



**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Departamento de Engenharia Elétrica**  
**Materiais Elétricos - Teoria**

# **Aula 01**

## **Propriedades Gerais dos Materiais**

**Clóvis Antônio Petry, professor.**

**Florianópolis, setembro de 2006.**

## **Introdução a materiais elétricos**

---

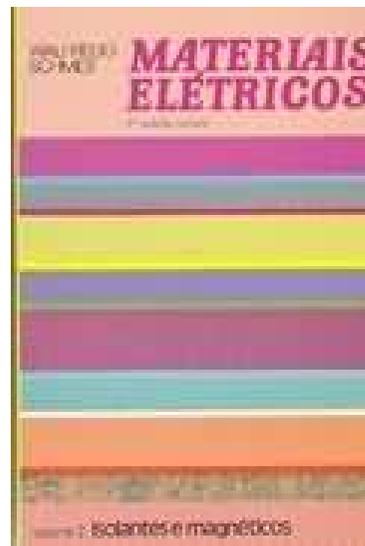
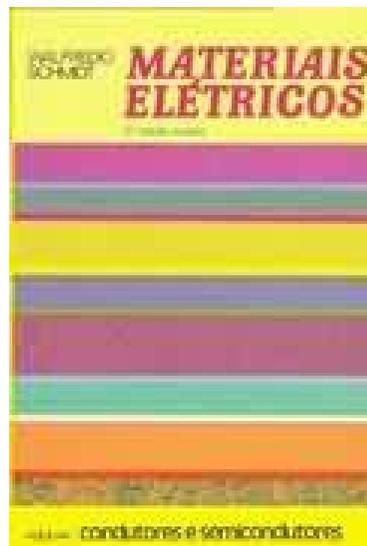
### **Objetivos:**

- Distinguir e recomendar materiais;
- Conhecer as propriedades dos metais, ligas, materiais cerâmicos, semicondutores, plásticos, entre outras;
- Conhecer as propriedades estruturais;
- Entender algumas propriedades: químicas, elétricas, térmicas, ópticas, mecânicas, entre outras.

### **Pontos gerais:**

- Propriedades do material consistentes com as condições de serviço;
- Efeitos das mudanças nas condições de operação;
- Escolha do material adequado de uma lista, por exclusão.

## **Bibliografia**



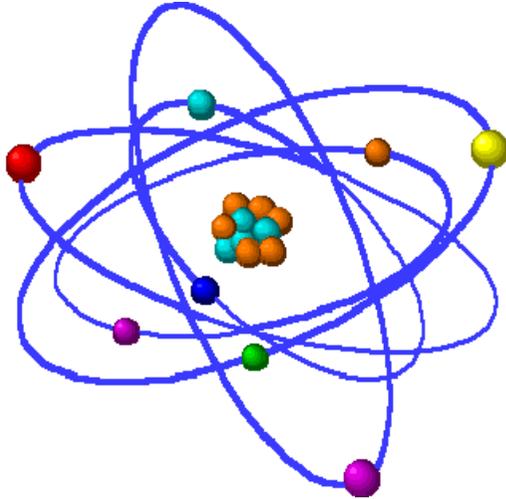
## **Nesta aula**

---

### **Cronograma:**

1. Propriedades gerais dos materiais;
2. Materiais magnéticos;
3. Materiais condutores;
4. Materiais semicondutores;
5. Materiais isolantes.

## **Estrutura do átomo**



### **Elétrons de valência:**

- Propriedades químicas;
- Natureza das ligações;
- Características mecânicas;
- Resistência mecânica;
- Tamanho do átomo;
- Condutividade elétrica;
- Características ópticas.

### **Massa atômica:**

- É a massa do elemento
- Prótons e nêutrons

$$\text{Massa do átomo} = \frac{\text{massa atômica}}{6,02 \cdot 10^{23}}$$

$$\frac{\text{g}}{\text{átomo}} = \frac{\text{g/átomo-grama}}{\text{átomos/átomos-grama}}$$

### **Número atômico:**

- É o número de elétrons e prótons de um átomo



## **Atrações interatômicas**

---

### **Mecanismos para adquirir configuração estável:**

- Receber elétrons;
- Perder elétrons;
- Compartilhar elétrons.

### **Tipos de ligações:**

- Iônica;
- Covalente;
- Metálica.

## Atrações interatômicas

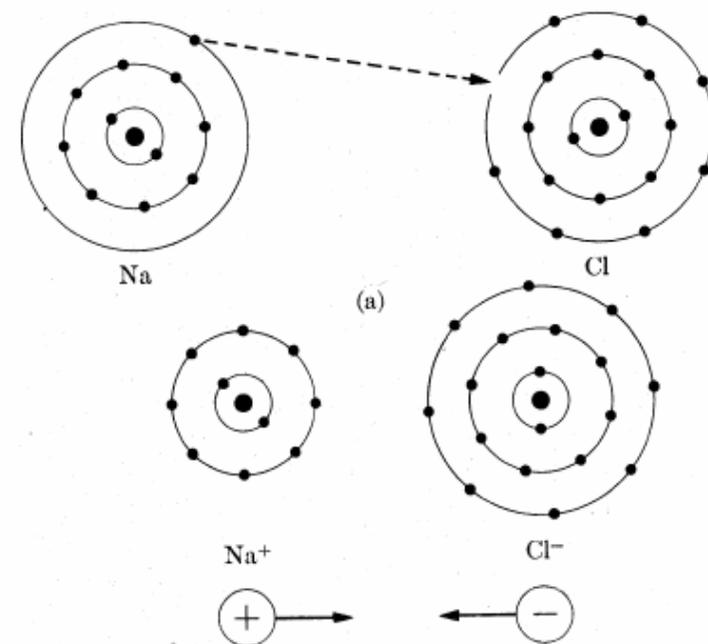
### Ligação iônica:

- Íons positivos = cátions → átomos que possuem 1 ou 2 elétrons na camada de valência e perdem estes elétrons;

- Íons negativos = ânions → átomos que possuem 6 ou 7 elétrons na camada de valência e recebem elétrons;

- Ligação forte entre átomos;  
- Uma carga positiva atrai todas as negativas e vice-versa.

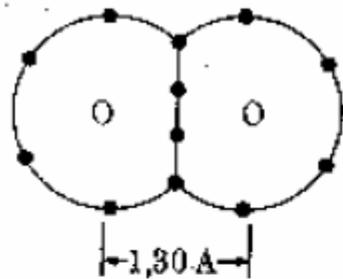
Sódio com cloro →



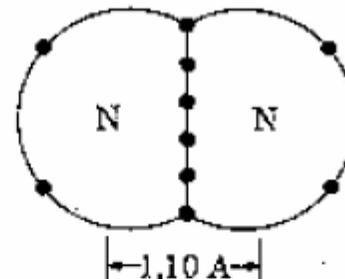
## Atrações interatômicas

### Ligação covalente:

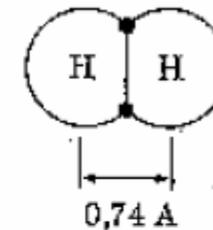
- Ocorre o compartilhamento de elétrons;
- Ligação forte entre átomos.



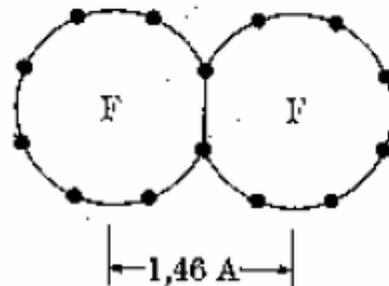
(a)



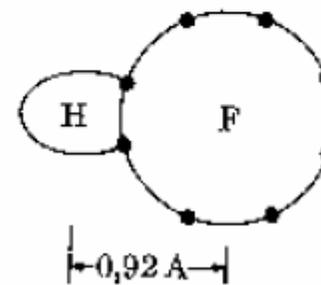
(b)



(c)



(d)

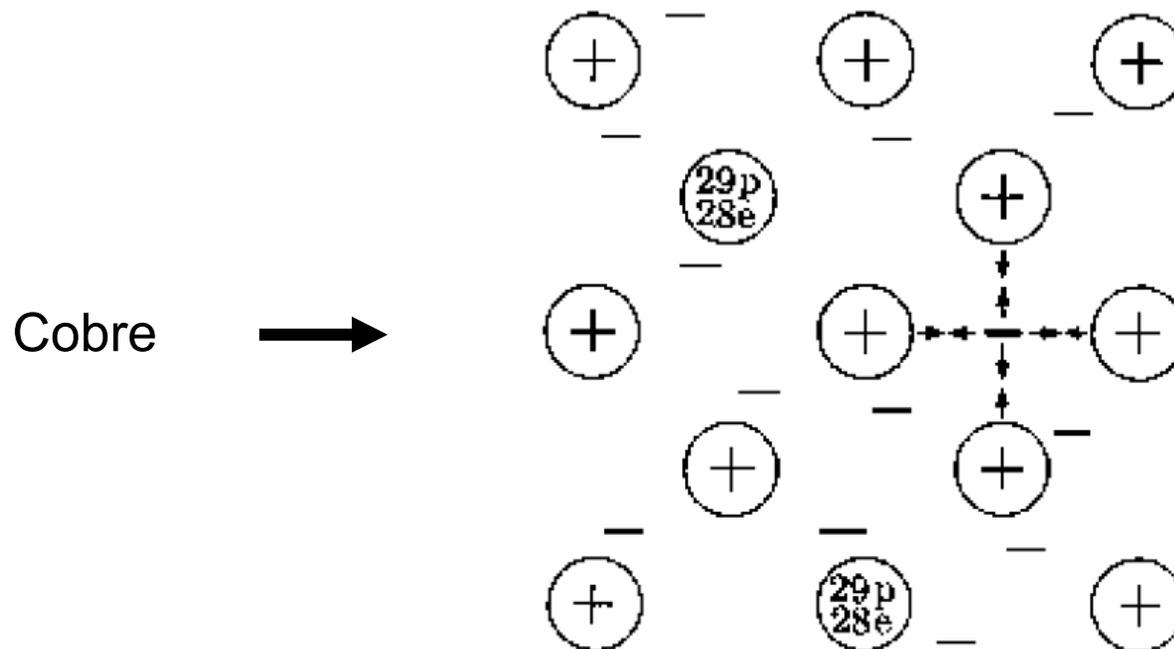


(e)

## Atrações interatômicas

### Ligação metálica:

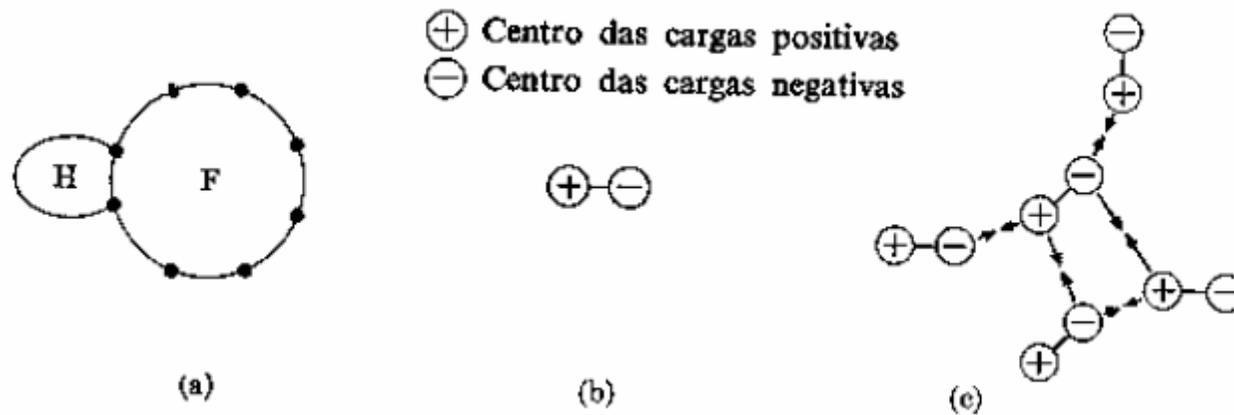
- Ocorre preferencialmente nos metais;
- Íons positivos (cátions) e elétrons livres;
- Ligação forte entre átomos;
- Elevada condutividade elétrica e térmica;
- Elétrons livres absorvem energia luminosa (opacos).



## Atrações interatômicas

### Forças de Van Der Waals:

- Polarização molecular;
- Efeitos de dispersão;
- Pontes de hidrogênio;
- Ligações fracas.



(a) Polarização da molécula de HF

(b) Conseqüente dipolo elétrico

(c) Forças de atração secundárias entre as moléculas

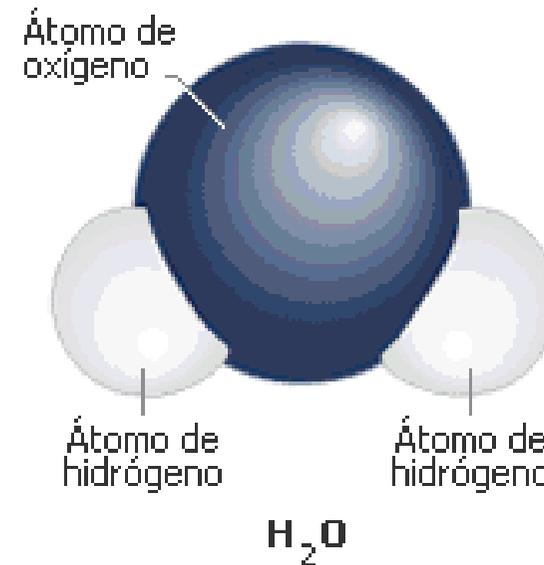
## Estruturas moleculares

### **Molécula:**

- Número limitado de átomos fortemente ligados entre si, mas, de forma que, as forças de atração entre uma molécula e as demais sejam relativamente fracas.

### **Características:**

- Pontos de ebulição e de fusão baixos;
- Sólidos moleculares são moles (escorregamento);
- Idênticas na forma líquida ou na forma gasosa.



## **Estruturas moleculares**

---

### **Isômeros:**

- Estruturas diferentes de moléculas que tem a mesma composição;
- Exemplos: álcool propílico e álcool isopropílico.

### **Hidrocarbonetos saturados:**

- O menor hidrocarboneto é o metano ( $\text{CH}_4$ );
- Podem ser associados para produzir moléculas maiores;
- Parafinas – ligações **simples** entre átomos de carbono;
- Fortes ligações intramoleculares e fracas intermoleculares.

### **Hidrocarbonetos insaturados:**

- As ligações são **duplas** ou **triplas** entre os átomos de carbono.

## **Estruturas moleculares**

---

### **Moléculas poliméricas:**

- Polímero é uma grande molécula que é constituída por pequenas unidades que se repetem, os meros;
- Os plásticos são exemplos de polímeros.

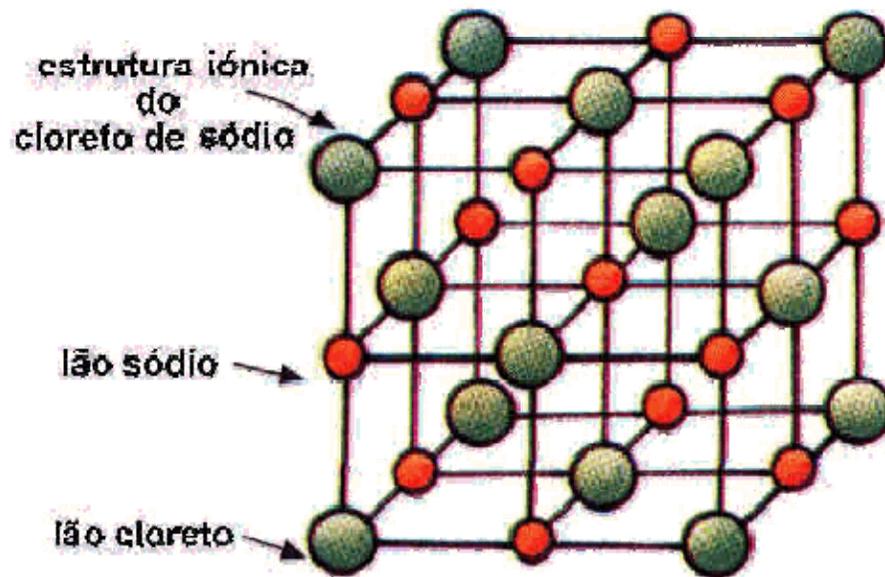
### **Fases:**

- É uma parte estruturalmente homogênea de um sistema material, possuindo seu próprio arranjo atômico;
- Fase cristalina;
- Fase amorfa;
- Fase gasosa;
- Fase líquida.

## **Estruturas cristalinas**

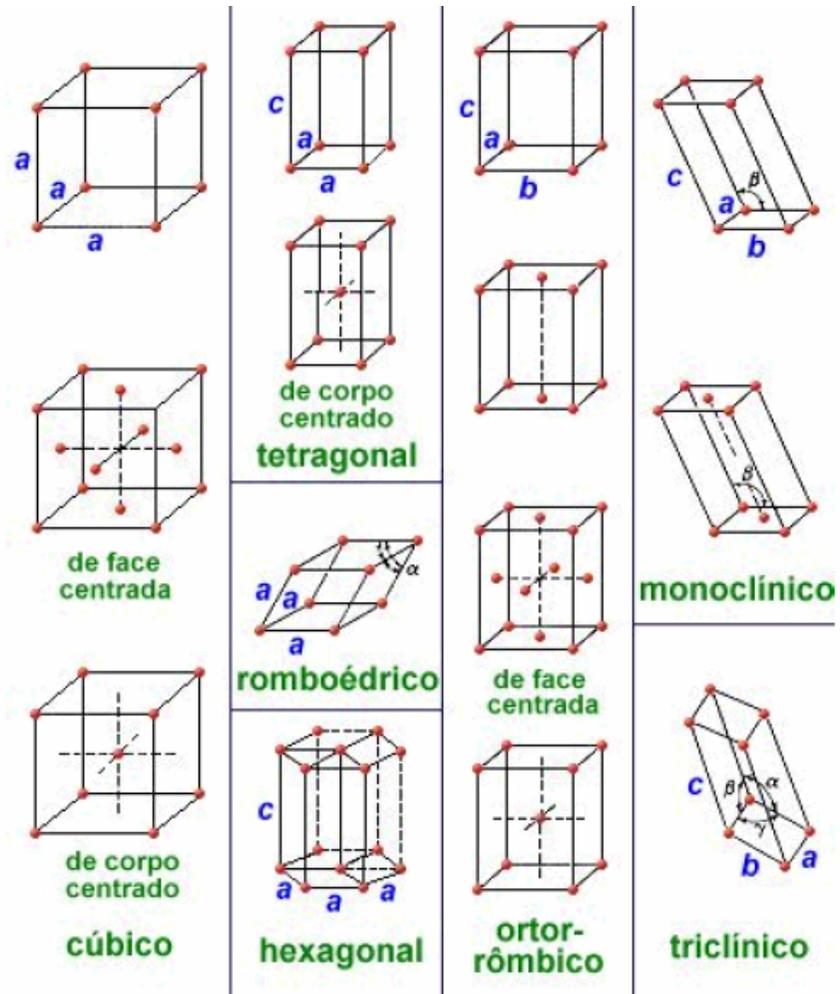
### **Materiais cristalinos:**

- São aqueles nos quais os átomos se repetem num arranjo em largas distâncias atômicas.



# Estruturas cristalinas

Grupos especiais de cristais



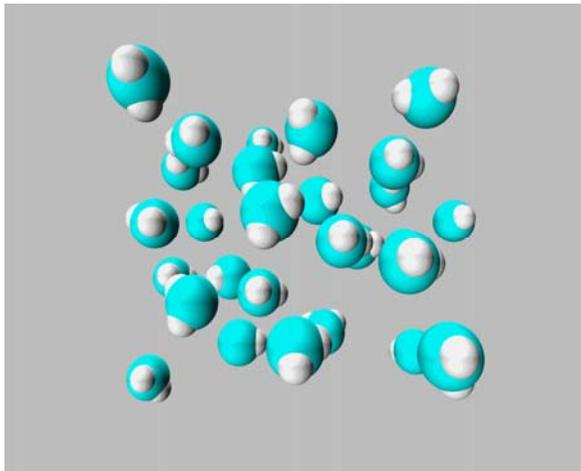
## Polimorfismo:

- Dois cristais são polimorfos quando possuem estruturas cristalinas diferentes, mas a mesma composição.

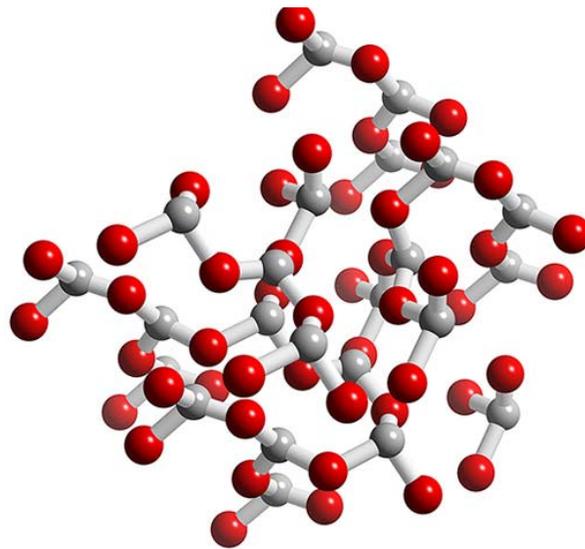
## **Estruturas não cristalinas (amorfas)**

### **Materiais não cristalinos (amorfos):**

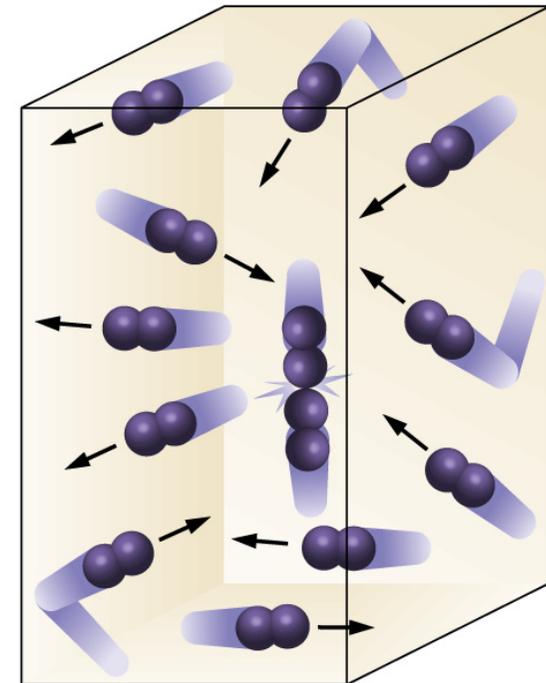
- São aqueles nos quais os átomos **não** se repetem num arranjo em largas distâncias atômicas.



H<sub>2</sub>O (água)



B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (vidro)



Gases

## **Propriedades elétricas**

### **Resistência:**

- Resistência elétrica de um elemento passivo de circuito que é percorrido por uma corrente invariável de 1 ampère, quando uma tensão elétrica constante de 1 volt é aplicada aos seus terminais. (O ohm é também unidade de impedância e de reatância em elementos de circuito percorridos por corrente alternada.)

- Expressa em

$$\text{ohm} = \Omega$$

Definições de acordo com Instituto de Pesos e Medidas de São Paulo, IPEM-SP: <http://www.ipem.sp.gov.br>

## Propriedades elétricas

### Resistividade:

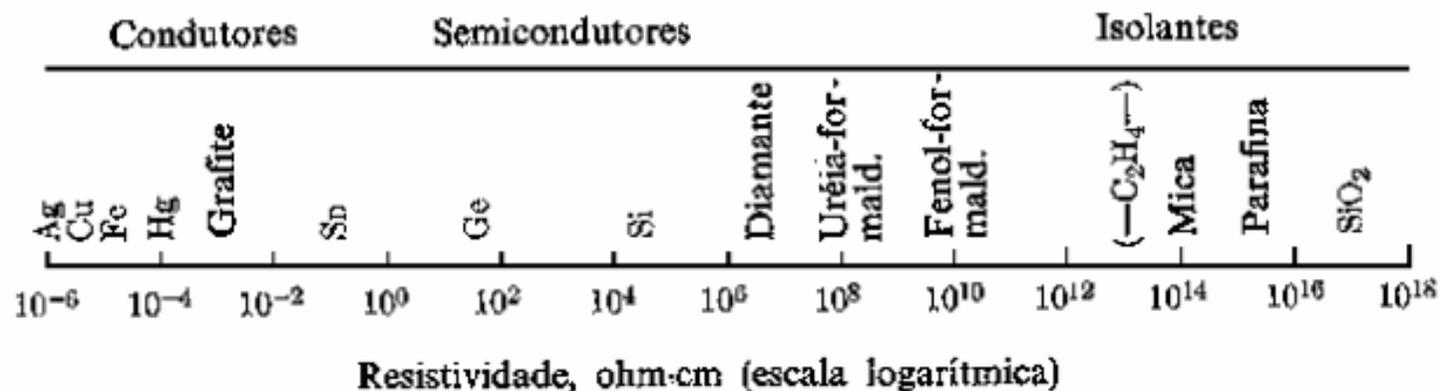
- Resistividade de um material homogêneo e isótropo, do qual um cubo com 1 metro de aresta apresenta uma resistência elétrica de 1 ohm entre faces opostas;

- Expressa em

$$\text{ohm} \cdot \text{cm} = \Omega \cdot \text{cm}$$

$$\text{Resistência} = (\text{resistividade}) \left( \frac{\text{comprimento}}{\text{área}} \right)$$

$$\text{Resistência} = (\Omega \cdot \text{cm}) \left( \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2} \right)$$



## **Propriedades elétricas**

### **Condutância:**

- Condutância de um elemento passivo de circuito cuja resistência elétrica é de 1 ohm. (O siemens é também unidade de admitância e de susceptância em elementos de circuito percorridos por corrente alternada.)

- Expressa em

$$\text{siemens} = S$$

### **Condutividade:**

- Condutividade de um material homogêneo e isotrópico cuja resistividade é de 1 ohm-metro;

- Expressa em

$$\text{siemens/m} = S/m$$

$$\text{mho/cm}$$

$$\text{mho} = \text{ohm}^{-1}$$

## Propriedades elétricas

### Constante dielétrica:

- É uma propriedade dos materiais isolantes;
- Usada para determinar a capacitância de um capacitor:

$$Q = C \cdot V$$

$$C = \frac{K' \cdot A}{(11,32) \cdot (10^6) \cdot d}$$

- Q = carga em coulombs;
- V = potencial em volts;
- C = capacitância em farads;
- K' = constante dielétrica relativa;
- A = área do capacitor em cm<sup>2</sup>;
- d = distância entre as placas em cm.

Material	ε
vácuo	1
água destilada	80
ar	1,0006
alumínio	8,1 - 9,5
mica	3 - 7
óleo	4
papel	4 - 6
papel parafinado	2,5
plástico	3
polistireno	2,5 - 2,6
pyrex	5,1
silício fundido	3,8
teflon	2
Titanatos	50 - 10000

## **Propriedades elétricas**

### **Rigidez dielétrica:**

- A resistividade pode ser definida pelo grau de oposição que o material oferece à passagem de corrente elétrica, enquanto rigidez dielétrica é a propriedade do material se opor à descarga elétrica através de sua estrutura. A diferença entre resistividade e rigidez dielétrica é que na primeira o material permanece intacto, pois há apenas uma simples passagem de uma corrente elétrica, enquanto na segunda há uma descarga elétrica que prejudica a integridade estrutural da peça.

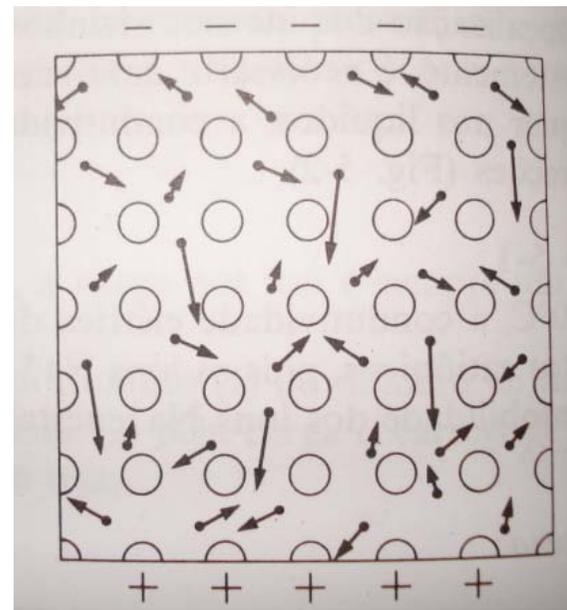
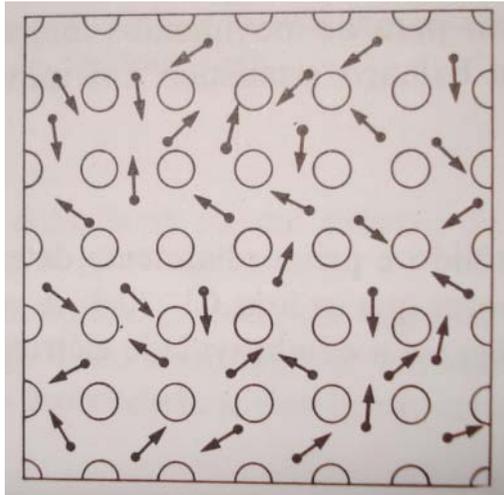
Definições de acordo com o artigo “**Estudo da viabilidade de obtenção de isoladores elétricos a partir de resíduo de esmaltação**” disponível em <http://www.scielo.br>



## Propriedades elétricas

### Condução nos sólidos:

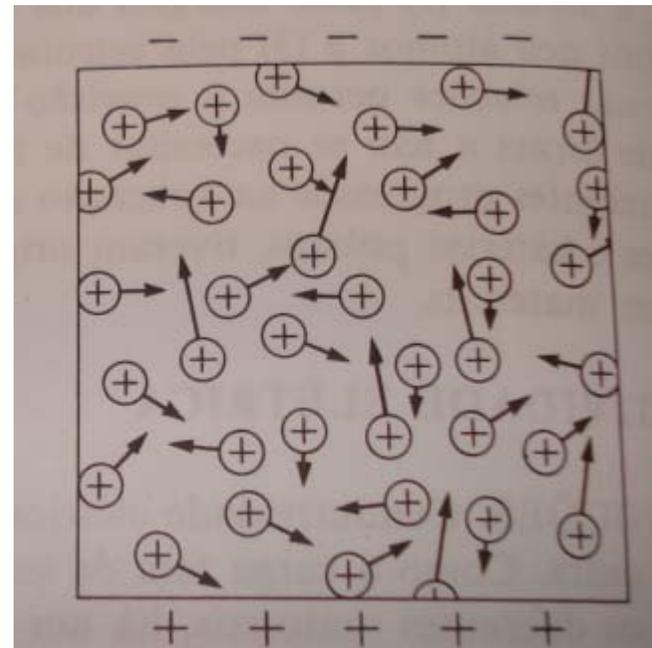
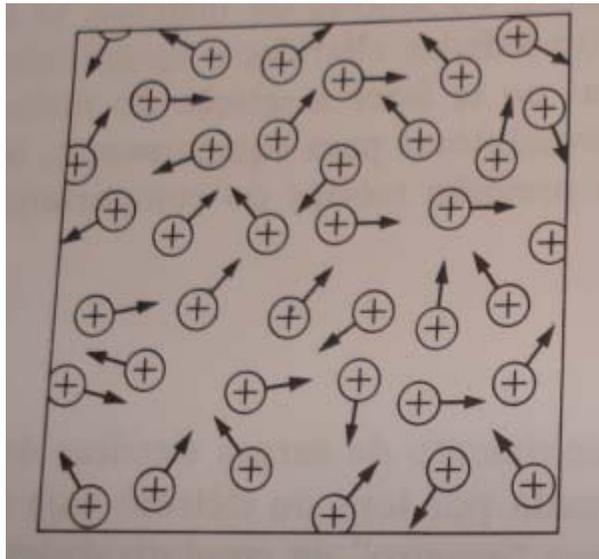
- Devida aos elétrons livres na estrutura;
- Em virtude da agitação térmica, os elétrons se deslocam na estrutura com velocidades altas, da ordem de 100 km/s;
- Na presença de um campo externo, os elétrons são acelerados na direção do campo com velocidade na ordem de cm/s.



## Propriedades elétricas

### Condução nos líquidos:

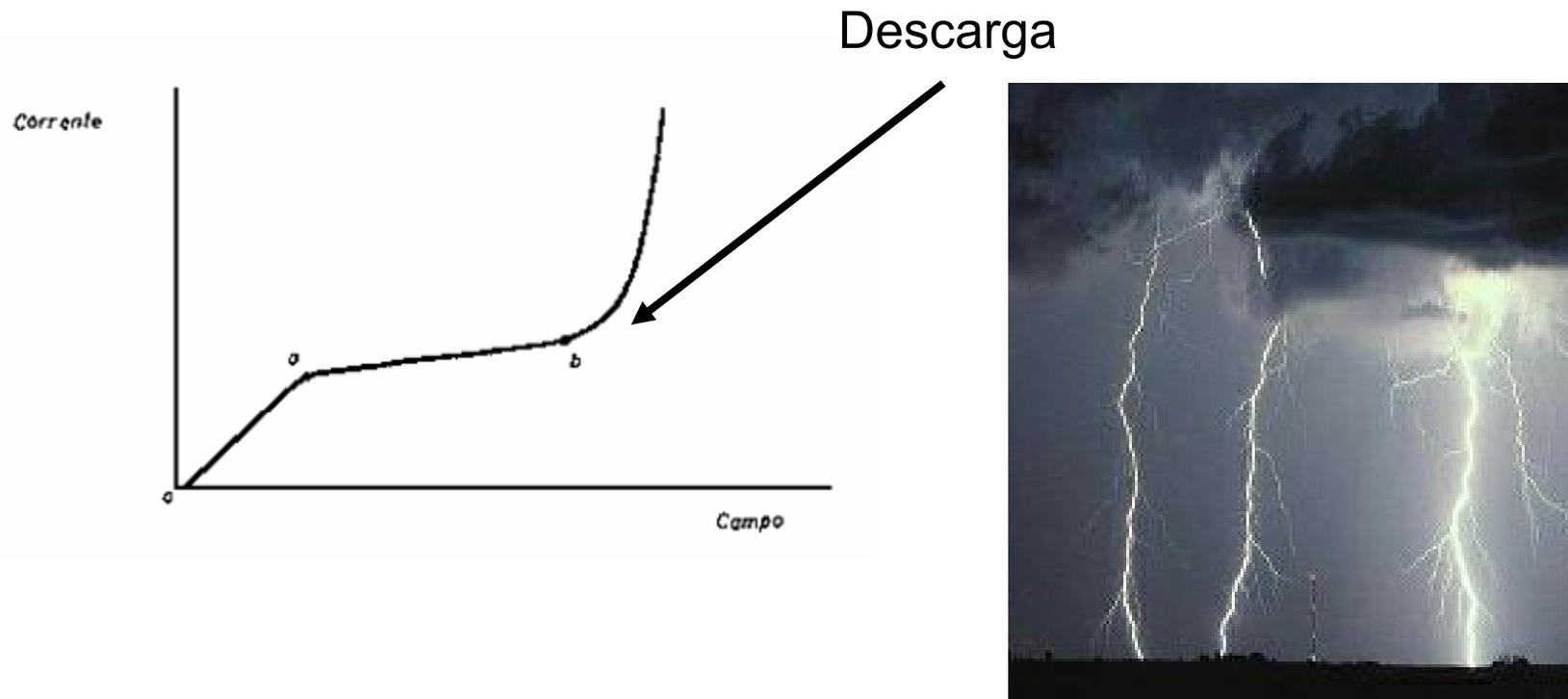
- Devida aos íons positivos e negativos;
- Na presença de um campo externo ocorre circulação de cargas em ambos os sentidos;
- A condutividade iônica aumenta com o aumento da temperatura.



## Propriedades elétricas

### Condução nos gases:

- À pressão atmosférica um gás é um bom isolante;
- Sob ação de um campo externo pode se tornar condutor;
- Ionização é o processo de retirar elétrons dos átomos, ficando estes com carga positiva (íons), através de um externo.



## **Próxima aula**

---

### **Cronograma:**

1. Propriedades gerais dos materiais;
2. Materiais magnéticos;
3. Materiais condutores;
4. Materiais semicondutores;
5. Materiais isolantes.