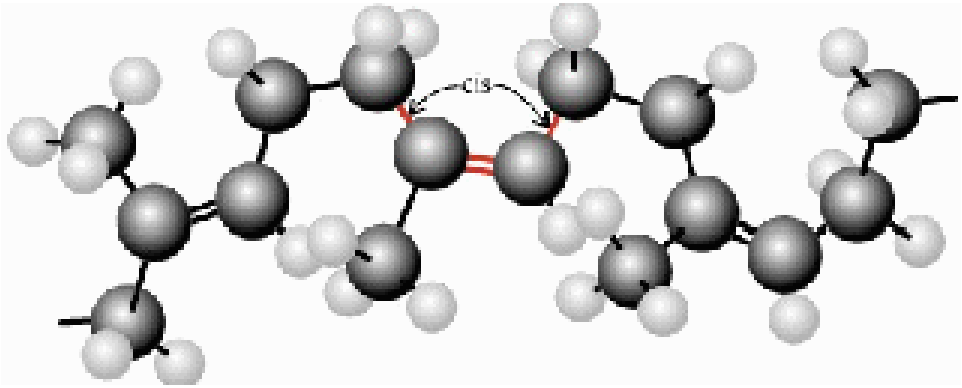
# Polímeros com Ligações cruzadas

**Exemplo:**

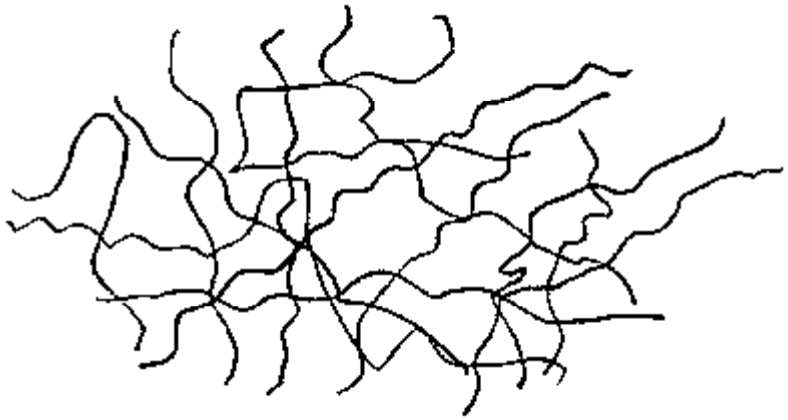



poliisopreno

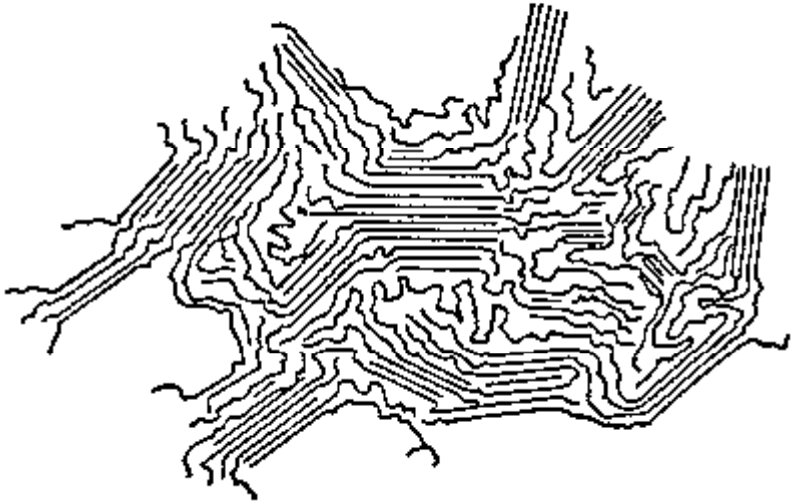
**Vulcanização da boracha**:

aquecimento com enxofre ⟶ Ligações cruzadas C –S – S – C entre cadeias

# Organização Molecular

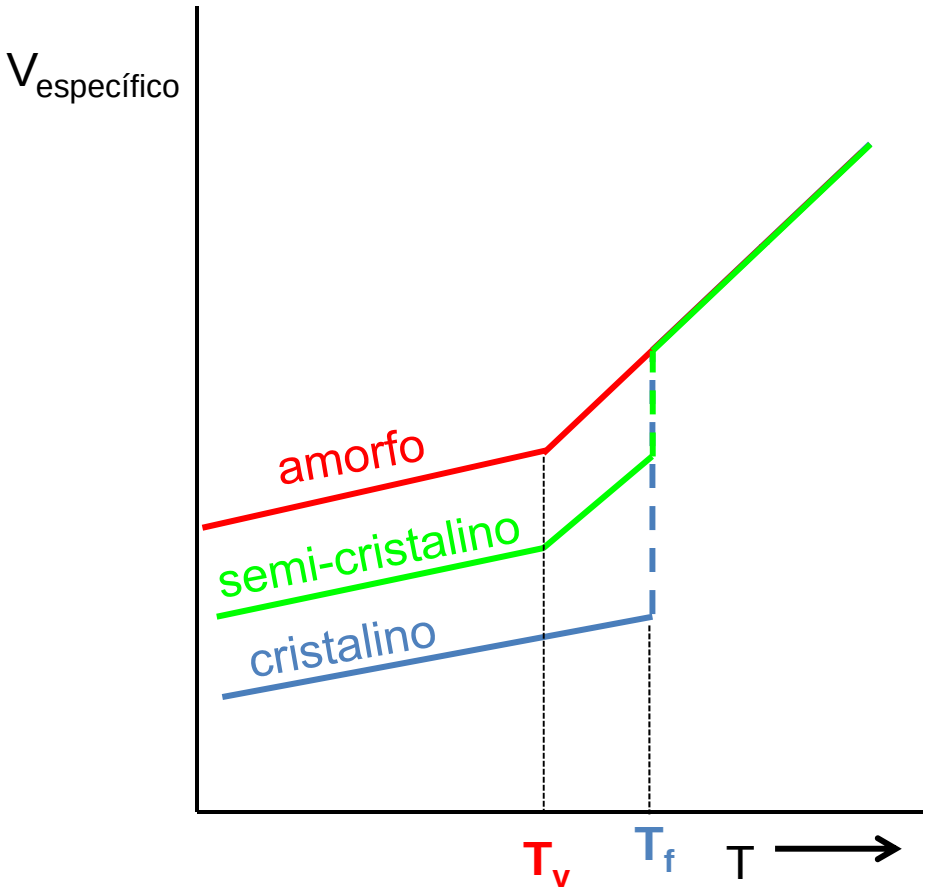


Polímero amorfo
(geralmente transparentes)



Polímero semi-cristalino
(mais densos, mais resistentes à deformação e à dissolução, geralmante translúcidos ou opacos)

# Propriedades Térmicas dos Polímeros




## Temperatura de Transição Vítrea: $T_v$

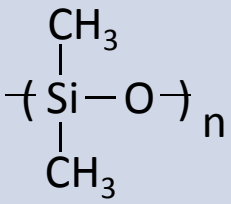
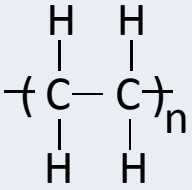
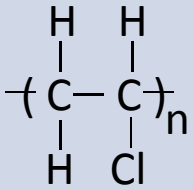
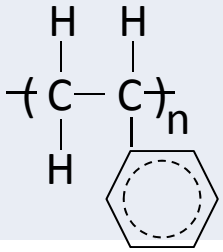
- Característica de polímeros amorfos ou com zonas amorfas

- Abaixo de $T_v$ o polímero tem um comporamento típico de um vidro: as cadeias perdem liberdade de movimento

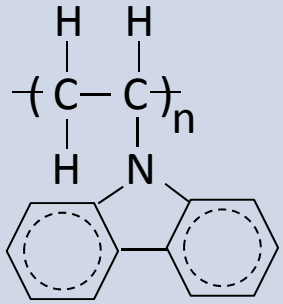
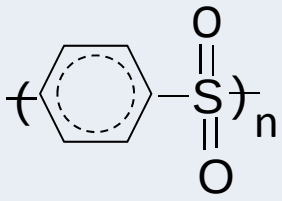
- $T_v$ depende:
  - Flexibilidade da cadeia principal;
  - Presença de grupos laterias;
  - Peso molecular médio;
  - Velocidade de aquecimento

- Um polímero semicristalino apresenta $T_v$ típica das zonas amorfas e $T_f$ característica das zonas cristalinas

# Temperaturas de transição vítrea

| Polímero | Estrutura | $T_v$ / ºC | Observação |
|---|---|---|---|
| Polidimetilsiloxano (PDMS - silicone) |  | -127 | Grande flexibilidade da cadeia |
| Polietileno (PE) |  | -120 | Idem |
| Policloreto de vinilo (PVC) |  | +87 | Maior volume dos grupos laterias em comparação com PE |
| Polistireno (PS) |  | +105 | Maior volume dos grupos laterias em comparação com PVC |

# Temperaturas de transição vítrea – Cont.

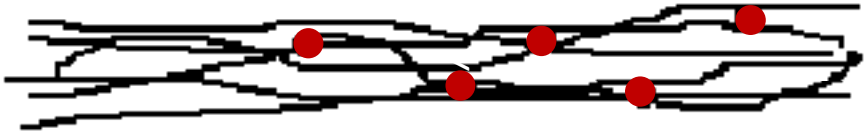
| Polímero | Estrutura | $T_v$ / ºC | Observação |
|---|---|---|---|
| Polivinilcarbazole |  | +280 | Maior volume dos grupos laterias em comparação com PS |
| Polifenilenossulfona |  | >500 | Extrema rigidez da cadeia |

# Propriedades Mecânicas dos Polímeros

## Borrachas ou Elastómeros

Polímero amorfo com
algumas ligações cruzadas

$T_v < T_{trabalho}$



O mesmo polímero sujeito
a uma tensão ⟺

Removida a tensão, o polímero
regressa à configuração inicial

A densidade de ligações cruzadas
determina a rigidez e o grau
deformação máxima antes da rutura

**Vulcanização da borracha**

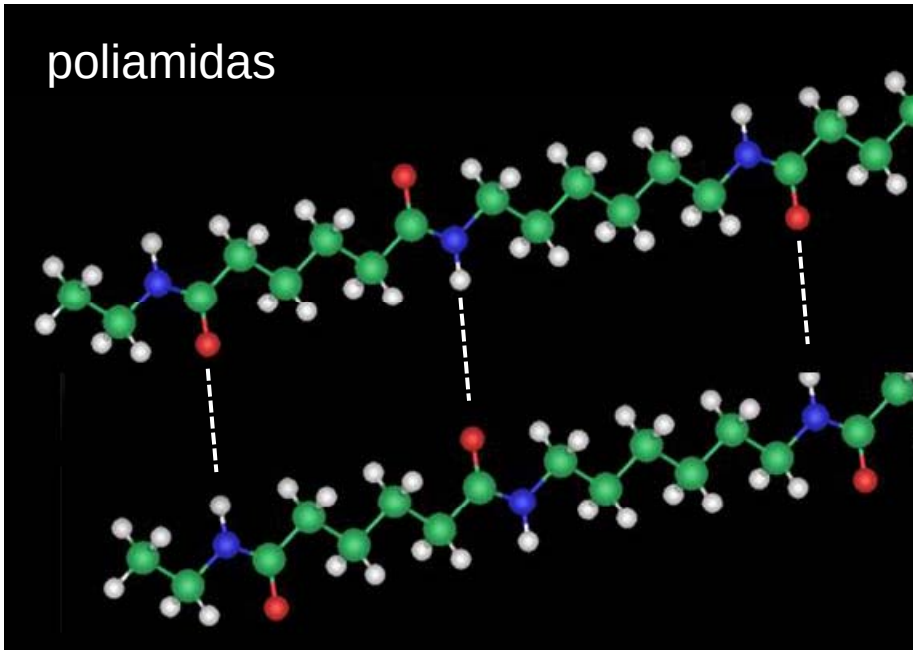
# Propriedades Mecânicas dos Polímeros

## Fibras

Fortes interacções por ligações de hidrogénio entre cadeias

Dificuldade de deslizamento das cadeias umas sobre as outras

Exemplo:

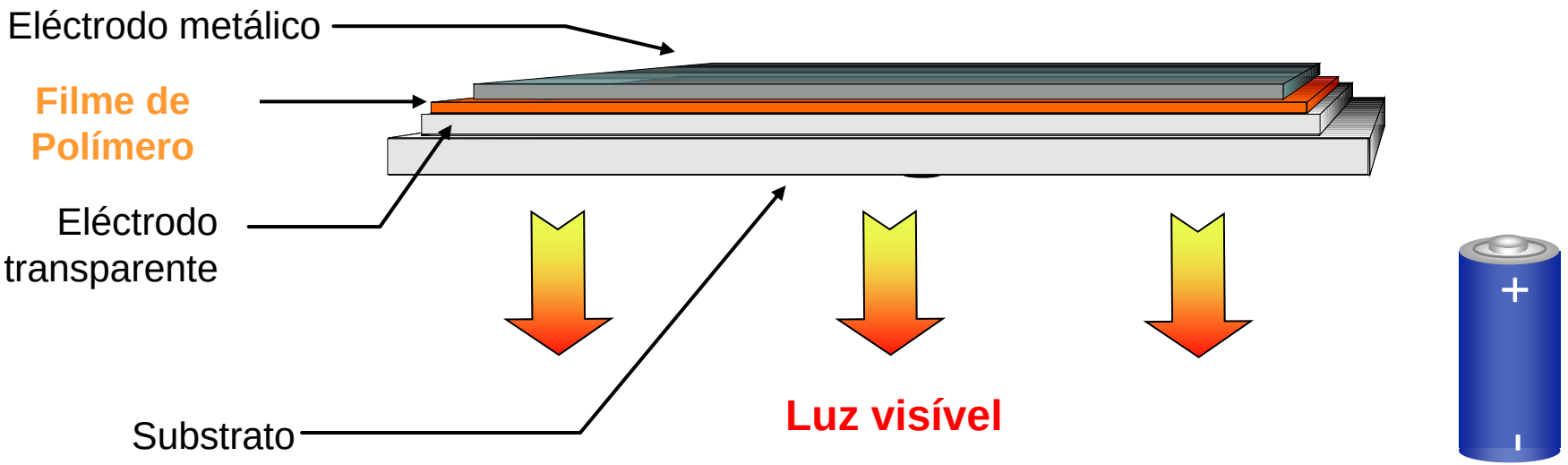



Tipicamente duros, fortes, normalmente cristalinos

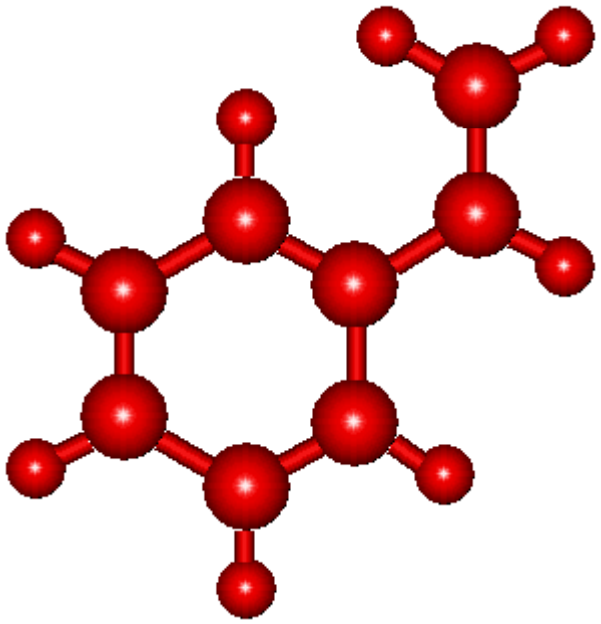
# Propriedades ópticas dos Polímeros

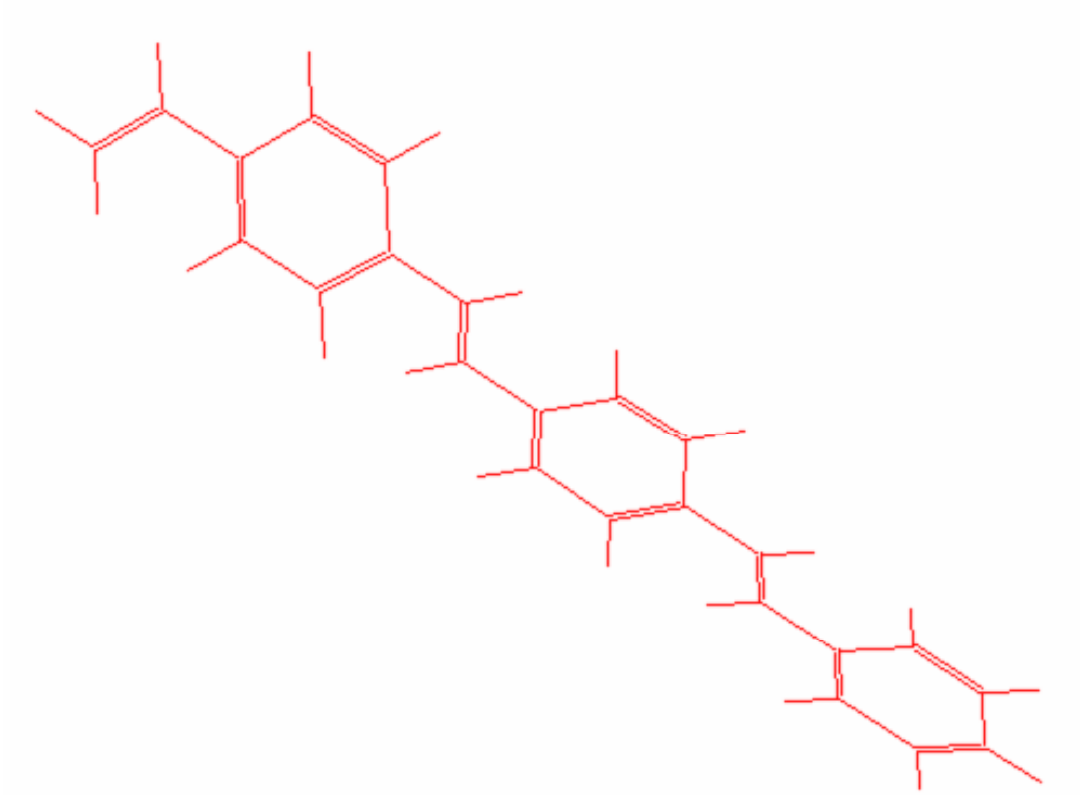
## Polímeros electroluminescentes

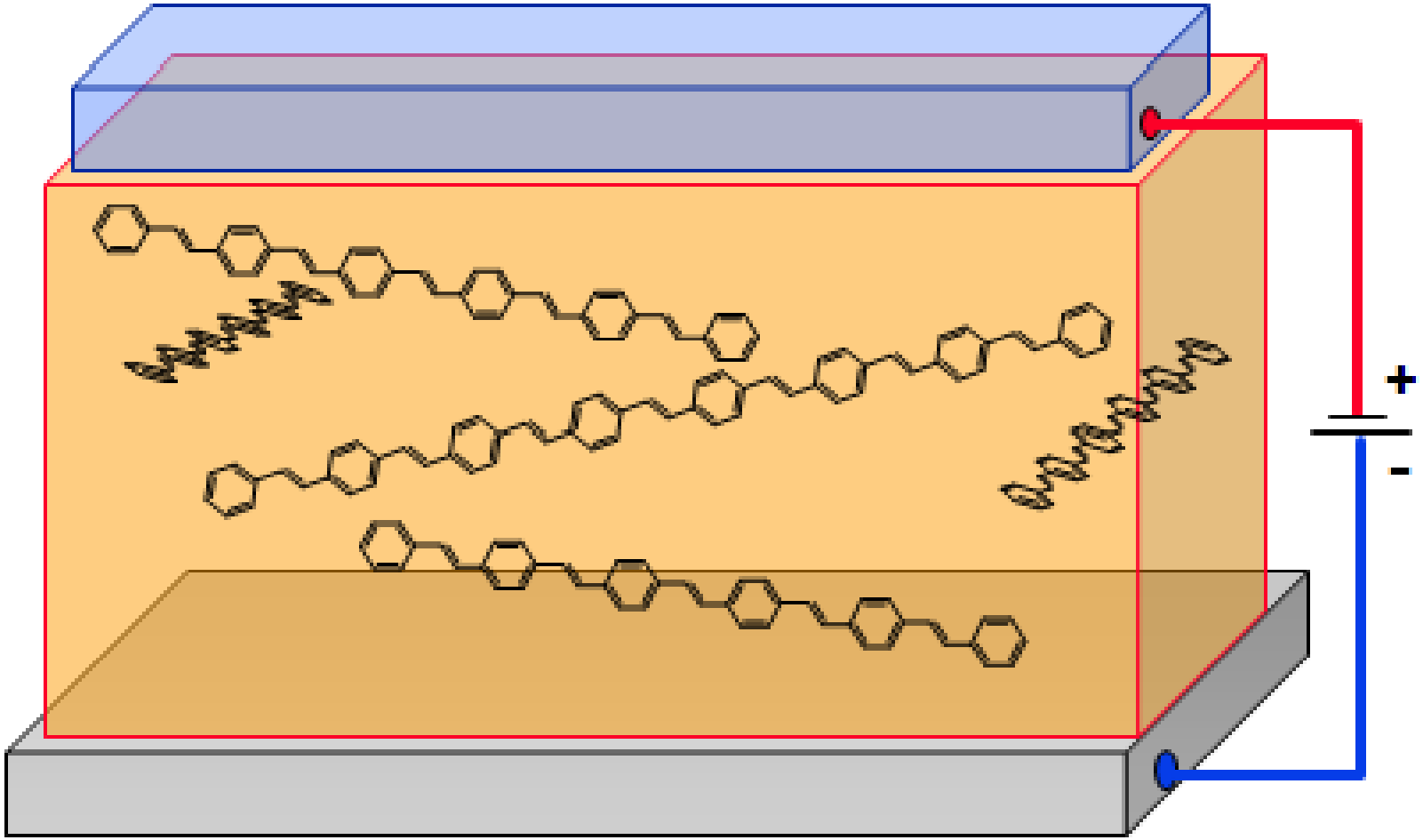
# POLÍMEROS ELECTROLUMINESCENTES



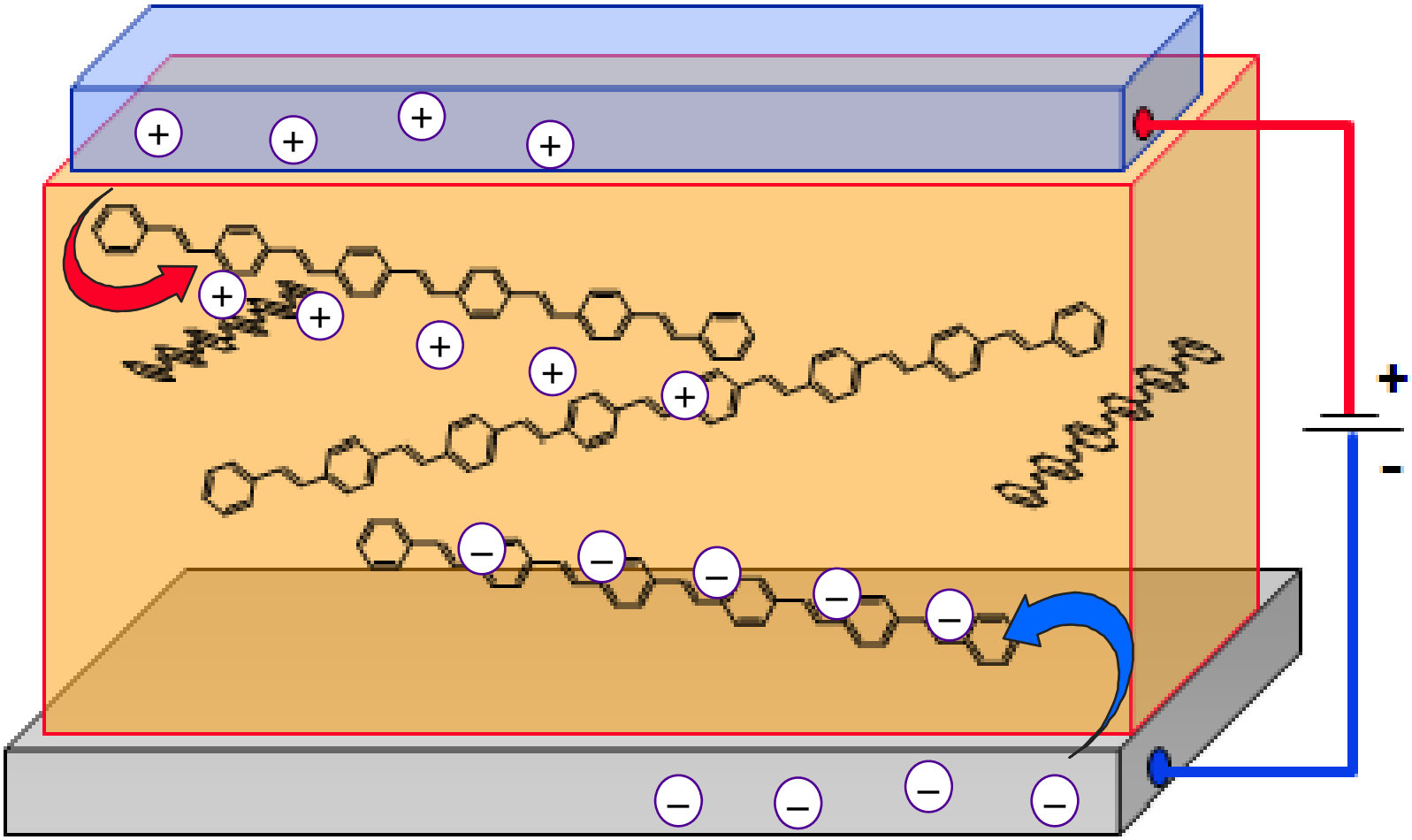
# POLÍMERO ELECTROLUMINESCENTE
# (PPV – poli(p-fenileno vinileno)



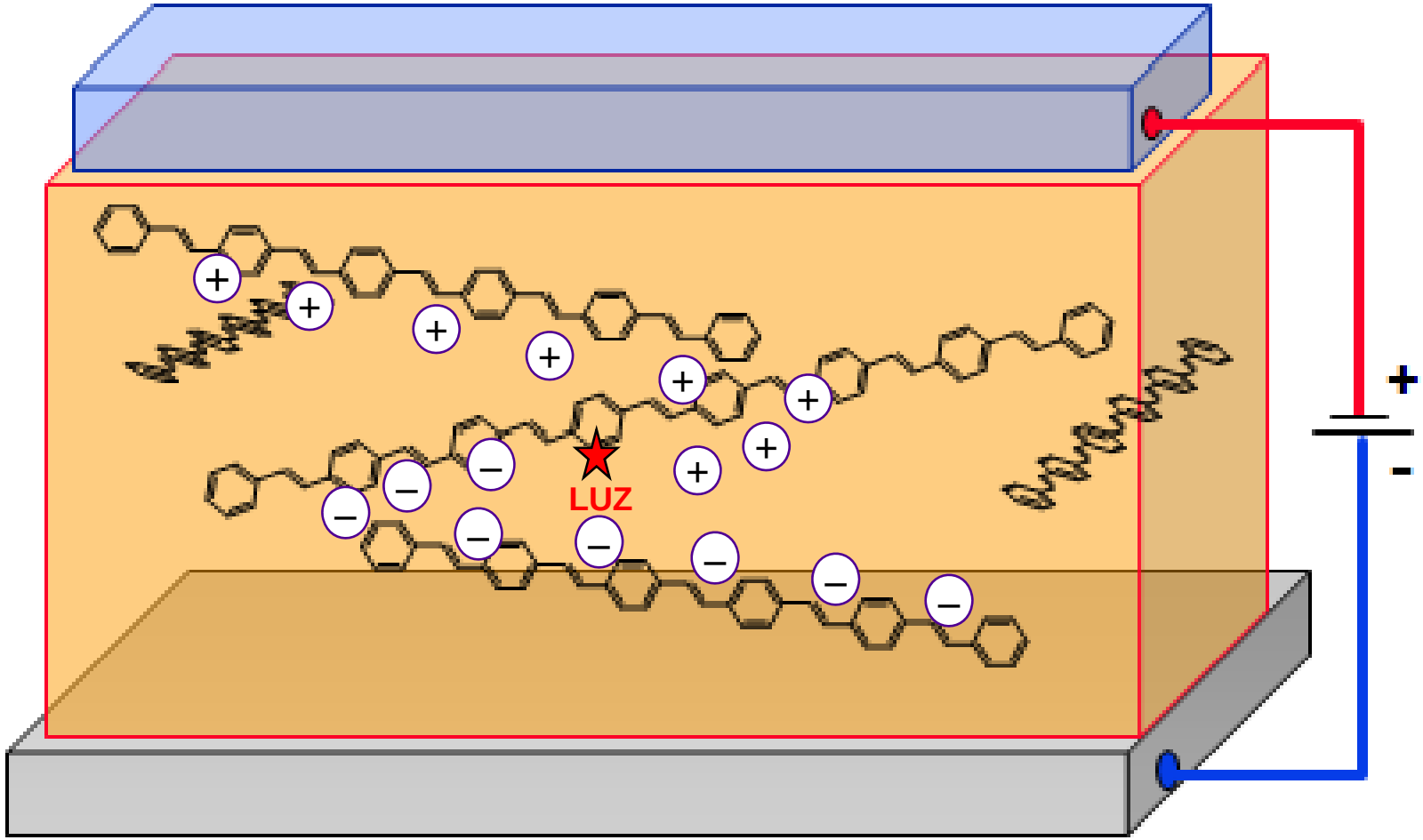




# INJECÇÃO DE CARGAS NO POLÍMERO

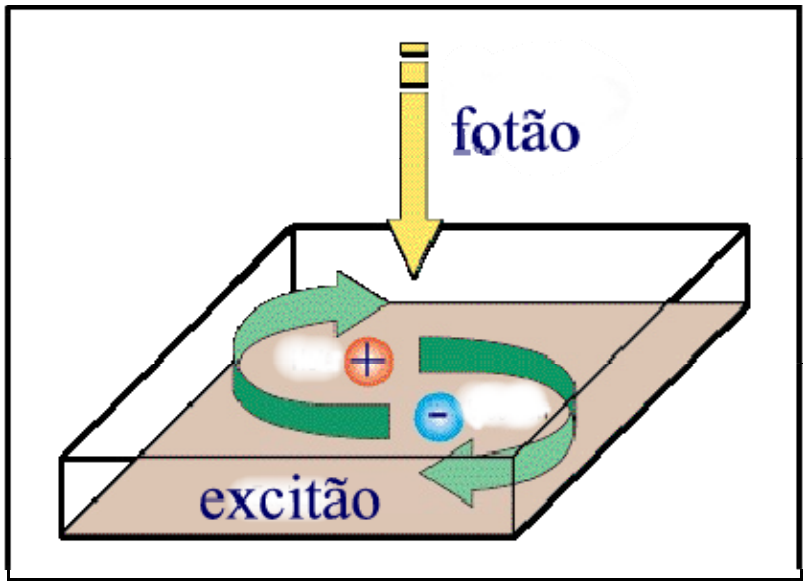


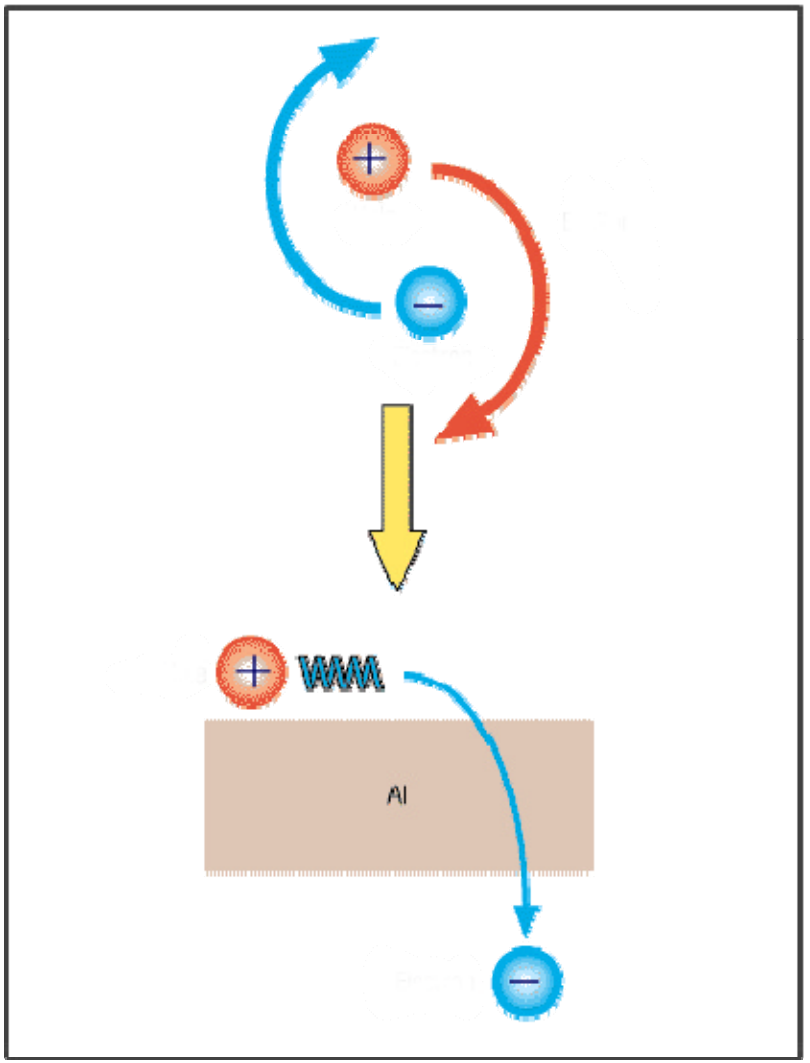
**RECOMBINAÇÃO DE CARGAS → EXCITÃO**

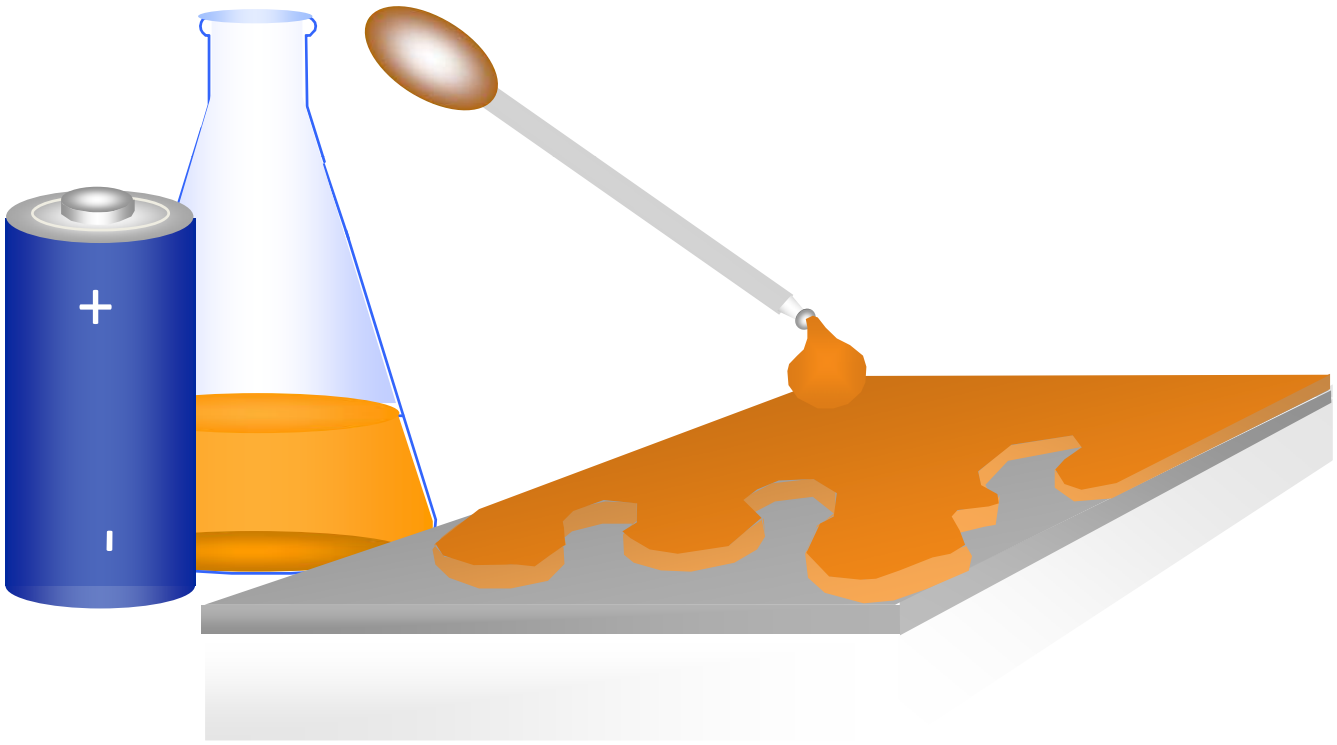


**POLÍMEROS DIFERENTES ⟹ CORES VARIADAS**

# CÉLULAS FOTOVOLTAICAS



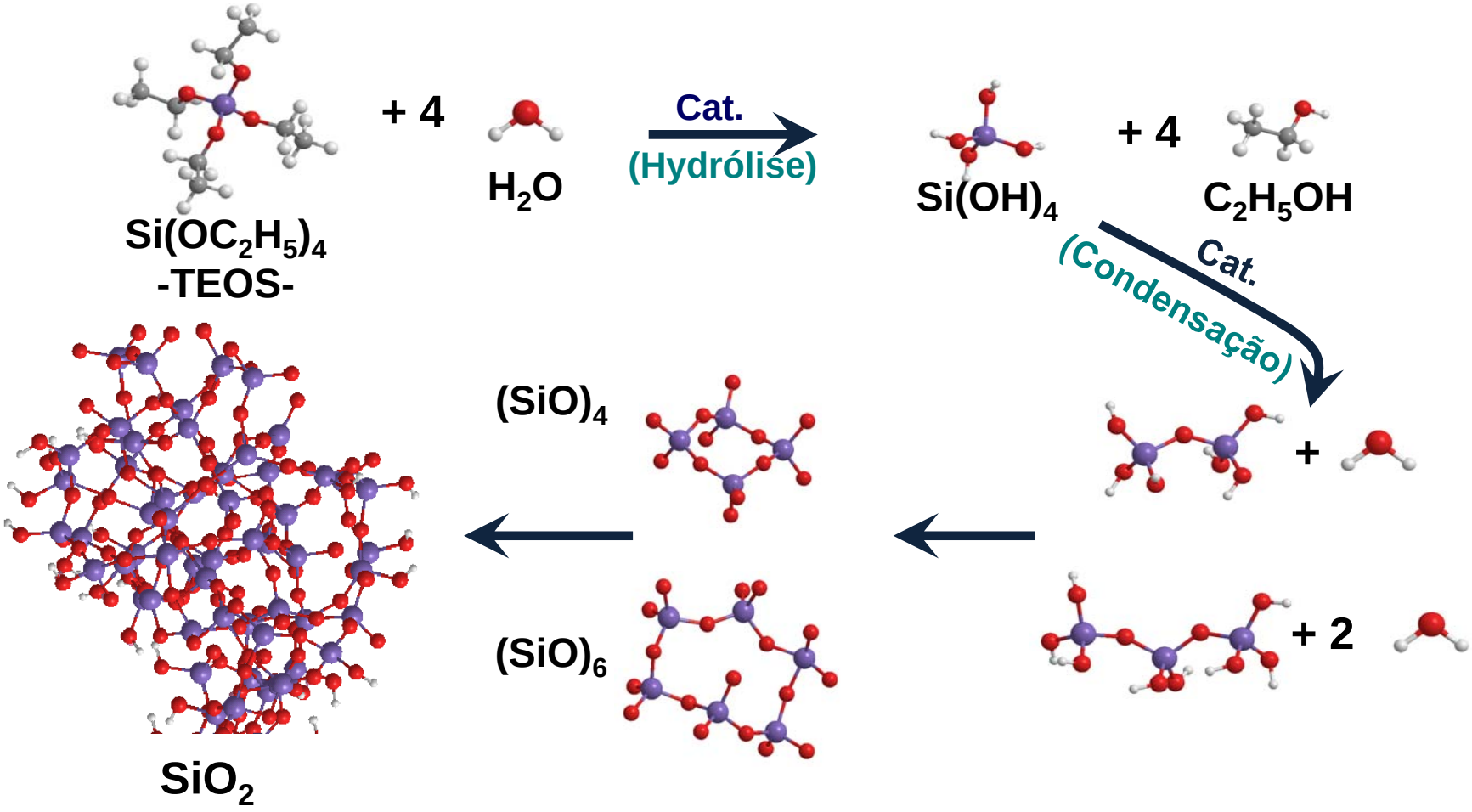





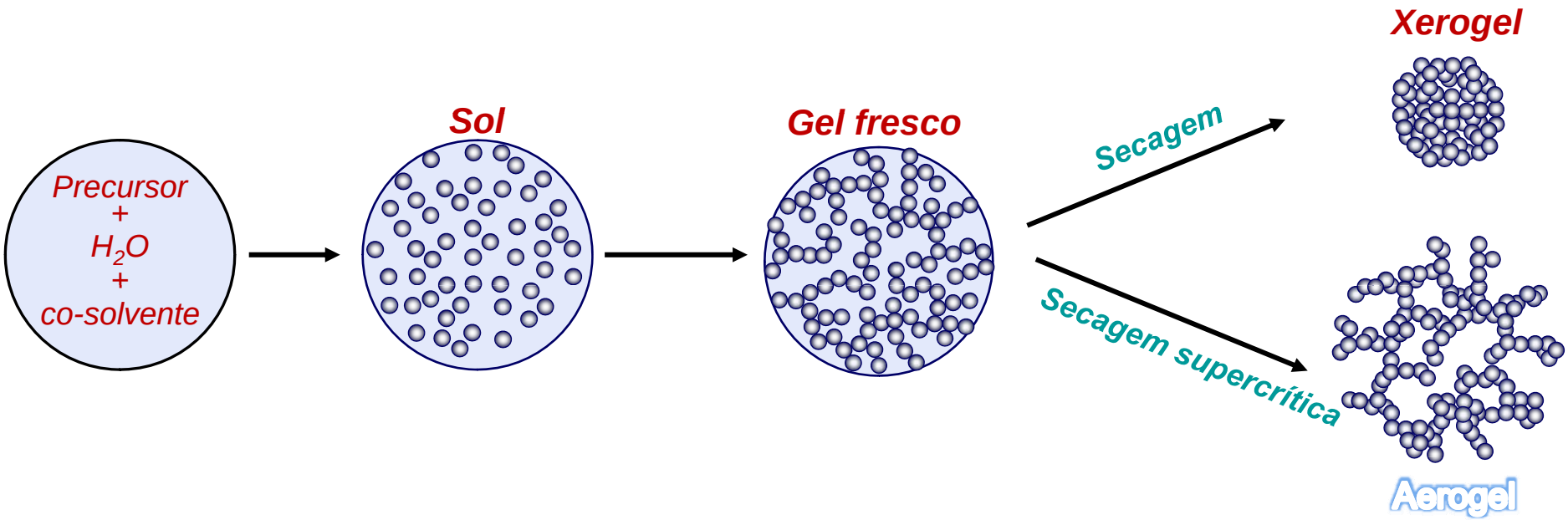
# POLÍMEROS INORGÂNICOS

**EXEMPLOS: $SiO_2$, $TiO_2$, etc**

## Processo Sol-Gel

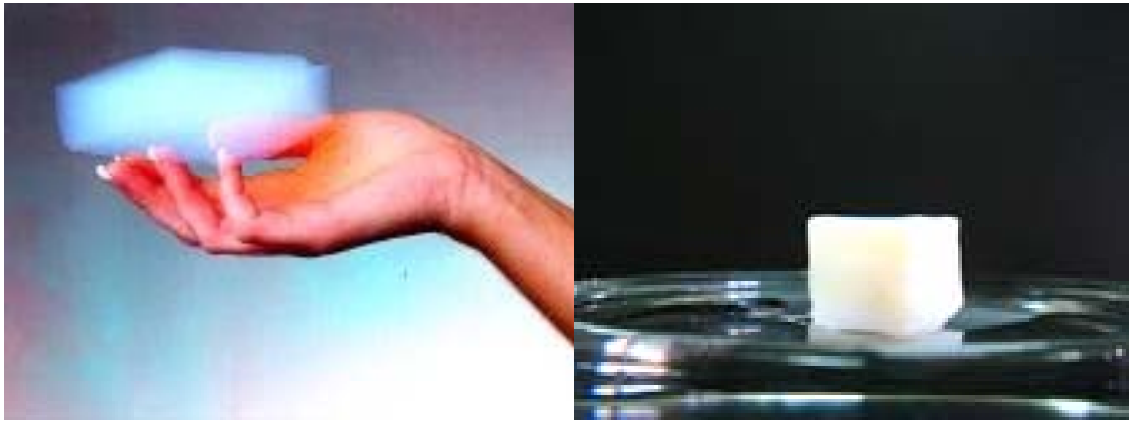


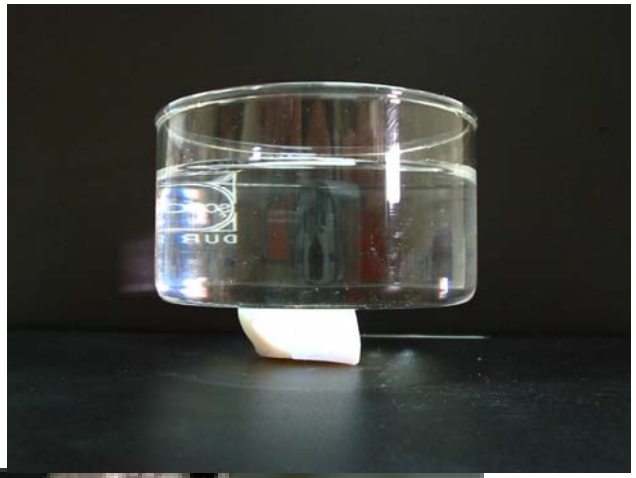
# Polímeros inorgânicos densos e leves pelo processo sol-gel

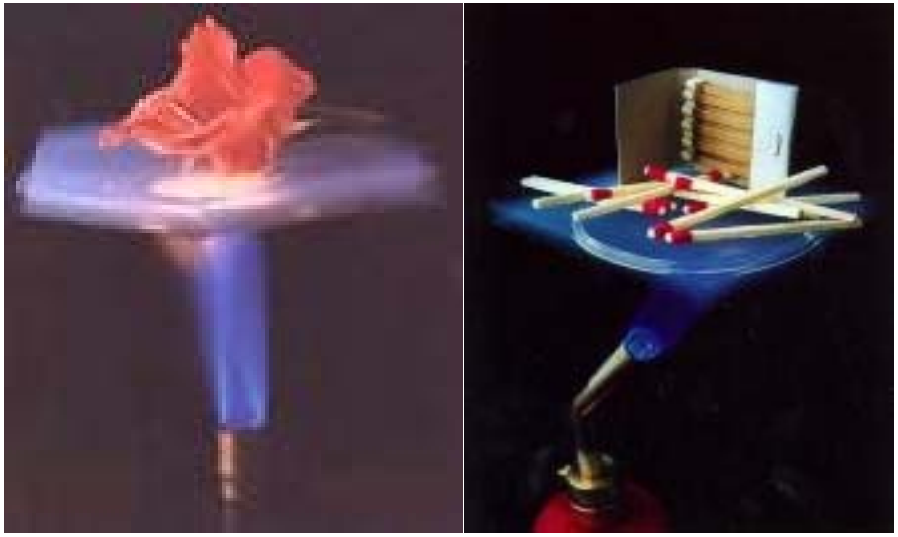


# PROPRIEDADES DOS AEROGÉIS

Muito leves








Bons isolantes

Resistentes, dependendo dos aditivos

## O Presente....

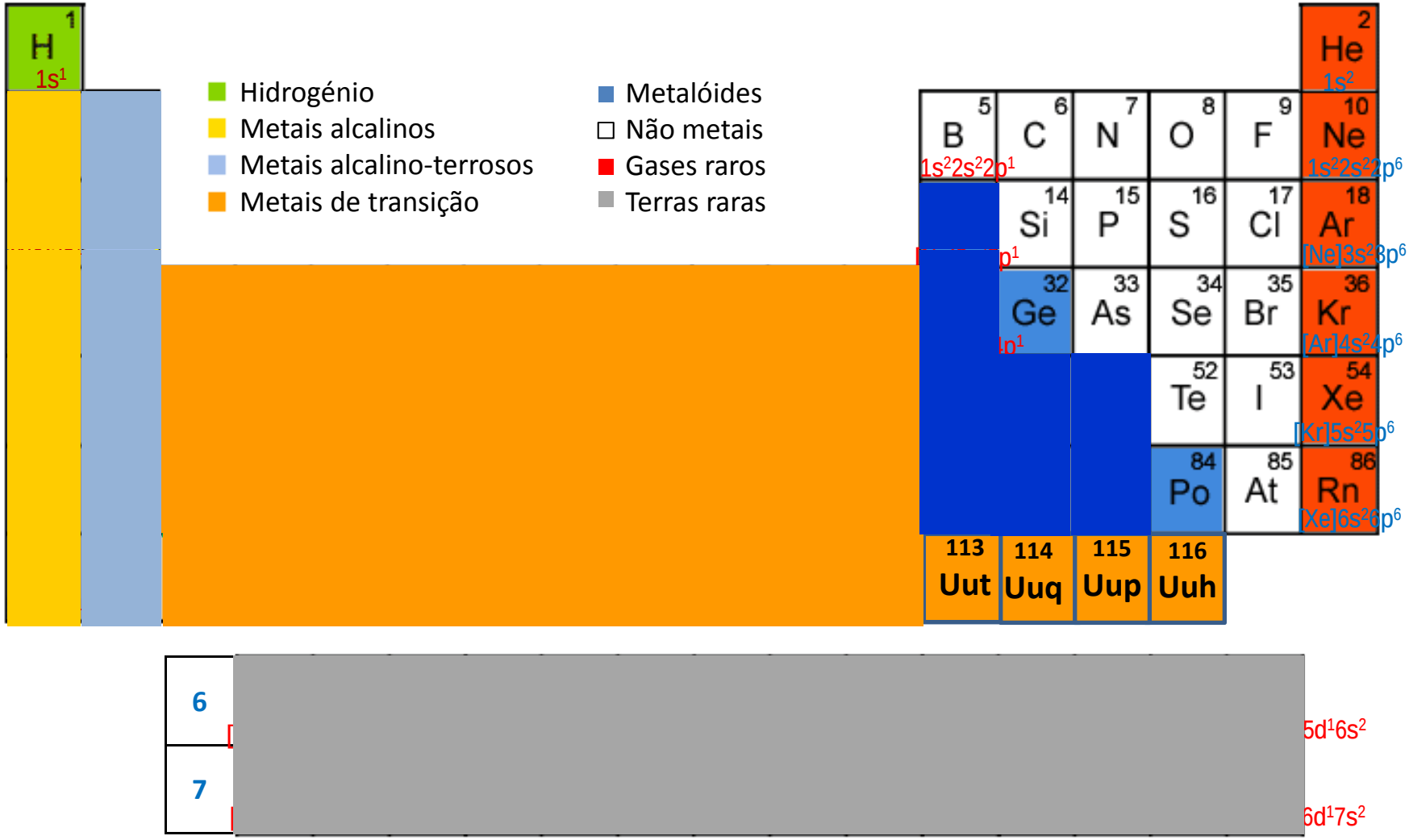
## O Futuro...
## POLÍMEROS VERDES

# *METAIS*

**Baixas $E_i$, baixas $E_a$, logo baixas $\chi$** ➡ Partilha de $e^-$s entre os átomos de um cristal

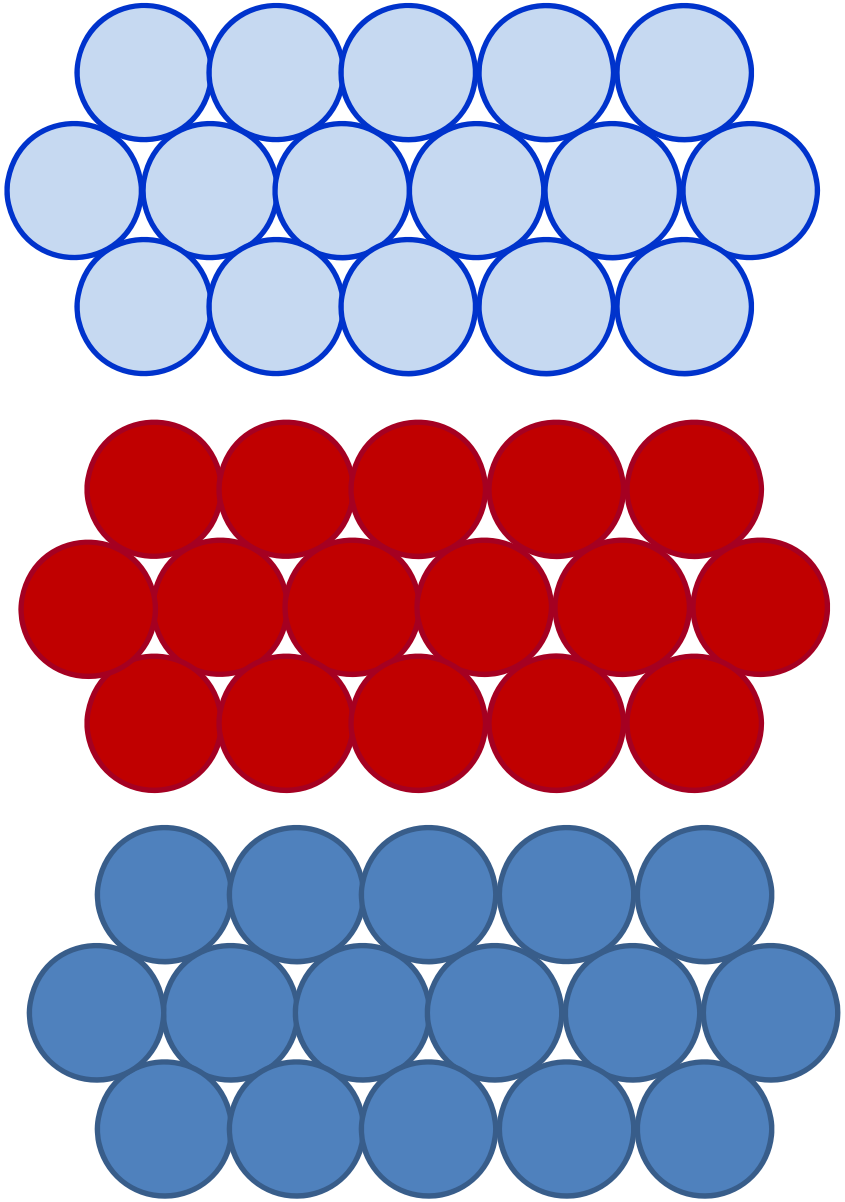
## Propriedades:

elevada densidade; elevada condutividade térmica e eléctrica; ductilidade

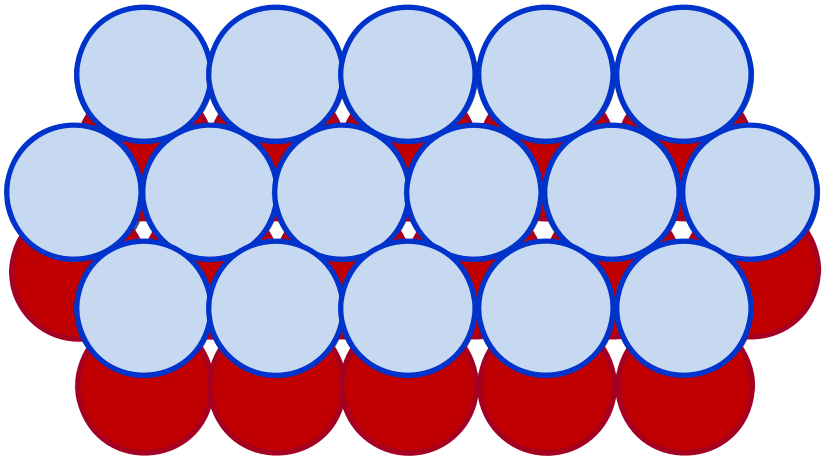


# *Estruturas dos Metais: Modelo das Esferas Rígidas*

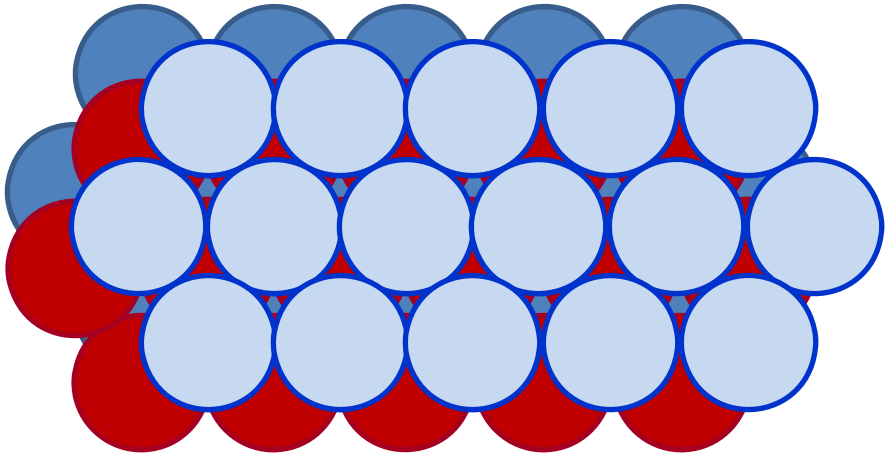
Planos **compactos** de esferas



*Arranjo A-B-A*



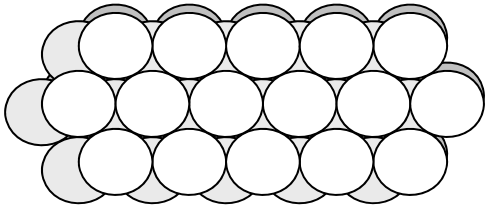
*Arranjo A-B-C*

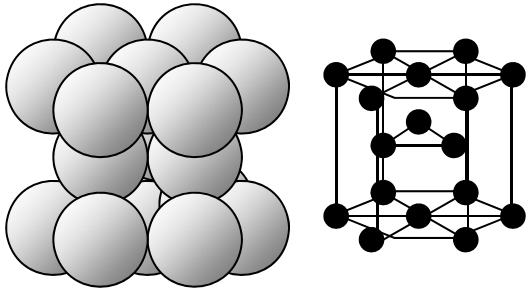


# METAIS

## Estruturas Compactas

### Estrutura Hexagonal Compacta (HC)



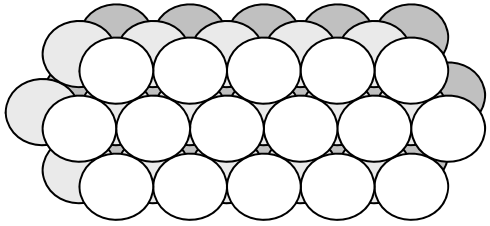


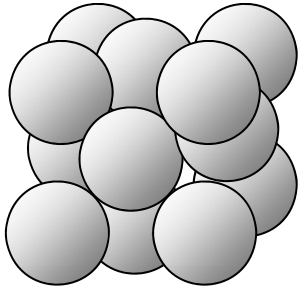
Célula unitária:
prisma hexagonal

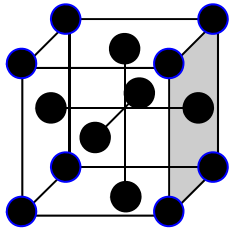
Índice de coordenação: 12

**Arranjo A, B, A**

### Estrutura Cúbica de Faces Centradas (CFC)



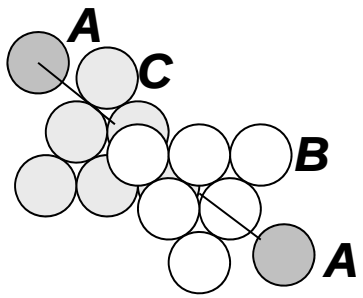


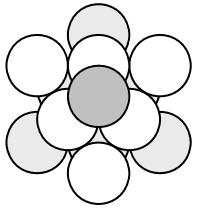


Célula unitária:
Cubo de faces centradas

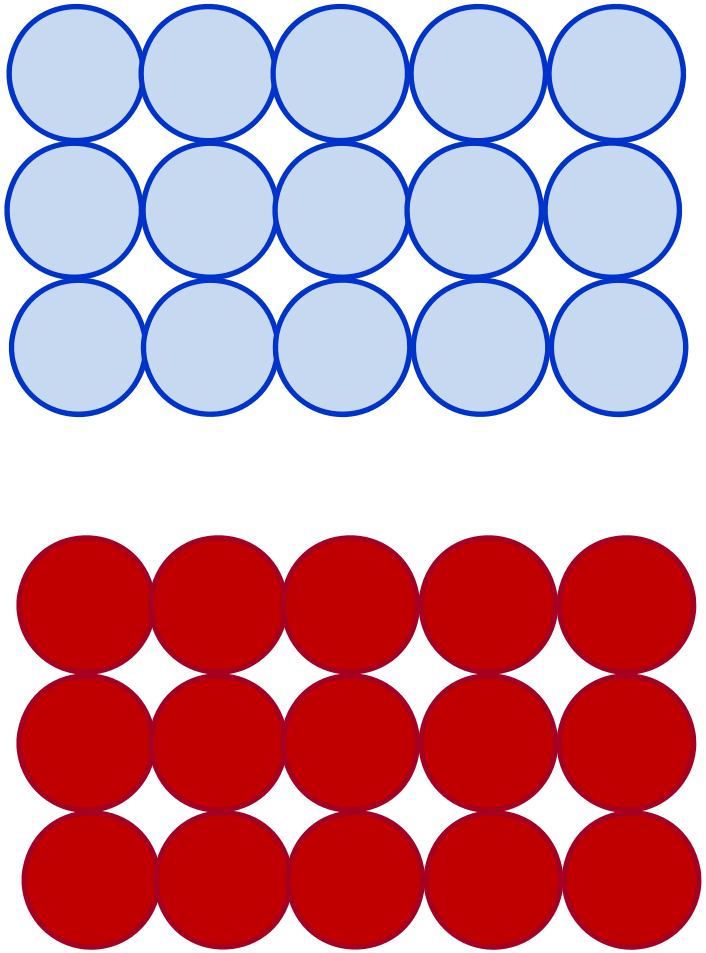
Índice de coordenação: 12

**Arranjo A, B, C**



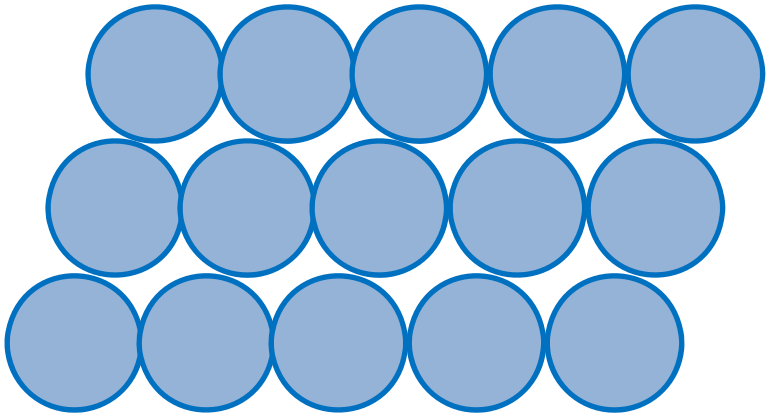



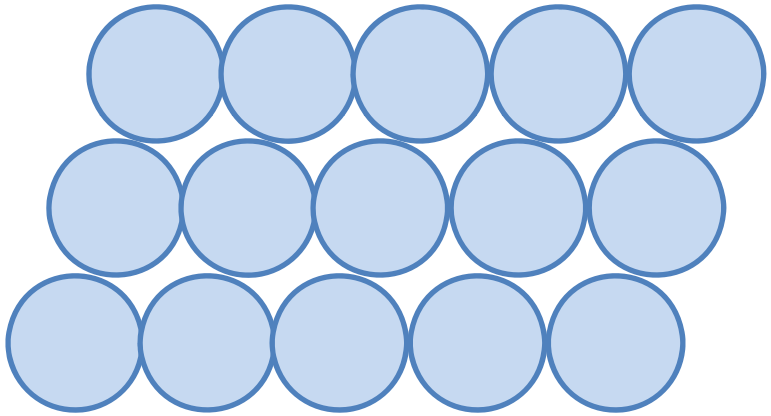
## Planos semi-compactos de esferas

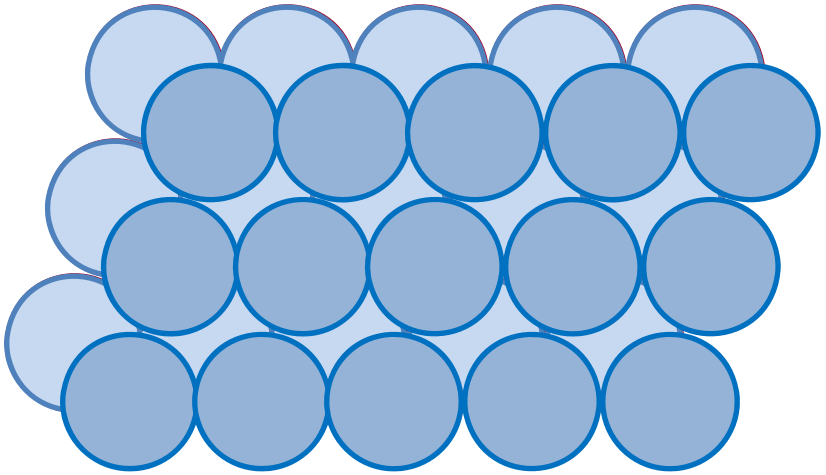


*Arranjo A, A*

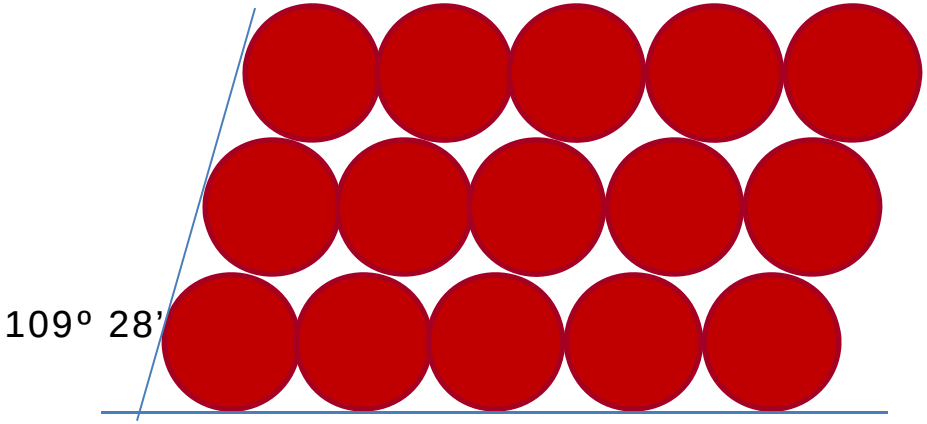
## Planos semi-compactos de esferas





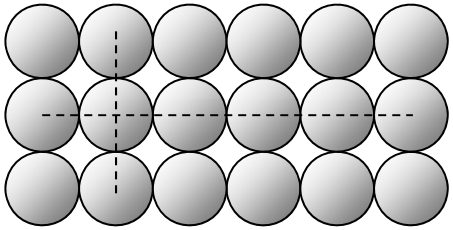


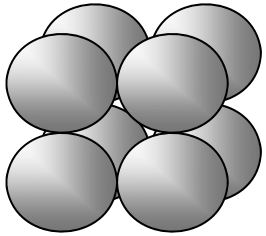
*Arranjo A, B, A*

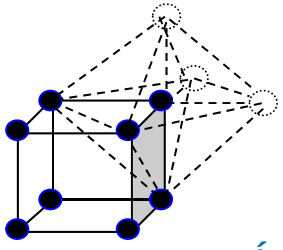


# Estruturas Semicompactas

## Estrutura Cúbica Simples (CS)





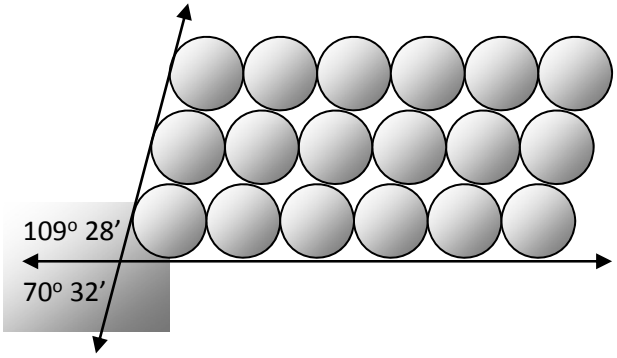


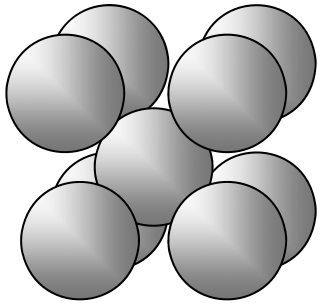
Célula unitária:
Cubo simples

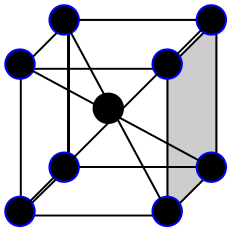
Índice de coordenação: 6

**Arranjo A, A**

## Estrutura Cúbica de Corpo Centrado (CCC)



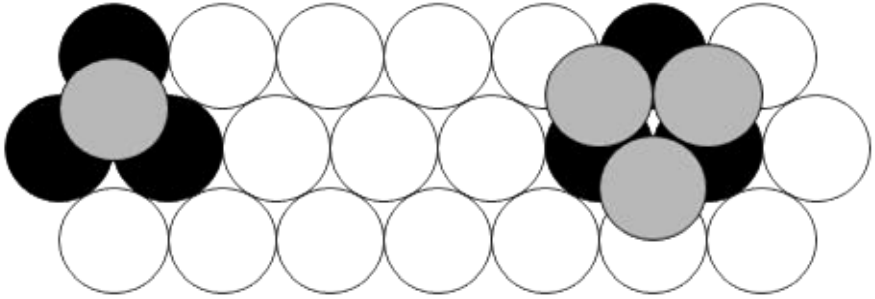


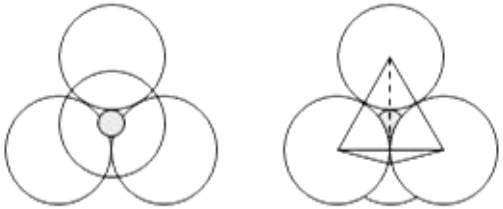
Célula unitária:
Cubo de corpo centrado

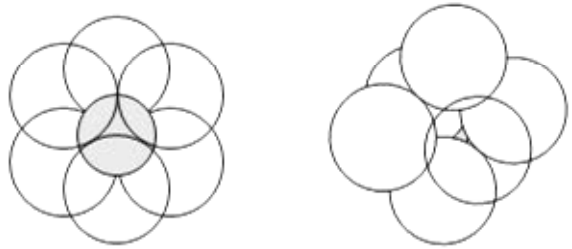
Índice de coordenação: 8

**Arranjo A, B, A**

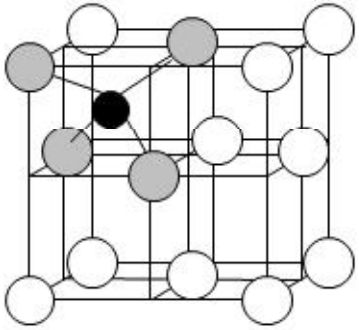
# Interstícios Tetraédricos e Octaédricos





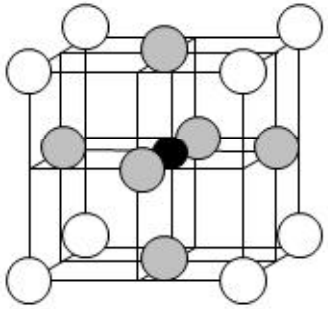


## Localização dos interstícios numa estrutura *CFC:*



Nº interstícios tetraédricos p/ cél.unit.:

**8** = 2× Nº de átomos p/ c.u.



Nº interstícios octaédricos p/ cél.unit.:

**1+12x1/4 = 4** = Nº de átomos p/ c.u.

# SUMÁRIO 12

- **Polímeros**
  - **Polímeros Amorfos. Temperatura de Transição Vítrea**
  - **Polímeros Semi-cristalinos. Temperatura de Fusão**
  - **Variação do Volume Específico com a Temperatura**
- **Relação entre Estrutura e Propriedades dos polímeros**
- **Propriedades Mecânicas dos Polímeros**
  - Elastómeros
  - Fibras
  - Fibras de carbono
- **Propriedades Eléctricas e Ópticas dos Polímeros. LEDs**
- **Aplicações**
- **Polímeros inorgânicos**

# SUMÁRIO 12 – Cont.

- **Metais**
  - **Propriedades Gerais dos Metais**
  - **Estruturas Cristalinas dos Metais**
    - **Estruturas Compactas**
      - Empacotamentos ABA e ABC
      - Estruturas HC e CFC
      - Células Unitárias e Índices de Coordenação
    - **Estruturas Semi Compactas**
      - Estruturas CS e CCC
      - Células Unitárias e Índices de Coordenação
  - **Interstícios de Rede nas Células Compactas**
      - Octaédricos e Tetraédricos