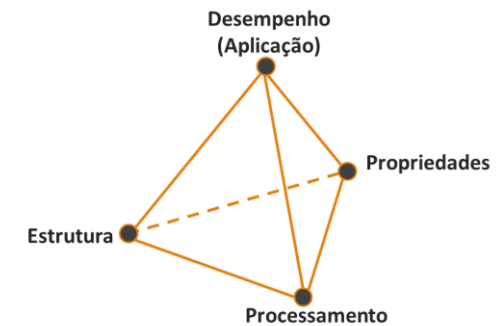
Estrutura dos Materiais

- Exemplo de como estrutura afeta propriedades



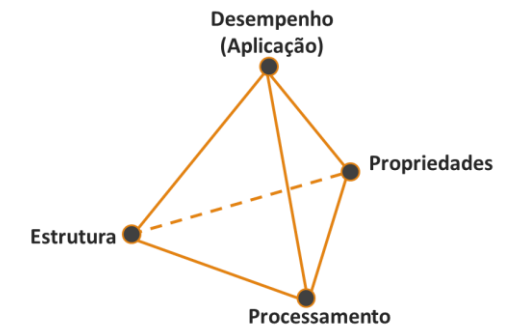
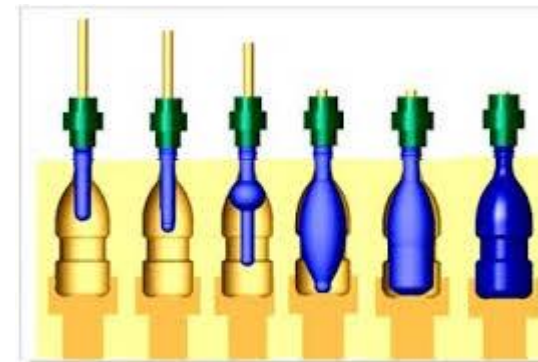
Processamento

- ✓ O processamento é como produzimos e damos **forma** aos materiais. Neste processo geramos a **estrutura** desejada e, conseqüentemente, as propriedades adequadas para a aplicação.
- ✓ Metais



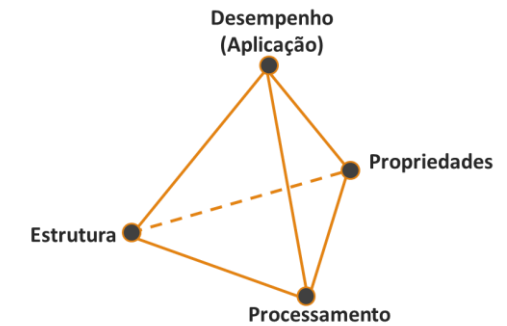
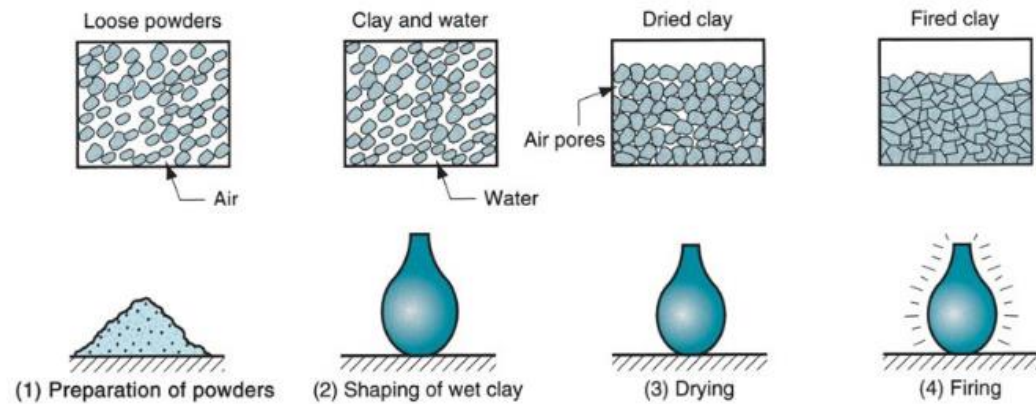
Processamento

✓ Polímeros



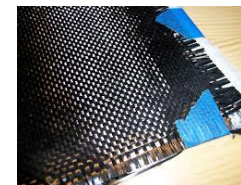
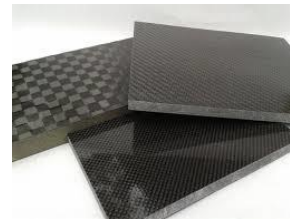
Processamento

✓ Cerâmicas



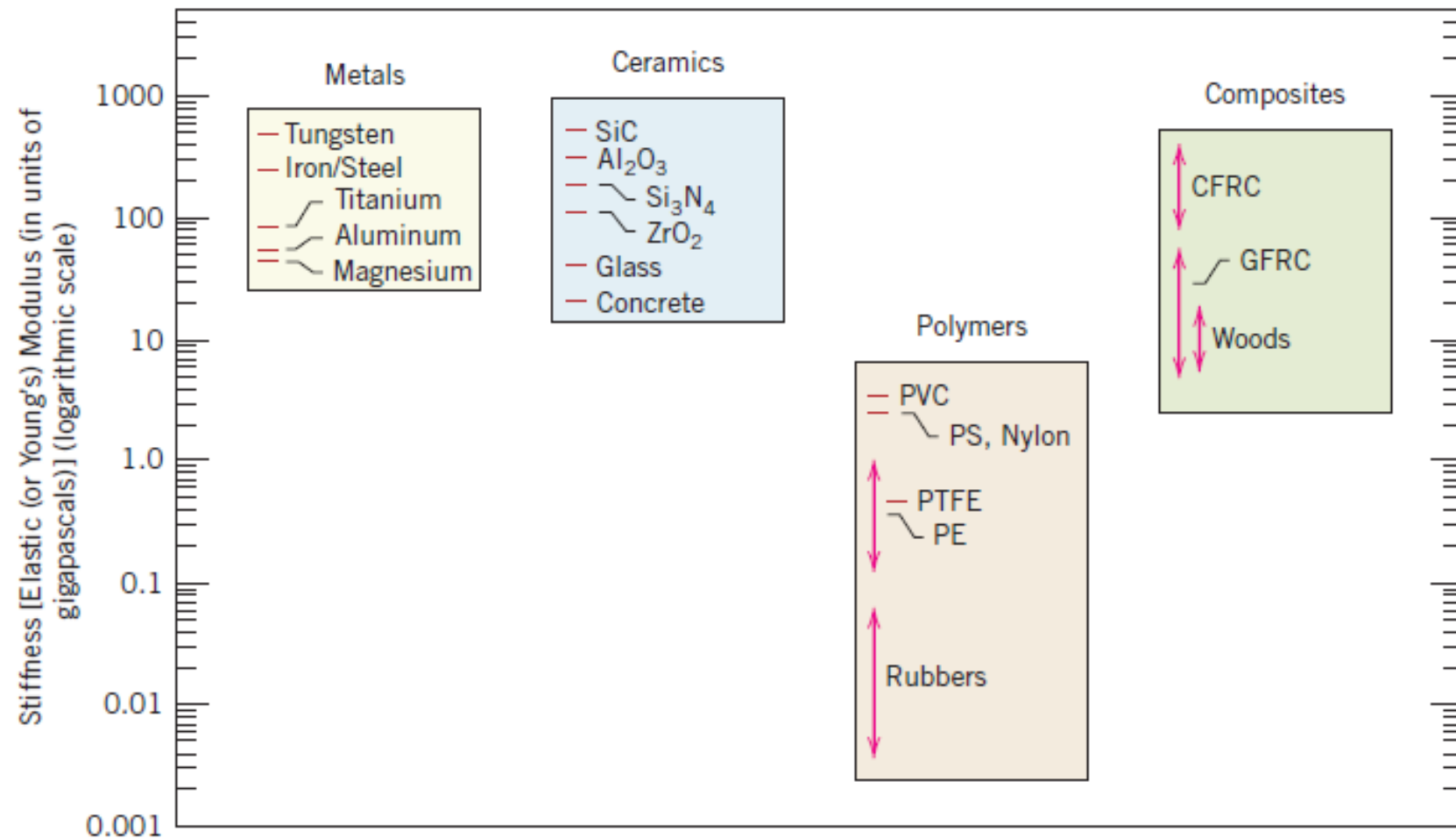
Classificação dos Materiais

- ✓ Materiais metálicos
- ✓ Materiais cerâmicos
- ✓ Materiais poliméricos
- ✓ Materiais compósitos



Classificação dos Materiais

Módulo Elástico



Classificação dos Materiais

Densidade

