

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO**  
**Centro de Computação e Engenharias**

**ELETRÔNICA I**

**REVISÃO DE CONCEITO BÁSICOS DE ELETRICIDADE**

**POR**

Profº Msc. Alessandro Monteiro Carneiro  
Profº Dr. Mauro Conti Pereira

*Material de apoio à disciplina  
Eletrônica I, onde aborda a  
Os conceitos iniciais.*

**CAMPO GRANDE – JULHO - 2008**

## SUMÁRIO

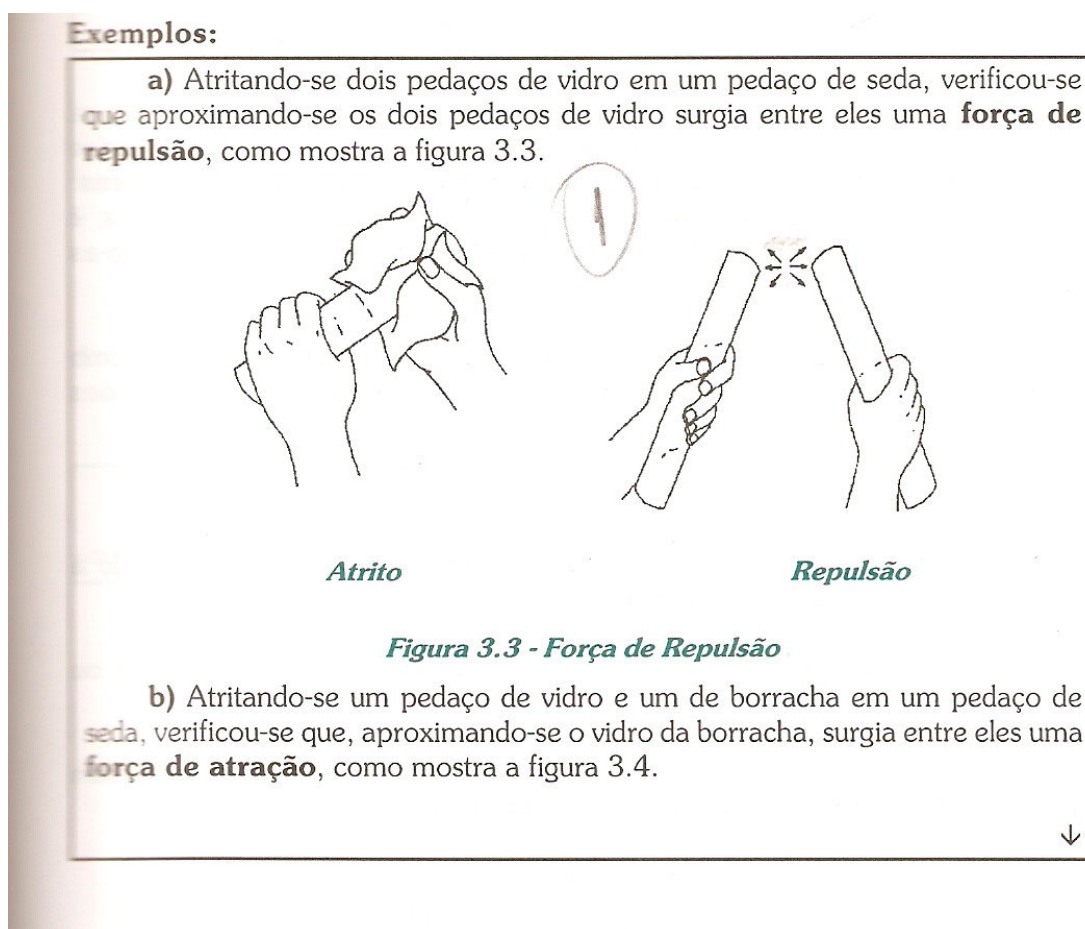
<b>1. CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE.....</b>	<b>3</b>
1.1 <i>ELETROSTÁTICA</i> .....	3
<b>2. CORPOS ELETRIZADOS .....</b>	<b>6</b>
2.1 <i>ÁTOMOS</i> .....	6
2.2 <i>IONIZAÇÃO</i> .....	7
2.3 <i>MODOS DE ELETRIZAÇÃO</i> .....	9
<b>2. CARGA ELÉTRICA .....</b>	<b>12</b>
<b>3. FORÇA ELÉTRICA.....</b>	<b>14</b>
<b>4. TENSÃO ELÉTRICA/ POTENCIAL ELÉTRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>5. SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS .....</b>	<b>15</b>
<b>6. DIFERENÇA DE POTENCIAL (DDP) OU TENSÃO ELÉTRICA .....</b>	<b>15</b>
6.1 <i>GERADOR DE TENSÃO</i> .....	16
<b>7. ELETRODINÂMICA.....</b>	<b>16</b>
7.1 <i>CORRENTE ELÉTRICA</i> .....	16
7.2 <i>INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA</i> .....	18
7.3 <i>RESISTÊNCIA ELÉTRICA</i> .....	18
7.3.1 <i>1ª Lei de OHM</i> .....	20
7.3.2 <i>2ª Lei de OHM</i> .....	20
7.3.3 <i>Condutância</i> .....	22
7.3.4 <i>Condutividade</i> .....	22
7.4 <i>POTÊNCIA ELÉTRICA</i> .....	22
7.5 <i>FUSÍVEL</i> .....	23
7.6 <i>CONSUMO DE ENERGIA</i> .....	23
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>23</b>

## 1. CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE

- **Eletrostática:** Estudo de cargas elétricas em repouso.
- **Eletrodinâmica:** Estudo de cargas elétricas em movimento. São os circuitos elétricos e suas resoluções (pontos de trabalho) e de circuitos eletrônicos.

### 1.1 Eletrostática

Iniciado os estudos desta linha por Tales de Mileto (640-546- a.C.) Observou que o âmbar (substância resinosa), quando atritado com a lã, passava a atrair corpos leves e de pequenas dimensões. Deste momento diversas experiências por outros cientistas e curiosos foram realizadas.



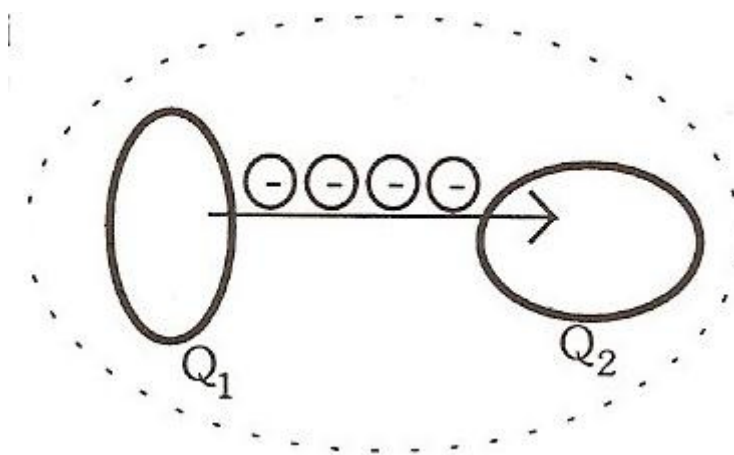


**Tópicos importantes:**

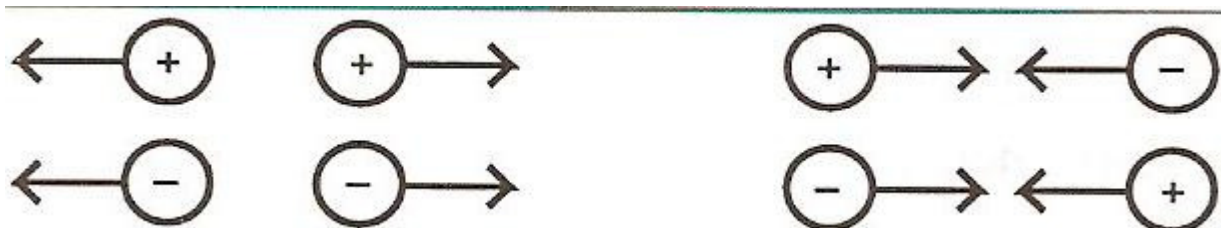
1. **Matéria (corpos)** – Os corpos Podem se eletrizar.
2. **Fenômenos** – Atração e repulsão ocorrem devido à existência de cargas elétricas.
3. **Carga Elétrica** – É uma propriedade da matéria e pode ser + ou -.

**PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA ELETROSTÁTICA:**

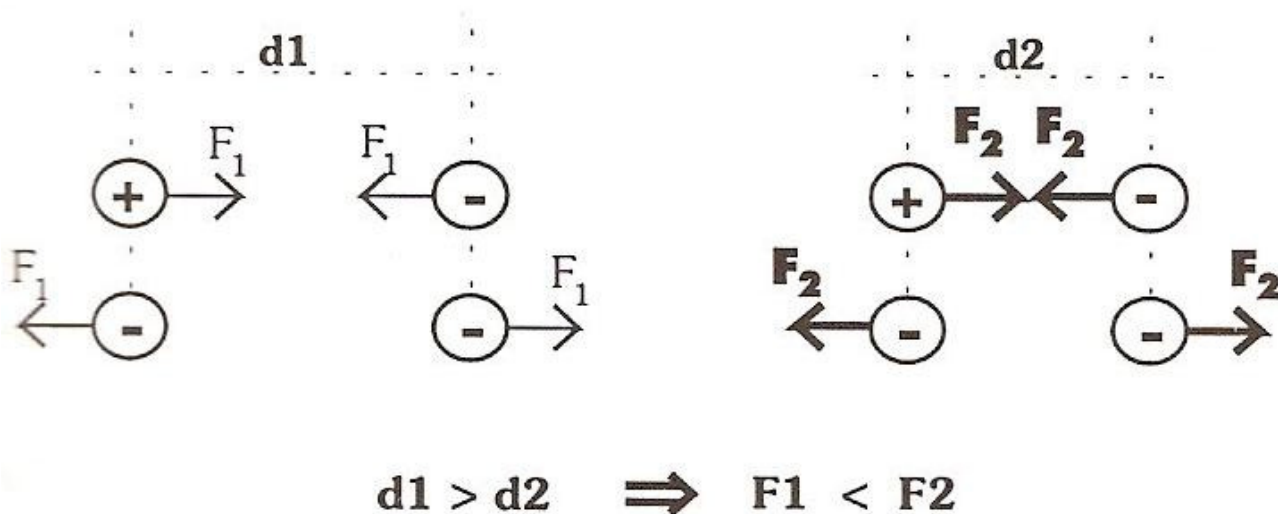
1. **Da conservação de cargas elétricas:** num sistema eletricamente isolado, a soma algébrica das cargas elétricas positivas e negativas é constante.



- 2. Da atração e repulsão:** Cargas de mesmos sinais repelem-se e cargas de sinais opostos atraem-se.



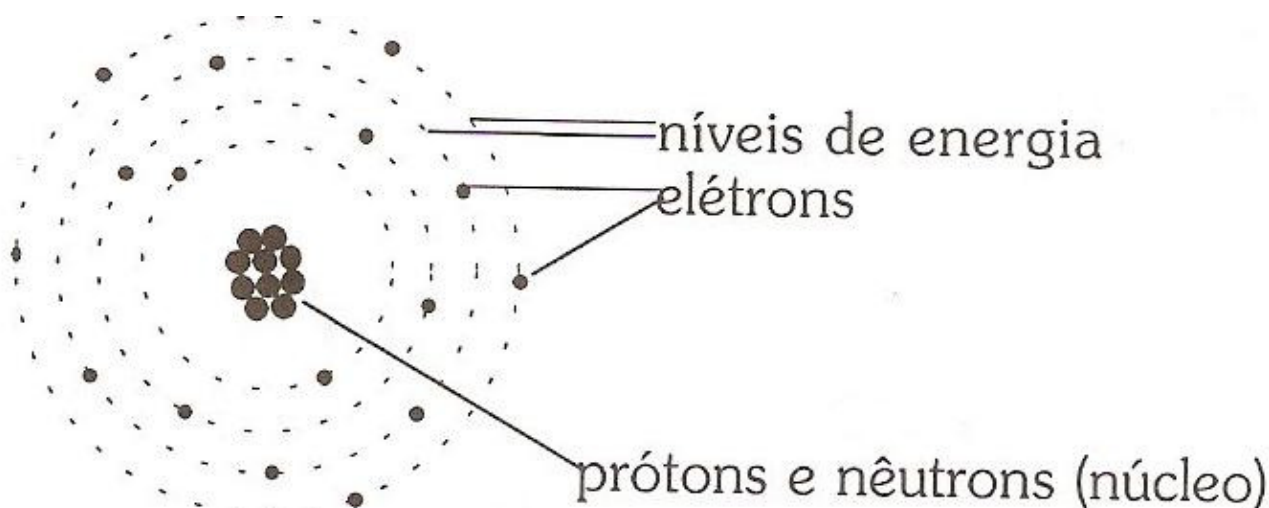
- 3. Da força eletrostática:** Quanto menor a distância entre as cargas, maior a força de tração ou repulsão entre elas.



## 2. CORPOS ELETRIZADOS

A matéria é algo que possui massa e ocupa lugar no espaço. A matéria é constituída por partículas muito pequenas chamadas de átomos. Toda matéria pode ser classificada como **elementos** ou **compostos**.

- **Elementos:** Todos os átomos são iguais. Exemplo: alumínio, cobre, silício e etc.
- **Compostos:** Uma combinação de elementos, como por exemplo, água (H<sub>2</sub>O).



### 2.1 Átomos

Possui uma estrutura semelhante ao sistema solar, onde cada planeta gira em torno de sua órbita. Estrutura do átomo é composta por partículas subatômicas, sendo elas:

- **Elétrons:** carga negativa (-), fundamental da eletricidade. Estes giram em torno do núcleo, ou centro do átomo, em trajetórias de camadas.
- **Prótons:** carga positiva (+), fundamental da eletricidade. São encontrados no núcleo, o seu número dentro do núcleo de qualquer átomo determina o número

atômico daquele átomo. Por exemplo, o silício tem 14 prótons no seu núcleo e, portanto, o seu número atômico é 14.

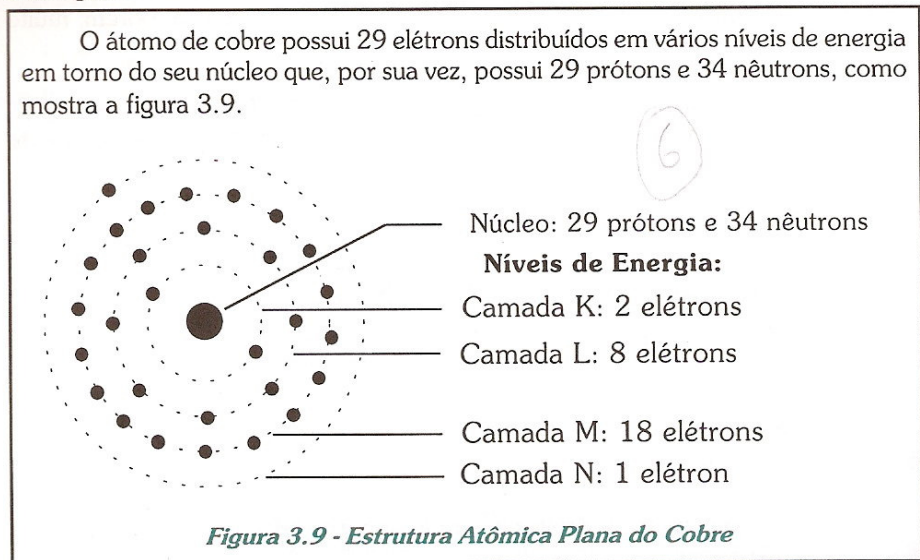
- **Nêutrons:** carga neutra fundamental da eletricidade, também encontrado no núcleo.

Um átomo possui um número **máximo** de 7 **órbitas** denominadas **K, L, M, N, O, P** e **Q**, sendo que em cada órbita existe um número **máximo de elétrons**, distribuídos da seguinte forma:

Órbitas	K	L	M	N	P	O	Q
Elétrons	2	8	18	32	32	18	2

- **Carga elétrica elementar:**  $Q_e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C (Coulomb)} = Q_p$
- Um átomo naturalmente é neutro, isto é,  $N_e = N_p$ , onde sua carga total é nula.
- Cobre :
  - Elétrons - 29
  - Prótons - 29
  - Nêutrons - 34

**Exemplo:**

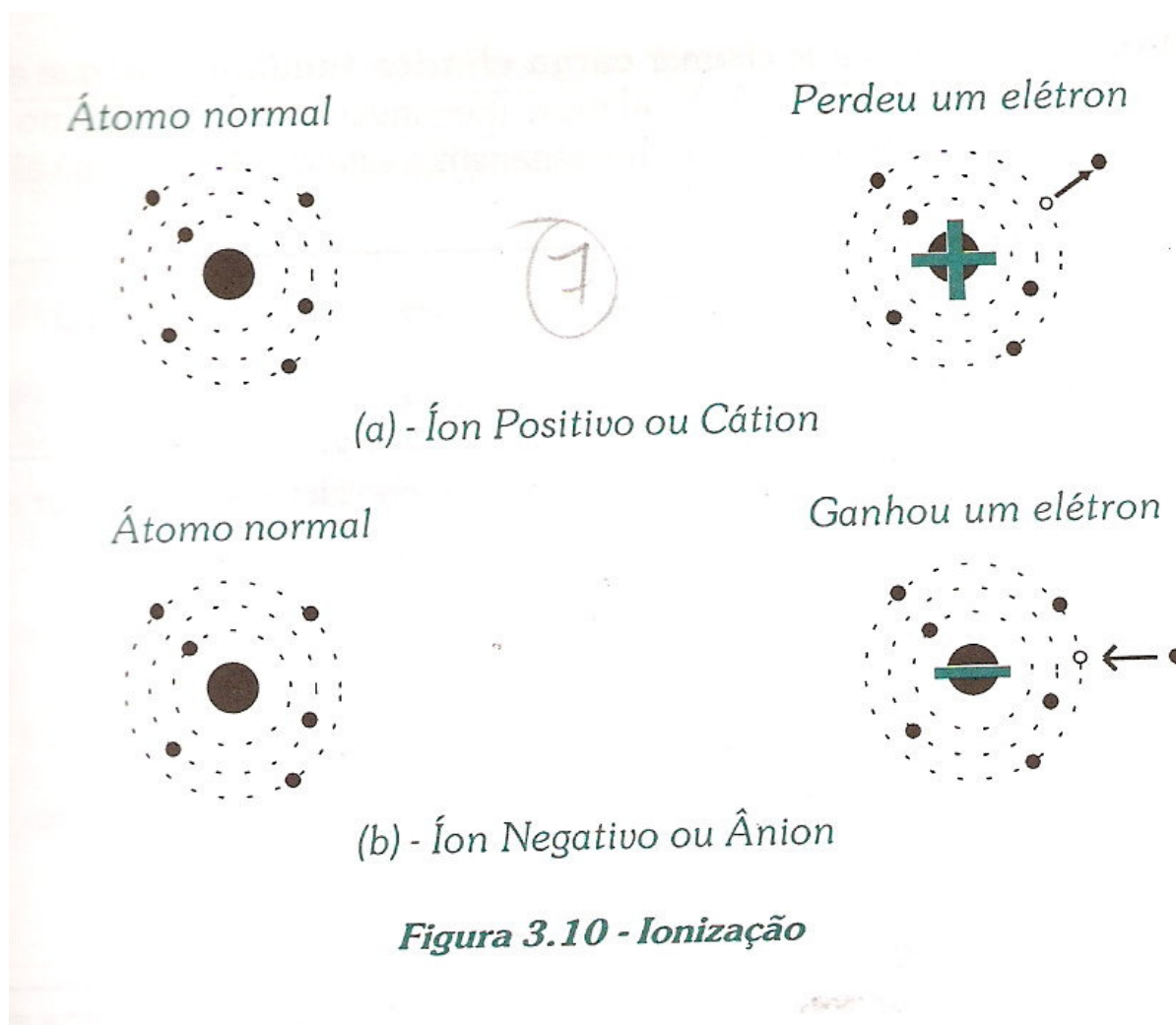


## 2.2 Ionização

Ionizar um átomo é alterar o número de elétrons de suas últimas órbitas.

- Íon + : átomo que perde um elétron (cátion).
- Íon - : átomo que ganha um elétron (ânion).





Os elétrons nas camadas mais externas, com mais energia, estão ligados mais fracamente ao núcleo, portanto podem se transferir mais facilmente a outro átomo. Dependendo da **característica do átomo do elemento químico** (distribuição dos seus elétrons) este elemento pode ser **classificado como**:

- **Isolante** – **Poucos elétrons livres**. Tem dificuldade em conduzir eletricidade (mover elétrons)
- **Condutor** – **Muitos elétrons livres**, que movem com menor energia.
- **Semicondutor** – **Intermediário**, introduzimos moléculas de impurezas para que possamos variar sua característica de acordo com nossa conveniência.



### EXEMPLOS:

- **Isolante** – mica, borracha, água-pura, ar-seco, porcelana, madeira, plástico, papel, PVC etc.
- **Condutor** – metais (ferro, cobre, alumínio, ouro, Aço, Níquel, latão, Estanho).
- **Semicondutor** – Silício..

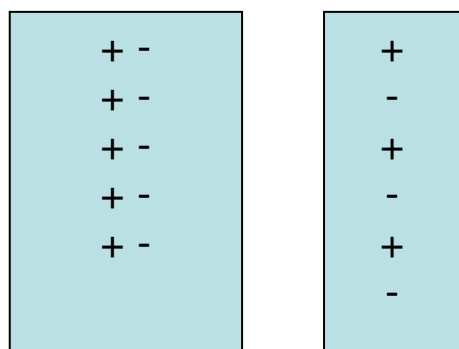
## 2.3 Modos de Eletrização

Existem 03 processos fundamentais para eletrizar um corpo: **atrito**, **contato** e **indução**.

1. **Por atrito:** quando 2 corpos A e B isolantes, diferentes eletricamente neutros, ao serem atritados geram calor, fornecendo energia para os  $e^-$  saírem de um corpo para o outro. Quando separados, quem ceder  $e^-$  fica + e quem recebe fica -. Mas  **$Q_a - Q_b = 0$** , pois ambos possuem a mesma intensidade (**princípio da conservação de cargas elétricas**)

- **$Q_a + (-Q_b) = 0$**

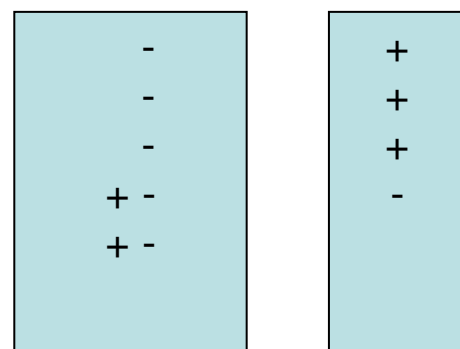
Antes de atritar



Seda

Plástico

Depois de Atritar



Seda

Plástico

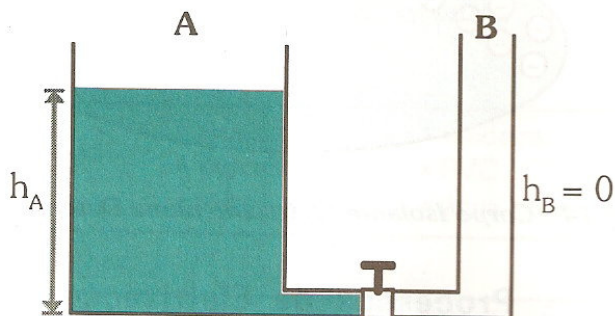
- 2. Por contato:** 2 corpos condutores, um eletrizado e o outro neutro. Ao fazer contato, o corpo eletrizado vai roubar ou ceder elétrons ao neutro. Isto faz com que o neutro passe a ficar com carga de mesmo sinal que o outro. Processo semelhante a um equilíbrio hidrostático (figura abaixo).

Com isso podemos definir:

- **Equilíbrio eletrostático:** Estágio final alcançado.
- **Potencial Elétrico:** Proporcional a quantidade de cargas. A diferença do potencial entre os corpos é que gera o movimento dos elétrons.

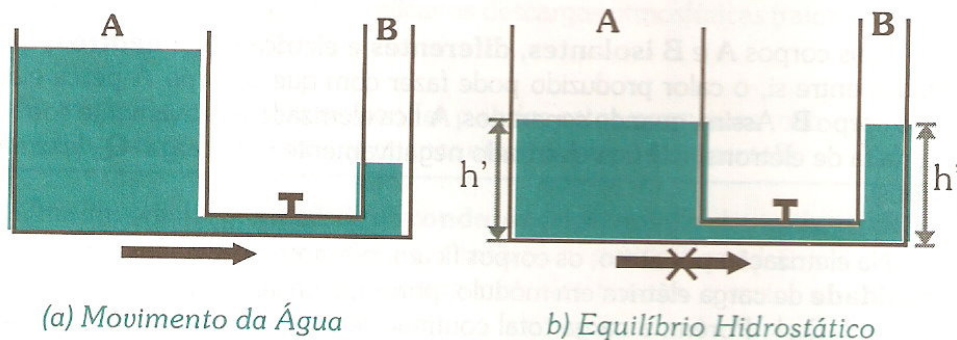
### Experimento Hidrostático - Vasos Comunicantes

O sistema da figura 3.15 é conhecido pelo nome de **vasos comunicantes**. Este sistema é formado por dois vasos **A** e **B** de volumes diferentes e interligados por um condutor hidráulico no qual existe um registro que pode permitir ou não a comunicação entre eles.



**Figura 3.15 - Vasos Comunicantes com Registro Fechado**

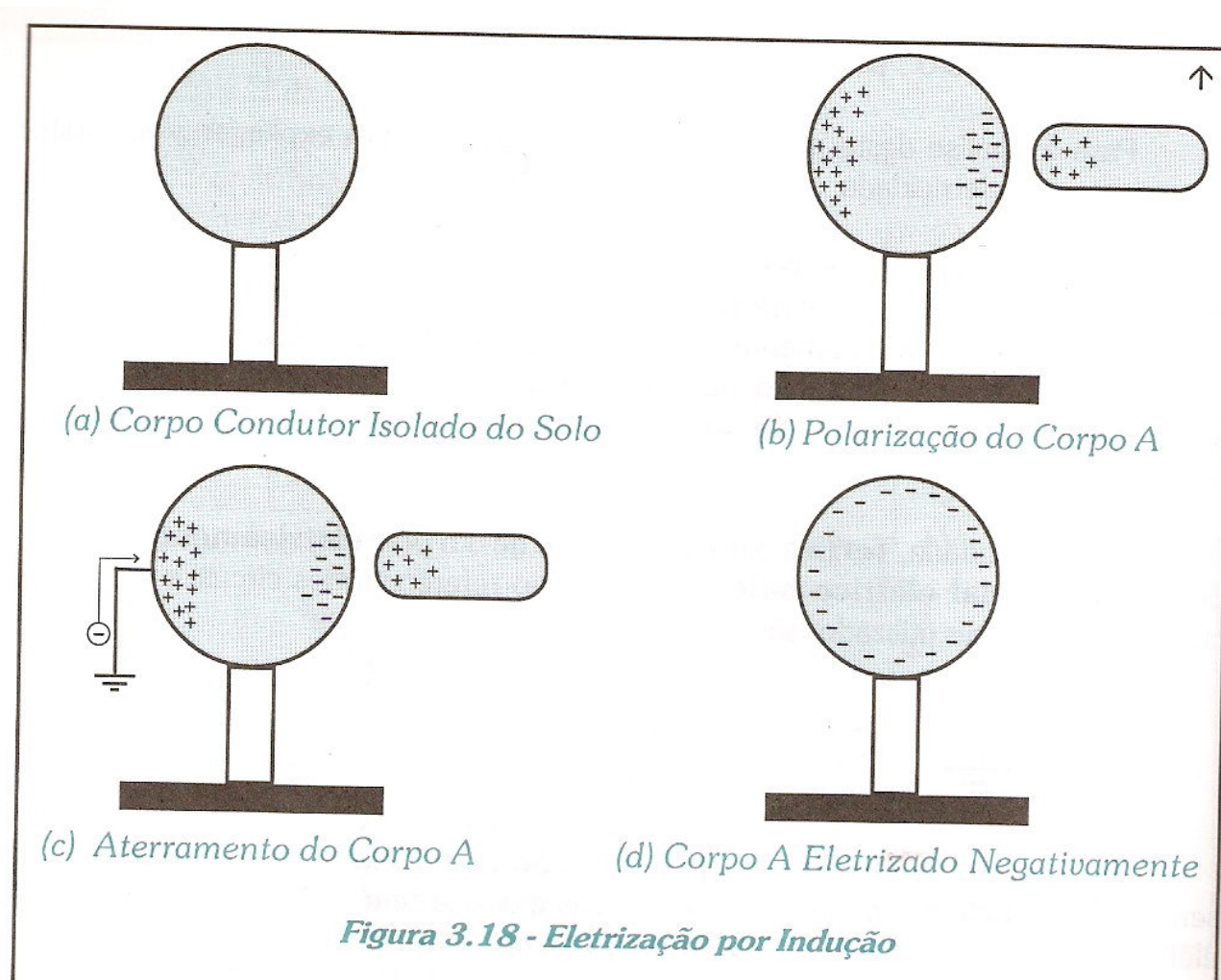
Inicialmente o vaso **A** contém água até a altura  $h_A$  e o vaso **B** encontra-se vazio, ou seja,  $h_B = 0$ . Abrindo-se o registro, a água flui do vaso **A** para o vaso **B** numa velocidade proporcional à diferença de altura ( $\Delta h = h_A - h_B$ ), ou seja, a velocidade diminui à medida que a diferença de altura da água dos vasos diminui, como mostra a figura 3.16(b).



**Figura 3.16 - Vasos Comunicantes com Registro Aberto**

Quando a diferença de altura é nula ( $\Delta h = 0$ ), o fluxo da água cessa fazendo com que o sistema entre em **equilíbrio hidrostático**, isto é, nos dois vasos a altura da água é a mesma ( $h'$ ), como mostra a figura 3.16(b). Nota-se também que no equilíbrio hidrostático, embora a altura da água seja a mesma nos dois vasos, a quantidade de água não é a mesma, mas proporcional aos seus volumes.

**3. Por indução:** Ocorre sem contato físico entre os corpos condutores, apenas por causa do princípio da atração e repulsão. Suas etapas são:



**OBS:** o corpo induzido ficou com carga contrária às do indutor.

## 2. CARGA ELÉTRICA

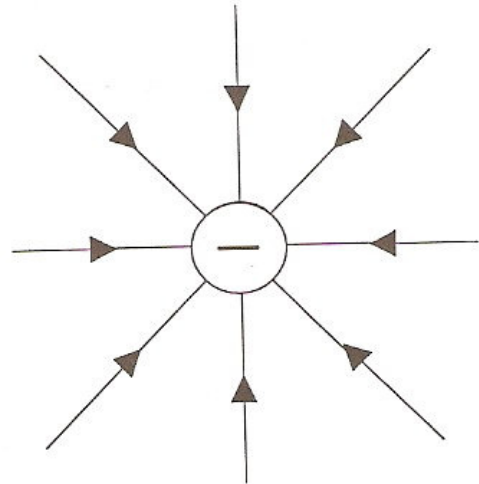
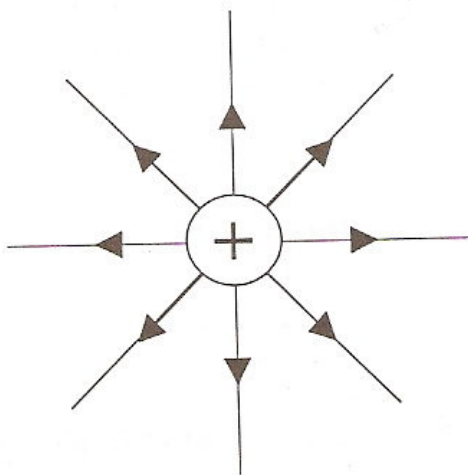
Aproximadamente um campo gravitacional, responsável pela atração dos corpos. Uma carga elétrica produz ao seu redor uma região de atuação, onde pode ser sentido sua indução e sua força de atração ou repulsão.

- **CARGA + :**

- Linhas de campo (ou de força) radiais convergentes

- **CARGA – :**

- Linhas de campo (ou de força) radiais divergentes



*Figura 3.20 - Direção e Sentido do Campo Elétrico*

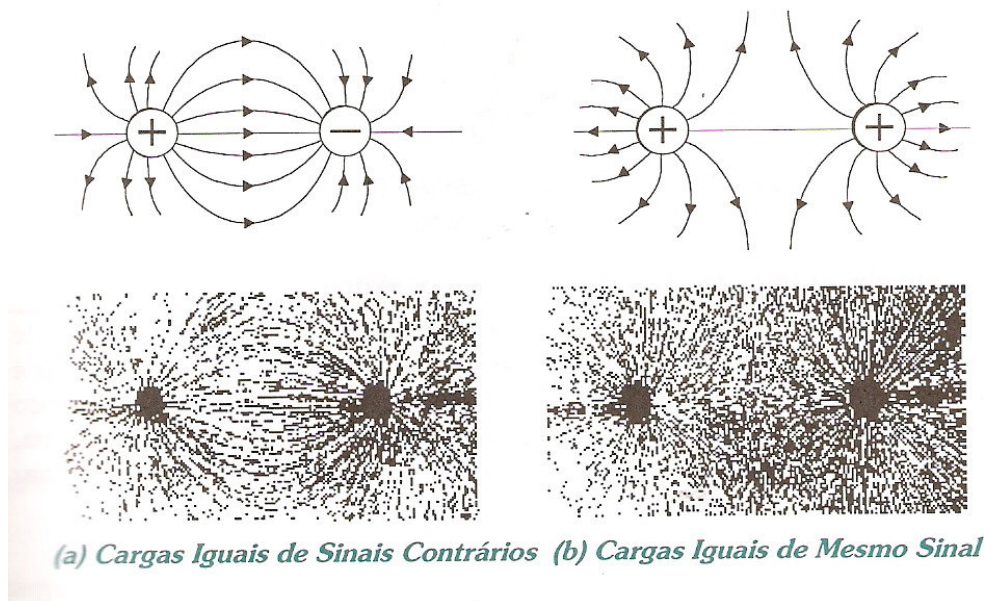
- **Intensidade de campo –**

- A intensidade de um campo elétrico  $E$  num ponto é diretamente proporcional ao módulo de carga elétrica  $Q$ , inversamente proporcional ao quadrado  $d$  entre ela e o ponto considerado e depende da característica do meio denominado **constante eletrostática  $K$** , ou seja:

$$E = (K \times Q)/D^2, \text{ onde } K = 9 \times 10^9 \text{ (N.m}^2\text{) / C}^2$$

- **Linhas de campo** – formadas por pontos tangenciais aos vetores de campos elétrico.



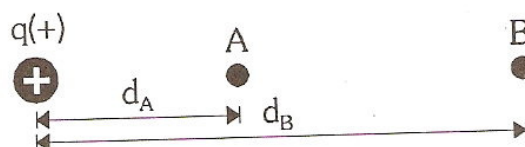


- **Campo paralelo:** Linhas são paralelas

### 3. FORÇA ELÉTRICA

Numa região do espaço em existe um campo elétrico  $E$  criado por uma carga qualquer, uma outra carga elétrica puntiforme  $Q$ , imersa neste campo, fica submetida a uma força  $F$  de:

- Intensidade:  $F = Q \times E$
- Direção: Linhas de campo elétrico
- Sentido:
  - se a carga for  $+$ , a força tem o mesmo sentido do  $E$
  - se a carga for  $-$ , a força tem sentido inverso ao  $E$



**Figura 3.37 - Pontos A e B num Campo Elétrico**

Exemplo: Se a carga q(+) for positiva, os pontos A e B são:

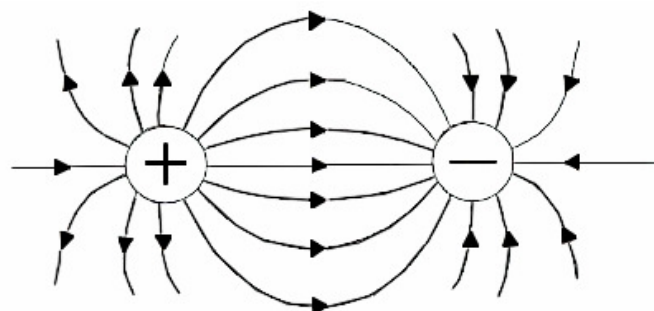
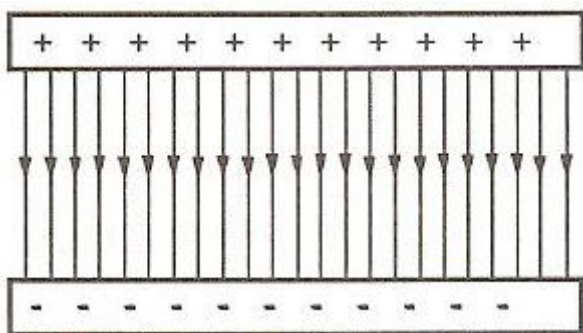
#### 4. TENSÃO ELÉTRICA/ POTENCIAL ELÉTRICO

Este é o ponto de partida para estudarmos eletricidade. Aproximadamente energia potencial de Newton, temos o potencial elétrico de uma carga inversa em um campo elétrico. Onde:

- Q1 – gera o campo
- Q2 – está imerso nele a uma distância d de Q1
- $Z = F \times d$  (joule J)

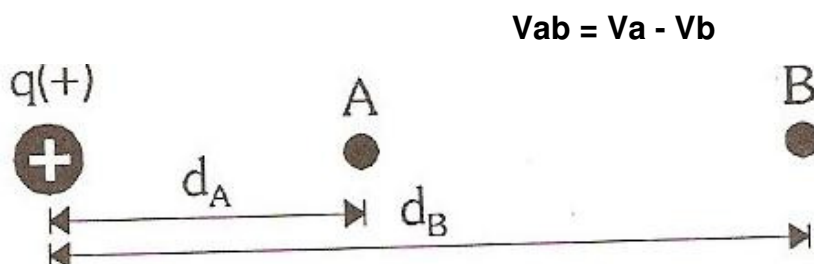
#### 5. SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS

São infinitos pontos num campo elétrico com o mesmo potencial elétrico (ortogonais às linhas de campo).



#### 6. DIFERENÇA DE POTENCIAL (ddp) ou TENSÃO ELÉTRICA

Duas cargas em pontos diferentes de um campo terão potenciais diferentes. Ao analisar a figura abaixo identifica-se que o ponto A está mais perto da carga do que o ponto B, por isso  $V_a > V_b$ . Esta diferença de potencial é o que chamamos de tensão ou voltagem (medida em volts).



$$V_{ab} = V_a - V_b$$

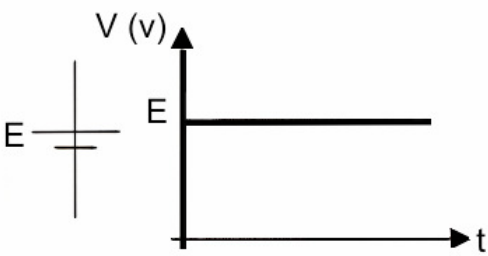
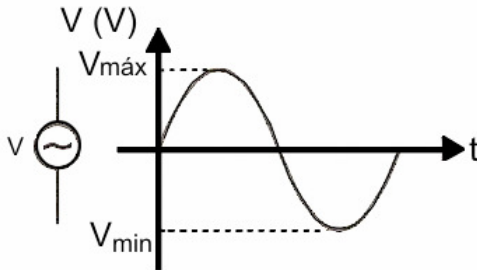


## 6.1 Gerador de Tensão

É o dispositivo que fornece tensão a um circuito elétrico, forçando o movimento de cargas. Pode fornecer tensão contínua (valor constante) ou alternada (valor que muda de polaridade no tempo).

- Convenção: O ponto da fonte com maior potencial é chamado Pot. Positivo (+) e o de menor potencial Pot. Negativo(-).

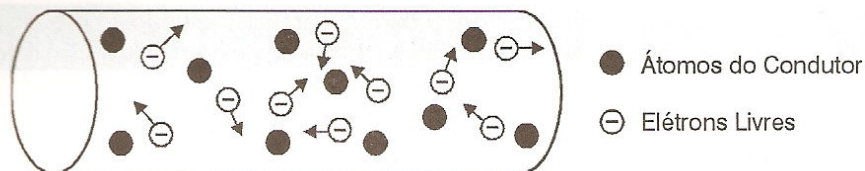
Pode fornecer tensão contínua (valor constante) ou alternada (muda a sua polaridade no tempo). Abaixo os símbolos utilizados por cada opção.

FONTE CONTÍNUA	FONTE ALTERNADA
 <p>Fonte de Alimentação CC</p>	 <p>Fonte de Alimentação CA Senoidal</p>

## 7. ELETRODINÂMICA

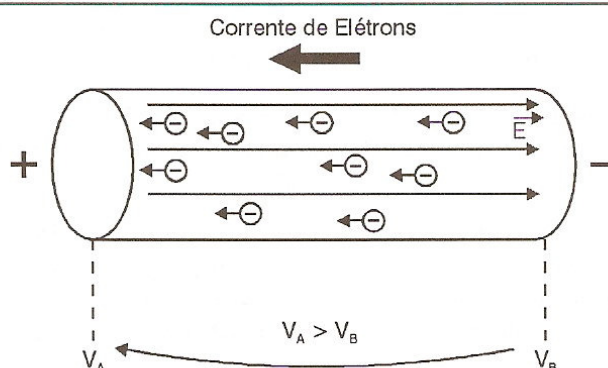
### 7.1 Corrente Elétrica

Em condutores sólidos metálicos, existe muitos elétrons ligados fracamente ao núcleo, que se libertam de suas órbitas apenas pela agitação térmica (temperatura ambiente), visando elétrons livres, que se movimentam aleatoriamente pelo condutor.



*Figura 4.1 - Movimento Aleatório dos Elétrons Livres num Condutor Sólido Metálico*

Ao aplicar uma tensão (DDP) entre os 2 pontos do condutor, surge dentro dele um campo elétrico, movimentando os elétrons livres de um forma ordenada, no sentido contrário ao do campo elétrico (potencial maior para o menor)



*Figura 4.2 - Corrente Elétrica num Condutor Sólido Metálico*

- **Sentido convencional:**

- Nos condutores sólidos metálicos os  $e^-$  livres vão num único sentido, chamando a corrente elétrica de corrente de indução.
- Nas substâncias líquidas e gasosas condutores, as cargas livres são  $ions^+$ . Ao aplicar uma DDP há movimentos de  $ions^+$  no sentido do campo elétrico e de  $ions^-$  no sentido inverso. Como há corrente elétrica nos 2 sentidos, a chamamos de corrente de convenção.

O sentido convencional adotado é dos  $ions^+$  positivos, onde é o sentido oposto do movimento dos  $e^-$  livre indo do potencial maior para o menor.

## 7. 2 Intensidade De Corrente Elétrica

Quantidade de cargas ( $\Delta Q$ ) que atravessa a seção transversal num intervalo de tempo  $\Delta T$ .

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

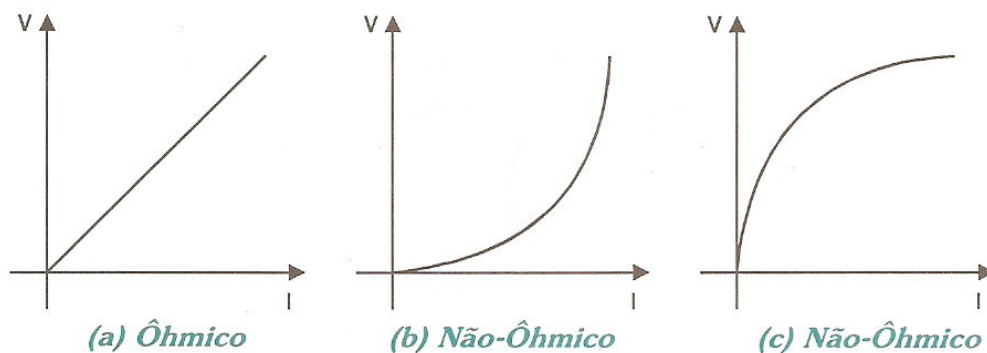
### Analogia entre Eletrodinâmica X Hidrodinâmica

	ELETRODINÂMICA	HIDRODINÂMICA
1.	Condutor elétrico (fio)	Condutor hidráulico (cano)
2.	Elétrons	Água
3.	DDP (tensão)	DP gravitacional (altura)
4.	Campo elétrico	Campo gravitacional
5.	I elétrica convencional ( + p/ - )	Fluxo de água
6.	Fonte de tensão	Bomba hidráulica

## 7. 3 Resistência Elétrica

É a medida de oposição que os átomos de um material oferecem à passagem da corrente elétrica. Depende da natureza do material, suas dimensões e sua temperatura.

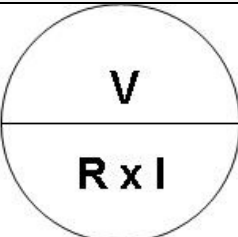
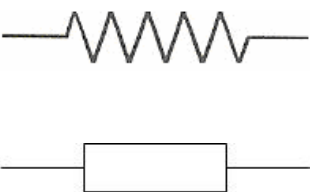
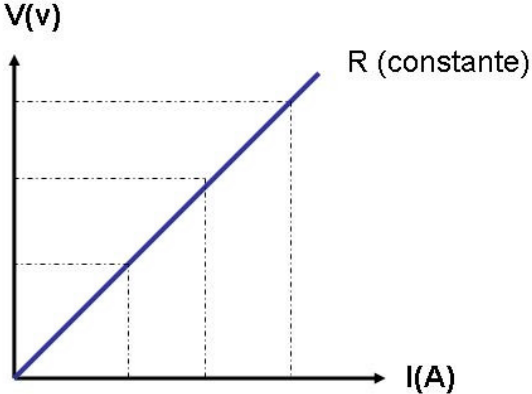
- **Efeito Joule:** Aquecimento de um material devido a passagem de corrente elétrica. **Por Que?**
  - **Átomos chocam-se com elétrons ao serem movimentados, fazendo-os vibrar, ficando aquecidos.**
- **TIPOS DE RESISTORES:**
  - **Fixos:** Fio, filme de carbono, filme metálico etc..
  - **Variáveis:** Potenciômetro, Trimpot etc..



*Figura 4.22 - Curvas Características de Materiais Ôhmicos e Não-Ôhmicos*

### 7.3.1 1ª Lei de OHM

Resistência é a constante de proporcionalidade entre a corrente elétrica (I) que passa por um material e a tensão nela aplicada.

Equação	Descrição
	<p><b>R:</b> resistência (Ohm)  <b>I:</b> Corrente (amperes)  <b>V:</b> Tensão (volts)  <math>R = \frac{V}{I}</math> Volt / Amper</p>
SÍMBOLO	GRÁFICO
	

### 7.3.2 2ª Lei de OHM

Analisa a resistividade do material. Está relacionada a dimensão e natureza do material. Devido a dilatação/contração, a temperatura muda a mobilidade dos elétrons.

Equação	Descrição
$[R] = \rho \frac{L}{A} \Omega$	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>R:</b> resistência (Ohm)</li> <li><b>P:</b> resistividade do material (<math>\Omega m</math>)</li> <li><b>L:</b> comprimento</li> <li><b>A:</b> área de secção transversal</li> </ul>



Missão Salesiana de Mato Grosso  
**UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO**  
**Centro de Computação e Engenharias**

Curso de Engenharia de Computação, Mecatrônica e Mecânica

---

### 7.3.3 Condutância

Ao contrário da resistência, é a facilidade da passagem de corrente elétrica.

$$G = \frac{1}{R} \text{ S (Siemens) Ou } \Omega^{-1}$$

### 7.3.4 Condutividade

Inverso da resistividade

$$\delta = \frac{1}{\rho} (\Omega m)^{-1}$$

## 7.4 Potência Elétrica

Ao produzir movimento, diz-se que uma força realizou um trabalho.

- $\zeta$  : **Energia acumulada transformada em energia cinética.**

A DDP ao forçar elétrons a moverem-se realiza trabalho, transformando energia potencial elétrica em energia cinética (DDP = Fem= Força Eletromotriz).

Mais o elétron ao movimentar choca-se com átomos, gera calor, calor este que senão for aproveitado é perdido (dissipado).

- **Pot. Elétrico:** é a rapidez com que a tensão realiza  $\zeta$  ao deslocar elétrons de um ponto a outro.

$$P = \frac{E}{\Delta T} \text{ Ou } P = V \times I \quad [p] = \frac{\text{Joule}}{\text{Segundo}} \text{ watt (w)}$$





## 7. 5 Fusível

**Dispositivo de proteção** que consistem de um fio metálico de chumbo e estanho. Por terem pontos de fusão muito baixos, um aumento de corrente pode provocar um aquecimento suficiente para derretê-los.

do (possíveis) e os dois últimos são usados em instalações elétricas residenciais

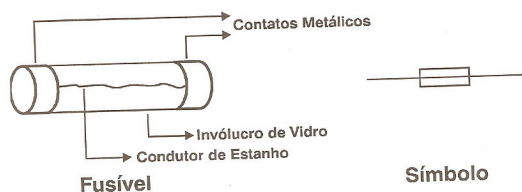


Figura 4.36 - Fusível de Vidro e Símbolo Elétrico

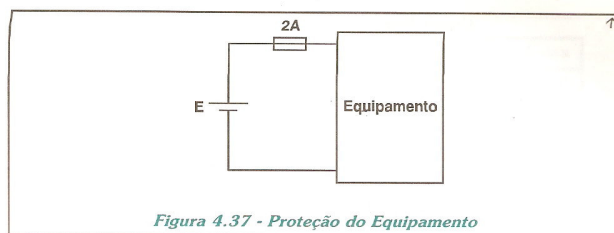


Figura 4.37 - Proteção do Equipamento

## 7. 6 Consumo de energia

Baseado na equação da potencia dissipada, ou seja, energia consumida num intervalo de tempo pré-estabelecido entre potencia fornecida e a potência do aparelho a cada x tempo.

$$P = \frac{E}{\Delta T}$$

Com isso sabe-se que  $E = P \times \Delta T$  [J] ou [W/s] , logo se fizermos  $\Delta T = E / p$  temos o tempo que um aparelho agüenta com uma potência fornecida informando a potencia que ele consome a cada x tempo.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LORENÇO, Antonio C., CRUZ, Eduardo C. A., JÚNIOR, Salomão C. Circuitos em Corrente Contínua. Editora Érica, 200. São Paulo.