SEED – SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO DO PARANÁ

UEM - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

COLÉGIO EST. UNIDADE PÓLO – ENSINO FUND. E MÉDIO

CURSO PDE – PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL

UNIDADE DIDÁTICA

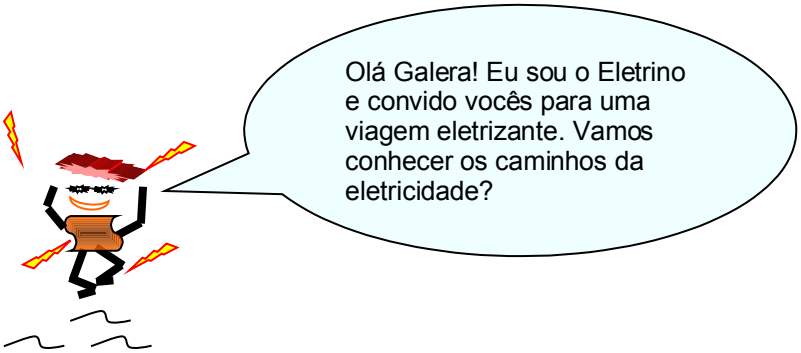
A ENERGIA ELÉTRICA E SEUS CAMINHOS

PROFª. PDE: TERESINHA AP. SOARES ALBUQUERQUE

ORIENTADOR: MICHEL CORCI

MARINGÁ – PARANÁ
2008

A ENERGIA ELÉTRICA E SEUS CAMINHOS



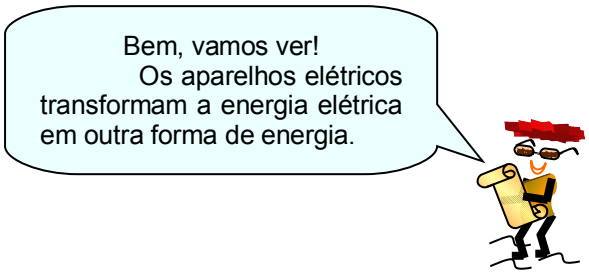
Antes de iniciarmos nossa viagem, você já parou para pensar como seria difícil imaginar nossa vida sem os aparelhos elétricos?

Os eletrodomésticos são aparelhos que funcionam por meio da energia elétrica e podem ser alimentados, na maioria das vezes, por dois tipos de fontes elétricas: a gerada pelas usinas hidrelétricas, e pelas pilhas e baterias, e eles estão presentes no lazer, na preparação das refeições, na iluminação, nos cuidados pessoais, no controle da temperatura.

Na realidade eles estão por toda parte e você sabia que...

A ampla difusão de aparelhos elétricos pelo mundo ocorreu graças à aplicação de conceitos básicos da física e de outras ciências do desenvolvimento de novas tecnologias. As pesquisas tecnológicas desenvolveram materiais de baixo custo, tornando acessível o preço dos aparelhos. Assim, foi possível popularizar invenções que, em sua origem, pareciam um sonho. Esse é o caso, por exemplo, do aparelho de TV, que está presente na maioria dos lares brasileiros, informando e divertindo simultaneamente milhões de pessoas.

Revista: Projeto escola e cidadania – Os eletrodomésticos. , p.2



- O chuveiro transforma energia elétrica em energia térmica.
- O liquidificador transforma energia elétrica em energia mecânica.
- O rádio transforma energia elétrica em ondas sonoras.

Analisando algumas informações sobre o funcionamento dos aparelhos elétricos.

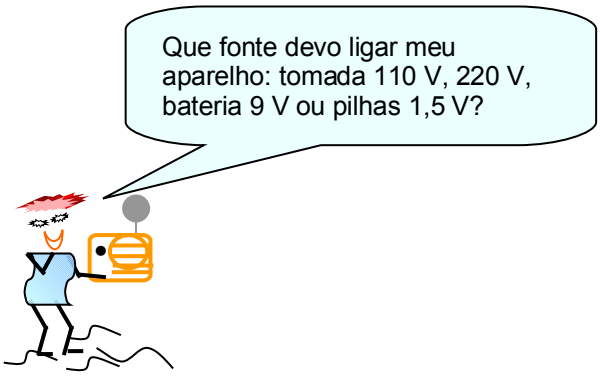
Os aparelhos possuem informações sobre seu funcionamento, fornecidas pelos próprios fabricantes, que estão impressos numa chapinha ou etiquetas fixas no equipamento. Nessas informações além do nome do fabricante apresentam:

- Tensão elétrica
- Potência elétrica
- Corrente elétrica
- Freqüência

Teresinha Albuquerque

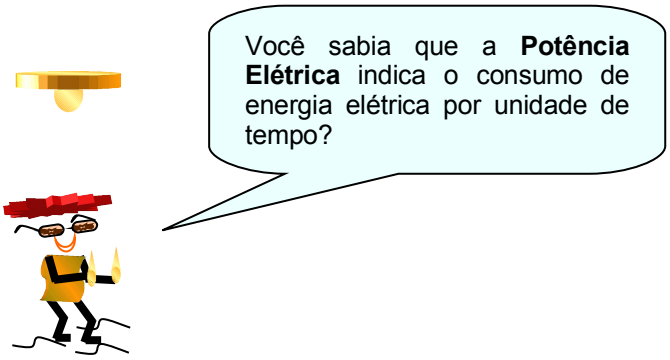
Etiqueta de identificação de eletrodoméstico

Tensão elétrica

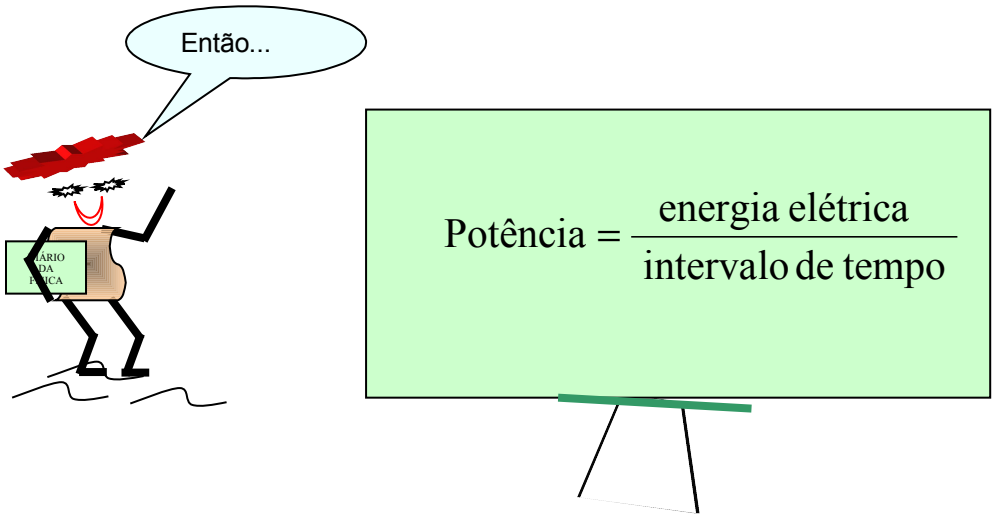


A tensão elétrica de uma fonte corresponde à sua capacidade de fornecer energia elétrica a um determinado aparelho. A unidade de medida da tensão elétrica no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o *volt* (V).

Potência elétrica

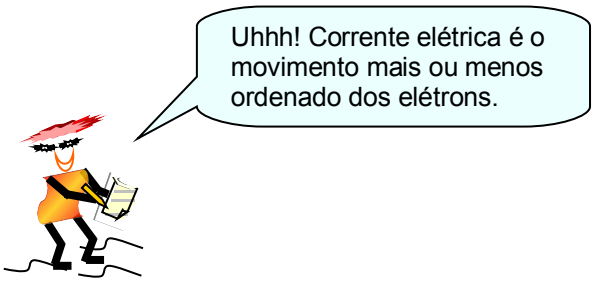


É isso mesmo, o valor da **Potência Elétrica** corresponde à energia elétrica que se transformou em outra forma de energia durante o tempo de funcionamento do aparelho.



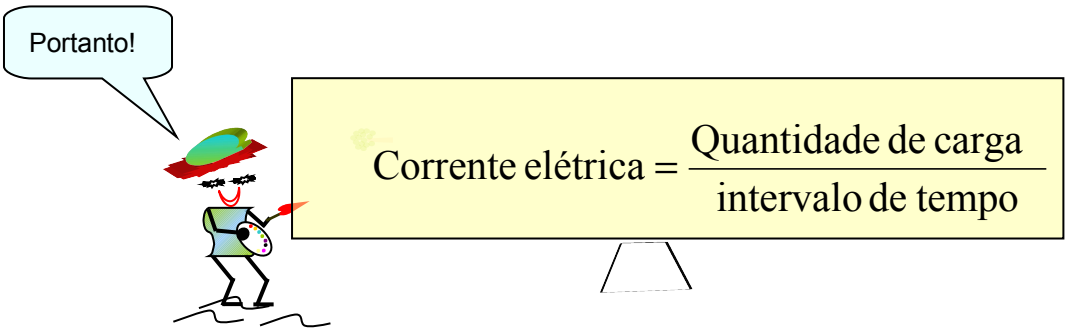
No Sistema Internacional de Unidades (SI) a unidade de potência elétrica é medida em *joules por segundo (J/s)* que recebe o nome de *watt (w)*.

Corrente elétrica



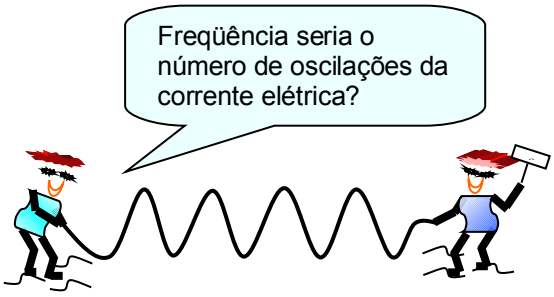
Quando os eletrodomésticos são ligados a uma fonte de energia elétrica, passam a circular pelos fios do aparelho certo número de cargas elétrica — *os elétrons.* Esse movimento mais ou menos ordenado dos elétrons recebe o nome de corrente elétrica.

Você sabia que o valor da corrente elétrica está relacionado com o número de carga elétrica que entram e saem do aparelho em um determinado intervalo de tempo?



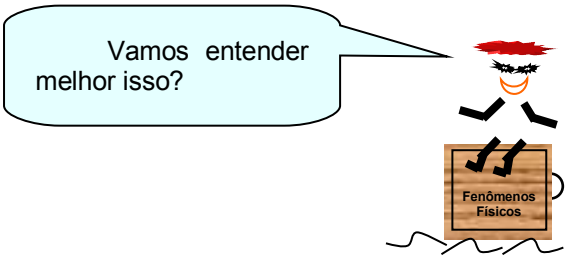
No Sistema Internacional de Unidades (SI) a unidade de corrente elétrica é medida em *coulomb por segundo (C/s)* que recebe o nome de *ampère (A)*.

Freqüência



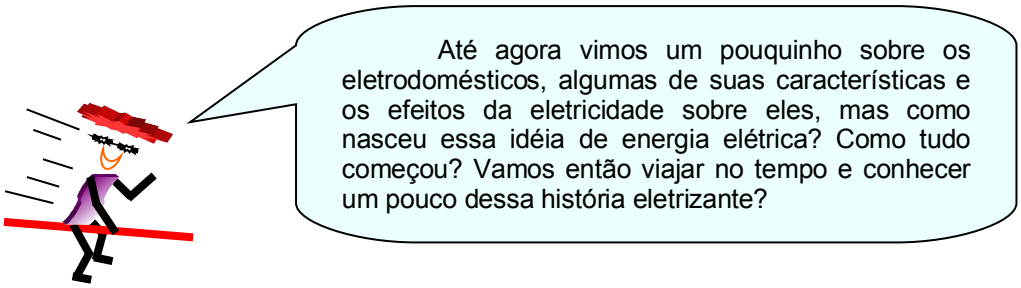
Freqüência é na realidade uma outra característica da eletricidade que recebemos das usinas hidrelétricas e é o número de oscilações da corrente elétrica dentro de um determinado intervalo de tempo.

No Sistema Internacional de Unidades (SI) a unidade de freqüência é medida em *herts (Hz).*



As pilhas e baterias produzem algo chamado corrente continua (CC) seus terminais são respectivamente positivos e negativos. A corrente sempre flui no mesmo sentido entre eles. Lembrando que a corrente se desloca em sentido contrario ao dos elétrons.

A corrente elétrica gerada em uma usina é chamada de corrente alternada (CA). O sentido da corrente pode alterna de 50 a 60 vezes por segundo. A energia elétrica que está disponível nas tomadas do Estado do Paraná é de 127 volts e com 60 Hz para a CA.



Segundo relatos antigos foi **Tales de Mileto** (625 a. C? – 547 a.C.?) filosofo grego quem fez as primeira observações dos fenômenos elétricos, conta a história que ao atritar âmbar (resina fóssil) em pele de animais essa adquiria o estranho poder de atrair fragmentos de objetos leves.

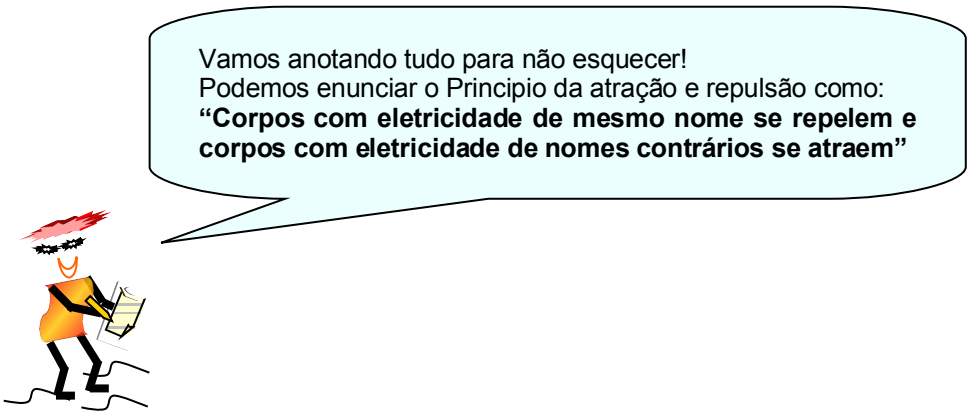
Esse estranho poder ficou adormecido por quase 2 000 anos, ou seja, não se tem registro na história de que algo de novo tenha sido feito nesse período, então uma segunda fase da eletricidade se descortina com o físico e médico da rainha Elizabeth I da Inglaterra, **William Gilbert** (1544 – 1603) além de criar o termo "elétrico", a partir da palavra grega *elektron*, que significa âmbar, ele realizou novos experimentos e verificou que outros materiais podiam ser eletrizados e como o âmbar atraiam pequenos objetos leves.

Dando seqüência aos trabalhos de William Gilbert o físico alemão **Otto von Guericke** (1602 – 1686) verificou que haviam duas espécies de corpos eletrizados, ou seja além de atrair corpos leves alguns se atraiam enquanto outros se repeliam mutuamente, após serem atritados. E foi, também de **Guericke** a façanha de construir, provavelmente a primeira máquina eletrostática da história.

Avançando um pouco mais na História chegamos ao nome de **Stephen Gray** (1666 – 1736) físico inglês, ele verificou experimentalmente que a eletricidade podia ser conduzida de um corpo para outro através de fios. E que fios de certos materiais, como os metais (cobre, ferro alumínio, entre outros) conduziam bem a eletricidade e chamou-os de **condutores**, já fios de outros materiais como seda, madeira, vidro e borracha entre outros conduziam mal a eletricidade e chamou-os de **isolantes.**

Já o físico francês **Charles Du Fay** (1698 – 1739) após realizar inúmeras experiências demonstrou que quando matérias iguais são atritados, bastões de vidro, por exemplo, eles se repeliam e bastões de materiais diferentes resina e vidro, por exemplo, eles atraiam-se.

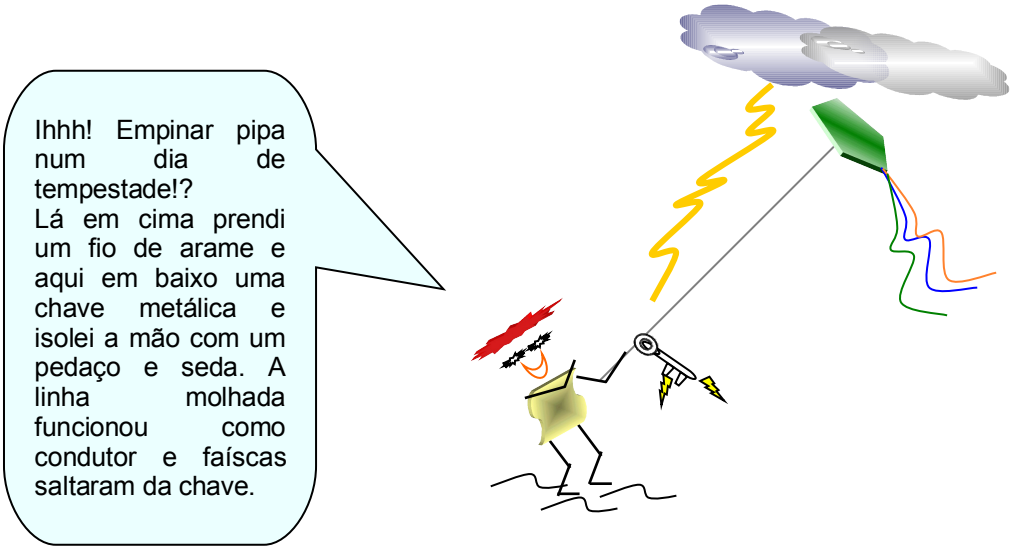
Das experiências de Du Fay originou-se o **Principio da atração e repulsao**.

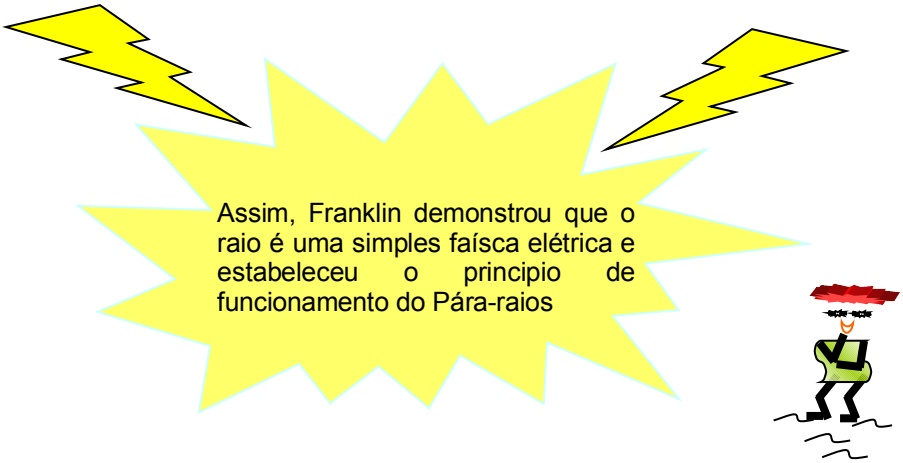


Com os avanços nas descobertas o termo eletricidade foi substituído por carga elétrica, como veremos mais adiante.

Não poderíamos deixar de citar o cientista, escritor e estadista norte americano **Benjamin Franklin** (1706 – 1790), além de criar os termos **eletricidade positiva** e **eletricidade negativa** ele elaborou a **teoria do fluido elétrico.** De acordo com essa teoria um corpo neutro não manifesta nenhuma propriedade elétrica possuindo, assim, uma quantidade normal de fluido elétrico, quando ocorre excesso, ou seja, fluido elétrico a mais ele tem eletricidade positiva, e para fluido elétrico a menos, apresenta eletricidade negativa.

Muitas foram às contribuições de Franklin para a ciência, sendo que a mais conhecida foi à invenção do pára-raios.





Por cerca de 100 anos a eletricidade desenvolveu-se bem, sem de fato se saber a real natureza dos fenômenos elétricos e a teoria do fluido elétrico de Franklin e os dois tipos de eletricidade permaneceram por todos

esses anos. Somente em 1887, com a descoberta do elétron é que se pode explicar o que acontece quando um corpo se eletriza.

No inicio do século XX o cientista neozelandês **Ernest Rutherford** (1871 – 1937), e sua equipe após uma série de experiências e de acordo com suas observações apresenta um novo modelo atômico.

MODELO ATÔMICO BASEADO NAS DÉIAS DE RUTHERFORD

Os átomos são constituídos por elétrons, nêutrons, prótons e muitas outras partículas. Nêutrons e prótons ficam reunidos no núcleo. Os elétrons ficam fora (na eletrosfera) e são atraídos pelos prótons.

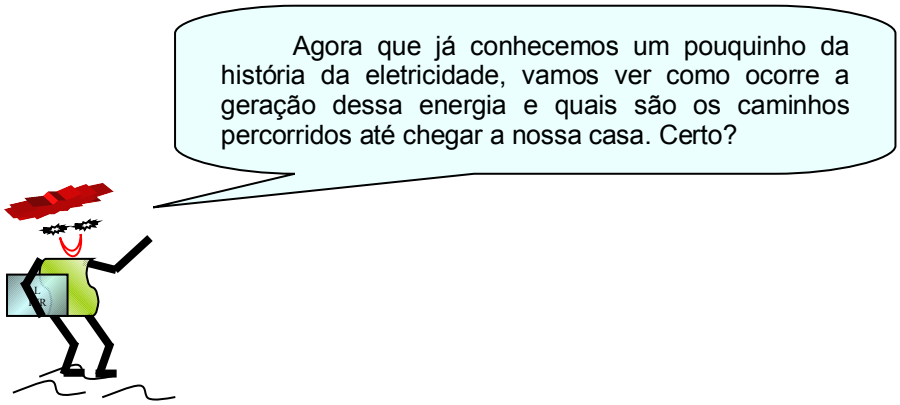
Quando o átomo se encontra no estado neutro, o número de prótons é igual ao de elétrons, e sua carga total é nula.

O valor da carga do elétron é igual ao da carga do próton. Convenciona-se que a carga do elétron é negativa e o do próton, positiva. O nêutron não possui carga elétrica.

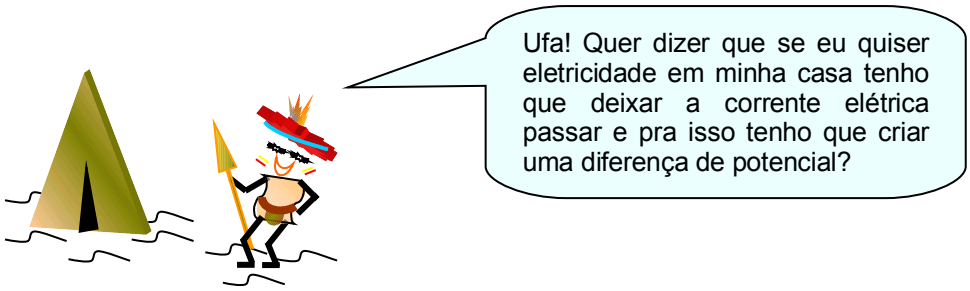
GONÇALVES FILHO (2002). p.309

Em muitos materiais, os elétrons são fortemente ligados aos átomos, como por exemplo: madeira, vidro, plástico, ar. Esses materiais quase não conduzem eletricidade. São o que chamamos de **isolantes elétricos**.

Já, na maioria dos **metais** a força de interação dos elétrons com o núcleo é fraca e eles podem se separar de seus átomos e se mover. Por isso, são chamados **elétrons livres**, eles ajudam a eletricidade a fluir por esses materiais, que são conhecidos como **condutores elétricos**.



Como já vimos anteriormente os eletrodomésticos são alimentados por energia elétrica. Essa energia está associada à passagem de corrente elétrica por materiais condutores e para a passagem dessa corrente deve se manter uma diferença de potencial.



Isso mesmo. Os elétrons em movimento transmitem energia elétrica de um ponto a outro. Existem vários meios para gerar energia elétrica em larga escala, a fim de abastecer os grandes centros consumidores, nossas casas, escolas, indústrias, hospitais etc. Assim surgem as usinas.

Existem vários tipos de usinas e todas apresentam um gerador de eletricidade, cujo principio de funcionamento baseia-se na indução eletromagnética. Assim, podemos afirmar que há uma conexão clara entre **eletricidade e magnetismo**.

Você sabia que o movimento dos elétrons por um fio condutor cria um campo magnético ao redor dele? De maneira similar, se você mover um ímã perto de um fio, o campo magnético fará com que seus elétrons se movam.

Uma maneira simples de pensar em um gerador é imaginá-lo atuando como uma bomba d'água. Ao invés de água, o gerador usa o ímã para conduzir elétrons. Isso é uma simplificação exagerada, mas uma analogia útil.

Existem duas coisas que a bomba d'água pode fazer com a água:

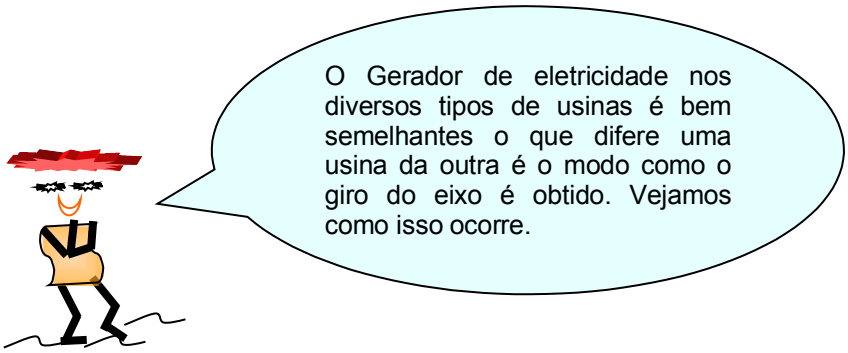
1. Mover certo número de moléculas de água
2. Aplicar certa pressão sobre as moléculas de água.

Da mesma maneira, o ímã em um gerador pode:

1. Deslocar certo número de elétrons.
2. Aplicar certa "pressão" sobre os elétrons.

Em um circuito elétrico, o numero de elétrons em movimento é chamado amperagem ou corrente, que é medida em ampères. A "pressão" sobre os elétrons é chamada voltagem e é medida em volts. Um ampère significa que 6,24 x 10^{18} elétrons se movem por um fio a cada segundo e a voltagem é a quantidade de pressão sobre esses elétrons.

http://ciencia.hsw.uol.com.br/eletricidade.htm



USINA HIDRELÉTRICA

www.ecoviagem.com.br/fotos/parana/

A água é represada a certa altura. Sua vazão é controlada por uma tubulação, a água em queda adquire energia suficiente para colidir com as pás da turbina, girando o eixo do gerador, que transforma energia do movimento em energia elétrica.

USINA EÓLICA

www.semc.rs.gov.br/.../1156537251Site_eolica.jpg

A usina utiliza o vento para girar uma hélice, que movimenta as pás da turbina que gira o eixo do gerador que transforma energia do movimento em energia elétrica.

USINA TERMELÉTRICA

www.diariodecuiaba.com.br/

O movimento do eixo do gerador é obtido pela queima de um combustível, geralmente carvão ou óleo. A água é vaporizada em uma caldeira e o vapor, conduzido à alta pressão por uma tubulação até as pás da turbina que gira o eixo do gerador, transforma energia do movimento em energia elétrica.

USINA NUCLEAR

baixaki.ig.com.br/imagens

O movimento do eixo do gerador também é obtido pelo choque das moléculas do vapor de água à alta pressão com as pás da turbina. Porem o combustível utilizado para aquecer a água é o urânio.

O composto de urânio fica armazenado no reator nuclear e por meio do lançamento controlado de nêutrons, o núcleo de urânio desintegra-se com liberação de grande quantidade de energia que é utilizada para vaporizar a água armazenada em torno do reator. O vapor é levado à alta pressão, por

uma tubulação, até as pás da turbina que gira o eixo do gerador, transforma energia do movimento em energia elétrica.

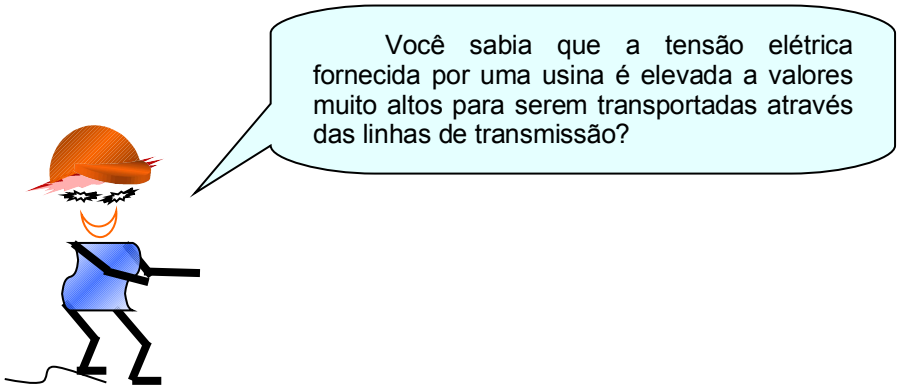
USINA SOLAR

upload.wikimedia.org/wikipedia/

Canalizações de água são aquecidas pela incidência da luz solar produzindo vapor que é conduzido à alta pressão por uma tubulação até as pás da turbina que gira o eixo do gerador, transforma energia do movimento em energia elétrica.

A construção de usinas geradoras de eletricidade em larga escala exigem um estudo detalhado do impacto ambiental que será causado na região onde será instalada seja hidrelétricas, nucleares, termoelétricas, eólicas ou solares, podem provocar graves alterações no ecossistema. Assim todas possuem os pontos positivos e os negativos.

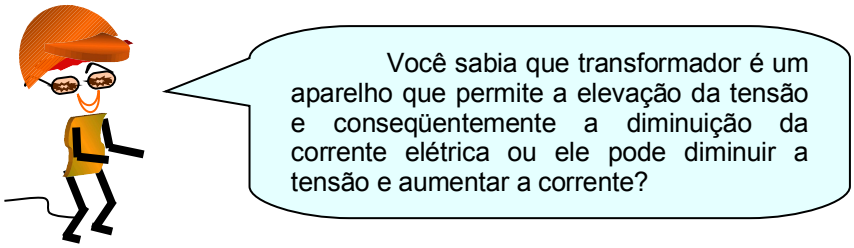
Essas usinas geralmente ficam longe dos centros consumidores, assim se faz necessário à construção de enormes circuitos de distribuição.



A tensão relativamente baixa fornecida pela usina, aproximadamente 10.000 V, é elevada a valores muito altos, por volta de 300.000 V a 500.000 V. Por meio de transformadores existentes numa subestação elevadora, localizada próximo à usina.

Fonte:farm3.static.flickr.com/

Subestação elevadora – Furnas (Foz do Iguaçu-Pr)



Fonte: ww.blogger.com/feeds/

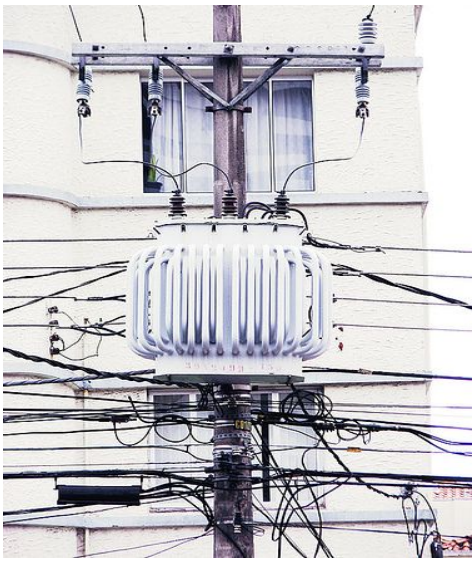
Linhas de transmissão de alta tensão

Assim sob alta tensão a energia elétrica é transportada através das linhas de transmissão. Esse procedimento diminui as perdas de energia provocadas pelo aquecimento dos cabos com a corrente elétrica (efeito Joule).

Fonte: www.panoramio.com/photos/

Subestação abaixadora de tensão

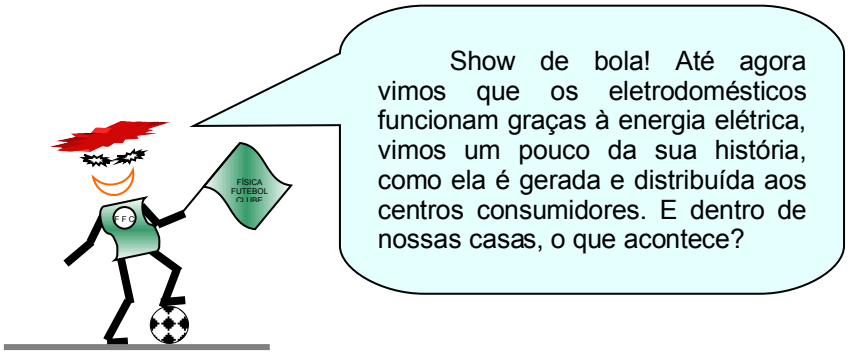
Próximo dos centros consumidores existe as subestações abaixadoras, que reduzem a tensão de 300.000 a 500.000V para 13.000 V para se adequar aos diferentes tipos de consumidores: indústrias, centros comerciais, residências, entre outros.



Fonte: farm1.static.flickr.com

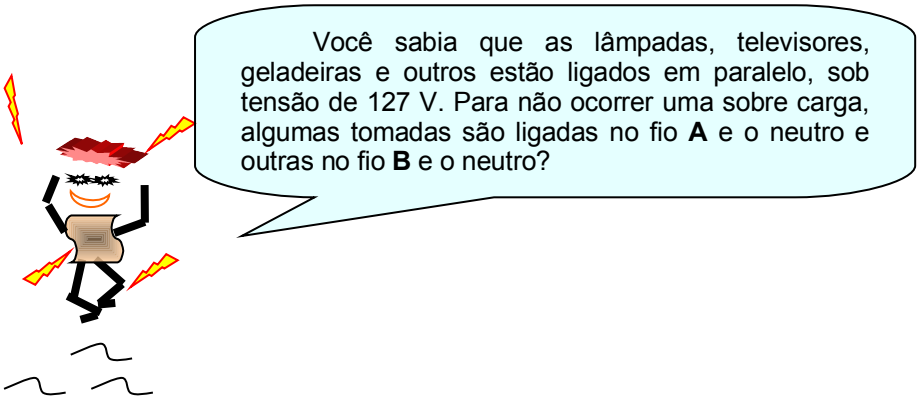
Transformador de redução de voltagem

A partir daí, através das linhas de distribuição existentes nas cidades, a energia chega a novas estações, que abaixam a tensão destinada aos consumidores comerciais e para os consumidores residenciais a tensão elétrica é novamente reduzida para 220 V e 127 V, através de transformadores existentes nos postes.

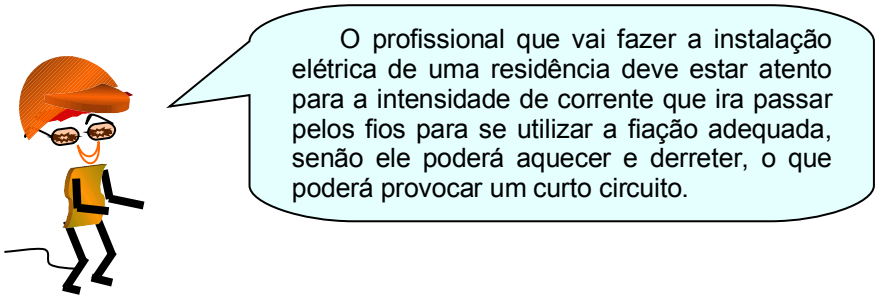


Ao ligarmos um eletrodoméstico, estamos fechando um circuito e permitindo que a corrente elétrica passe por ele. Essa passagem de corrente faz com que o aparelho receba a energia elétrica necessária para seu funcionamento. A instalação elétrica de uma residência é construída de modo que se permita ligar e desligar circuitos elétricos, envolvendo diversos aparelhos ao mesmo tempo.

A partir do poste da rua, três fios da rede de distribuição de energia elétrica chegam a uma residência. Após passarem pelo "relógio de luz", um medidor, instalado pela companhia de eletricidade, esses fios são distribuídos pela casa. Dos três fios um é chamado de neutro (**N**). Os outros dois fios que vamos chamar de fio **A** e fio **B**, mantem entre si uma tensão de 220 V (fios **A** e **B**) e entre cada um desses fios e o fio neutro há uma tensão de 127 V.



Os aparelhos que consomem mais energia, como chuveiros e ar condicionado, por exemplo, são ligados sob tensão de 220 V, ou seja, entre os fios **A** e **B.**



Mensalmente, as empresas de energia elétrica enviam as nossas residências o demonstrativo da energia gasta, no qual o consumo de energia elétrica é registrado no "relógio de luz" aparelho que mede a quantidade de energia elétrica gasta naquela residência durante um determinado tempo vem expresso em kWh.

Para calcular o consumo de seus aparelhos elétricos é simples:

1. Identifique a potência do aparelho, em watt (W), na etiqueta ou no manual do aparelho.
2. Faça uma previsão do tempo de uso do aparelho em horas por mês.
3. Multiplique a potência pelo tempo de uso no mês para se ter o consumo mensal de energia em watt por hora (Wh)
4. Para se ter uma leitura como aparece na conta de energia divida o resultado por 1.000, assim você obterá o consumo mensal em quilowatt-hora (kwh).

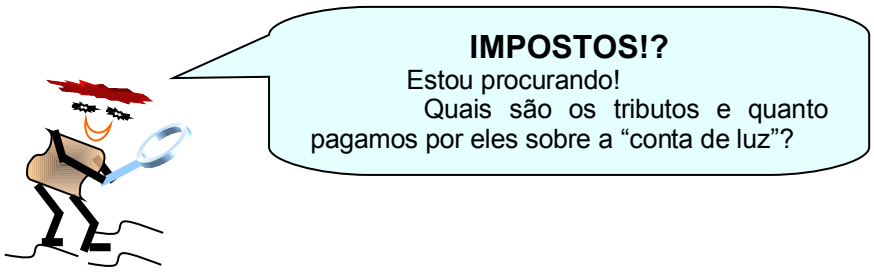
Resumindo:

Consumo Mensal (kWh/mês)	=	potência do aparelho (W)	x	número de horas de uso por mês	÷	1.000

Você sabia que deixar aparelhos ligados na tomada e impedir a circulação de ar atrás da geladeira são atitudes que encarecem a "conta de luz"?

Algumas dicas para reduzir as despesas com energia elétrica no final do mês.

- Lâmpadas: aproveite a iluminação natural, abrindo cortinas e janelas e procure utilizar lâmpadas fluorescentes.
- Geladeiras e freezer: Evite o abre e fecha das portas e não deixar aberto por muito tempo. Não coloque alimentos quentes e nem forre as prateleiras com toalhas ou similares, atrapalham a circulação do ar frio.
- Ferro de passar: Evite ligar e desligar com muita freqüência acumulando a maior quantidade de roupa possível.
- Chuveiro elétrico: Evite banhos demorados, mude a chave do chuveiro de inverno para verão nos dias quentes.
- Televisão: Desligue quando ninguém esta assistindo.
- Máquinas de lavar e secar: Utilize-as em sua capacidade máxima, entretanto sem sobrecarregá-las.



É isso ai, Eletrino, os tributos são pagamentos compulsórios devido ao poder público, que estão embutidos nos preços dos bens e serviços. Isso significa que nas contas de luz, além dos encargos setoriais, o consumidor de energia elétrica paga os tributos que são:

Tributos Federais:

- **PIS** – Programa de Integração Social.
- **COFINS** – Contribuição para Financiamento da Seguridade Social.

São tributos cobrados pela União para manter programas sociais do Governo Federal. Suas alíquotas são de 1,65% (PIS) e 7,6% (COFINS).

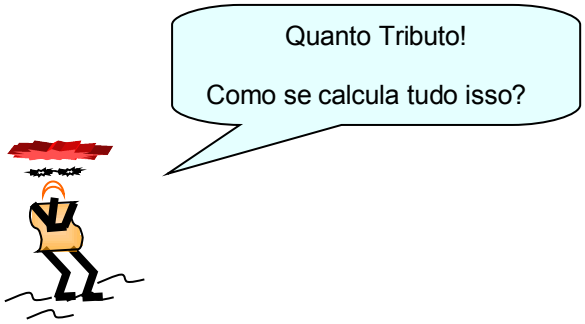
Tributos Estaduais:

- **ICMS** – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, previsto no artigo 155 da Constituição Federal é de competência dos governos estaduais e do Distrito Federal. O ICMS é regulamentado pelo código tributário de cada estado.

No Paraná, como previsto na legislação estabelecida pelo próprio Estado (Lei nº 11.580/1996), a alíquota do ICMS, sobre as contas de energia elétrica, varia de 25% a 27%.

Tributos Municipais:

- **CIP** – Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública.



Vamos ver um exemplo prático da incidência dos tributos na conta de luz de um consumidor paranaense:

1. Alíquota média do PIS aplicado: 1,04%
2. Quantidade de kWh consumido: 452 kWh
3. Alíquota média da COFINS aplicada: 4,76%
4. Alíquota do ICMS aplicada ao consumidor residencial: 27%
5. Valor kWh estabelecido pela Resolução ANEEL nº 663, de 24/06/2008, para um consumidor classificado como residencial: R$ 0,26067 por kWh.

$$\frac{Tarifa \quad publicada \quad pela \quad ANEEL}{(PIS + COFINS + ICMS)} = \frac{0{,}26067 / kWh}{1{,}04\% + 4{,}76\% + 27\%}$$

$$\frac{0{,}26067 / kWh}{0{,}0104 + 0{,}0476 + 0{,}27} = 0{,}387902 \text{ R\$/kWh}$$

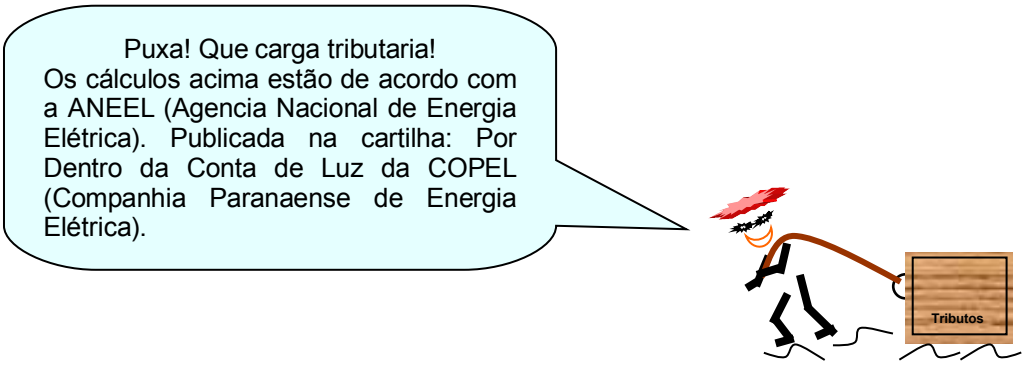
Segundo Passo: Multiplicar o valor do kWh com tributos inclusos (PIS, COFINS e ICMS) pela quantidade consumida.

R$ 0,387902 x 452 kWh = R$ 175,33

Terceiro Passo: Incluir no valor acima a Contribuição de Iluminação Publica (CIP). No caso de Maringá/Pr é de R$ 14,65

Total da conta a ser paga pelo Consumidor:

R$ 175,33 + R$ 14,65 = R$ 189,98



Assim, terminamos nossa viagem pelos caminhos da eletricidade, após conhecermos um pouquinho dos eletrodomésticos, passarmos pelo resumo de sua história, contemplar as diversas fontes de energia elétrica e analisar suas transformações e seu processo de transmissão descobrimos como ela entra em nossa casa e como é medida e cobrada com seus devidos impostos.

REFERÊNCIAS

CANTO, E., L., “Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano”, Moderna, São Paulo, 2004.

GONÇALVES, ,A. [et al.] “Física para o ensino médio” V. único, Scipione, São Paulo, 2002

MARSHALL BRAIN. *"HowStuffWorks – Como funcionam as redes elétricas"*. Publicado em 01 de abril de 2000 (atualizado em 09 de abril de 2008) http://ciencia.hsw.uol.com.br/redes-eletricas1.htm (13 de setembro de 2008)

RAMALHO, J. F. [et al.] “Os fundamentos da física” V 3, Moderna, São Paulo,1993

SILVA, J., A., [et.al.], Projeto Escola e Cidadania: Física, Editora do Brasil, São Paulo, 2000.

TORRES, C., M., A. [et al.] “Física: ciência e tecnologia” V. único, Moderna, São Paulo, 2001.

www.light.com.br (acesso 14/09/2008)

www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Cartilha_COPEL_pdf.pdf (acesso 14/09/2008), CARTILHA: “Por dentro da Conta de luz da COPEL”. ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica)