

---

# Introdução à ciência e engenharia dos materiais e classificação dos materiais

---

Profa. Daniela Becker

---

## Referências

- Callister Jr., W. D. **Ciência e engenharia de materiais: Uma introdução.** LTC, cap 1, 5ed., 2002.
  - Shackelford, J.F. **Ciência dos Materiais.** Pearson Practice Hall, cap 1, 6ed, 2008
-

---

# Sumário

- Introdução
  - Classificação dos materiais
  - Relação estrutura X processo X forma X  
propriedade
-

---

# Introdução

- Ciência e Engenharia de Materiais:
  - gerar e empregar os conceitos envolvendo composição química, arranjo atômico e processamento dos materiais com suas características e aplicações.

CIÊNCIA x ENGENHARIA

---

---

# Introdução

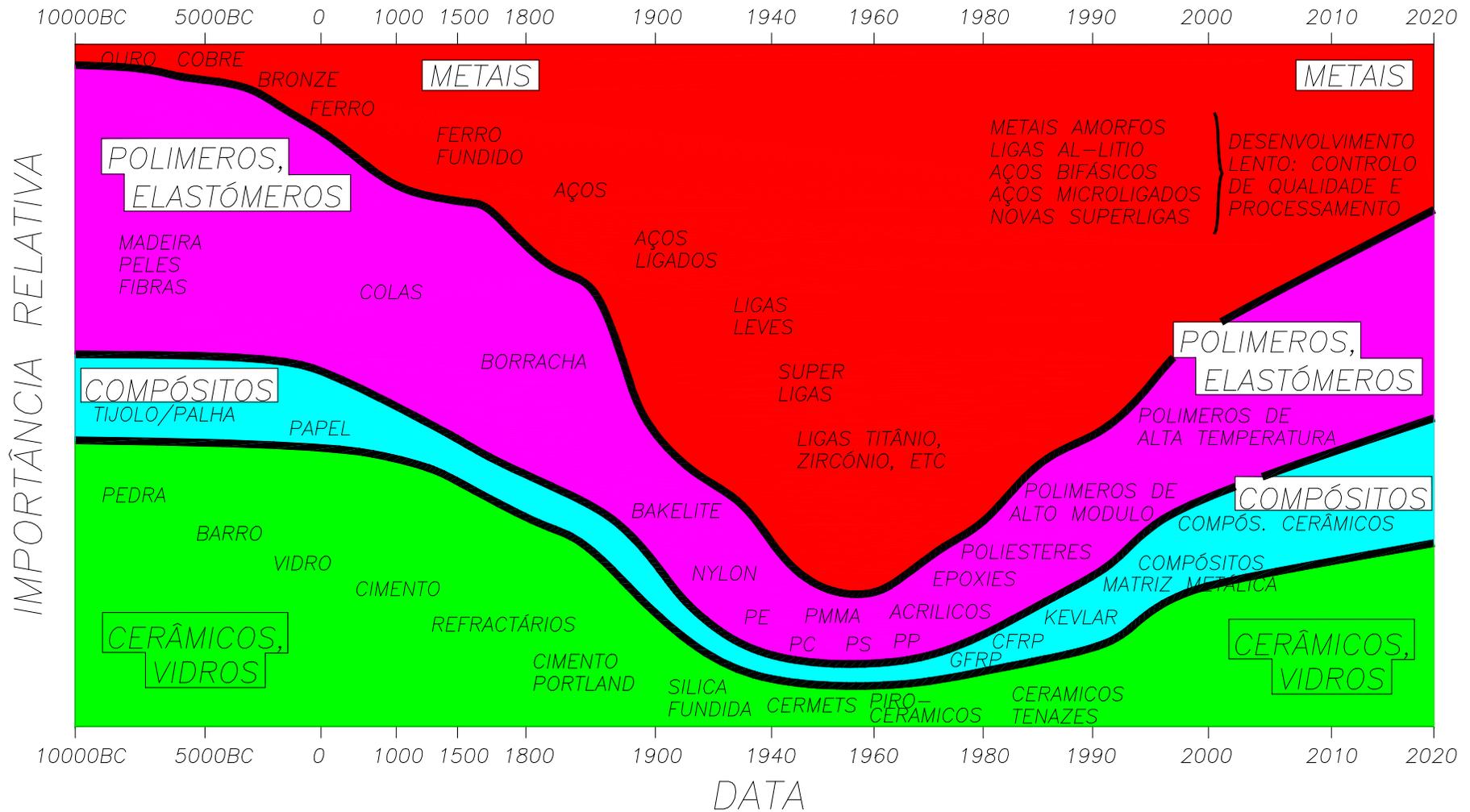
- *Ciência dos materiais*: envolve investigação das relações existentes entre estruturas e as propriedades dos materiais
  - *Engenharia de materiais*: consiste em encontrar aplicação dos materiais com base nas correlações estrutura-propriedade
-

---

# O Mundo dos Materiais

- Denominação mais popular dada à antiga era da civilização
    - Idade da pedra – 2,5 milhões de anos atrás
    - Idade do bronze – 2000 até 1000 a.C. (ligas de cobre e estanho)
    - Idade do Cobre – 4000 e 3000 a.C.
    - Idade do Ferro – 1000 até 1a.C.
    - Século XX – “era dos plásticos” e “idade do silício”
-

# Evolução da Utilização dos Materiais



---

# Classificação dos materiais

- A classificação tradicional dos materiais é geralmente baseada na estrutura atômica e química destes.
-

---

# Classificação dos materiais

- Metais
  - Cerâmicos
  - Polímeros
  - Compósitos
  - Semicondutores
  - Biomateriais
- Ligação química e estrutura atômica**
- Aplicação**
- 
- ```
graph LR; M[Metals]; C[Ceramics]; P[Polymers]; Co[Composites]; S[Semiconductors]; B[Biomaterials]; L[Ligação química e estrutura atômica]; A[Aplicação]; M --- L; C --- L; P --- L; Co --- A; S --- A; B --- A;
```

# Classificação dos Materiais

## ■ Metais



- Materiais metálicos são geralmente uma combinação de elementos metálicos.
- Os elétrons não estão ligados a nenhum átomo em particular e por isso são bons condutores de calor e eletricidade
- Não são transparentes à luz visível
- Têm aparência lustrosa quando polidos
- Geralmente são resistentes e dúcteis
- São muito utilizados para aplicações estruturais

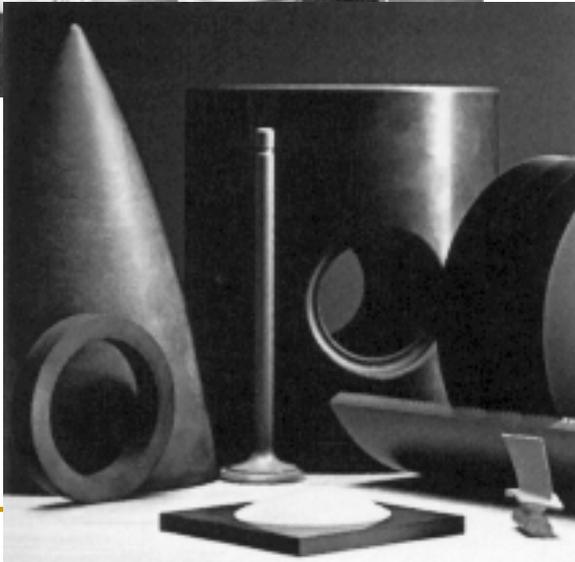
---

# Classificação dos metais

- Ligas ferrosas
    - Aços com baixo, médio e alto teor de carbono
    - Aços inoxidáveis (liga de cromo)
    - Aço liga
  - Ferros fundidos
    - Ferros cinzento, nodular e branco
  - Ligas não ferrosas
    - Cobre e suas ligas
    - Alumínio e suas ligas
-

# Classificação dos Materiais

## ■ Cerâmicas



- Materiais cerâmicos são geralmente uma combinação de elementos metálicos e não-metálicos.
- Geralmente são óxidos, nitretos e carbeto
- São geralmente isolantes de calor e eletricidade
- São mais resistentes à altas temperaturas e à ambientes severos que metais e polímeros
- Com relação às propriedades mecânicas as cerâmicas são duras, porém frágeis

---

# Materiais Cerâmicos

- Vidros
  - Produtos a base de argila
  - Refratários
  - cimentos
-

# Classificação dos Materiais

## ■ Polímeros



- Materiais poliméricos são geralmente compostos orgânicos baseados em carbono, hidrogênio e outros elementos não-metálicos.
- São constituídos de moléculas muito grandes (macro-moléculas)
- Tipicamente, esses materiais apresentam baixa densidade e podem ser extremamente flexíveis
- Materiais poliméricos incluem plásticos e borrachas

---

# Materiais poliméricos

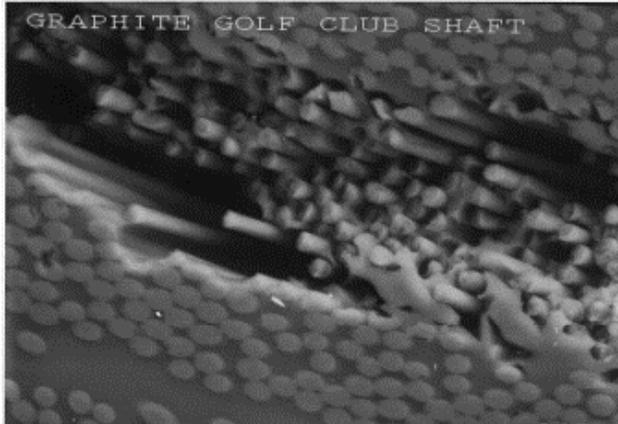
- Quanto ao tipo de estrutura química
  - Quanto às características de fusibilidade
  - Quanto ao comportamento Mecânico
  - Quanto à escala de fabricação
  - Quanto ao tipo de aplicação
-

# Classificação dos materiais

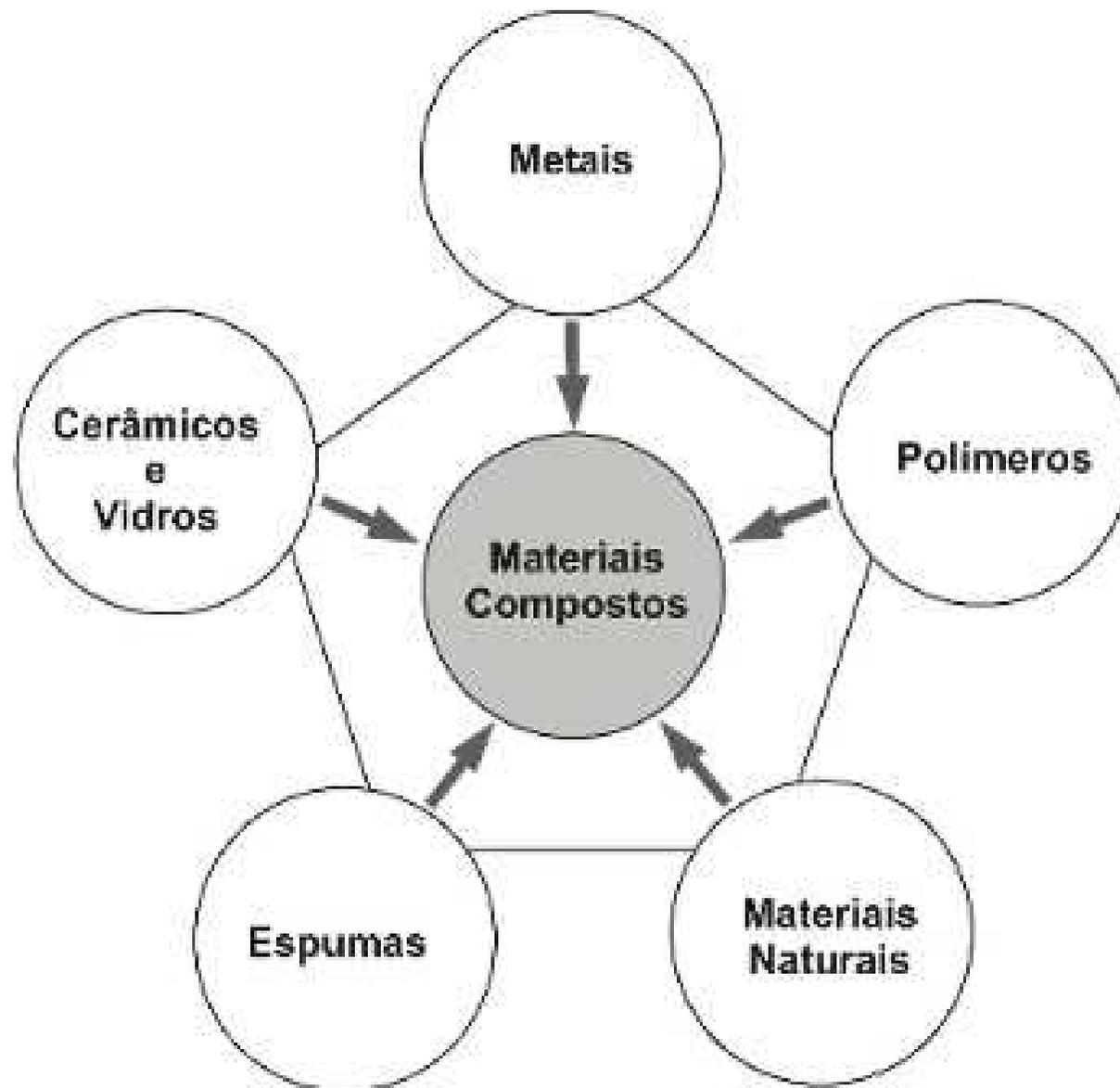
| <b>TIPO DE MATERIAL</b>        | <b>CARACTERÍSTICAS</b>                                                                                                | <b>CONSTITUINTES TÍPICOS</b>                       |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>METÁLICOS</b>               | Dúctil, Resistência Mecânica Elevada, Condutor Elétrico e Térmico, Dureza Elevada, Opaco                              | Átomos Metálicos e Não-Metálicos                   |
| <b>CERÂMICOS</b>               | Frágil, Isolante Térmico e Elétrico, Alta Estabilidade Térmica, Dureza Elevada<br>Transparentes em Alguns Casos       | Óxidos, Silicatos, Nitretos, Aluminatos, etc.      |
| <b>POLIMÉRICOS (Plásticos)</b> | Dúctil, Baixa Resistência Mecânica, Baixa Dureza, Flexível, Baixa Estabilidade Térmica, Transparentes em Alguns Casos | Cadeia Molecular Orgânica de Comprimentos Elevados |

# Classificação dos Materiais

## ■ Compósitos



- Materiais compósitos são constituídos de mais de um tipo de material insolúveis entre si.
- Os compósitos são “desenhados” para apresentarem a combinação das melhores características de cada material constituinte
- Muitos dos recentes desenvolvimentos em materiais envolvem materiais compósitos
- Um exemplo clássico é o compósito de matriz polimérica com fibra de vidro. O material compósito apresenta a resistência da fibra de vidro associado a flexibilidade do polímero



---

# Compósitos naturais

- A madeira é um compósito natural:
  - Fibra de celulose flexíveis e resistentes
  - Lignina , resina mais rígida que mantém as fibras unidas

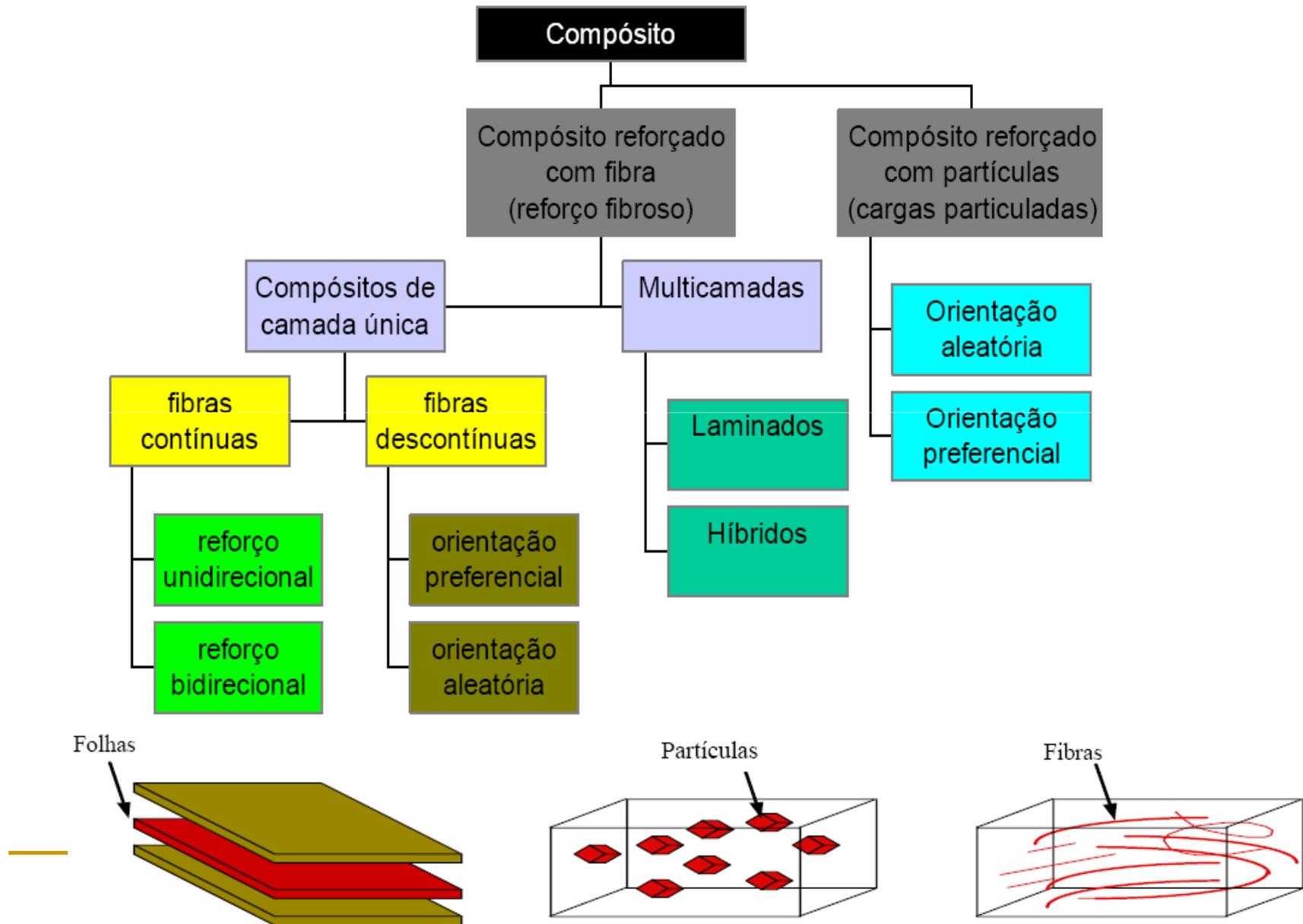


# Compósitos Naturais

Ossos: → fibras de colágeno (pequenas e mole) →  
matriz de mineral apatita  $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$  → { compósito  
de resistência



# Classificação dos compósitos



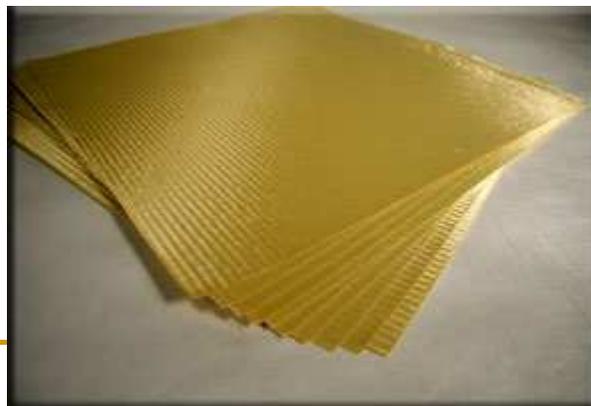
---

# Exemplos

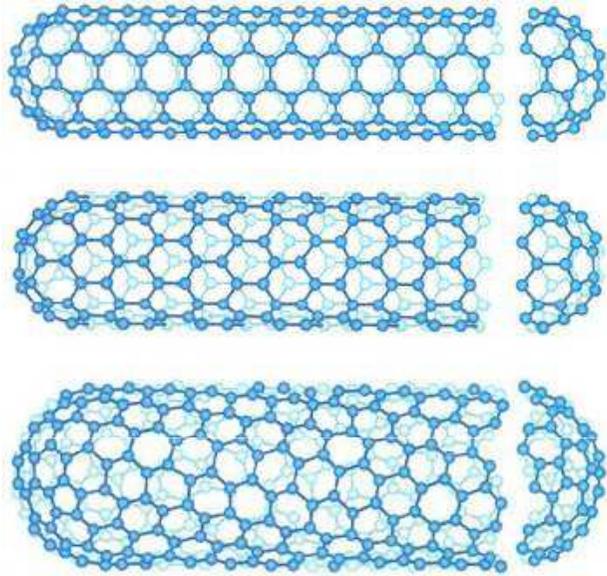
- Polímero com fibra de vidro, fibra de carbono, fibra natural e outros
  - Cimentos armado, cermet
  - Pneus de banda de aço
-

# Compósitos com fibras

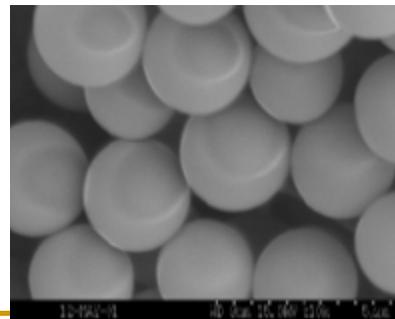
- Fibras tipicamente utilizadas:
  - ❑ Fibras de vidro
  - ❑ Fibras de carbono
  - ❑ Fibras de Boro
  - ❑ Fibras poliméricas (PE, PET, Kevlar)



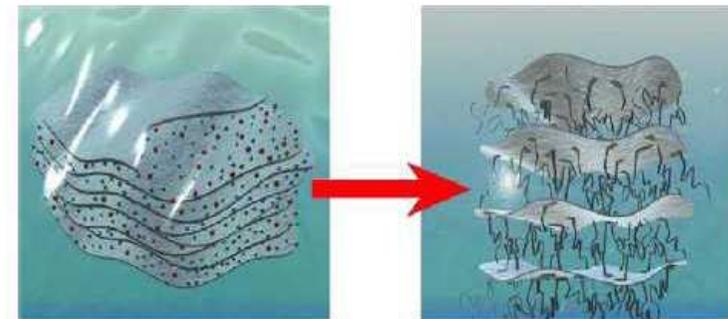
# Nanocopósitos



Nanotubo de carbono



Silica

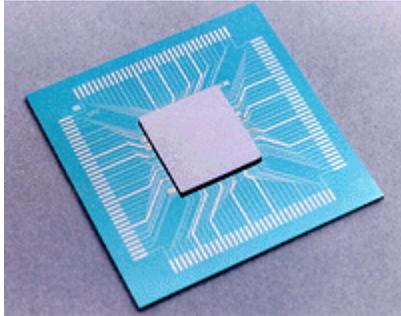


Argila

---

# Classificação dos Materiais

## ■ Semicondutores



- Materiais semicondutores apresentam propriedades elétricas que são intermediárias entre metais e isolantes
  - Além disso, as características elétricas são extremamente sensíveis à presença de pequenas quantidades de impurezas, cuja concentração pode ser controlada em pequenas regiões do material
  - Os semicondutores tornaram possível o advento do circuito integrado que revolucionou as indústrias de eletrônica e computadores
-

---

# Alguns exemplos

- **Silício**

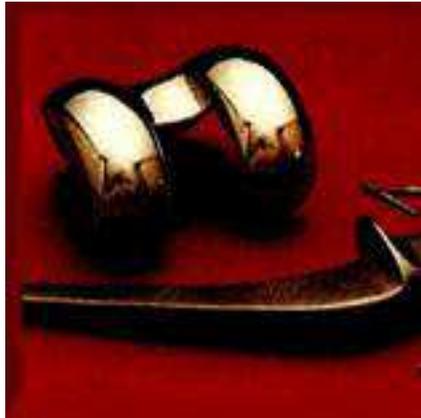
- um material semicondutor muito abundante, tem um interesse muito especial na indústria eletrônica e microeletrônica, como material básico para a produção de transistores para chips, células solares e em diversas variedades de circuitos eletrônicos.

- **Germânio**

- Fibra óptica.
  - Eletrônica: Radares, amplificadores de guitarras elétricas, ligas metálicas de SiGe em circuitos integrados de alta velocidade
-

# Classificação dos Materiais

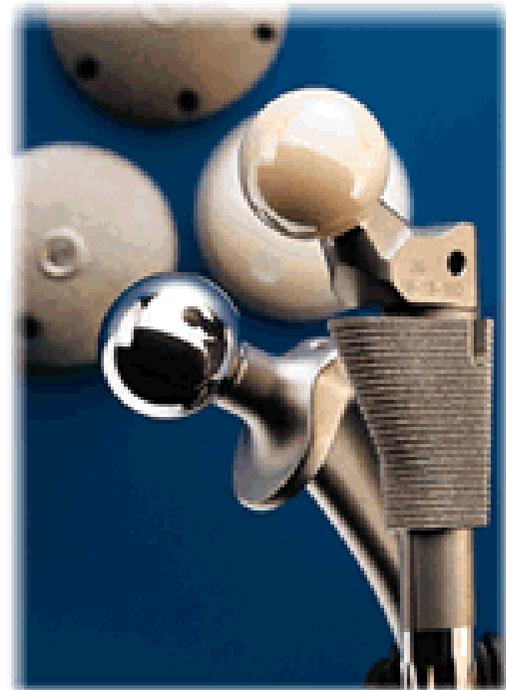
## ■ Biomateriais



- Biomateriais são empregados em componentes para implantes de partes em seres humanos
- Esses materiais não devem produzir substâncias tóxicas e devem ser compatíveis com o tecido humano (isto é, não deve causar rejeição).
- Metais, cerâmicos, compósitos e polímeros podem ser usados como biomateriais.

# Exemplos

- Metais –
  - aços inoxidáveis, principalmente os austeníticos (ortopedia – confecção de próteses articuladas e elementos estruturais)



---

## Tipos de biocerâmicas

➤ Bioinertes

Material que permanece no organismo sem induzir resposta tecidual significativa (Alumina, Zirconia, Carbono)

➤ Bioativas

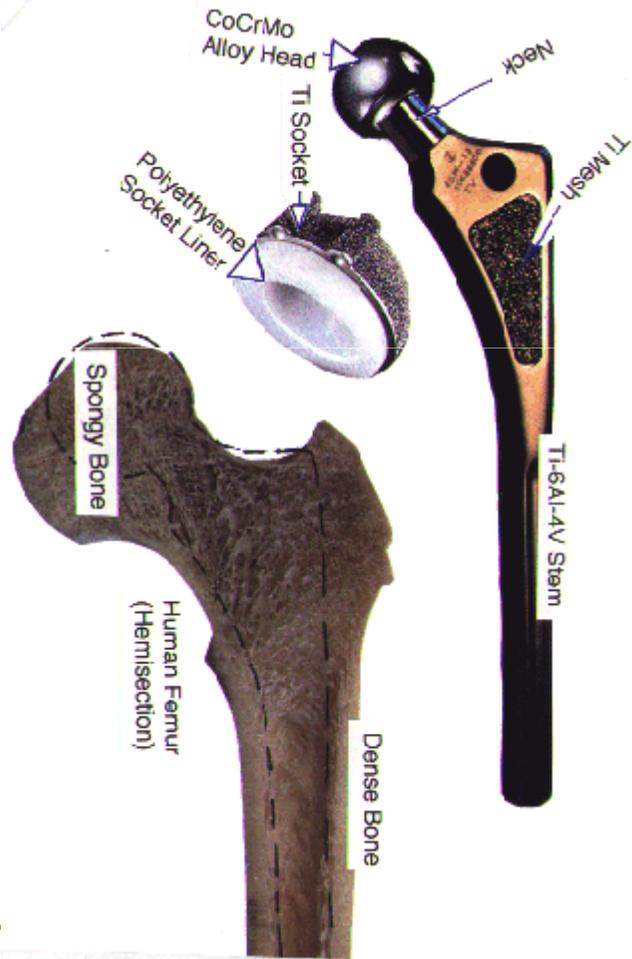
Material que induz crescimento tecidual (osteoindução / osteocondução) (vidros e vitrocerâmicos, fosfato de cálcio)

➤ Reabsorvível

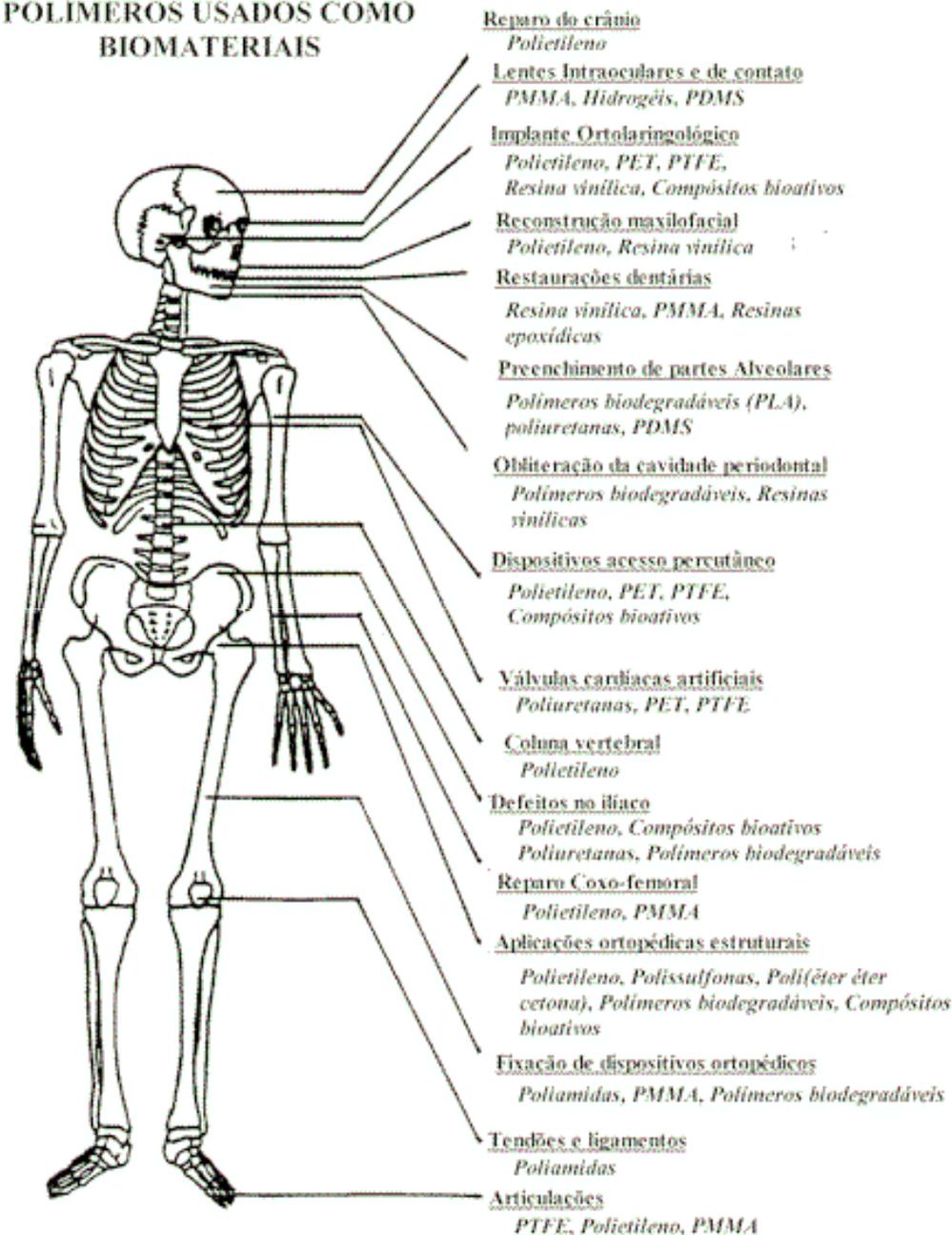
Material que biodegrada no organismo, sendo que os produtos da degradação são metabolizados sem causar efeitos nocivos

---

# Polímeros



## POLÍMEROS USADOS COMO BIOMATERIAIS



---

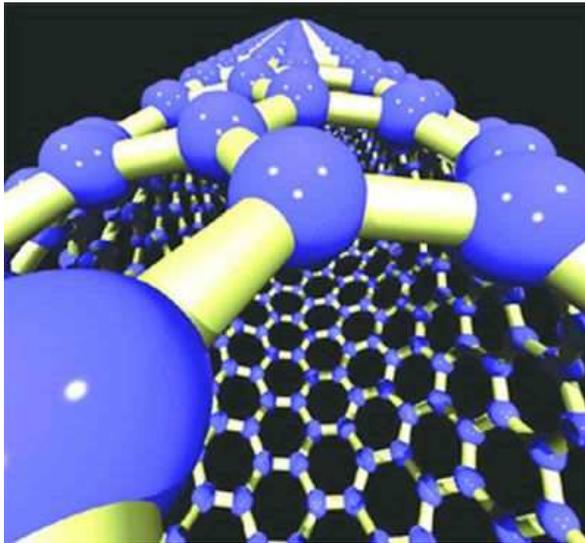
# Da estrutura às propriedades



---

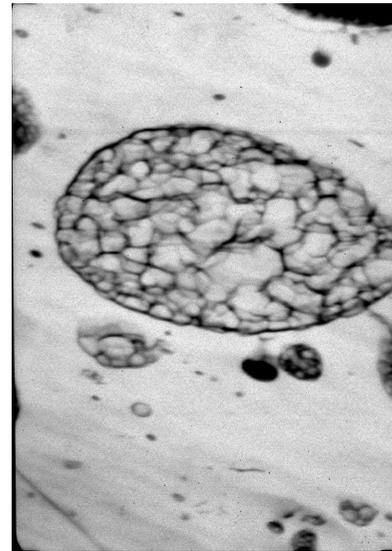
# Definições - Estrutura

Estrutura em nível atômico



Nanotubo de carbono  
Fonte: B.Piropo

Estrutura em nível microscópio



PSAI

---

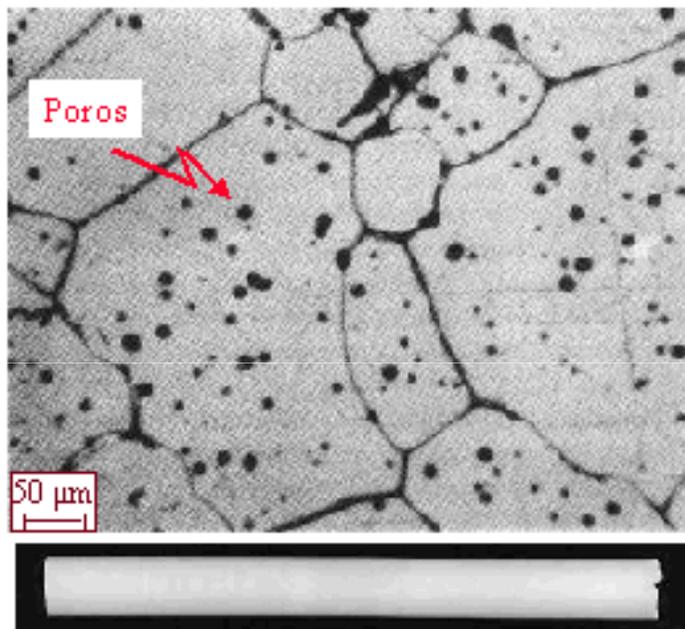
---

# Definições - Propriedade

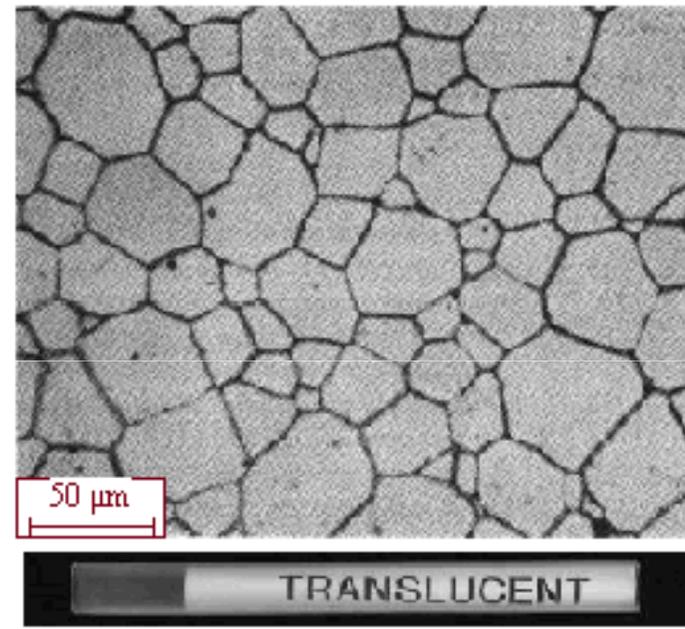
- Tipos de propriedades:
    - ❑ Mecânica;
    - ❑ Elétrica;
    - ❑ Térmica;
    - ❑ Magnética;
    - ❑ Ótica;
    - ❑ Deteriorativa.
-

# Efeito da Microestrutura

## Ex: Alumina porosa e não-porosa



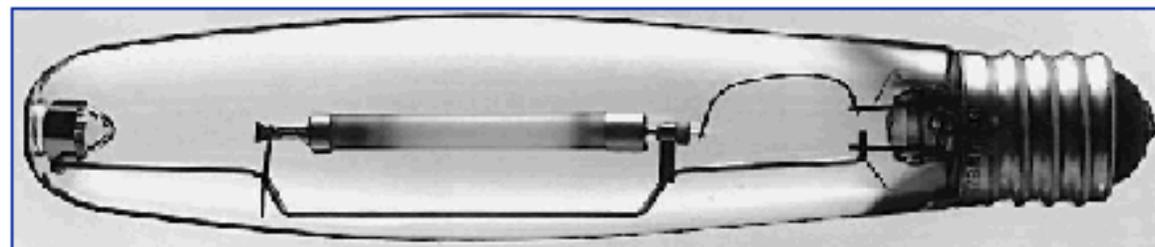
A presença de poros causa espalhamento de luz e o material se torna opaco.



A eliminação dos poros através da adição de 0.1% de MgO gera um material translúcido.

### Lâmpada de vapor de sódio.

O gás em alta temperatura (1000°C) é guardado dentro de um cilindro translúcido de alumina.



Fonte: material do Prof. Sidnei Paciornik

# Da estrutura às propriedades

