

Exp. 1 – Lâmpada

Parte 1 - Circuitos em C.C.

Aula 01 - 2009

Prof. Henrique Barbosa
Edifício Basílio Jafet - Sala 100
Tel. 3091-6647
hbarbosa@if.usp.br

<http://www.fap.if.usp.br/~hbarbosa>

Aula - 00

- Nota
 - 80% Sínteses
 - 50% Sínteses semanais
 - 30% Síntese final
 - 20% Apresentação
- A conversão de conceito para nota [0, 10] é feita numa conversa comigo no final da experiência.
- Os slides da aula estarão no site antes de cada aula.
- Não fique com dúvidas... Procurem por mim ou pelos outros professores. Todos estamos a disposição!

Quem sou eu?

- Sou professor e pesquisador do Instituto de Física. Minha formação foi na UNICAMP onde fiz o bacharelado (1998), o mestrado (2000) e o doutorado em Física (2004).
- Trabalho com física da atmosfera com ênfase em **modelagem numérica do sistema terrestre**, principalmente nas áreas de radiação, convecção e aerossóis.
- Antes de vir para a USP, trabalhei como pesquisador do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais entre 2004 e 2008.

Onde me encontrar?

<http://www.fap.if.usp.br/~hbarbosa>

Edifício Basílio Jafet - Sala 100
Tel. 3091-6647
hbarbosa@if.usp.br

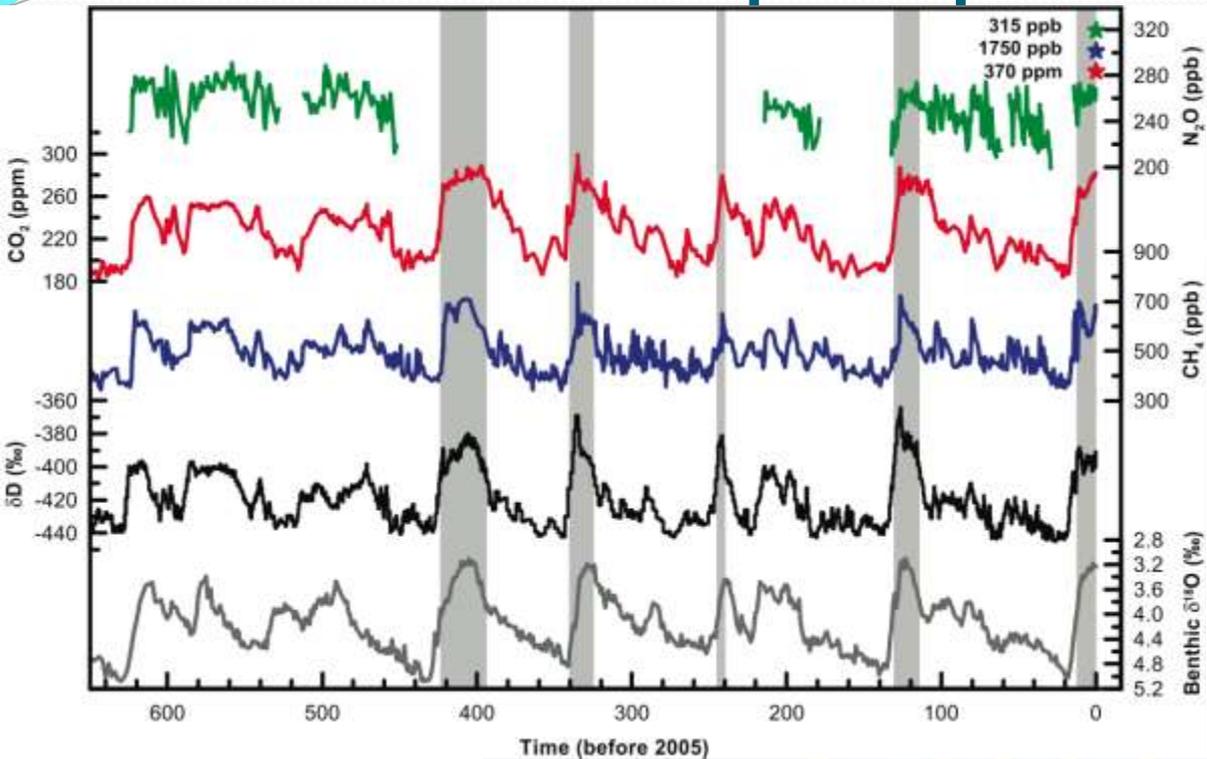
SALA 100
BASILIO JAFET

AUDITORIO NOVO

LISTAS DE DISCUSSÃO:

- do LabFlex
- da nossa turma

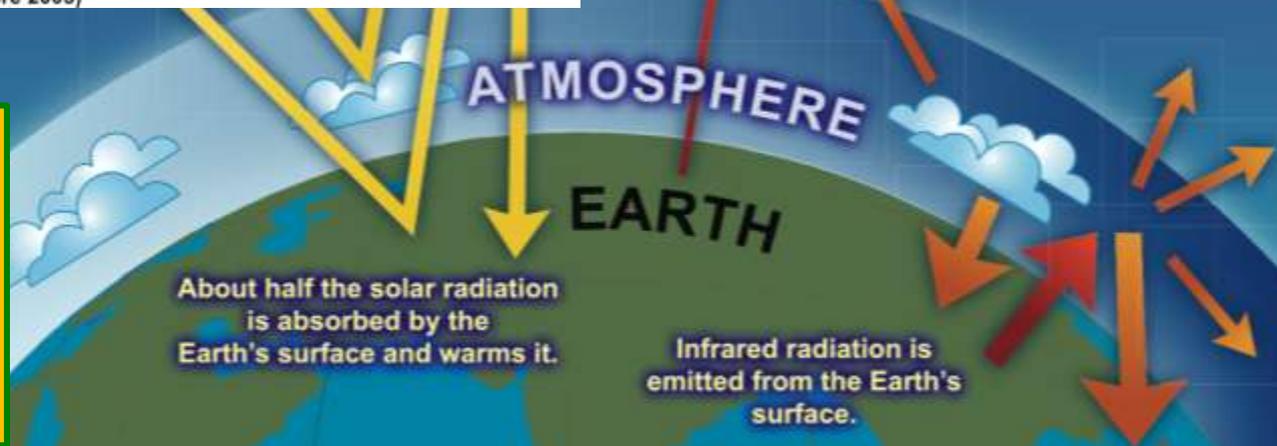
Sobre minha pesquisa

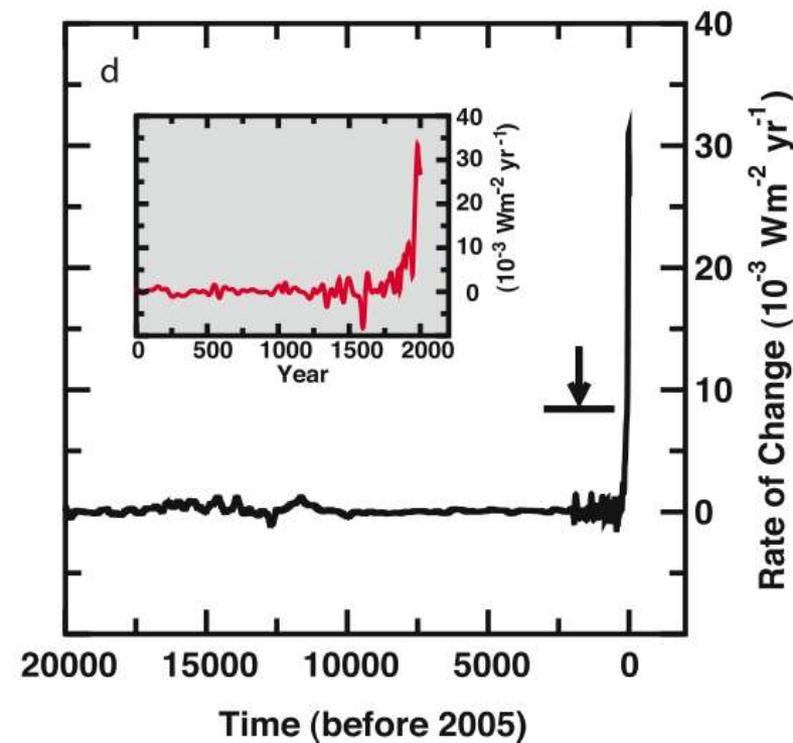
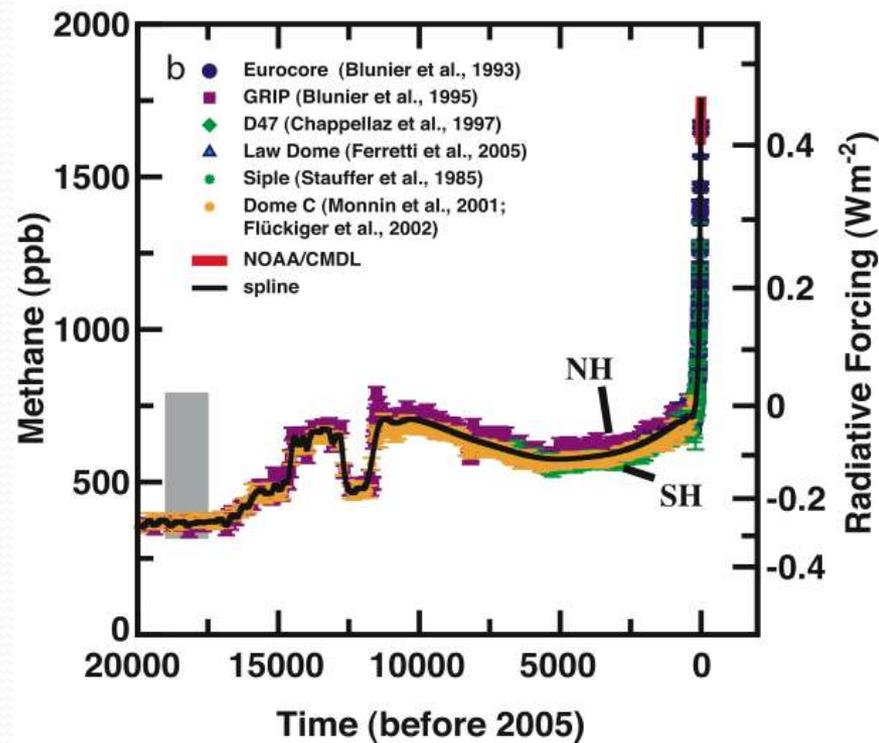
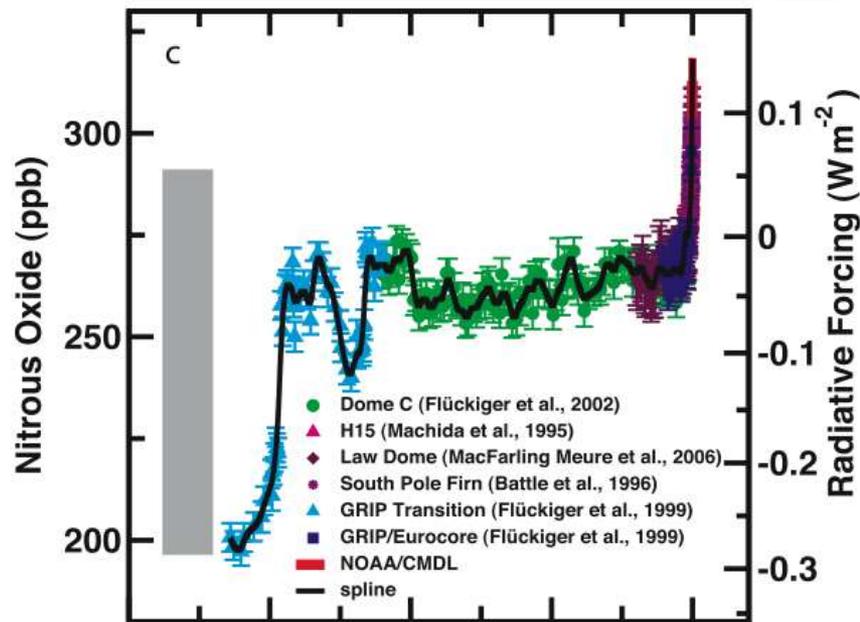
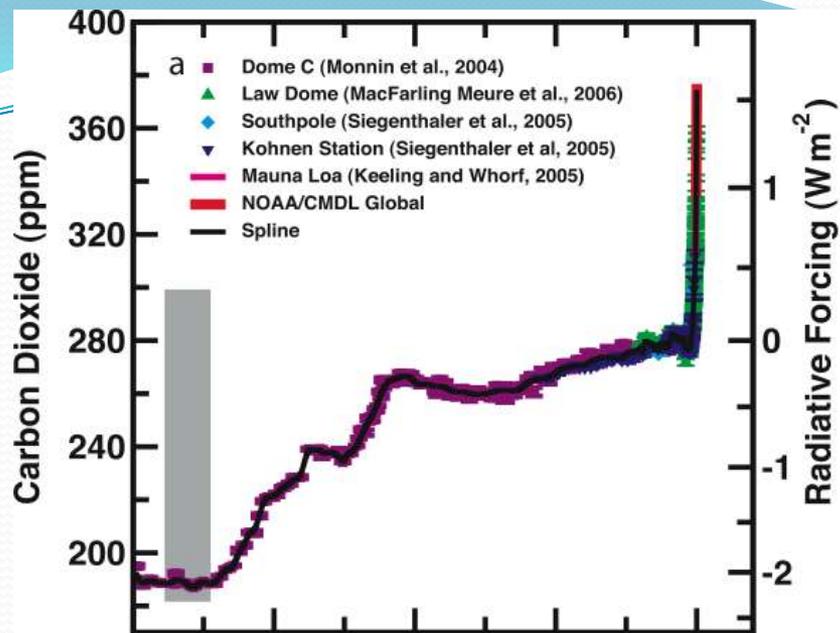


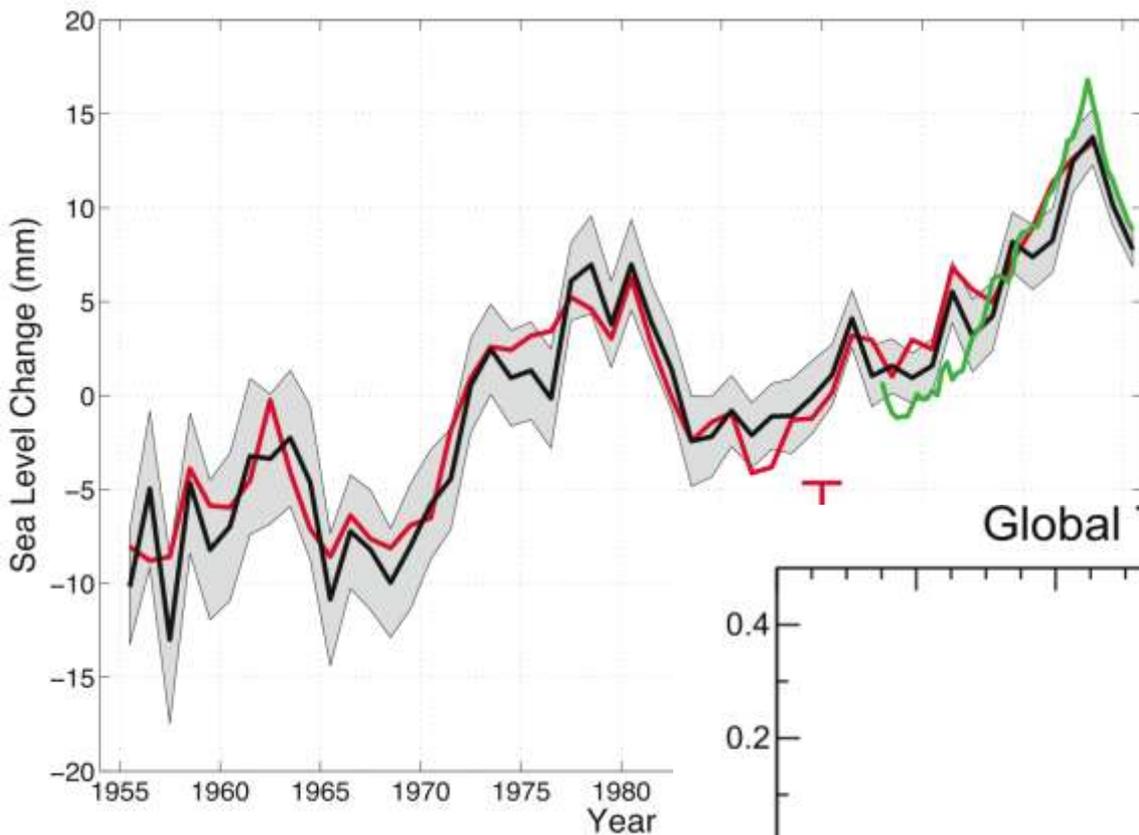
The Greenhouse Effect

Some of the infrared radiation passes through the atmosphere but most is absorbed and re-emitted in all directions by greenhouse gas molecules and clouds. The effect of this is to warm the Earth's surface and the lower atmosphere.

A atmosfera é transparente à radiação solar e opaca ao infravermelho. O efeito estufa natural permite que haja vida na Terra.

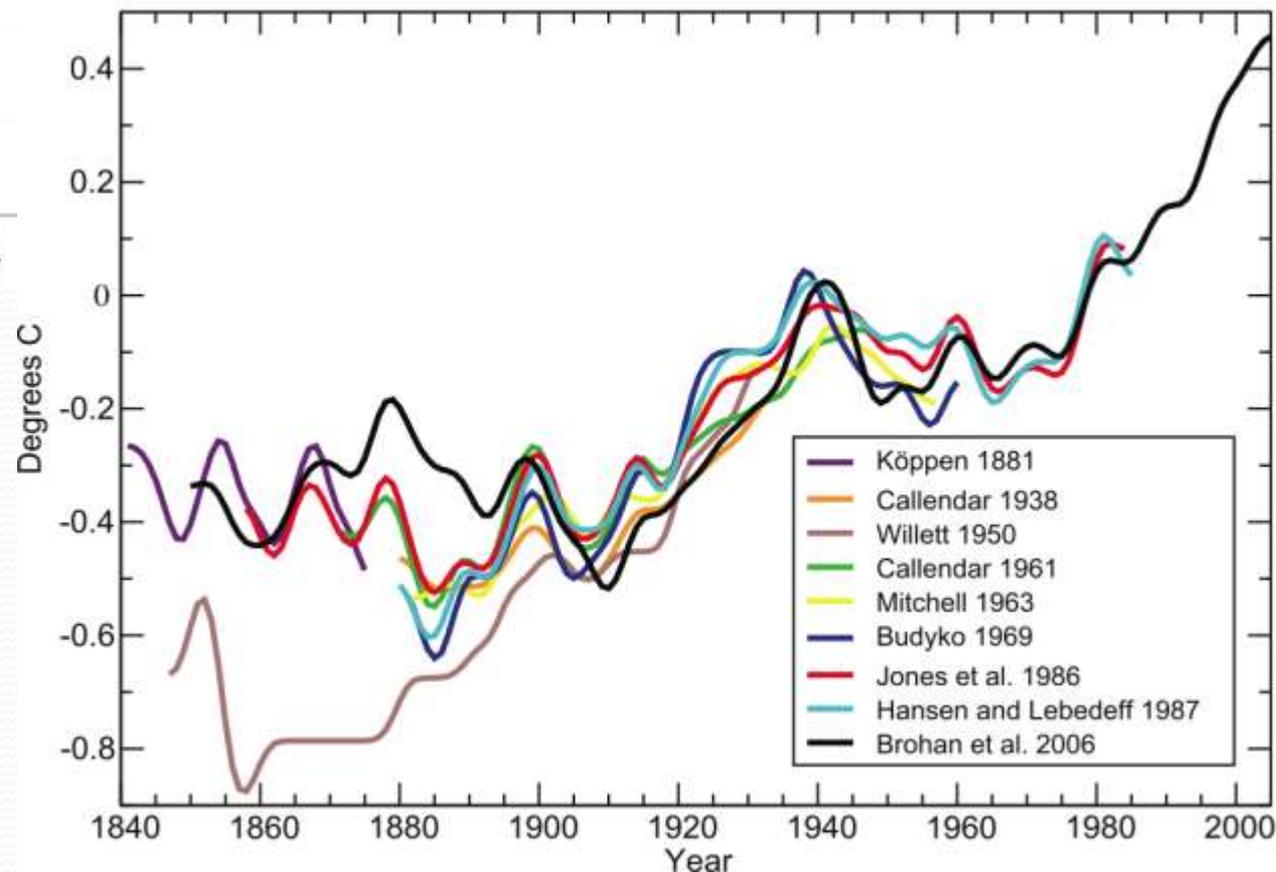


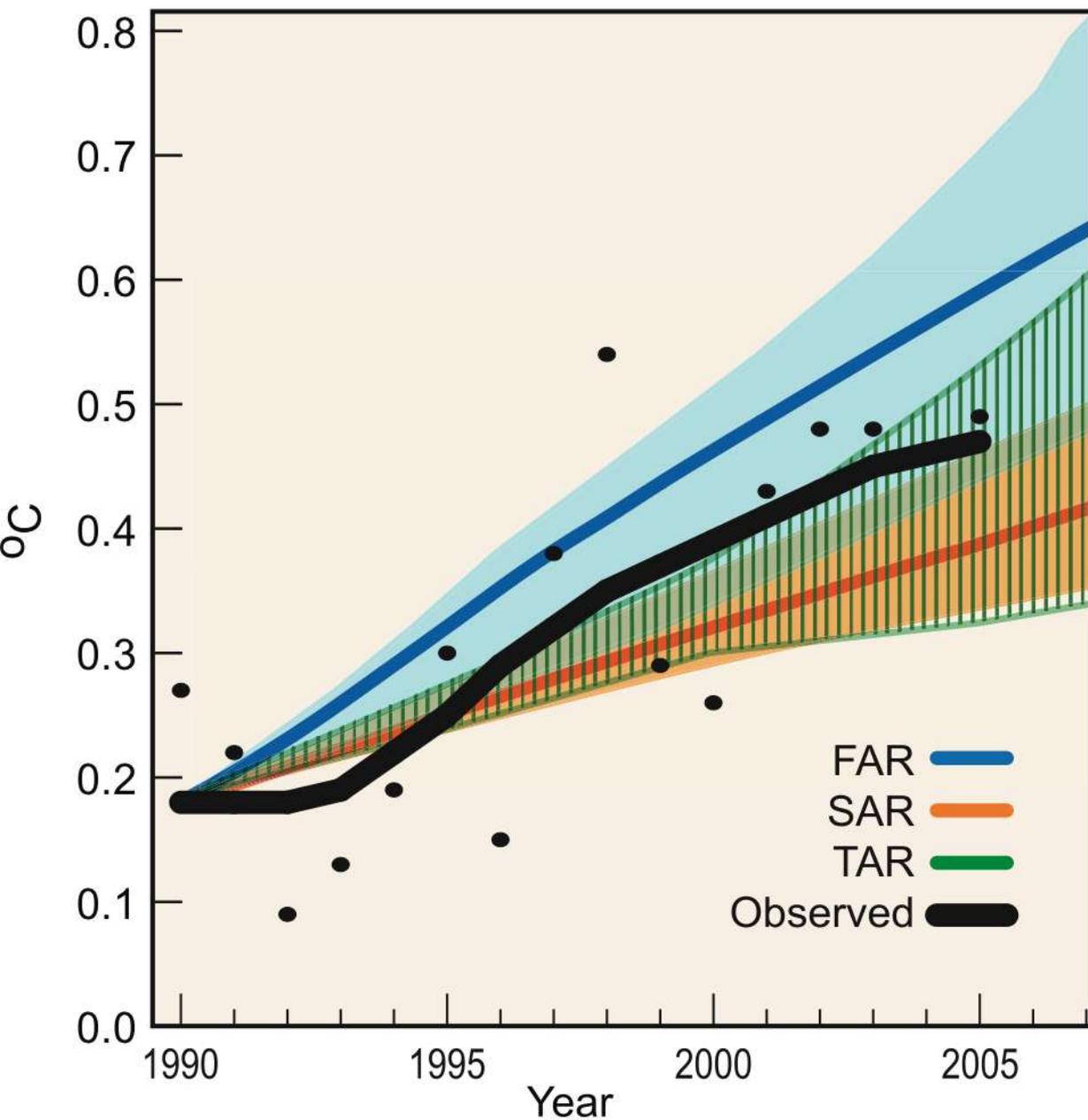




Global Temperature Time Series

Alguns efeitos já são observados, como o aumento da temperatura e do nível do mar





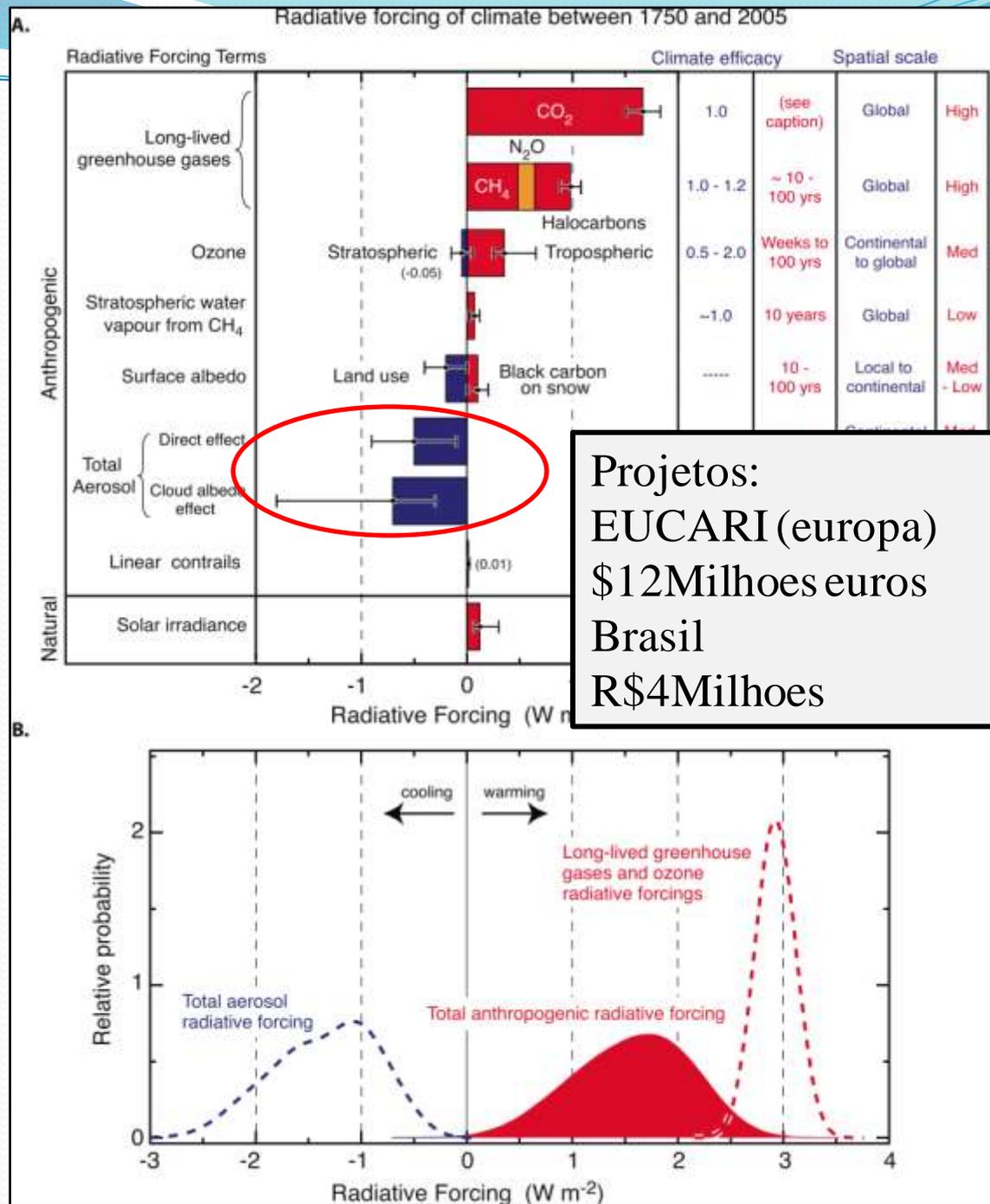
Enquanto cientistas, precisamos entender que outros efeitos ou conseqüências podem haver... Para isso, é preciso fazer **simulações.**

Apesar das previsões terem acertado, sabemos que os modelos numéricos não são perfeitos!

A forçante radiativa dos gases de efeito estufa é pequena (2 em 340W/m^2), mas suficiente para causar todo o problema das mudanças climáticas.

Mas notem as barras de erro (incerteza) na forçante devido aos efeitos diretos e indiretos dos aerossóis...

É preciso entender a interação aerossol-radiação-nuvens-clima melhor!

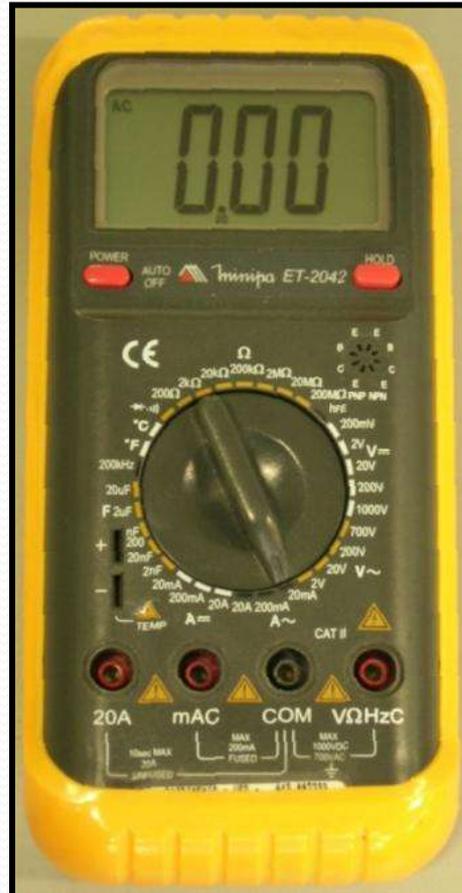


Linhas / Projetos

- Parametrização de cúmulos rasos / ciclo diurno da precipitação na Amazônia. Qual o efeito dos aerossóis?
- Fluxos de umidade atmosféricos na América do Sul, qual o papel da Amazônia? Mudanças para o futuro?
- Desenvolvimento do modelo brasileiro de mudanças climáticas (INCT / FAPESP)
 - Prévia: colocamos gases do efeito estufa, aerossóis, química e transporte no modelo de previsão de tempo e clima do CPTEC
- AEROCLIMA - Direct and indirect effects of aerosol on climate in Amazonia and Pantanal

EXPERIÊNCIA 1

Lâmpada (e também pilhas, circuitos, instrumentos, etc.)



Experiência 1: Lâmpada

Queremos entender como uma lâmpada incandescente funciona. Para isso teremos 4 semanas:

1. Circuitos de Corrente Contínua

- Como medir grandezas elétricas?
- Os instrumentos de medida influenciam no resultado de uma medida? Como escolher o instrumento certo?

2. Pilha e Lâmpada

- Como varia a tensão de uma pilha ou em uma lâmpada em função da corrente?

3. Potência de uma lâmpada

- Como varia a potência da lâmpada em função da temperatura do filamento?

4. Radiação emitida por uma lâmpada

- Como varia a radiação emitida pela lâmpada em função do comprimento de onda da luz?

Alguns Conceitos Importantes

Vamos precisar rever uma série de conceitos que vocês já aprenderam no 2º grau e que devem estar vendo com detalhes em Física 3.

- Potencial elétrico
- Corrente elétrica
- Energia e potência
- Resistência elétrica
 - Lei de Ohm
- Medindo tensões, correntes e resistências.

Campo elétrico

- A força elétrica entre duas cargas:

$$\vec{F}(q_1, q_2) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$

- A interação entre cargas elétricas pode ser descrita por intermédio de um campo (análogo ao campo gravitacional), que chamamos campo elétrico:

$$\vec{F}(q) = q\vec{E}$$

- Se for um conjunto de cargas:

$$\vec{F}(q) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i \qquad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i$$

Potencial

- A força elétrica é **conservativa**, isto é, o trabalho realizado por ela sobre uma carga depende das posições inicial e final da carga mas não do caminho entre elas. Assim sendo, podemos associar a ela uma **energia potencial**:

$$U = \int_{P_0}^{P_1} \vec{F} \cdot d\vec{l} + U(P_0)$$

Constante arbitrária

- E definimos o **potencial elétrico** (análogo ao potencial gravitacional) como a energia potencial de uma carga dividida pela carga:

$$V(P) = \frac{U}{q} = - \int_{P_0}^P \frac{\vec{F}}{q} \cdot d\vec{l} + \frac{U(P_0)}{q} = - \int_{P_0}^P \vec{E} \cdot d\vec{l} + V(P_0)$$

Campo elétrico e potencial

- Usando o que aprendemos de cálculo vetorial no 1º ano da faculdade, podemos escrever o campo elétrico como o gradiente do potencial:

$$V(P) = - \int_{P_0}^P \vec{E} \cdot d\vec{l} + V(P_0) \quad \longrightarrow \quad \vec{E} = -\nabla \cdot V$$

Onde:
$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \hat{x} + \frac{\partial}{\partial y} \hat{y} + \frac{\partial}{\partial z} \hat{z}$$

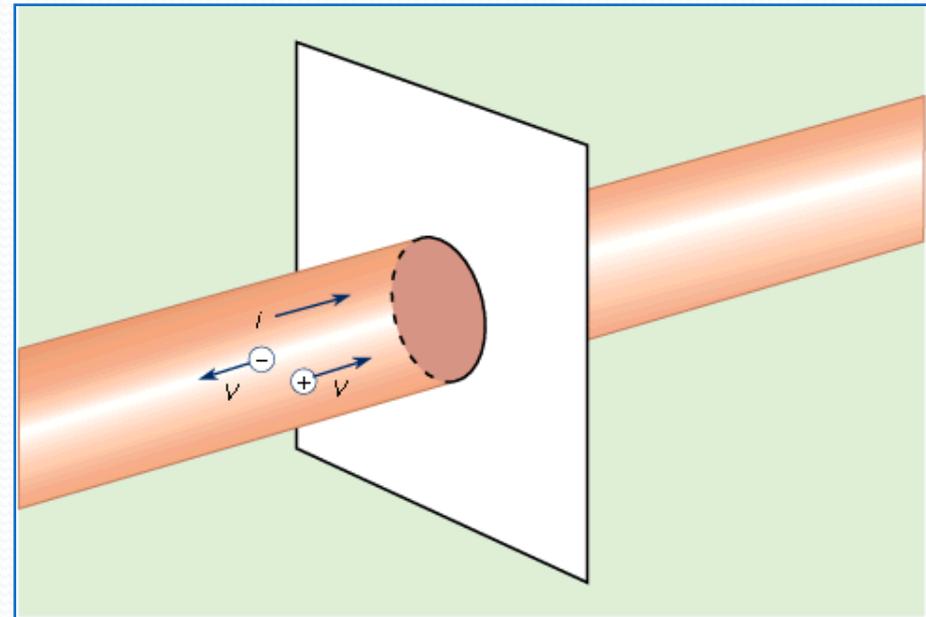
- Unidade do potencial = volt
- Unidade do campo elétrico = volt/metro

Corrente

- Se uma carga sofre a ação de uma força, então ela pode se movimentar!
- Define-se a corrente elétrica como sendo a quantidade de carga que atravessa uma secção transversal de um condutor por unidade de tempo

$$i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt}$$

- Unidade:
Ampère: $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$



Energia e Potência

- Sob a ação de uma força (aceleração), uma carga vai também **mudar sua velocidade** e, conseqüentemente, **mudar sua energia cinética!**
- Sejam dois corpos iguais que aumentam a sua velocidade de uma mesma quantidade, porém em intervalos de tempo diferentes.
 - Em um corpo a transferência de energia se deu mais rapidamente que no outro.
 - Ou seja, a potência aplicada foi diferente nos dois!

Energia e Potência

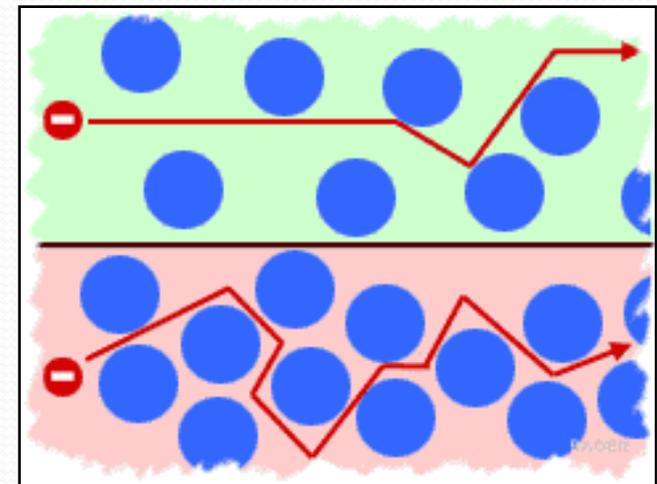
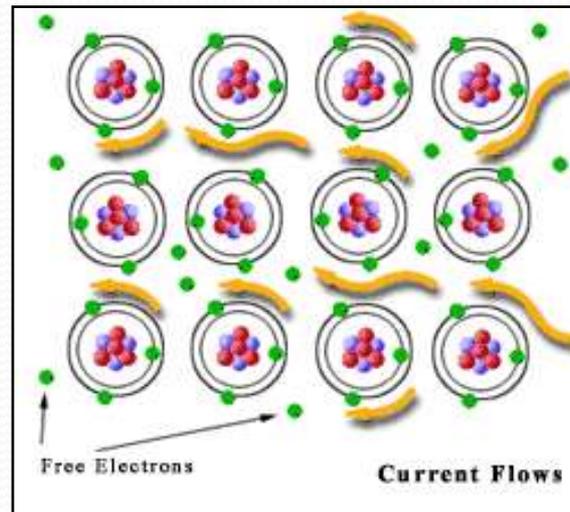
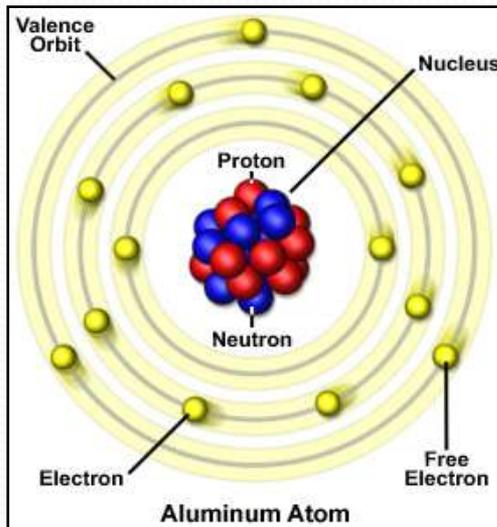
- Define-se potência como sendo a taxa de realização de trabalho, ou seja:

$$P = \frac{dW}{dt} = V \cdot i$$

- Dois casos distintos
 - Potência negativa → Fornecendo energia.
 - Potência positiva → Absorvendo energia.
- Unidade: Watt: $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$

Resistência elétrica

- Corrente elétrica
 - Elétrons livres se movendo em um condutor
 - Interação com outros elétrons e átomos do material
 - Resistência à movimentação das cargas



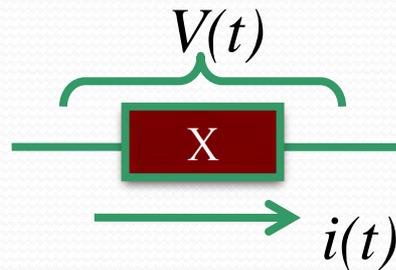
<http://www.magnet.fsu.edu/education/tutorials/magnetacademy/superconductivity101/fullarticle.html>

http://www.powerworks.com.au/env_electricity01.asp

http://www.physics4kids.com/files/elec_conduct.html

Resistência elétrica

- A resistência elétrica de um elemento resistivo X é a razão entre a voltagem e a corrente que passa por esse elemento:



$$R_X = \frac{V_X}{I_X}$$

- Essa é a definição geral de resistência elétrica, que vale para elementos resistivos:
 - **ôhmico (linear)**= caso em que a resistência é constante seja qual for o valor de V_x e de i_x
 - **não ôhmico (não linear)**= que é o caso em que a resistência varia para valores diferentes de V_x e i_x

Lei de Ohm

- A Lei de Ohm diz que:

$$V_X = Ri_X \quad \text{sendo} \quad R = cte$$

- Esta resistência não deve depender da tensão ou corrente no circuito utilizado, bem como de outras variáveis, como temperatura. **Quando isso ocorre o elemento é dito ôhmico ou linear.**
- Unidade de resistência
 - ohm = volt/ampère
 - $\Omega = V / A$

Potência dissipada em um Resistor

- Em um resistor

$$R = \frac{V}{I}$$

- Deste modo, podemos calcular a potência absorvida como sendo:

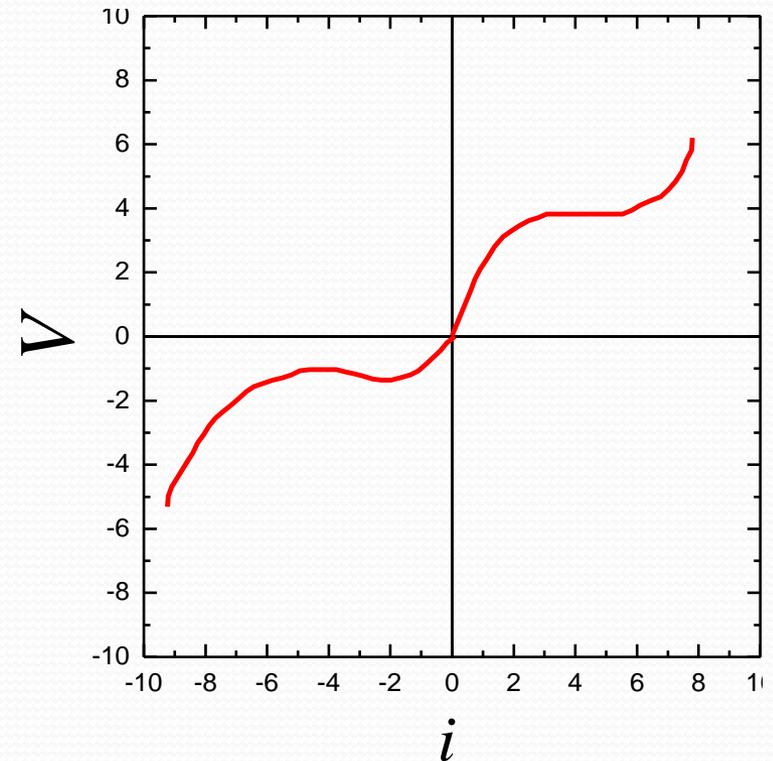
$$P = V \cdot i$$

$$P = R \cdot i^2 \quad \text{ou} \quad P = \frac{V^2}{R}$$

Nada disso é
novidade

O que é curva característica?

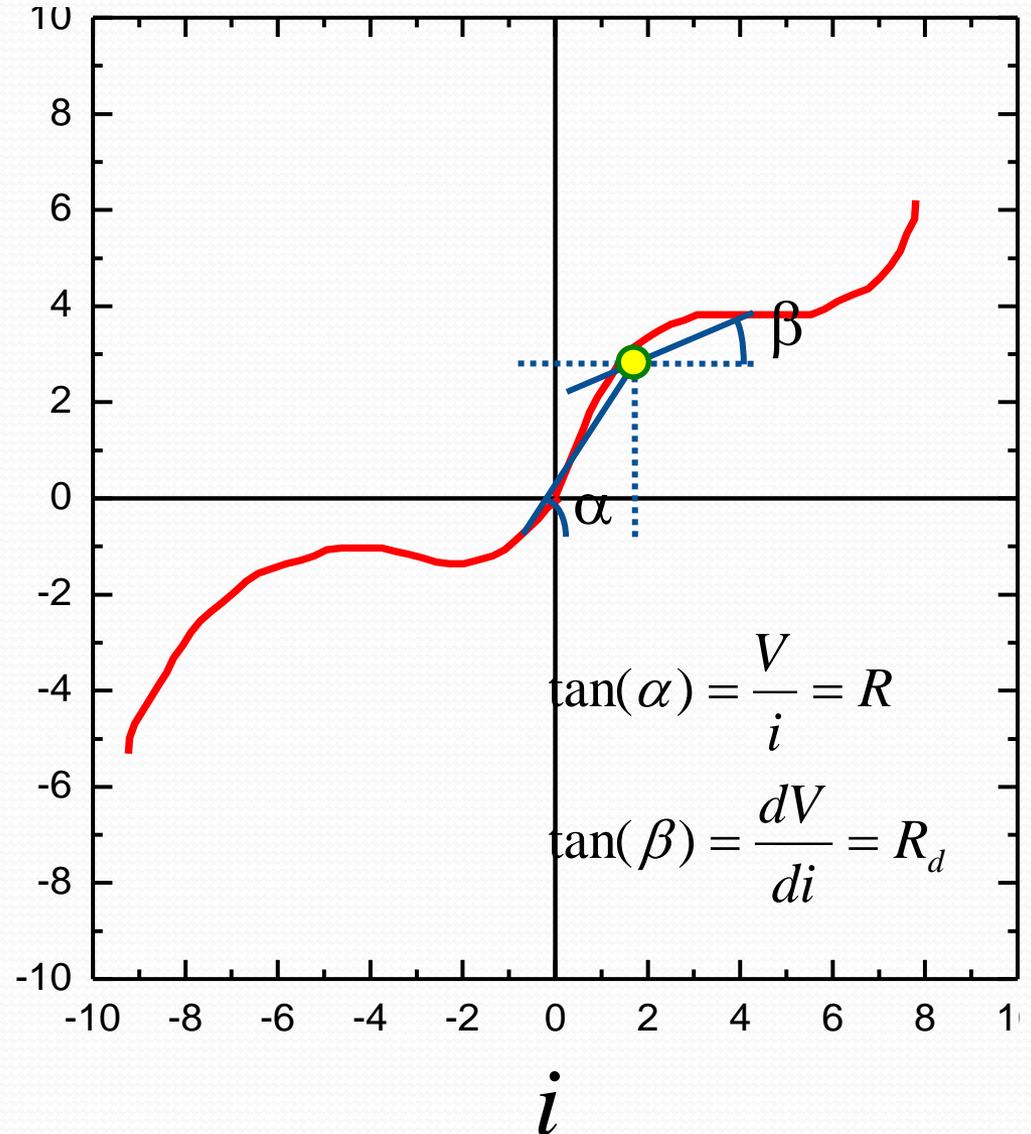
- Curva característica é o gráfico da tensão V (ordenada) em função da corrente i (abscissa). Esse gráfico serve para caracterizar o comportamento do elemento sob determinadas condições de trabalho.
- Pela definição que fizemos de um elemento resistivo, temos que é $V_x=0$ quando $i_x=0$.
- Ou seja, para um elemento resistivo a curva sempre passa pelo “zero”.



Curva Característica

- Pontos importantes
 - $i = 0$ para $V = 0$
 - Não há corrente se não há tensão aplicada
- A resistência vale:
 - $R = V/i$
- Resistência dinâmica:
 - $R = dV/di$
 - Relevância prática

V



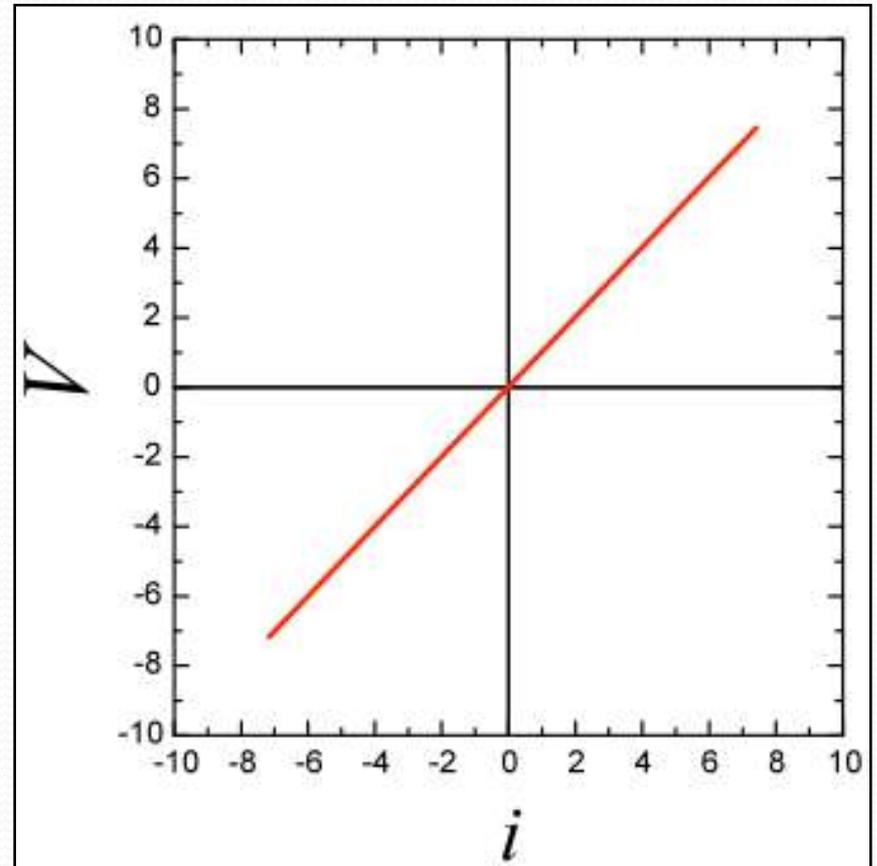
Técnicos e engenheiros preferem $i \times V$

Exemplo: Resistor Ôhmico

- No caso do resistor ôhmico,
 - $R = V/i = \text{const.}$, ou seja:

$$V \propto i$$

- Curva característica
 - Reta
 - Resistência dinâmica = resistência



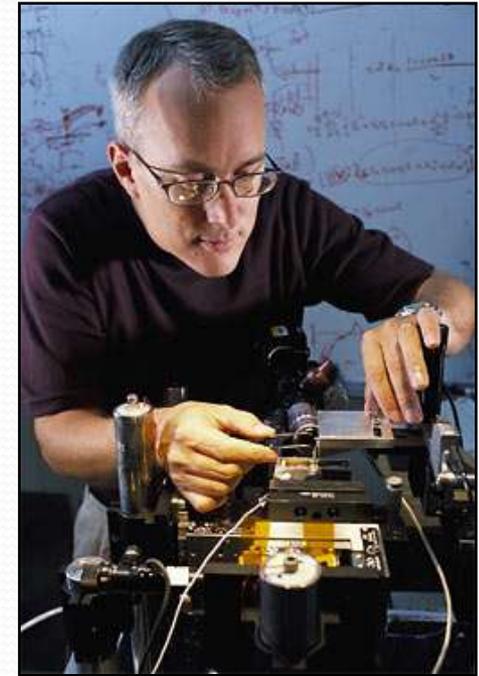
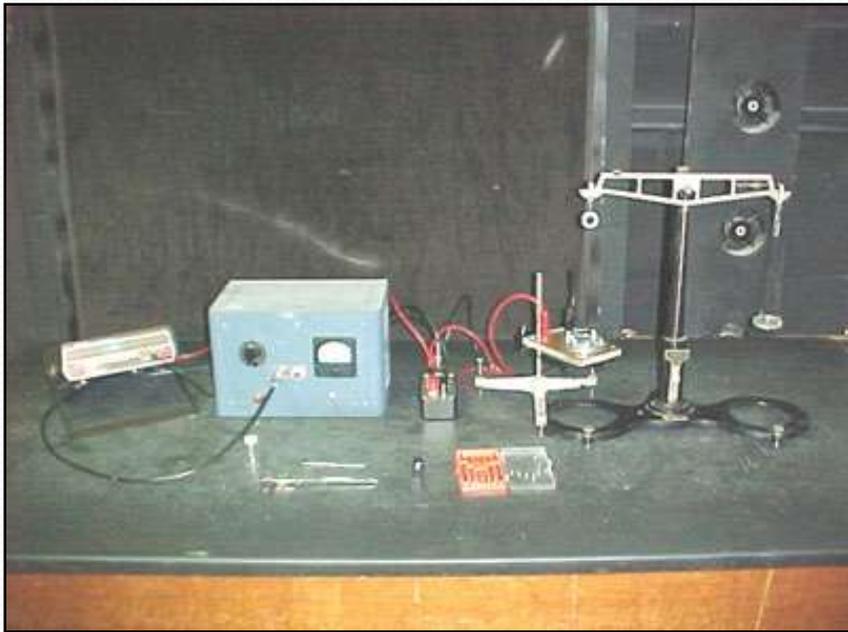
Objetivos da Semana

- Se familiarizar com equipamentos do laboratório
 - Como realizar medidas elétricas
 - Fontes, multímetros, computador, etc.
- Medir as características de alguns componentes simples
 - Resistor, lâmpada, pilhas, chuveiro elétrico, etc.
- Estudar a influência dos instrumentos de medidas utilizados

Como medir eletricidade?

Exemplos:

- Balanças mecânicas que medem a força
 - entre dois fios (de corrente)
 - ou entre dois objetos (eletrostática)



<http://physics.unl.edu/history/histinstr/electric.html>

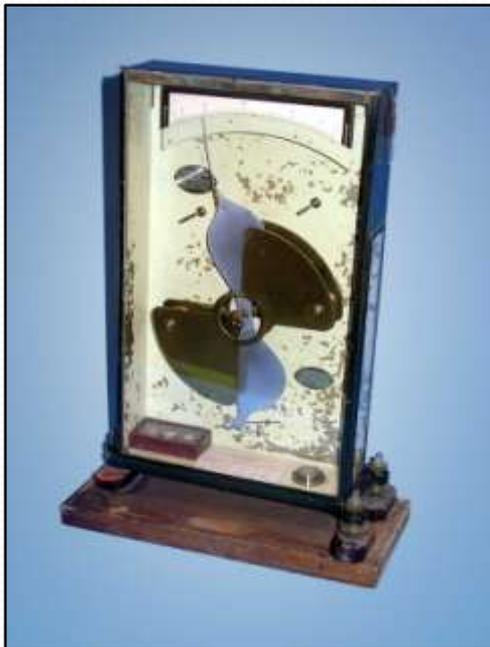
<http://www.mel.nist.gov/galleryph/calres/pages/pratt.htm>

<http://www.dartmouth.edu/~physics/labs/descriptions/electrostatic.balance.html>

Como medir eletricidade?

Instrumentos mais práticos:

- Amperímetros/voltímetros/osciloscópios/etc.
 - Instrumentos utilizados para medir correntes, tensões elétricas, etc.



Sir William Thomson's Patent Electrostatic Voltmeter #10004

J. White, Glasgow

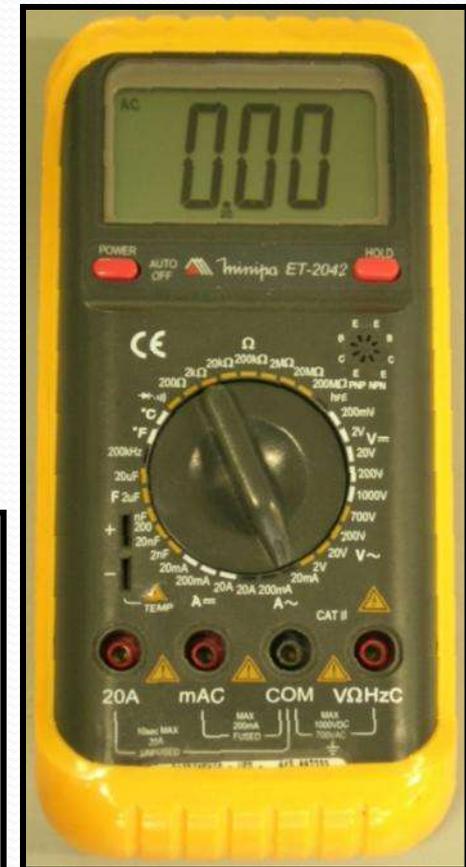
This instrument, devised by William Thomson (Lord Kelvin) in 1887, met a need in the growing electrical industry. It utilizes the force between two electrified bodies, in this case insulated parallel plates, one set fixed and the other moveable. Using the different weights supplied with the instrument one can measure potential differences of 50 to 10,000 volts. Electrostatic meters have the advantages that they use no current and can equally well be used with alternating and direct potential differences.

Como medir eletricidade?

Instrumentos mais práticos e mais modernos, como os multímetros.

MULTÍMETRO

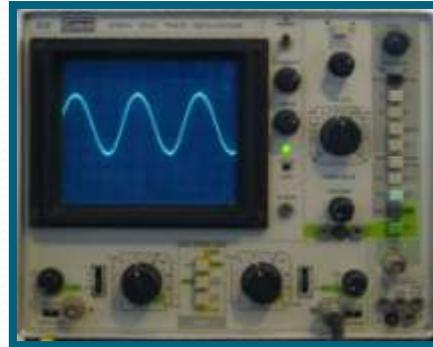
Voltímetro
Amperímetro
Ohmímetro
Capacitômetro
Indutômetro
Frequencímetro



Instrumentos básicos de um laboratório de eletricidade

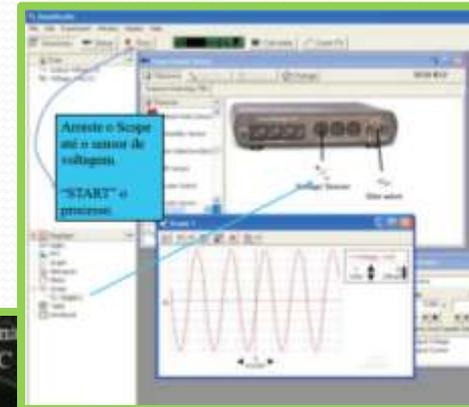
MULTÍMETRO

Osciloscópio { Voltímetro instantâneo $V(t)$
Cronômetro



Fontes de tensão e corrente

{ Pilha / bateria
Fontes CC (DC)
Fontes CA (AC)



Interfaces para aquisição de dados (*multi I/O*)

{ Fontes programáveis
Voltímetro
Cronômetro
Frequencímetro



Como usar o multímetro

- Entrada (ou porta) COM (comum)
 - Utilizada sempre
- As outras portas dependem do que vai medir (V, Ω , mA, etc)
- Olhe o seletor para saber o que está medindo
 - Cuidado com tensão (e corrente) contínua e alternada!
- HOLD, trava a leitura



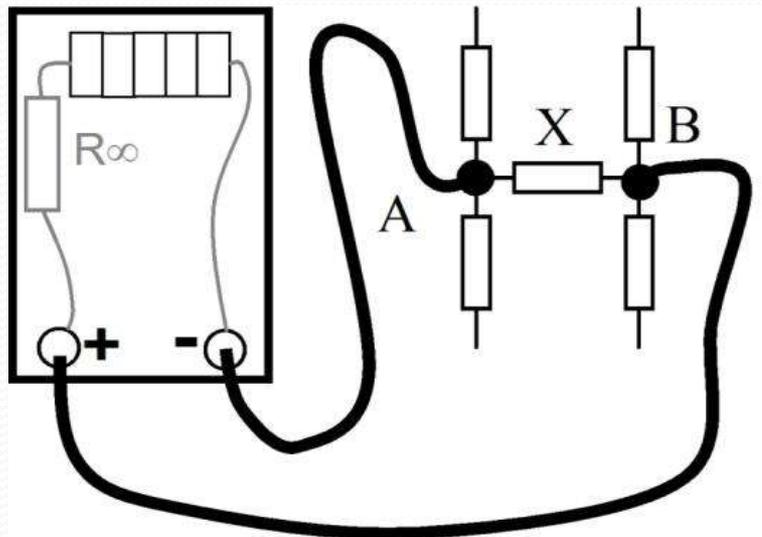
Como usar o multímetro

- Fiquem atentos à escala utilizada
- Olhem os Algarismos disponíveis na tela, os Algarismos podem mudar com o valor medido.
- Fiquem atentos para a precisão (incerteza) do instrumento
 - Olhem o manual
 - Depende do modelo e da escala utilizada!

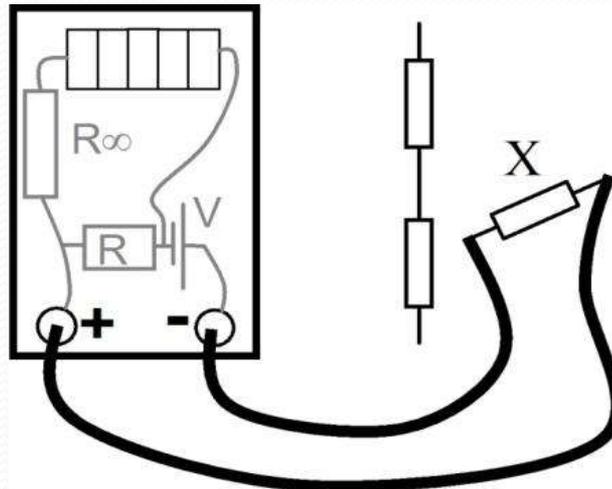


Como usar os medidores

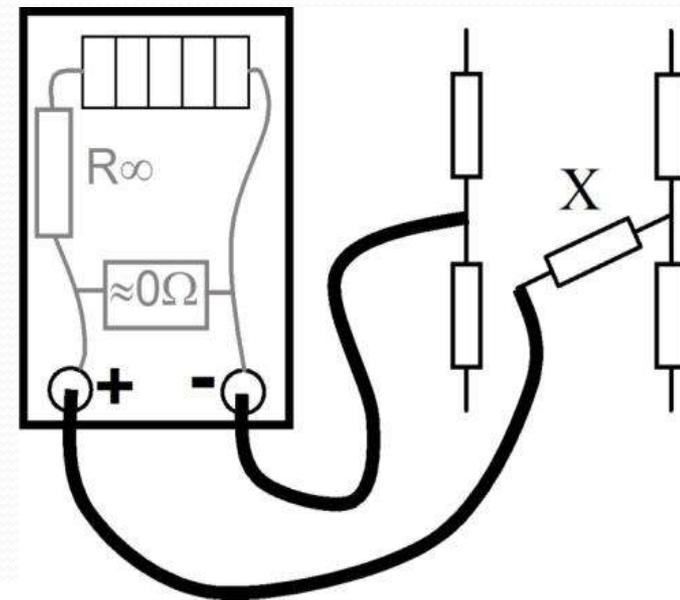
Voltímetro



Ohmímetro



Amperímetro



Interface de Aquisição de dados



Entradas digitais:
medir pulsos digitais

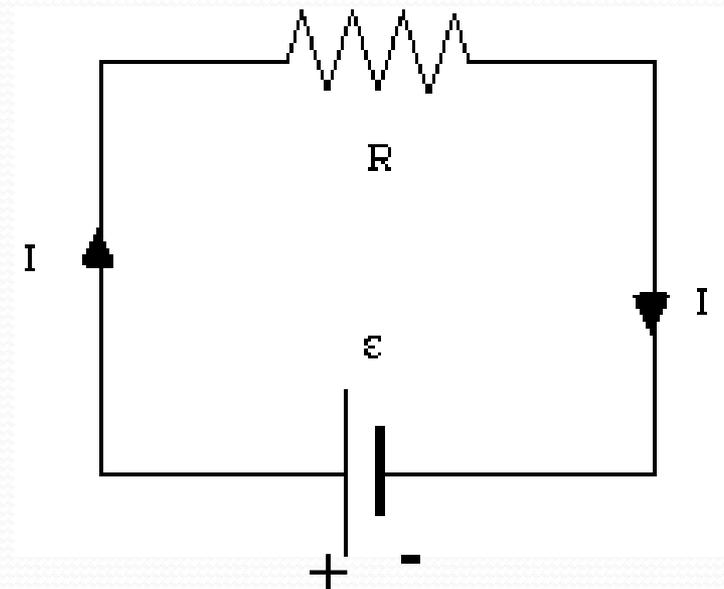
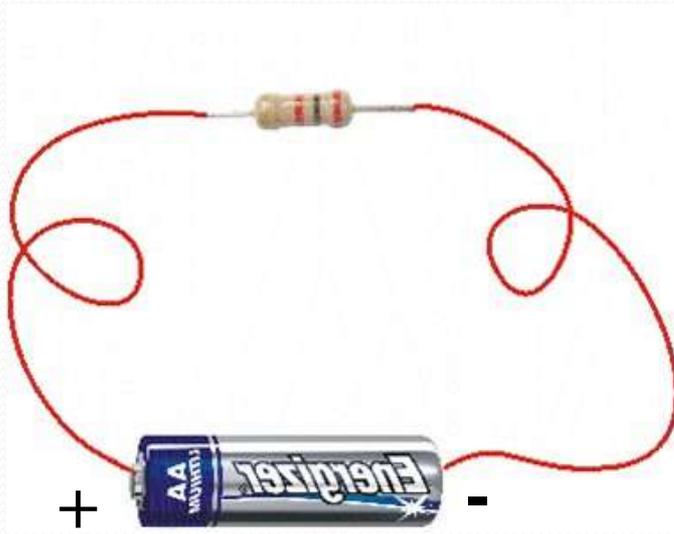
Entradas analógicas:
Um osciloscópio com
memória

Saída analógica
programada:
Fonte DC
Fonte AC
rampa

- Podemos utilizar esta interface como voltímetro, osciloscópio ou fonte e adquirir os dados diretamente no computador
- Ver programa DataStudio nos micros do Lab

Medidas em Circuitos Simples

- Seja um circuito elétrico simples composto de uma pilha e um resistor.
- Como medimos a tensão e a corrente no resistor com um multímetro?



Medindo tensão

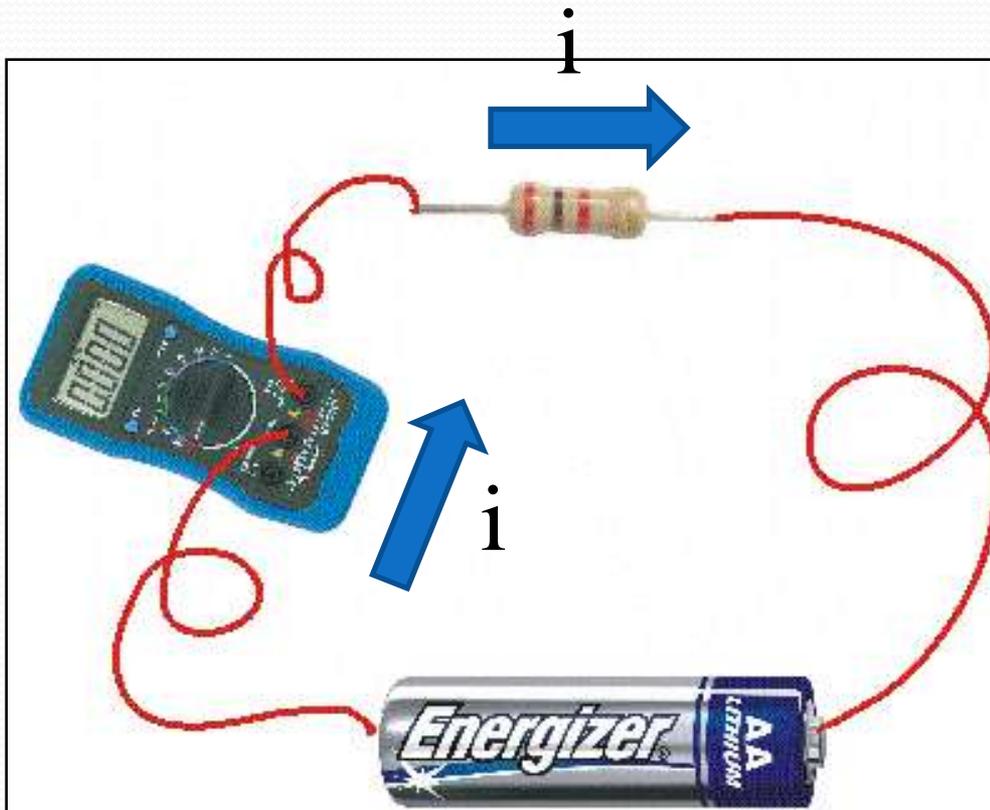
- O voltímetro deve ser colocado em paralelo com o elemento sobre o qual se quer medir a tensão:



PORQUE ?

Medindo corrente

- O amperímetro deve ser colocado em série com o elemento cuja corrente se quer medir:



PORQUE ?

Atividades da Semana (parte 1)

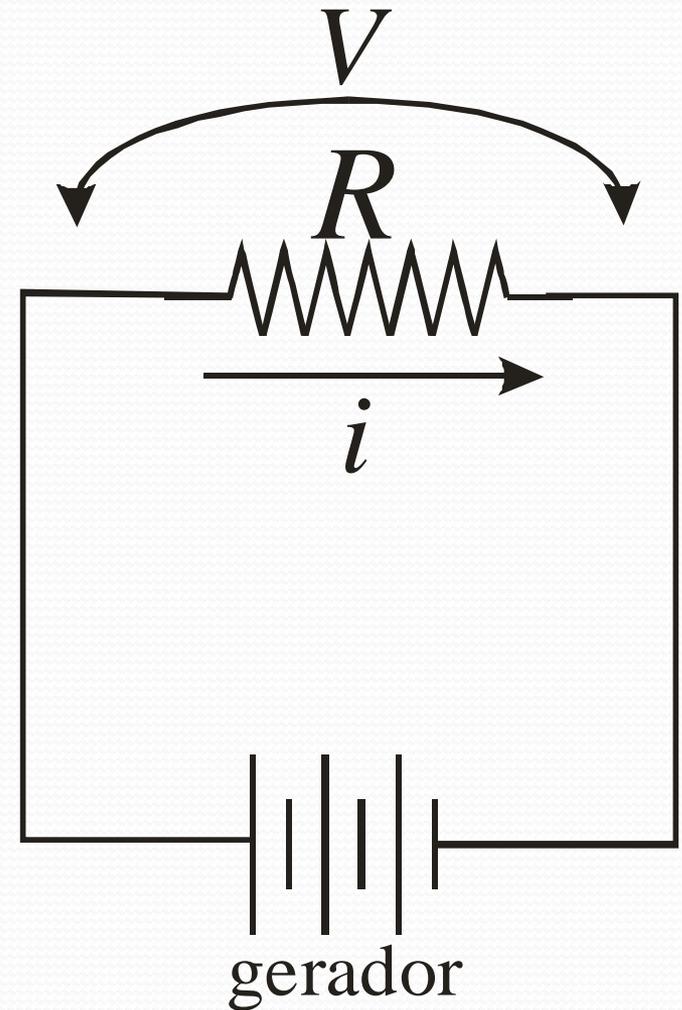
- Realizar medidas elétricas de elementos simples:
- Tensão elétrica de uma pilha A ou AA
- Resistência elétrica de:
 - Chuveiro elétrico
 - Resistor comercial simples
 - Lâmpada comum de 60W (ou 100W), 127 V
 - Resistência entre as mãos
 - Diodo simples (nas duas polaridades)
 - LDR (no escuro e no claro)
- Comparar com valores nominais
 - Ou calcular valores esperados a partir de valores nominais
 - Apresentar resultados em uma tabela apropriada e discutir.

Atividades da Semana (parte 2)

- Medir a curva característica de dois resistores ôhmicos simples (gráfico de $V \times i$)
 - R grande e R pequeno (resistores pintados de preto).
 - Realizar medidas com tensão entre 0 e 20 V
 - Ajustar dados obtidos a retas apropriadas e comparar os valores experimentais de resistência elétrica com o esperado
- Apresentar gráficos apropriados (circuitos 1 e 2), com os ajustes obtidos e discutir para cada resistor.
 - 4 conjuntos de dados

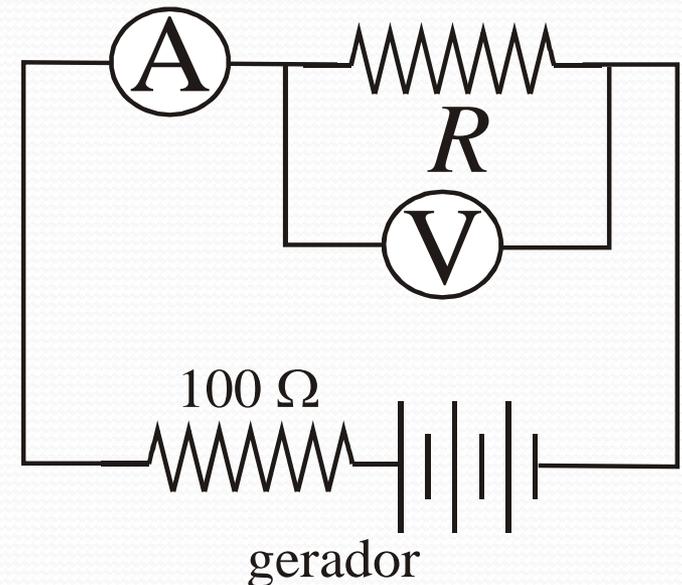
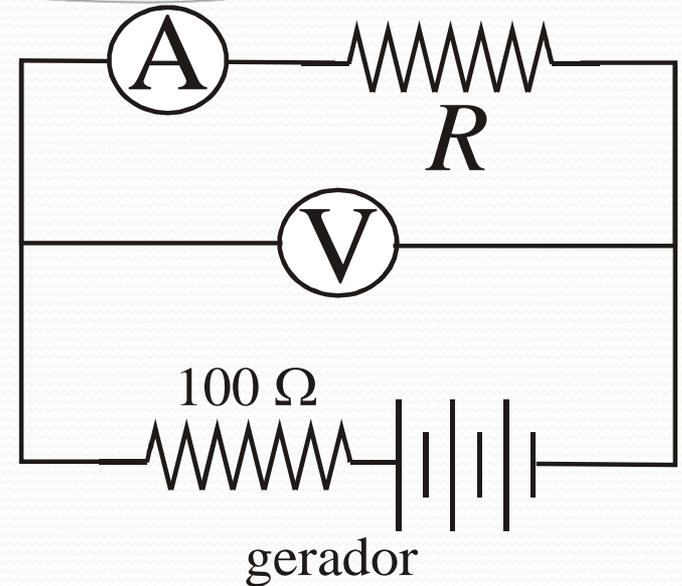
Levantando a curva característica

- Como mede uma curva característica?
 - Medimos a tensão sobre o elemento utilizando um voltímetro
 - Medimos a corrente que atravessa o elemento utilizando um amperímetro
 - **Variamos a tensão no gerador** e **repetimos a medida**
- Fazemos o gráfico $V \times i$
- Quantos pontos são necessários para caracterizar bem a curva?



A medida na prática

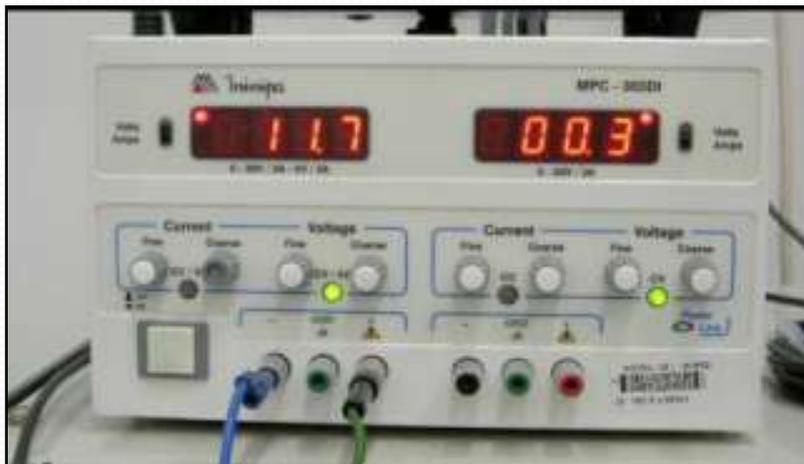
- Utiliza-se um voltímetro para medir a tensão no resistor
- E um amperímetro para medir a corrente no resistor
- O resistor de $100\ \Omega$ é para limitar a corrente no circuito
 - Cheque qual é a corrente máxima, neste caso
- Duas opções de circuito elétrico
 - Qual é melhor?
 - Faz diferença?
- Existem outras opções??



Quem é a nossa pilha?

Vai ser uma fonte de corrente/tensão

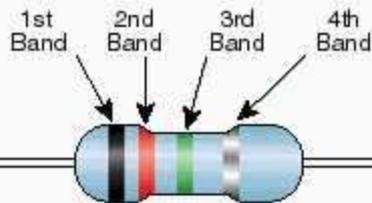
- DC - Direct Current - Tensão/Corrente contínua
- Modo tensão (regula V, I depende do circuito)
- Modo corrente (regula I, V depende do circuito)



Quem é nosso resistor?

- Serão dois resistores desconhecidos (pintados de preto), de tamanho e resistências bem diferentes.

Standard EIA Color Code Table 4 Band: $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, and $\pm 10\%$



Color	1st Band (1st figure)	2nd Band (2nd figure)	3rd Band (multiplier)	4th Band (tolerance)
Black	0	0	10^0	
Brown	1	1	10^1	
Red	2	2	10^2	$\pm 2\%$
Orange	3	3	10^3	
Yellow	4	4	10^4	
Green	5	5	10^5	
Blue	6	6	10^6	
Violet	7	7	10^7	
Gray	8	8	10^8	
White	9	9	10^9	
Gold			10^{-1}	$\pm 5\%$
Silver			10^{-2}	$\pm 10\%$



Atividades da Semana (parte 3)

- Com as medidas de resistências realizadas, a partir das curvas características com os circuitos 1 e 2, é possível determinar as resistências internas do voltímetro e amperímetro utilizados.
- Obtenha as **resistências internas** do voltímetro **(RV)** e amperímetro **(RA)** e compare-as com as fornecidas pelo fabricante (manual)



PONTOS QUE VOCÊS DEVEM TER EM MENTE

Ideal x Real

- Diferentemente da teoria, tudo o que encontram no laboratório é real e não ideal (incluindo professores e alunos...)
- O que isso acarreta:
 - Jamais há um único fenômeno físico ocorrendo, há vários ocorrendo ao mesmo tempo.
 - Nem sempre os instrumentos de medida vão dar leituras verdadeiras.
 - Nem sempre os elementos de circuito ou fontes de alimentação vão funcionar conforme o fabricante, ou o manual, informa.

Então como contornar isso?

Planeja o experimento ANTES de entrar no lab. Por exemplo, para levantar a curva característica de um resistor desconhecido você precisa:

- Ter uma noção do valor dele, dentro de um intervalo grande, para escolher os instrumentos de medida

Ou seja:

- Usar resistores de proteção de potência elevada
- Fazer um cálculo prévio da tensão máxima que poderá usar no circuito utilizado
- Fazer a estimativa das correntes e tensões de modo que tenha certeza que os voltímetros e amperímetros são adequados

Dica 1

- Quantos pontos em cada curva característica??
 - **Resposta:** Tantos quantos forem necessários para uma boa definição da resistência (coeficiente angular). O que você acha que é uma boa definição da resistência?
- **Atenção:** Tudo que aprenderam sobre análise de erros nos laboratórios 1 e 2 é absolutamente necessário neste laboratório, e se espera que vocês apliquem tudo o que aprenderam em todas as experiências. Sínteses sem análise de erros não têm valor prático e são bastante penalizadas.

Dica 2

- **Teste do dedo:**

- Como os resistores que têm à disposição não são ideais, se a potência dissipada por eles for muito elevada, primeiro eles **aquecem**, depois **cheiram a queimado** e em seguida se **queimam**.
- Já quando aquecem, dependendo da temperatura, deixam de ser ôhmicos, e **você não quer que isso aconteça, certo?**
- Então ponha o dedo sobre eles e se estiverem quentes, desligue a fonte e repense a sua experiência.
- **Se cheirar queimado, desligue a fonte antes de qualquer outra ação!!!! Não fique tentando ver o que está errado com a fonte ligada!!!!**

Para próxima segunda feira

- Entregar a síntese desta experiência até a próxima segunda feira às 8:00hs da manhã.
- Dessa síntese deve constar, pelo menos:
 - **Descrição SUSCINTA do que foi feito**
 - **Tabelas e gráficos (acompanhados da imprescindível análise de erros), título e legenda que os identifique.**
 - **Comentário sobre os resultados obtidos levando em conta os erros experimentais.**
 - **Conclusões**
- Número máximo de páginas: 4 (eu só leio as primeiras 4 páginas).