



Física Experimental III

Notas de aula: www.dfn.if.usp.br/~suaide

LabFlex: www.dfn.if.usp.br/curso/LabFlex

Aula 4

Prof. Alexandre Suaide

Ramal: 7072

Ed. Oscar Sala (Pelletron), sala 246

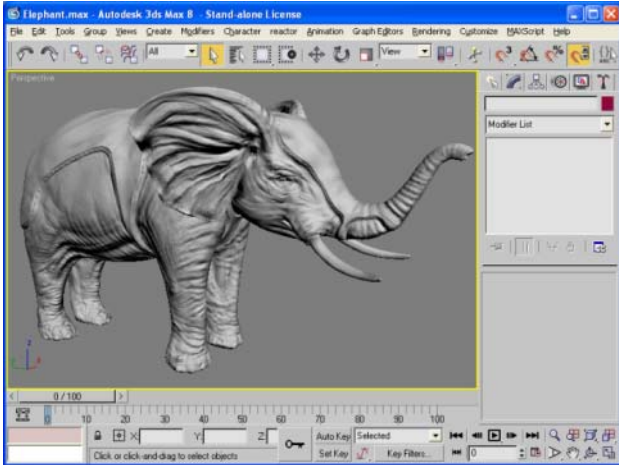
O que já foi feito...

- Estudo de circuitos simples
 - Como os instrumentos afetam as medidas realizadas
 - Quantificação deste efeito
- Estudo de elementos simples
 - Resistor Ôhmico
 - Elementos não Ôhmicos
 - Lâmpada – Corpo negro
 - Pilha e diodo – potência e modelagem
 - Cuba linear (esta semana)
- Relatório para o dia 17/9

Assuntos a serem discutidos

- Modelagem e análise de dados
 - Diodo
 - Pilha
 - Consistência de modelagem.
 - Extrapolações e previsões a partir de dados
- Alguns fundamentos sobre tensão e corrente alternada
- Atividades para a próxima semana
 - Modelo “microscópico” para resistor
 - Cuba eletrolítica
 - DataStudio

Modelagem e análise de dados



Descrever ...

... e saber prever



Análise com consistência de modelo

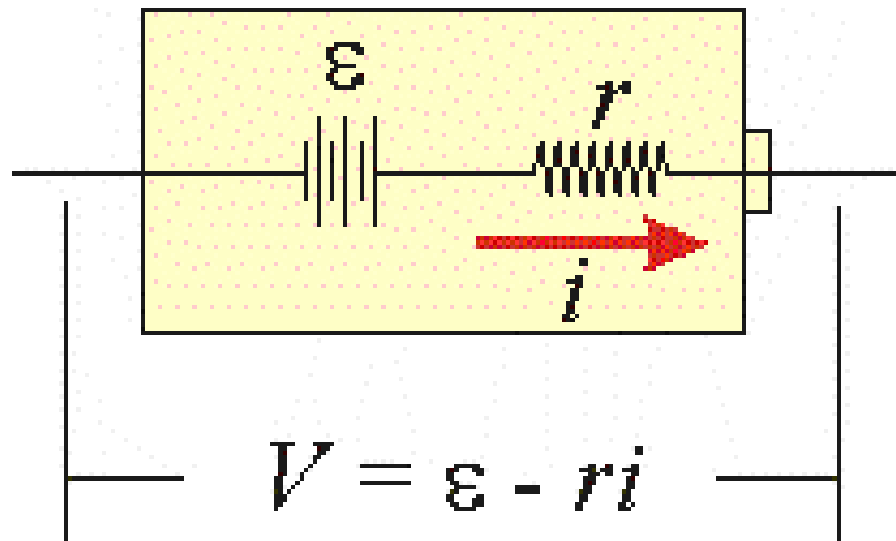
- Quando analisamos dados devemos ter em mente as seguintes idéias:
 - Qual o modelo que queremos aplicar a estes dados?
 - O que este modelo prevê?
 - As grandezas derivadas dos dados também se ajustam ao modelo proposto?
- Tem havido a prática de sempre buscar a melhor função para o ajuste
 - Estas funções são consistentes com o modelo?
 - Qual o significado disto do ponto de vista físico?

Um modelo para a pilha

- Construindo um modelo simples para a pilha
 - A tensão elétrica vem de reações químicas
 - Podemos assumir que esta tensão é constante e depende das características químicas
 - Quando passa corrente pela pilha há resistência pois o material que a compõe não é condutor
 - Então a tensão medida exteriormente sofre uma queda por haver esta resistência

Um modelo para a pilha

- Construindo um modelo simples para a pilha



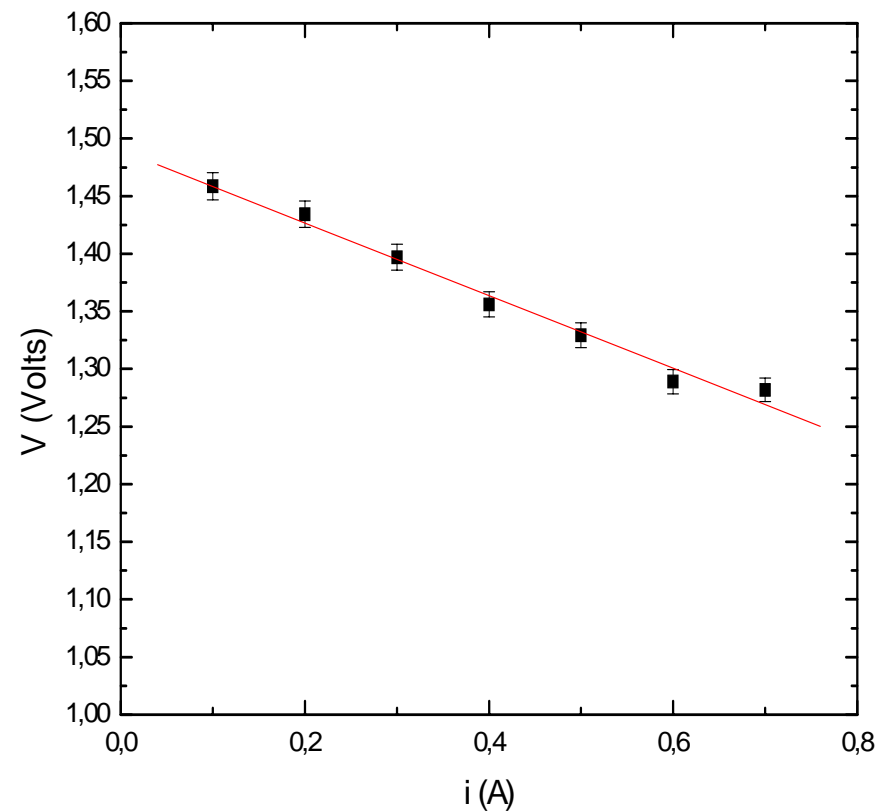
- Vamos testar este modelo com dados e realizar previsões

Curva característica da pilha

- Se o modelo for razoável, esperamos obter uma reta da forma

$$V = \varepsilon - ri$$

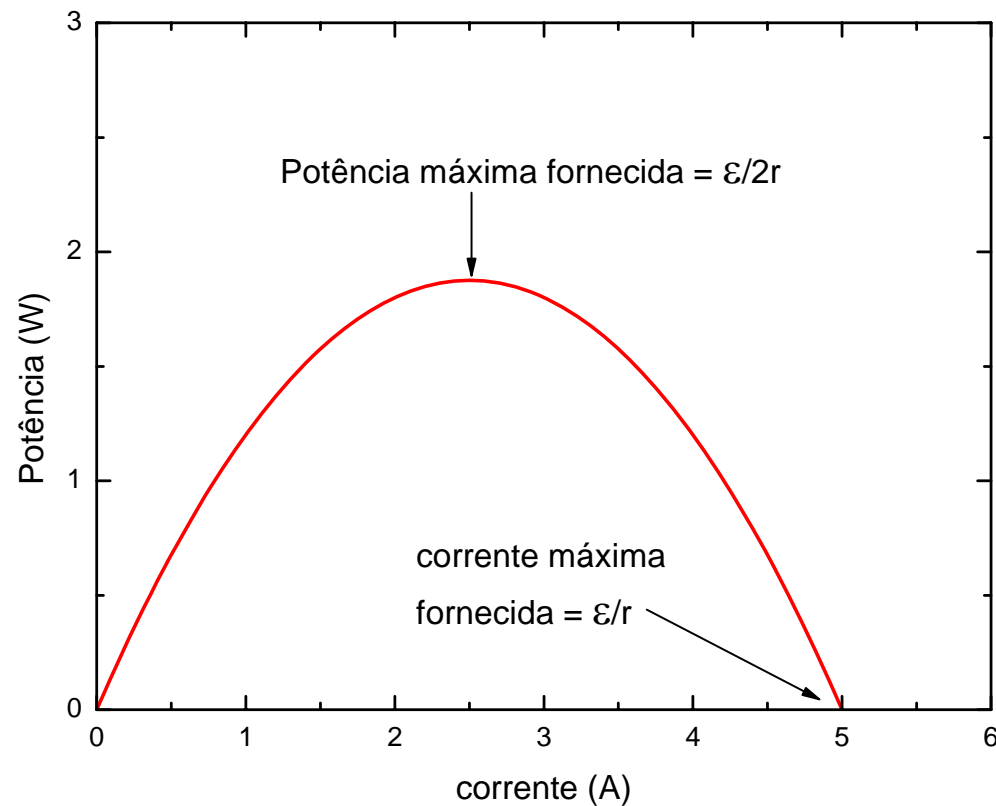
- Onde ε e r podem ser extraídos a partir do ajuste da expressão acima nos dados experimentais.
- Primeiro passo, analisar as curvas características



Potência fornecida por uma pilha

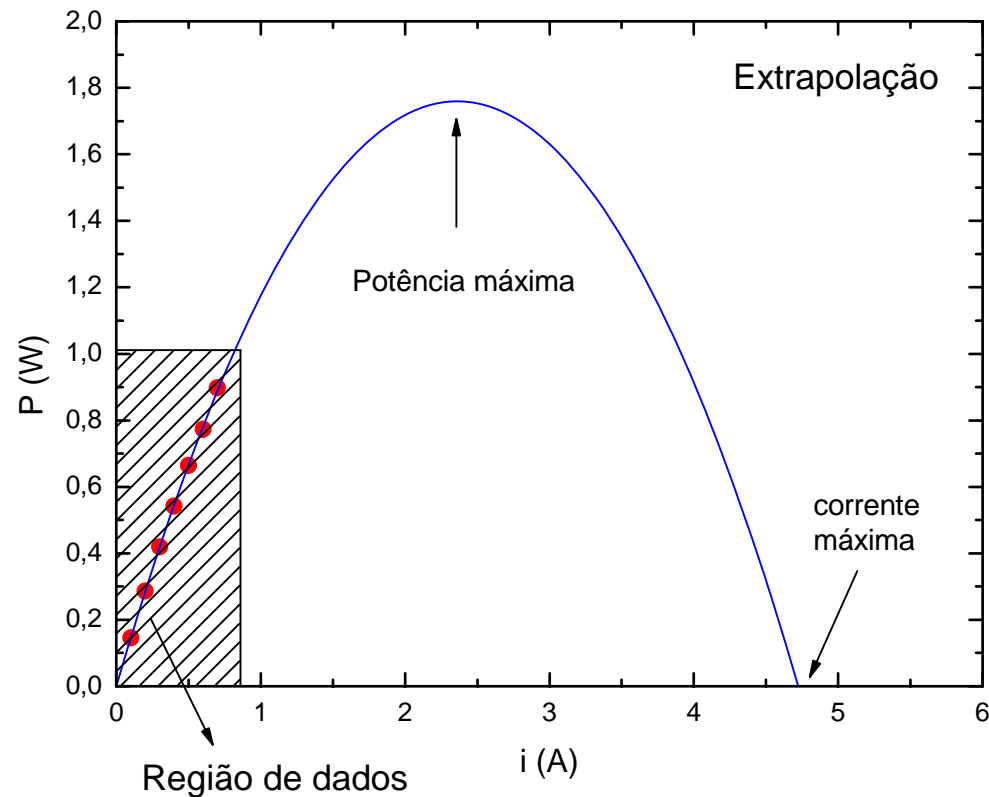
- Podemos escrever que

$$P = Vi = (\varepsilon - ri)i = \varepsilon i - ri^2$$



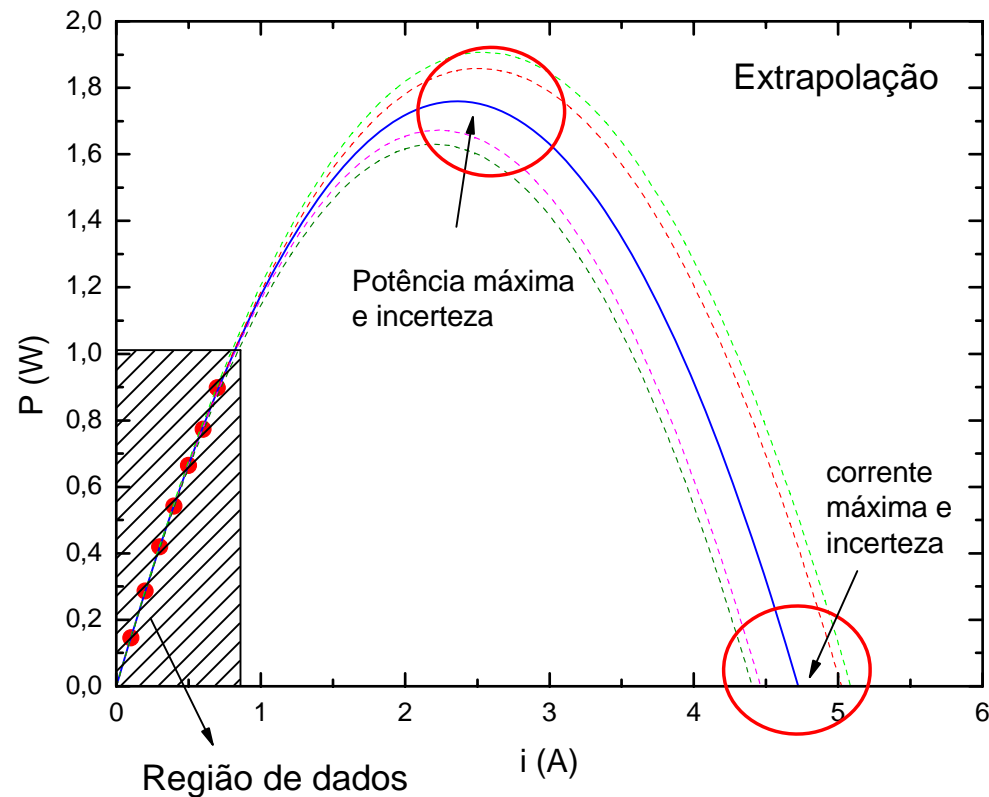
Extrapolação de curvas

- Muitas vezes o experimento impõe limitações quanto ao alcance dos dados. Temos que fazer extrapolações.



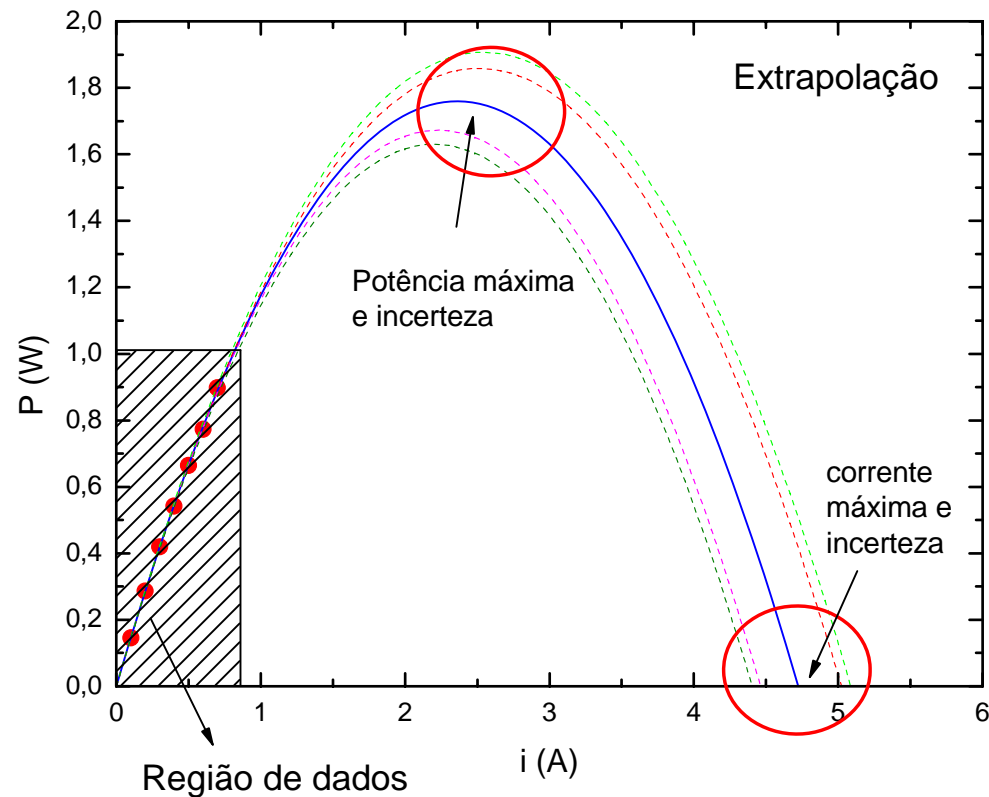
Extrapolação de curvas

- A avaliação de incertezas pode ser feita calculando as funções adicionando-se ou subtraindo-se o erro de cada parâmetro em combinações diversas
 - $P(\varepsilon+\sigma_\varepsilon, r+\sigma_r)$; $P(\varepsilon-\sigma_\varepsilon, r-\sigma_r)$; $P(\varepsilon+\sigma_\varepsilon, r-\sigma_r)$ e $P(\varepsilon-\sigma_\varepsilon, r+\sigma_r)$



Extrapolação de curvas

- Quando estamos extrapolando expressões não lineares pode ser comum que as incertezas não sejam simétricas em relação ao valor calculado.
- A extrapolação depende do alcance dos dados



Qual é a carga na qual a potência é máxima?

- Potência fornecida

$$P = \varepsilon i - ri^2$$

- A corrente na qual P é máxima vale:

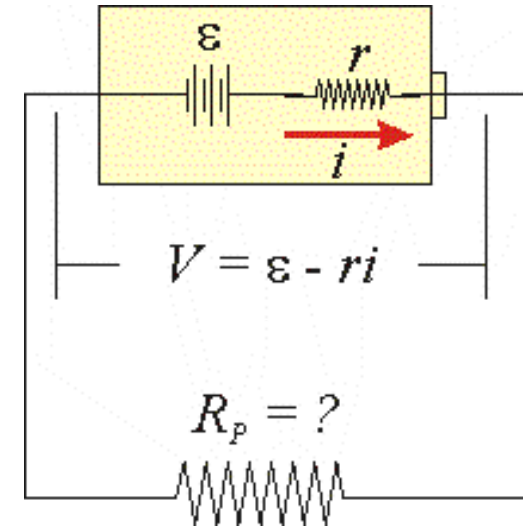
$$i_{P_{MAX}} = \frac{\varepsilon}{2r}$$

- Mas podemos escrever que:

$$i = \frac{\varepsilon}{R_{TOTAL}} = \frac{\varepsilon}{r + R_P}$$

- Assim, na condição de P_{MAX} , temos que:

$$i = i_{P_{MAX}} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r + R_P} = \frac{\varepsilon}{2r}$$



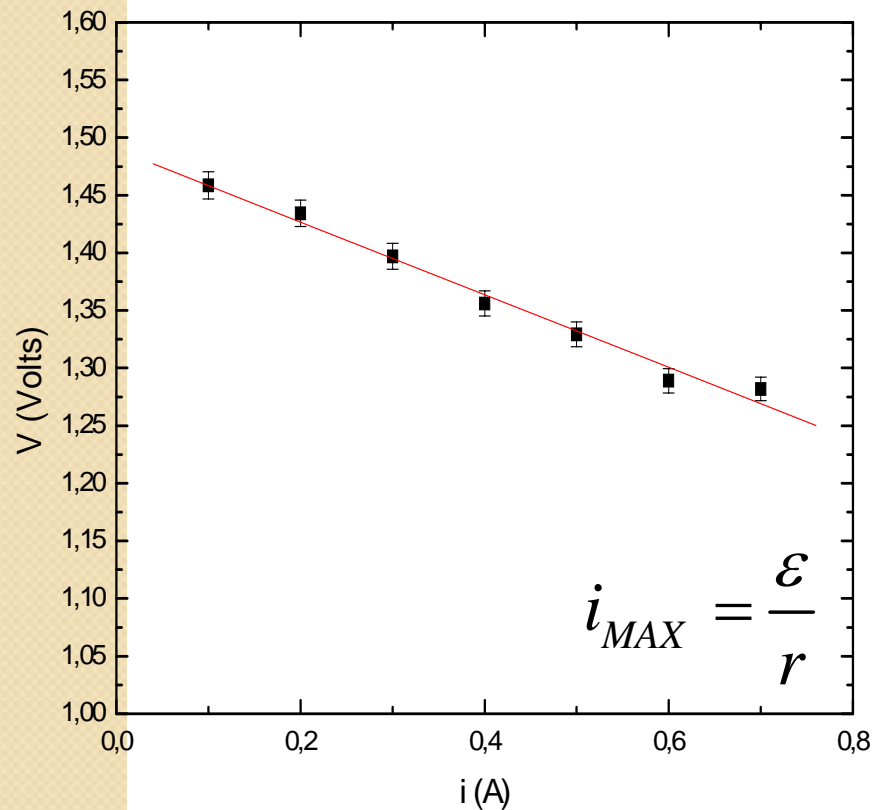
A transferência de energia ocorre mais rapidamente quando a carga na bateria é a mesma externa → **Casamento de impedância**

$$\Rightarrow R_P = r$$

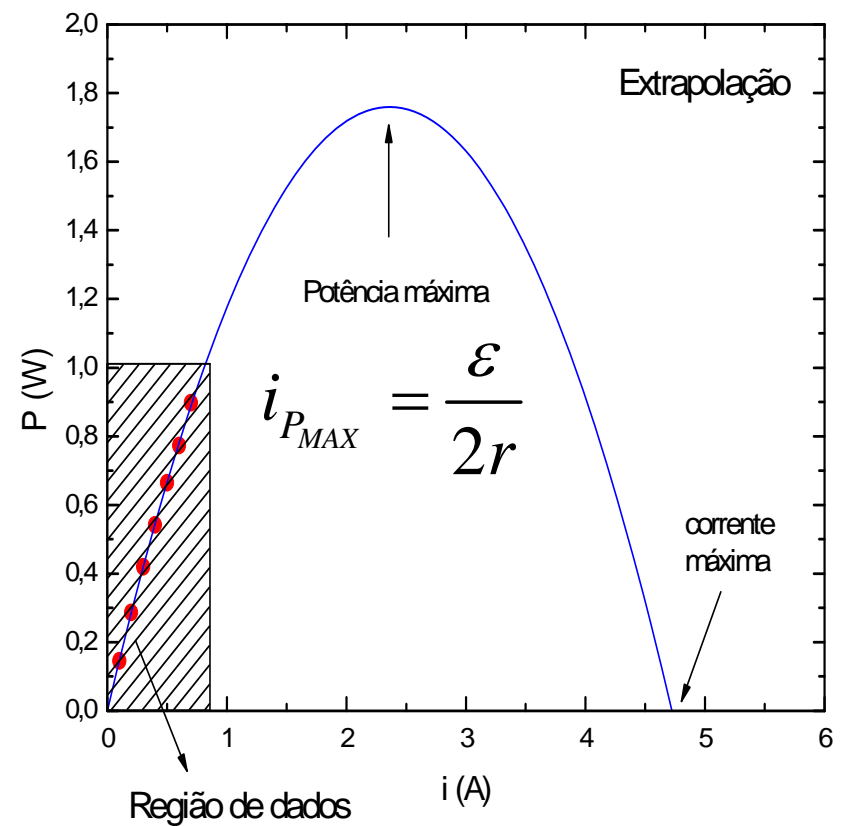
Comparação de resultados: teste de consistência da análise

- Os parâmetros obtidos dos ajustes são consistentes

$$V = \varepsilon - ri$$



$$P = \varepsilon i - ri^2$$



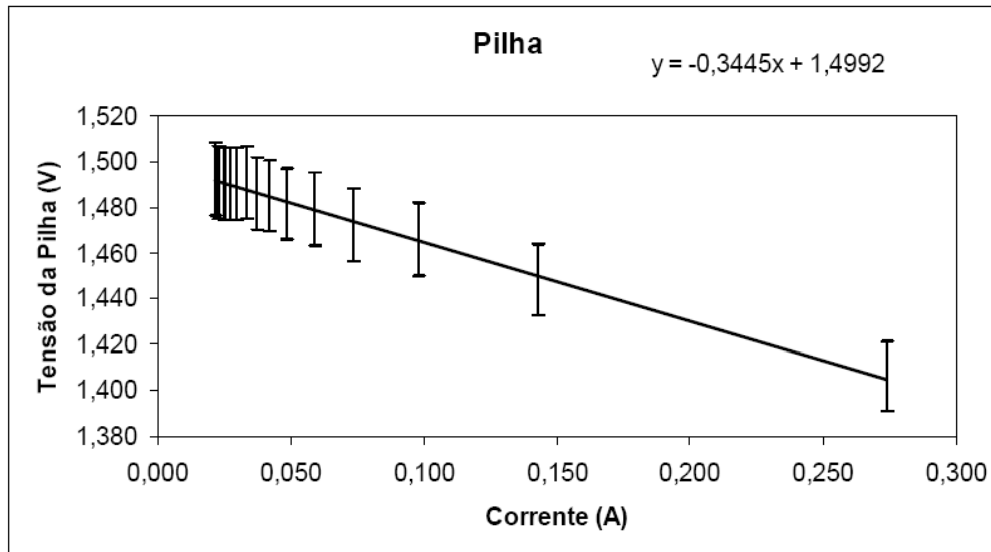


Gráfico 3: Curva característica da pilha.

O gráfico acima nos mostra que a pilha é um gerador com resistência interna porque quando a corrente aumenta, essa se utiliza um pouco da tensão, o que faz decrescer a medida de tensão na pilha.

- Incertezas nos parâmetros e nos valores extrapolados
- O ajuste de uma curva é consistente com a outra?

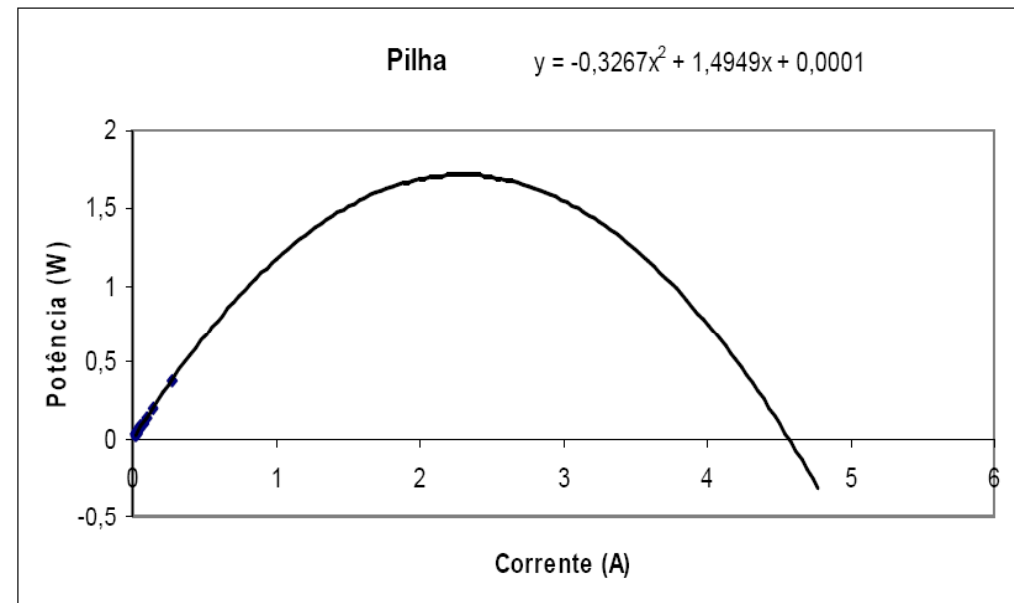
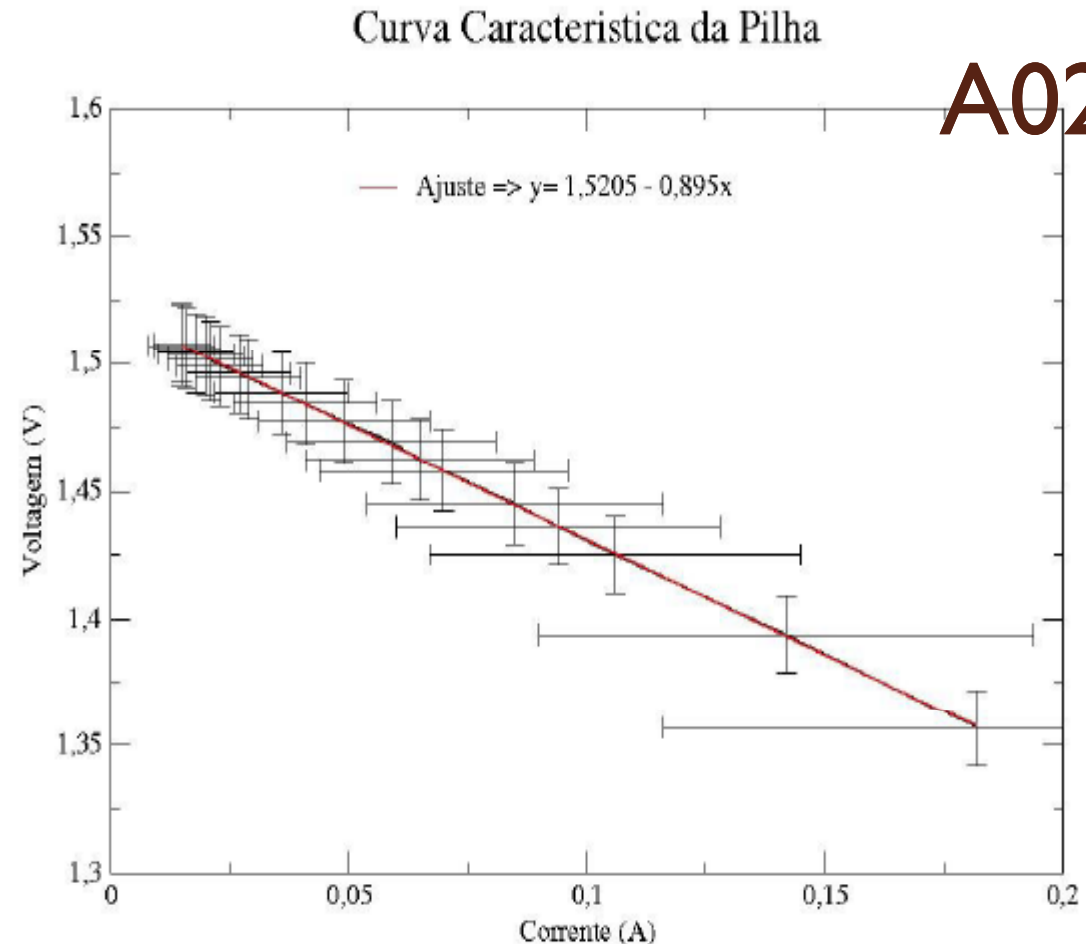


Gráfico 5: Curva extrapolada de P x i da pilha.

No gráfico acima se pode perceber que a potência máxima é aproximadamente 1,7 Watts para o valor de corrente igual a aproximadamente 2,3 Amperes. O valor máximo de corrente para que a pilha continue fornecendo trabalho é próximo de 4,5 A, a partir desse valor a pilha precisa receber energia de outra fonte.

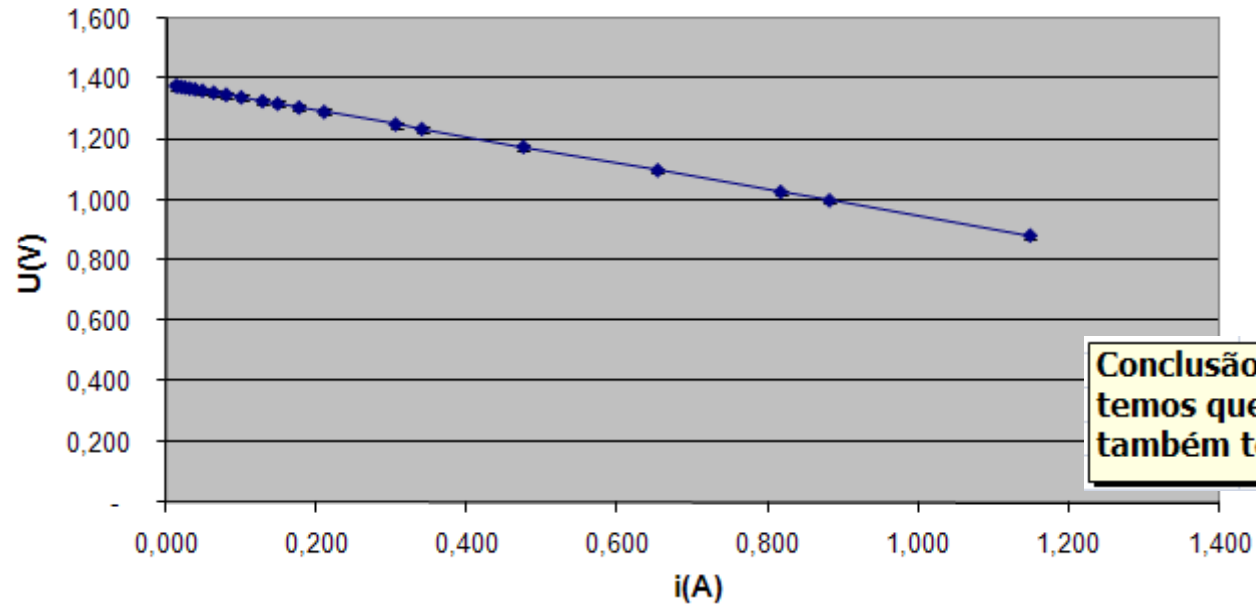
- Curva característica consistente com uma reta.
- Incertezas corretas? Descrever no relatório como foram medidas
- Gráfico de $P \times i$?



Usando a função ajustada $V_p = 1,5205 - 0,895 \cdot i$, podemos concluir que, segundo o modelo de gerador não ideal, $U = e - r \cdot i$, sendo e a voltagem ideal do gerador, U a voltagem real, r a resistência interna, e i a corrente passando por ele, a voltagem ideal da pilha quando não há corrente é de 1,5205 V, e a corrente de curto circuito i_{cc} acontece quando a voltagem real $U=0$, ou seja, $i_{cc} = 1,5205 / 0,895 = 1,7 \text{ A}$.

Podemos descobrir a potência na pilha multiplicando sua voltagem real U pela corrente i . Aplicando isso na função ajustada, encontramos $P = 1,5205i - 0,895i^2$. Plotando esse gráfico em um CAS, obtemos o seguinte resultado: $P_{\max}(i_m) = 0,65$, $i / i_m = 0,85$, o que corresponde exatamente a metade da corrente de curto circuito.

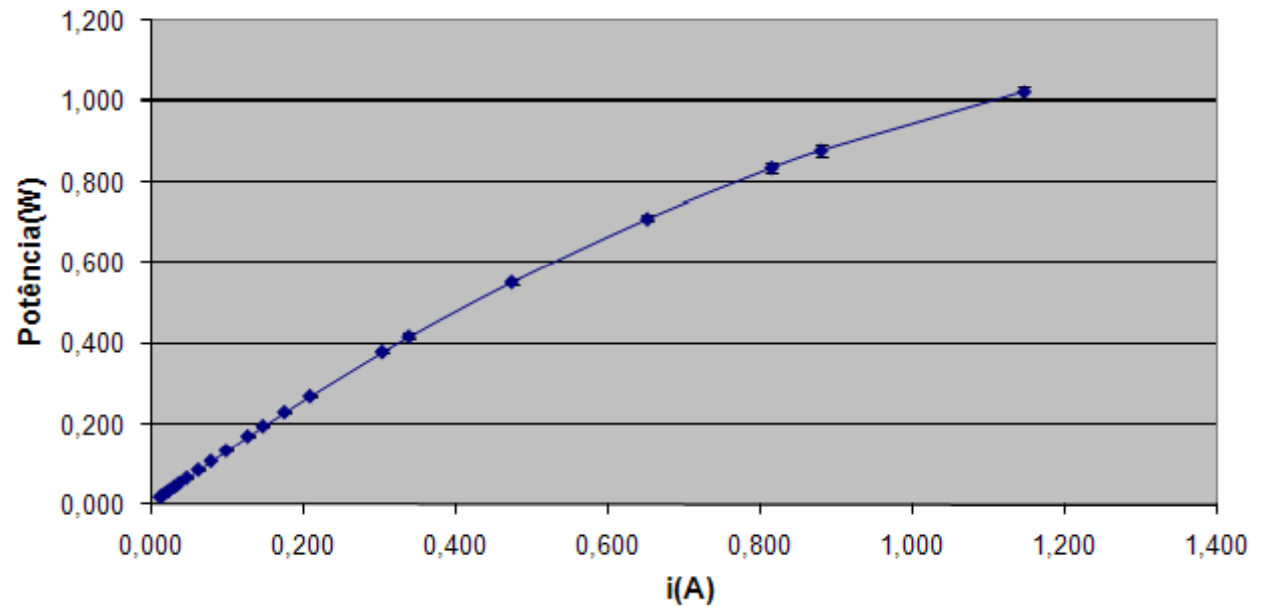
Reta Ajustada - Pilha



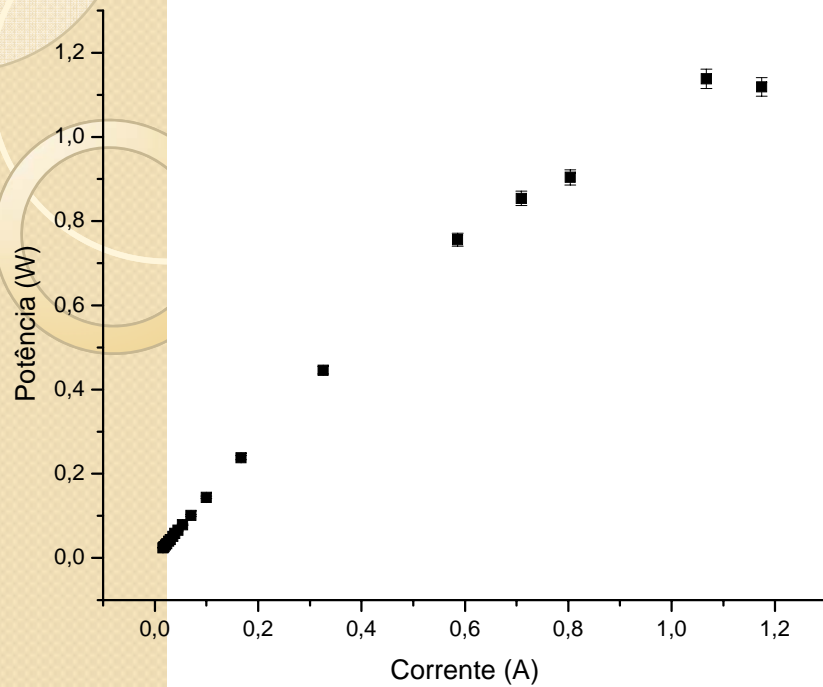
Conclusão (Pot x i): Analisando o gráfico temos que quando há a maior potência, também temos a maior corrente.

- Incertezas!!!
- Parâmetros dos ajustes
- Rever conclusões

Potência(W) x i(A)

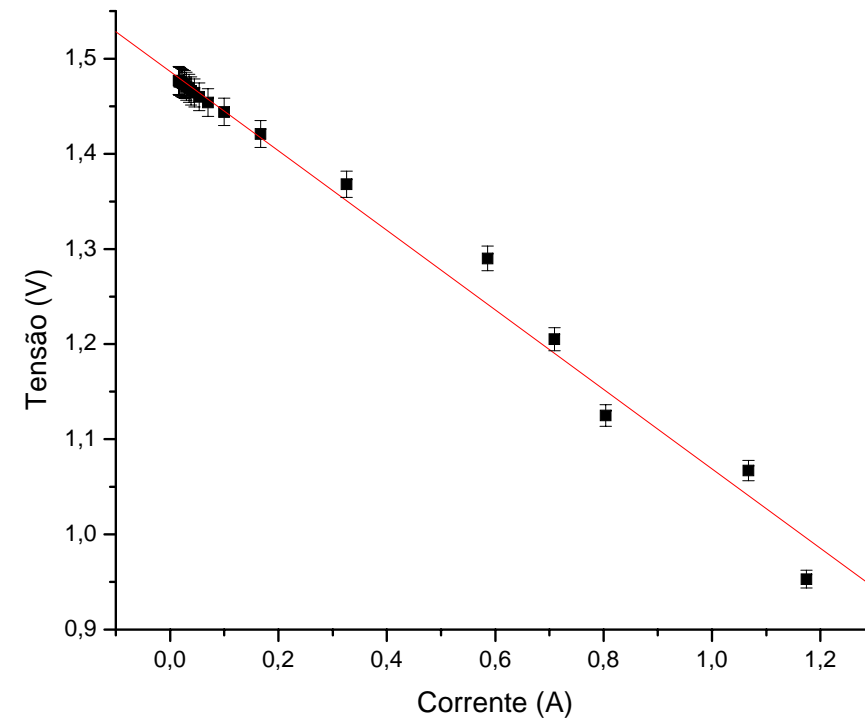


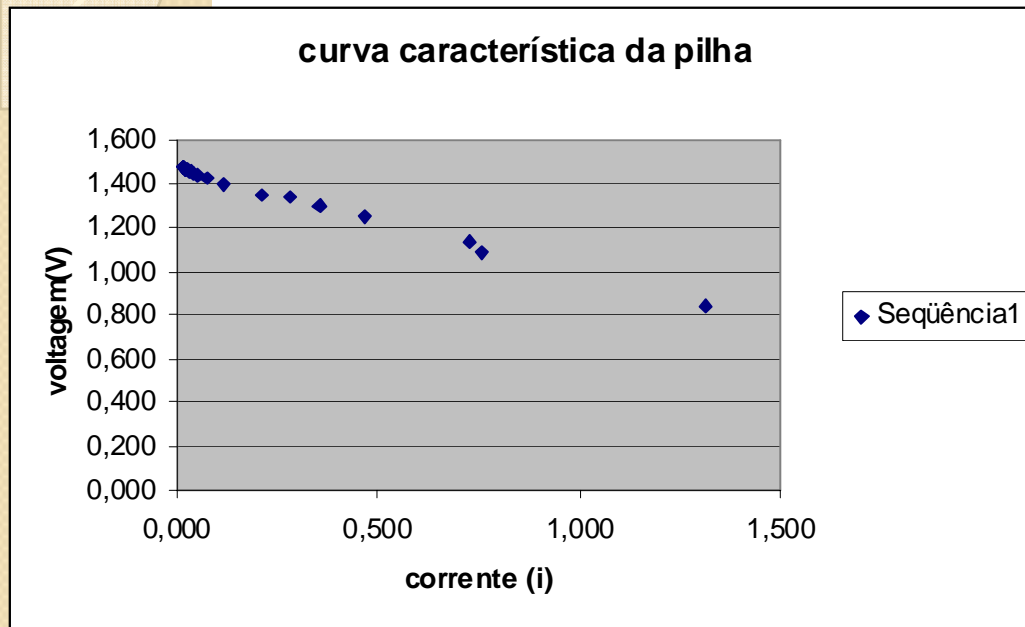
Pilha - Potência x Corrente



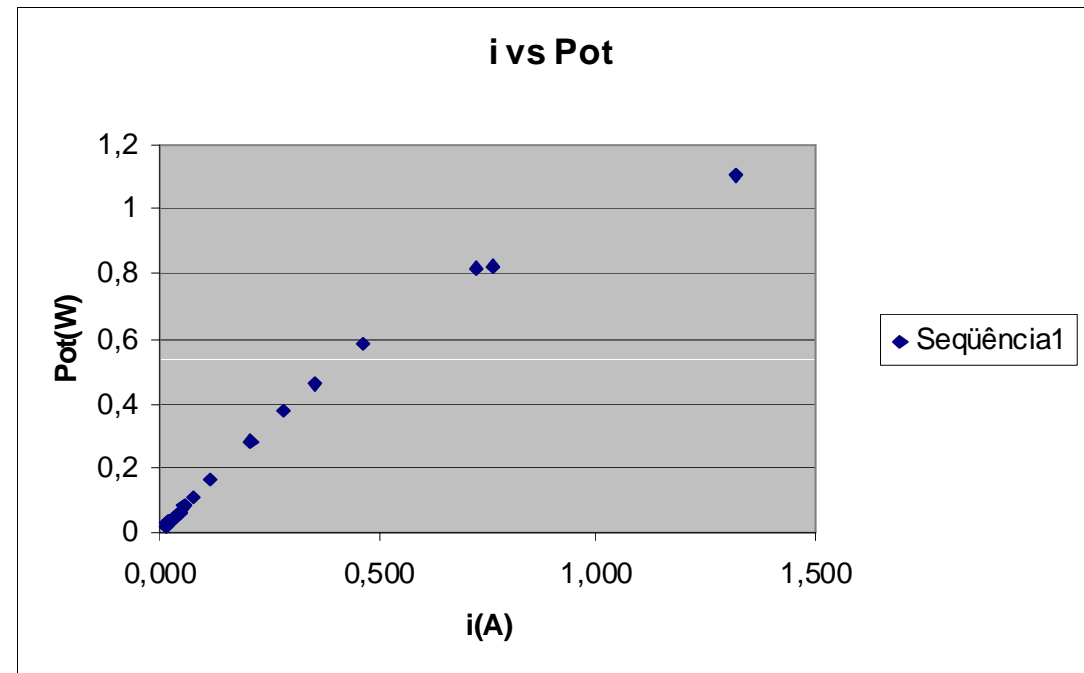
- A curva de $P \times i$ é bem descrita pelo modelo para a pilha?
- Qual a potência máxima?

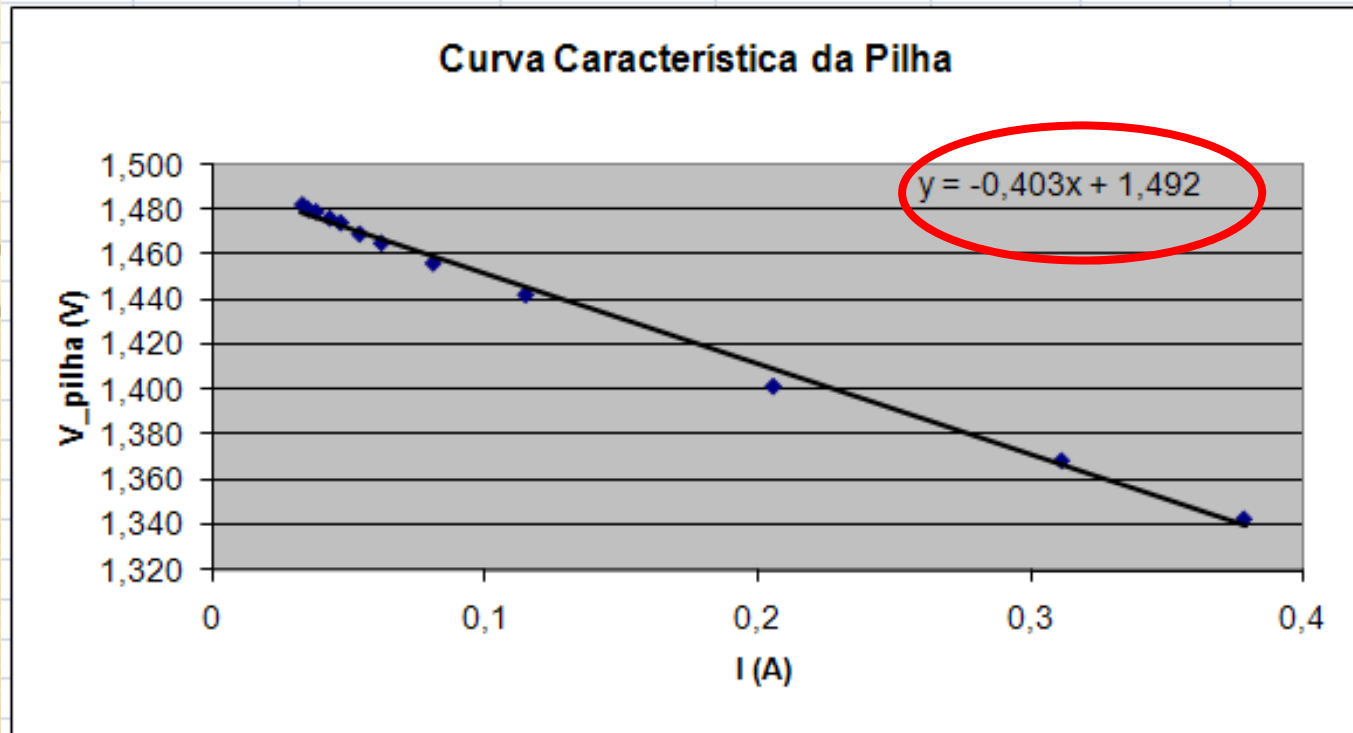
Pilha - Tensão na pilha x Corrente



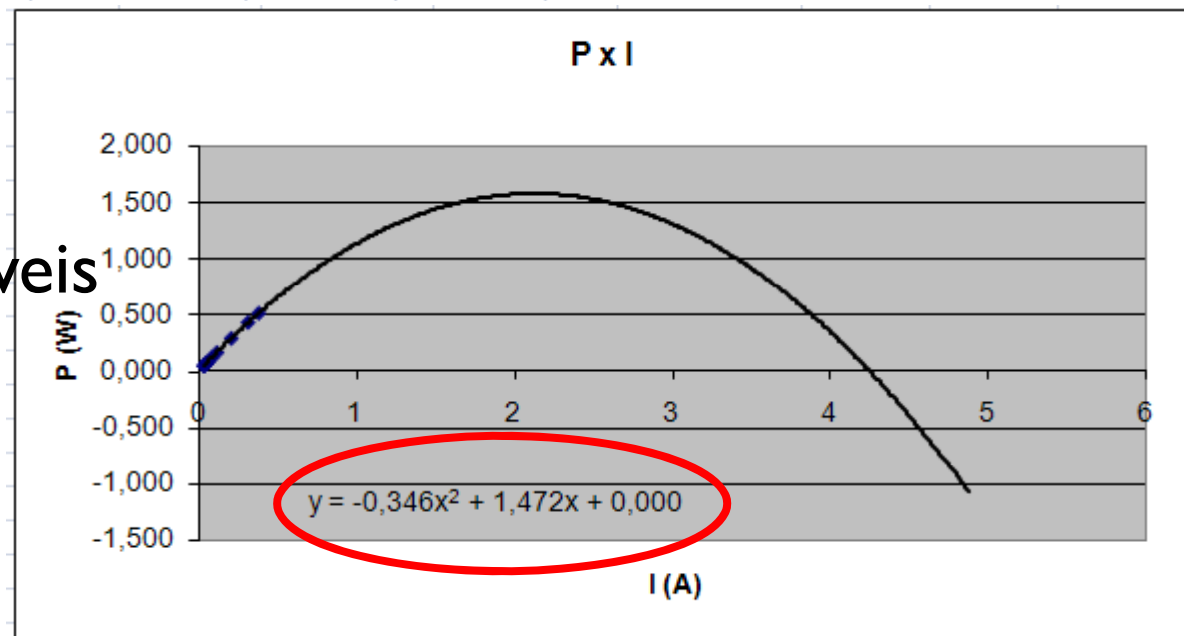


- Incertezas
- Ajustes no gráfico
- Qual a potência máxima? Ajuste de P_{xi} é compatível com modelo para a pilha?

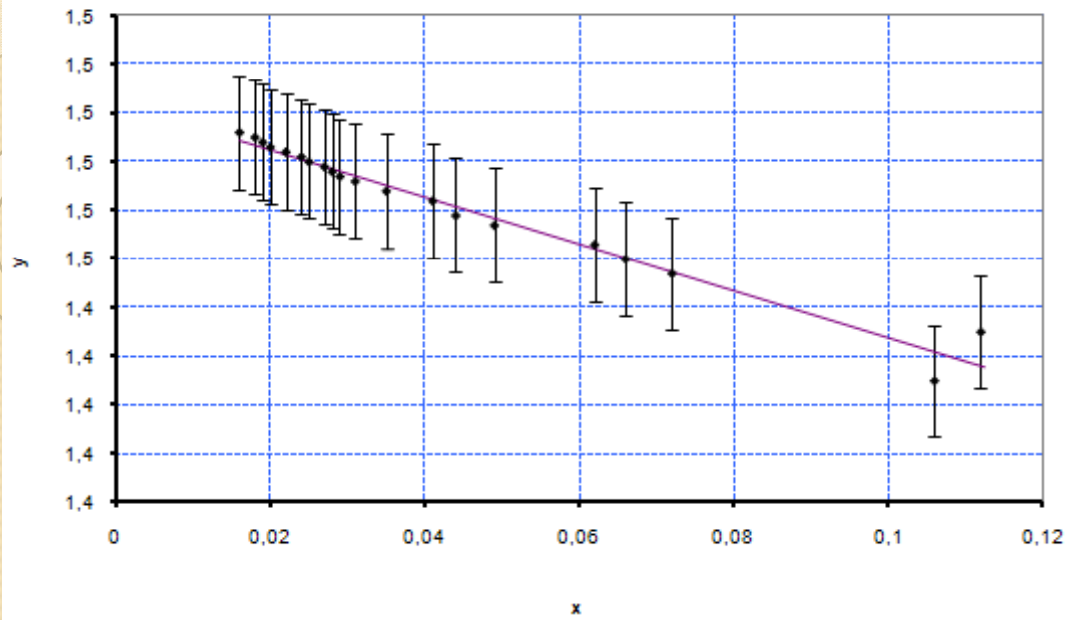




- Incertezas
- Os valores dos dois ajustes são compatíveis entre sí?
 - Incertezas dos ajustes

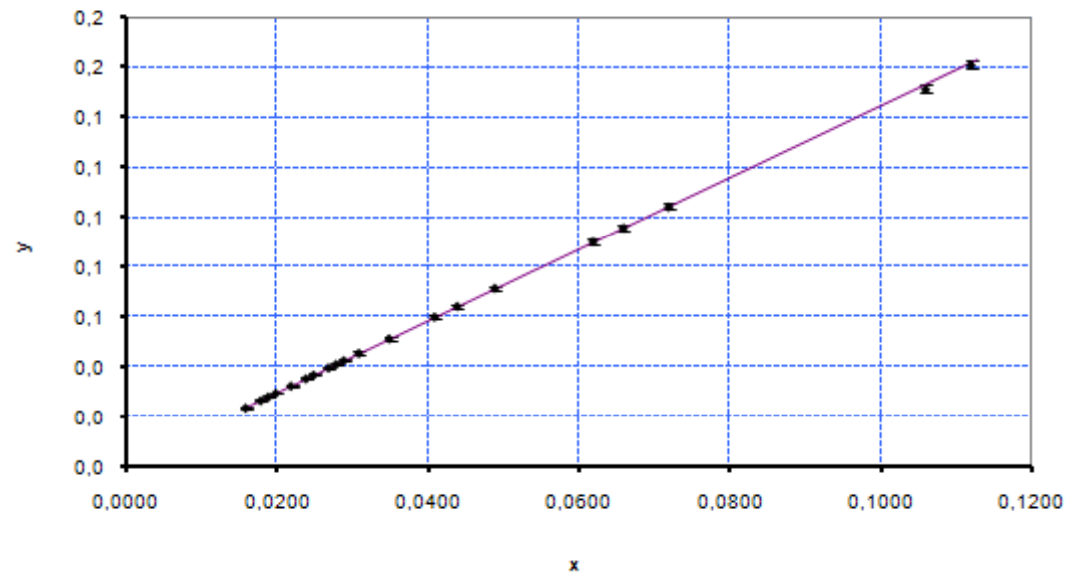


Dados e função ajustada

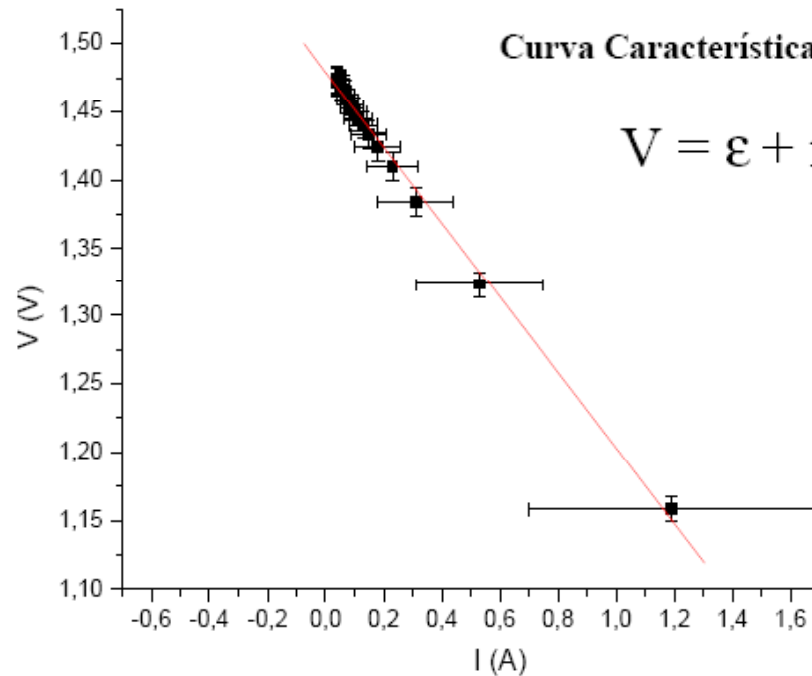


- Nomes dos eixos, unidades?
- Gráfico ao lado?????
 - Explicar o que está fazendo. Eu preciso entender para comentar 😊

Dados e função ajustada



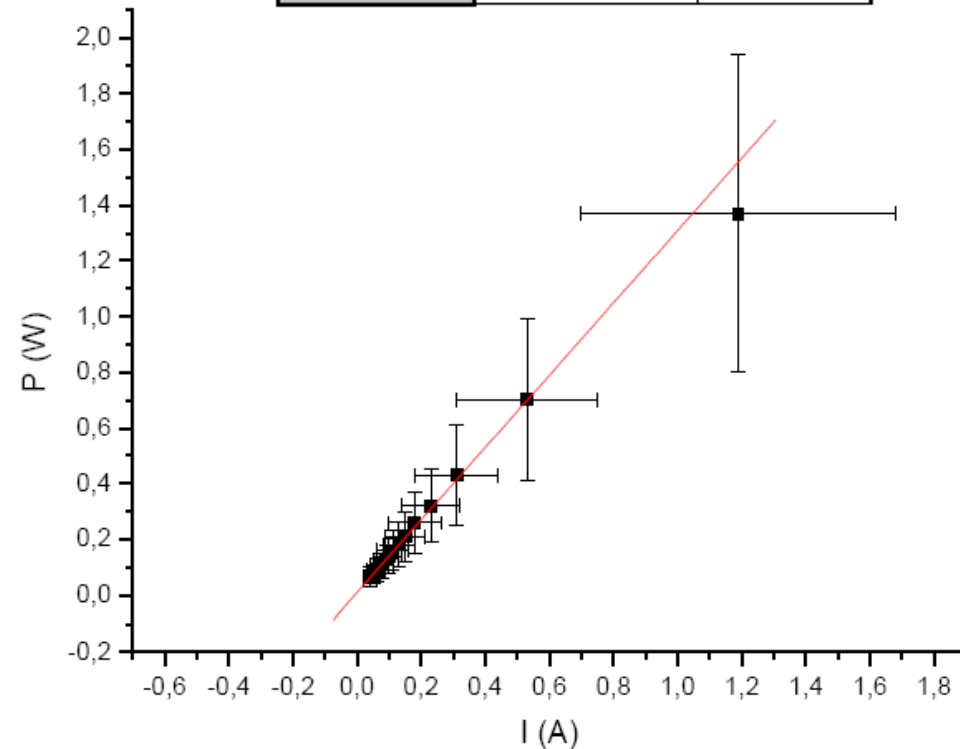
Curva Característica da Pilha



Curva Algébrica:

$$P = x \cdot I + y$$

Parâmetro	Valor	Incerteza
x (V)	1,30	0,24
y	0,01	0,02



- Documentação clara e limpa
- Curva ajustada de P x i é compatível com modelo?

- Os dados estão corretos?
- Não é estranho a pilha medir muito mais que a tensão nominal?
- Como foram feitas as medidas?

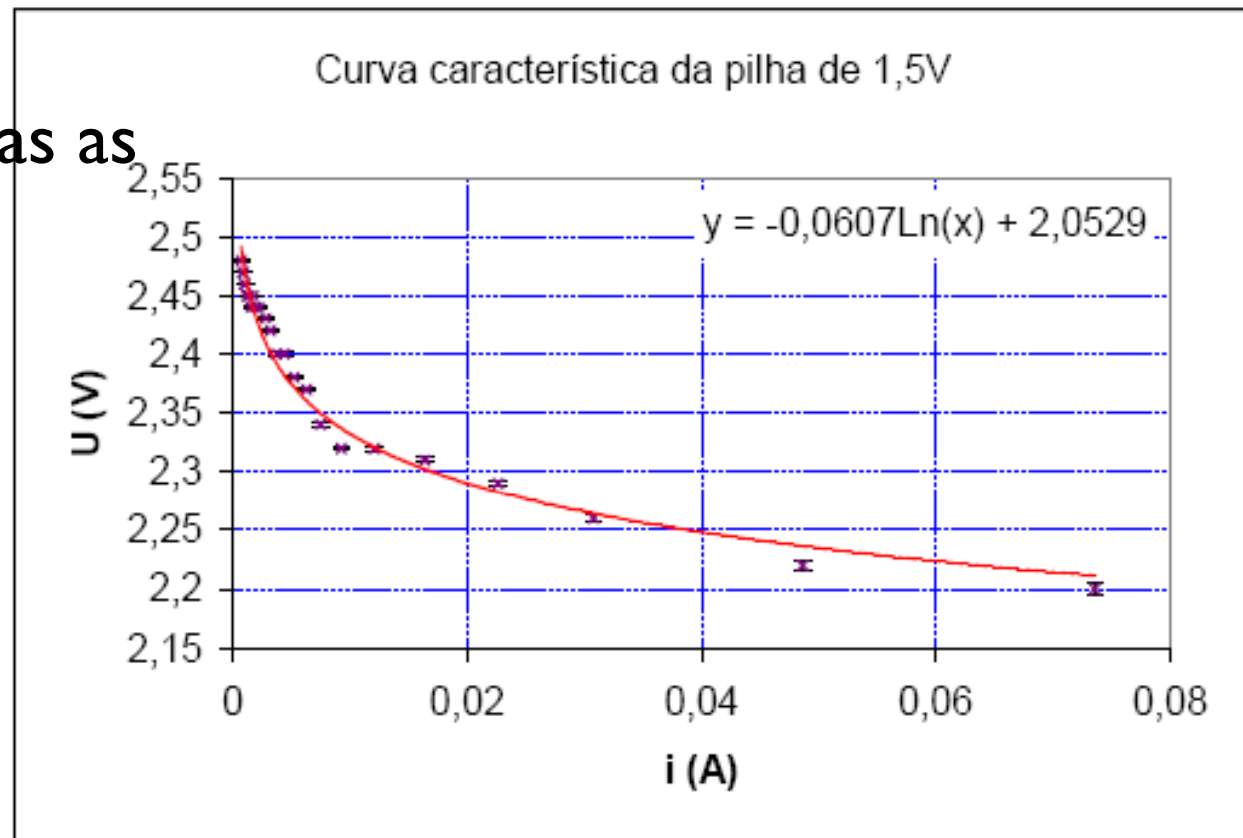
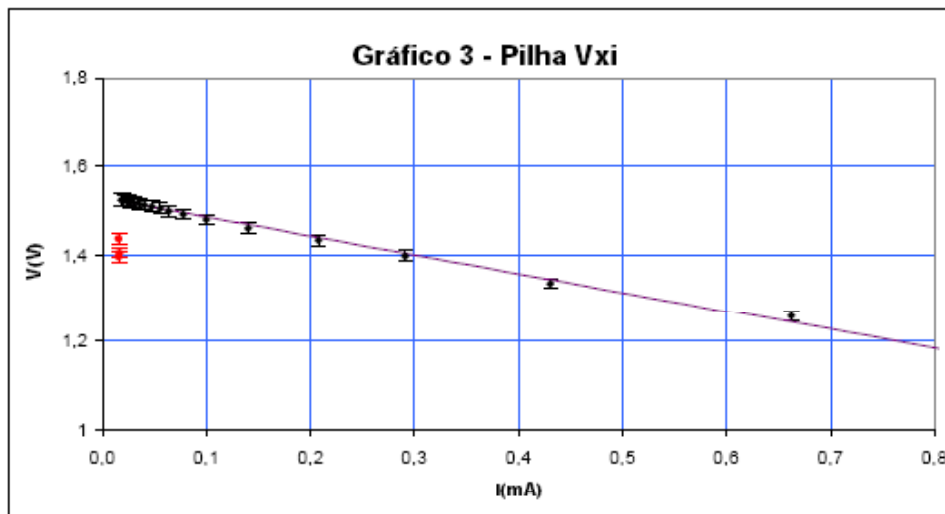


Gráfico 7 - Curva característica da pilha, com os três últimos pontos subtraídos, para facilitar a visão da distribuição dos pontos, o gráfico aparenta uma tendência logarítmica, por isso foi acrescentada a linha de tendência.



$$a = -0,430 \pm 0,016$$

$$b = 1,529 \pm 0,003$$

Gráfico 3: Tensão x Corrente na pilha. Os primeiros 3 pontos apresentam discordância sensível em relação aos demais, por isso não foram considerados para o ajuste. Existe um quarto ponto não apresentado no gráfico por estar muito distante dos valores constantes deste, conforme apresentado na tabela 1 (último valor de corrente), indicando um possível ponto de saturação da corrente quando o resistor variável tende ao menor valor.

- O que houve com os primeiros pontos?
- Ajuste de reta em $P \times i$ se aplica?

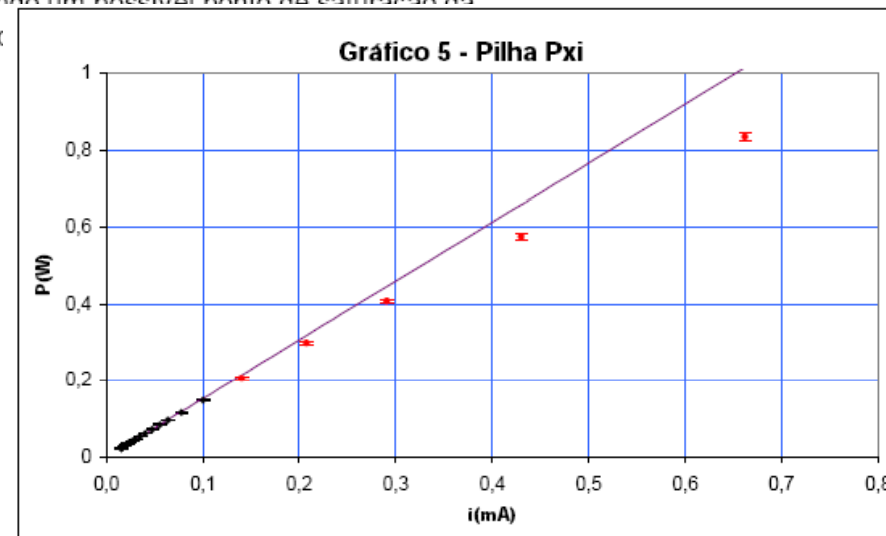
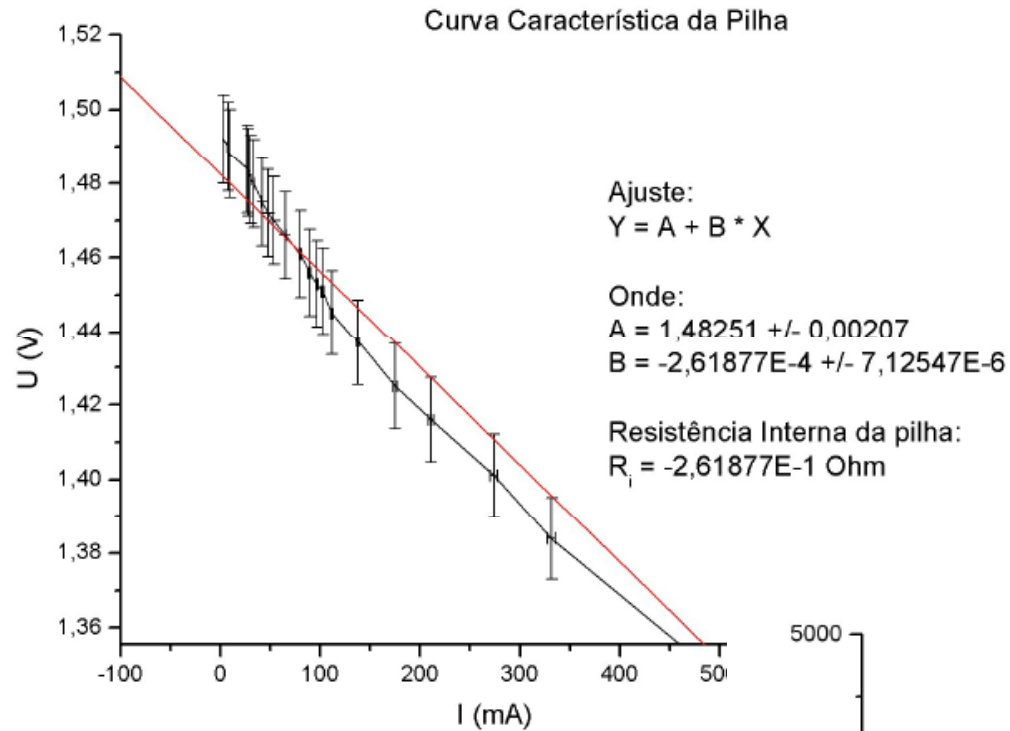


Gráfico 5: Potência como função da corrente na pilha. Para o intervalo de dados analisado, o valor de maior potência corresponde ao maior valor de corrente, porém, verifica-se que existe uma defasagem dos últimos 5 pontos, não contabilizados para o ajuste, em relação aos demais, sugerindo que, para valores de corrente maiores, o incremento da potência diminui na medida em que a corrente aumenta. Tal comportamento pode estar relacionado com a presença de um resistor de segurança no circuito, e da resistência interna da pilha, que se tornam sensíveis à medida que a resistência variável diminui.



- Ajuste da curva característica está correto?
- Checar consistência entre os dois ajustes

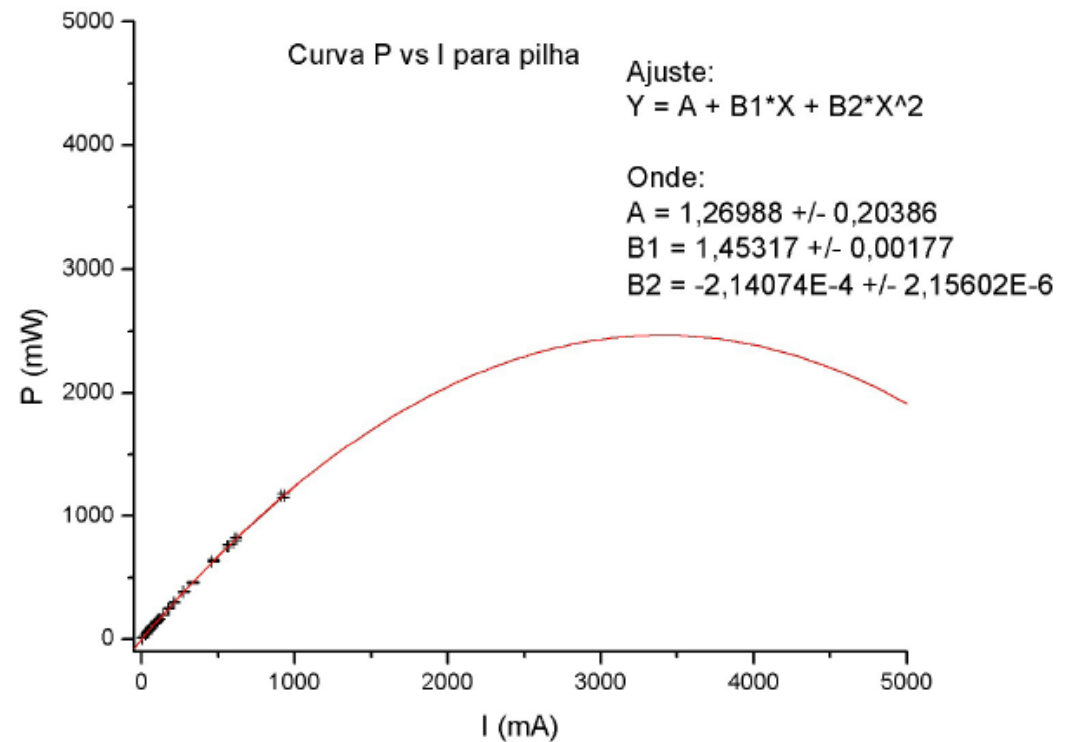
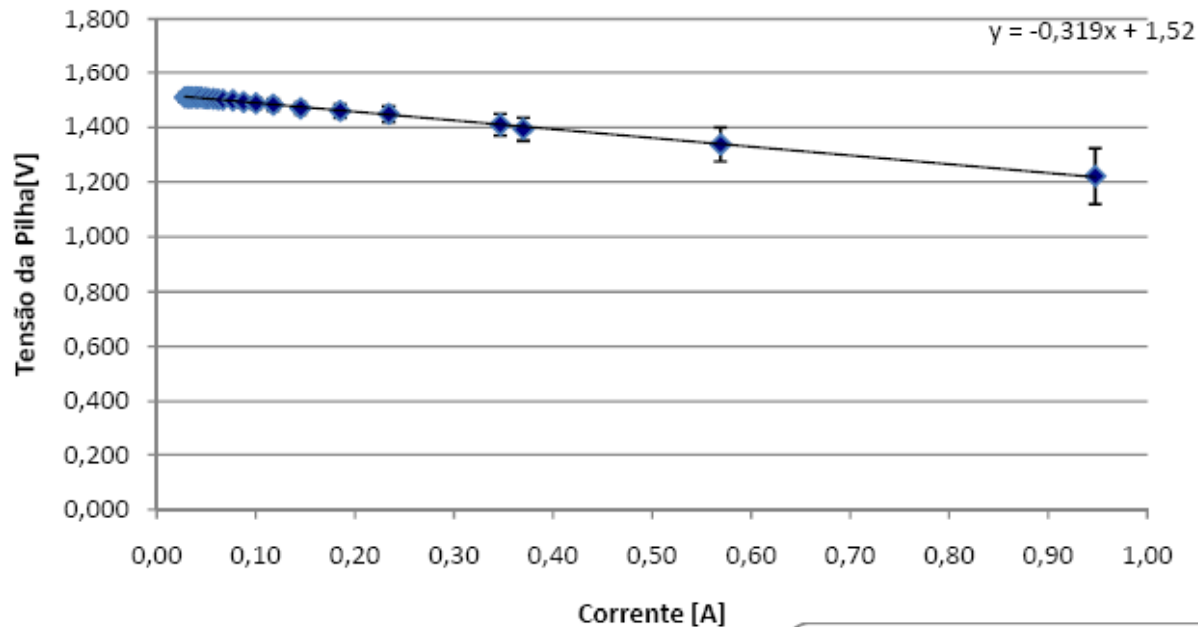
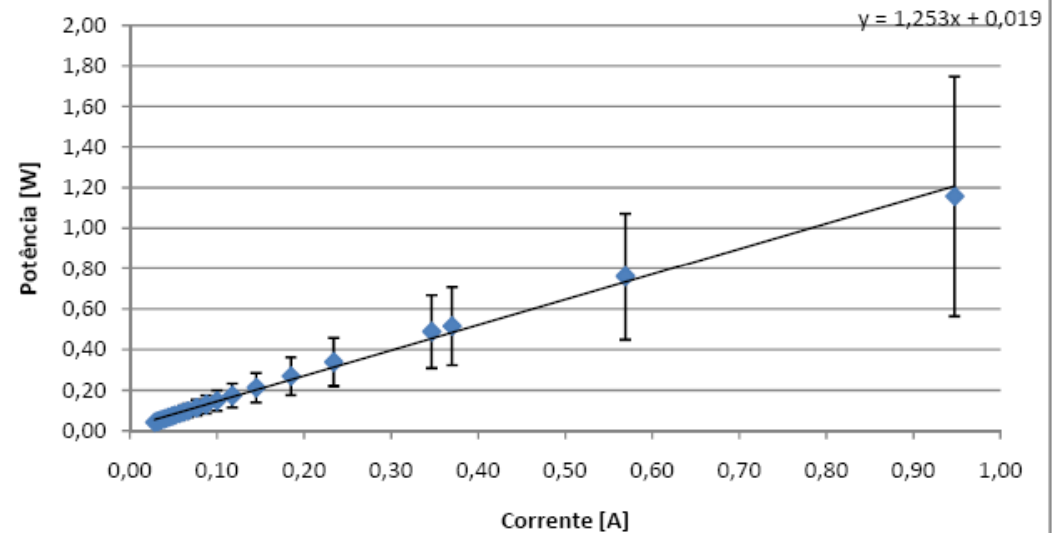


Gráfico 2a - Curva característica da Pilha

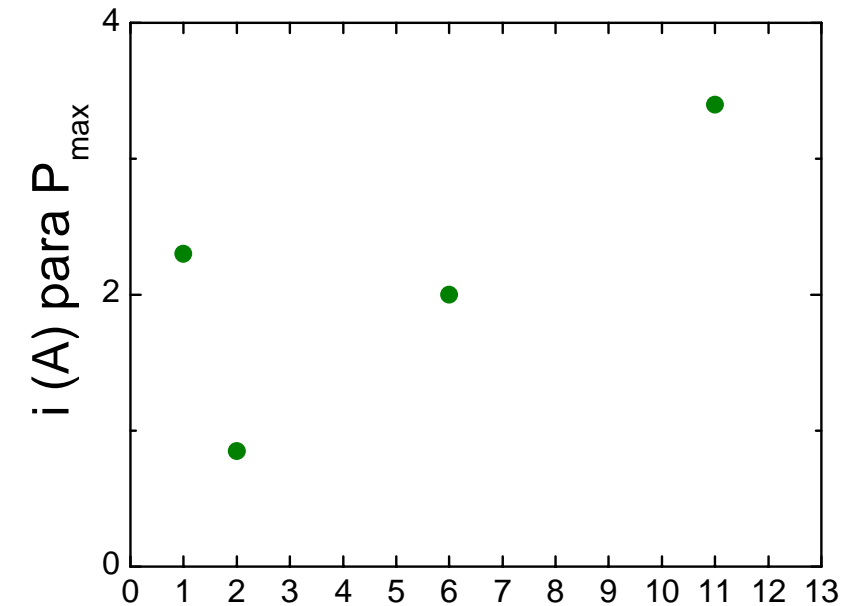
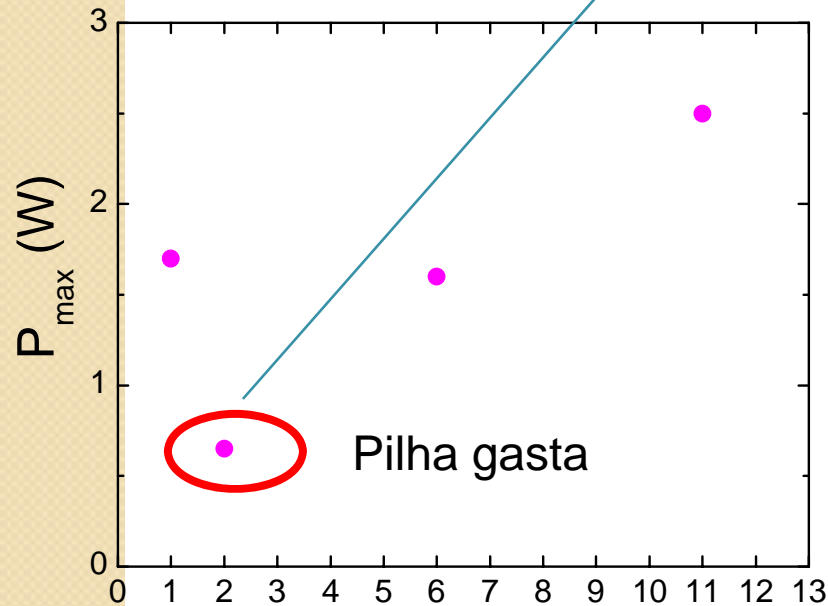
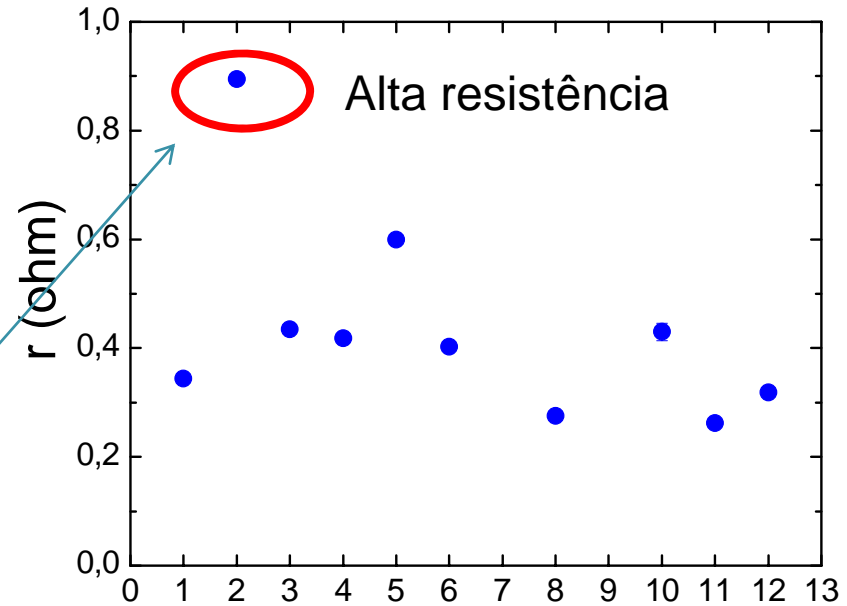
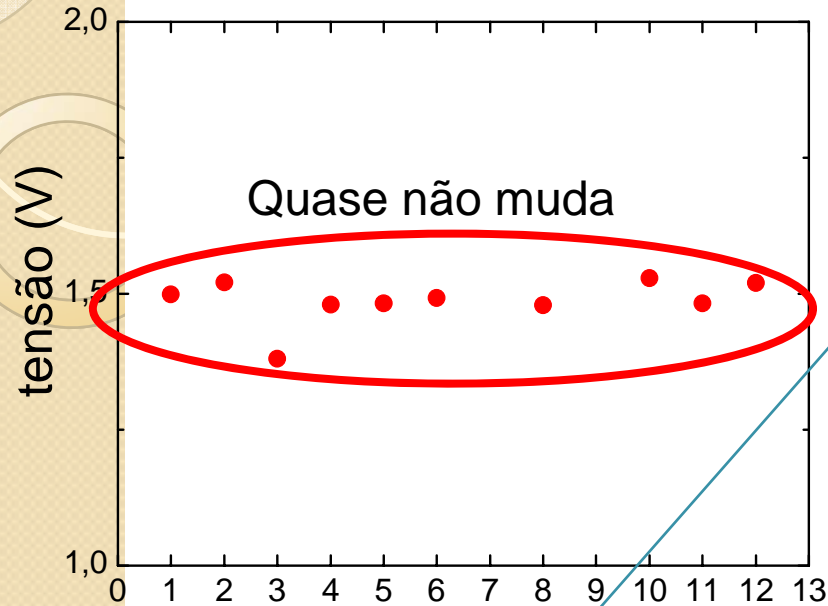


- O ajuste de reta para a potência é consistente com a curva característica e com o modelo para a pilha?

Gráfico 3a - Potência Fornecida pela Pilha

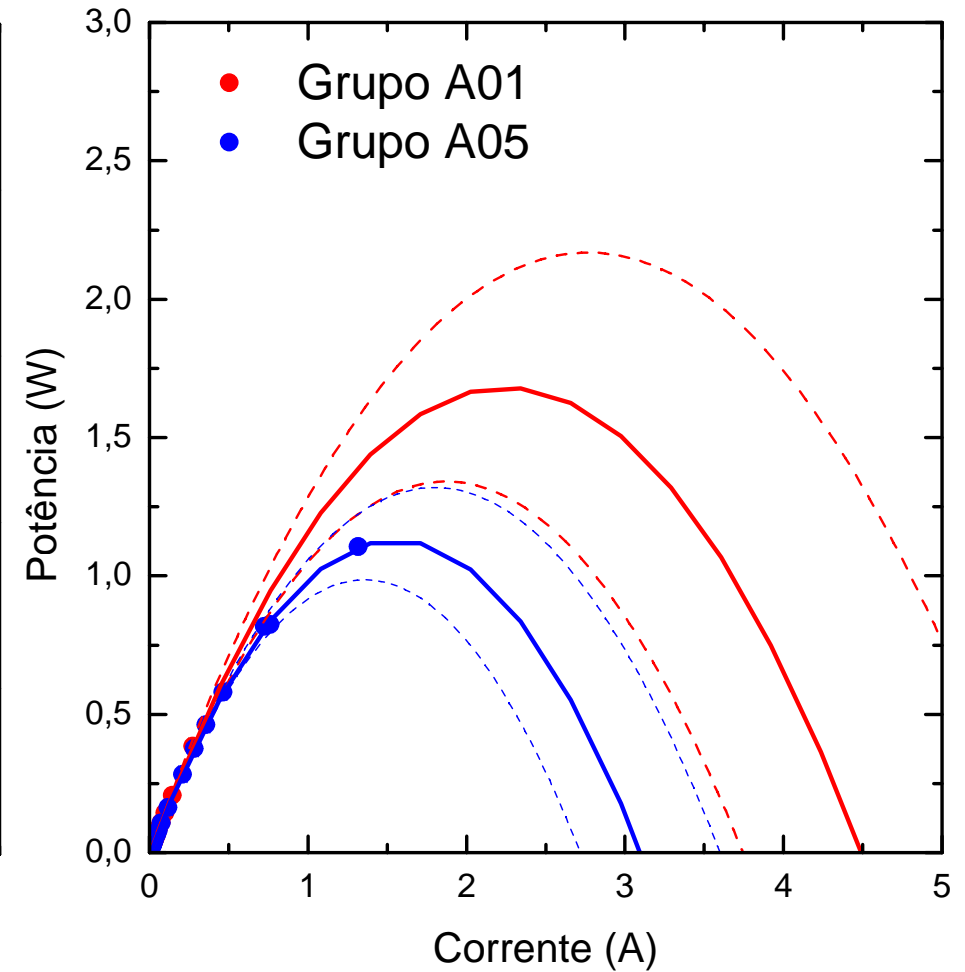
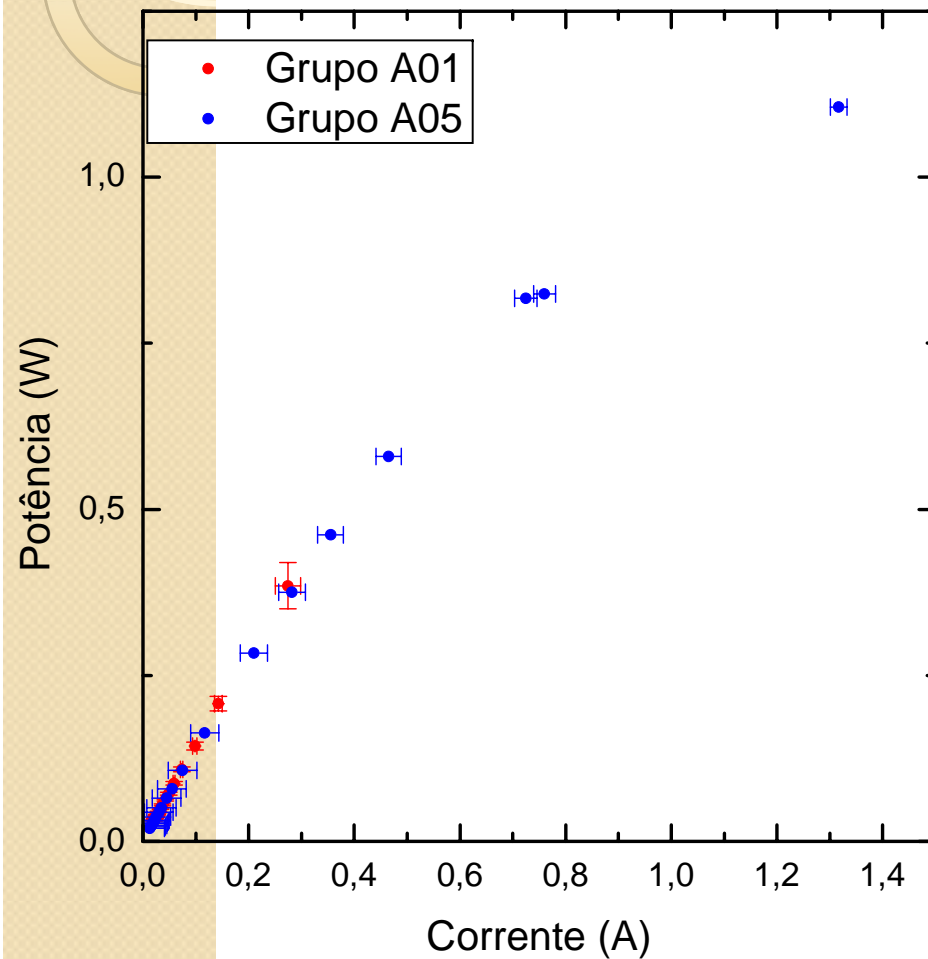


Comparação dos resultados



Grupo

Comparação dos resultados. Incertezas em extrapolações



Um modelo para o diodo

- Um modelo simples consiste de diodo ideal

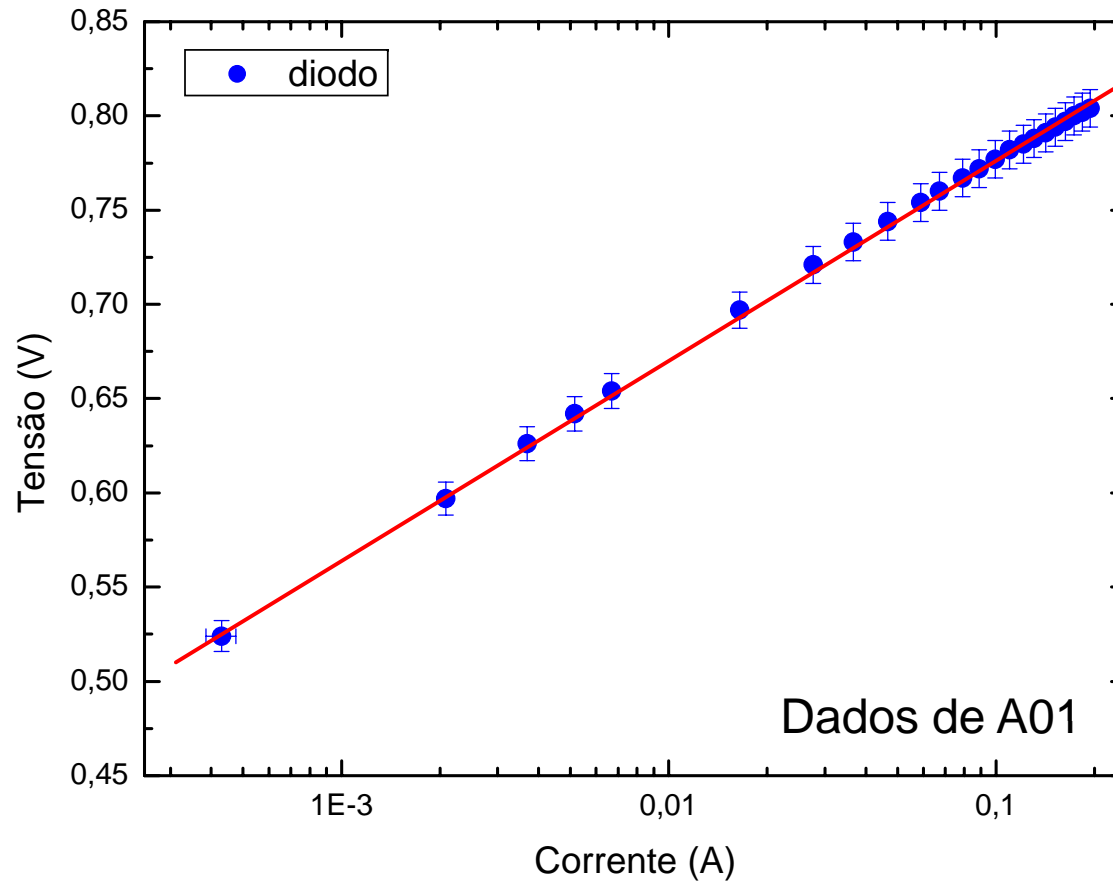
$$i = i_s (e^{AV} + cte)$$

- Neste modelo o principal mecanismo para geração de corrente é o campo elétrico e difusão térmica. Recombinação é considerada desprezível
- Se recombinação não é desprezível aparece outra exponencial (ver apostila ano passado). Isto é fácil de ser observado na curva característica do diodo

$$i = i_s e^{AV} + i_r e^{BV} + cte$$

Curva característica do diodo

- Uma só exponencial (note escala log). Neste caso o modelo simples se aplica

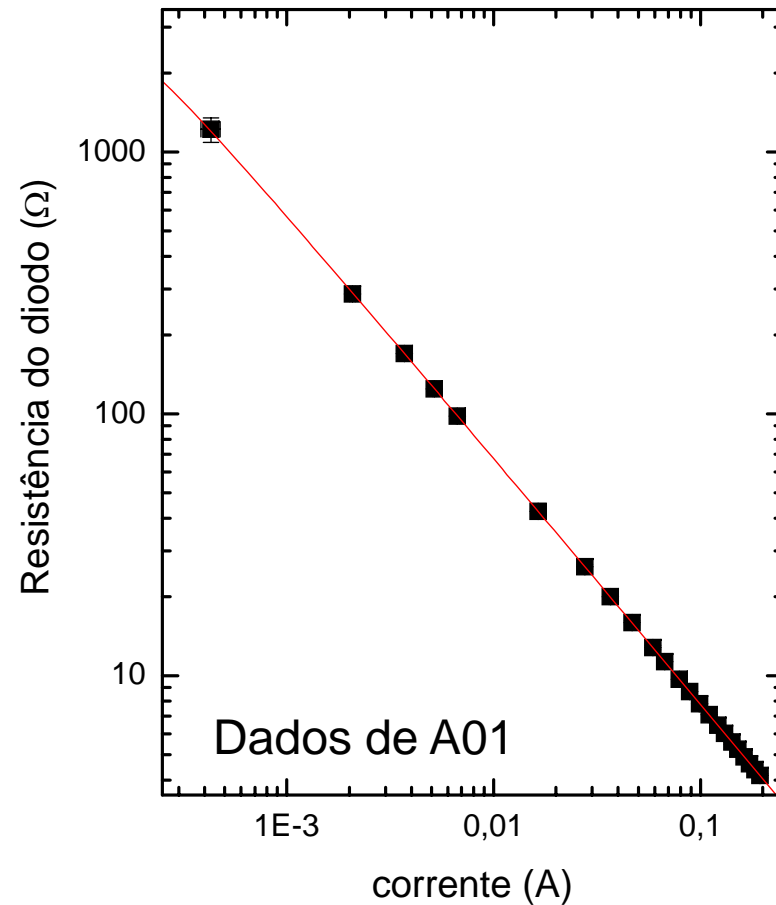


Qual a resistência do diodo?

- Usar o modelo para o diodo

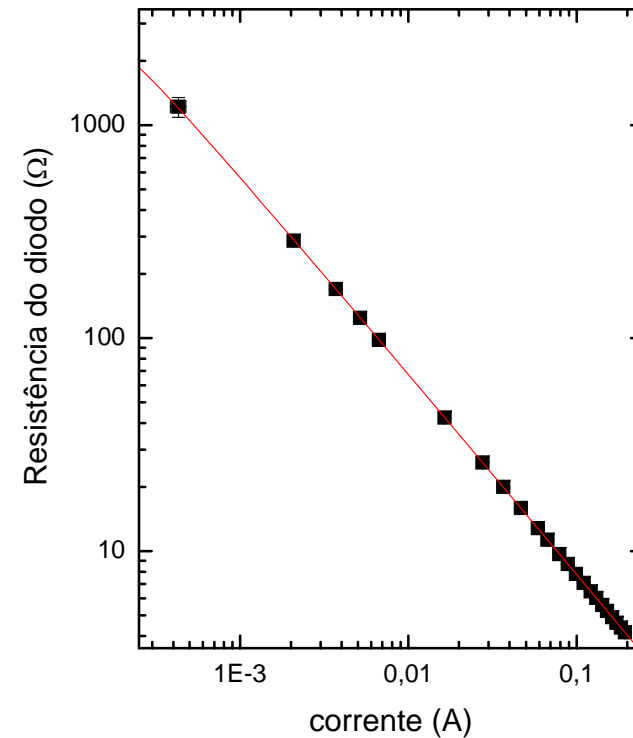
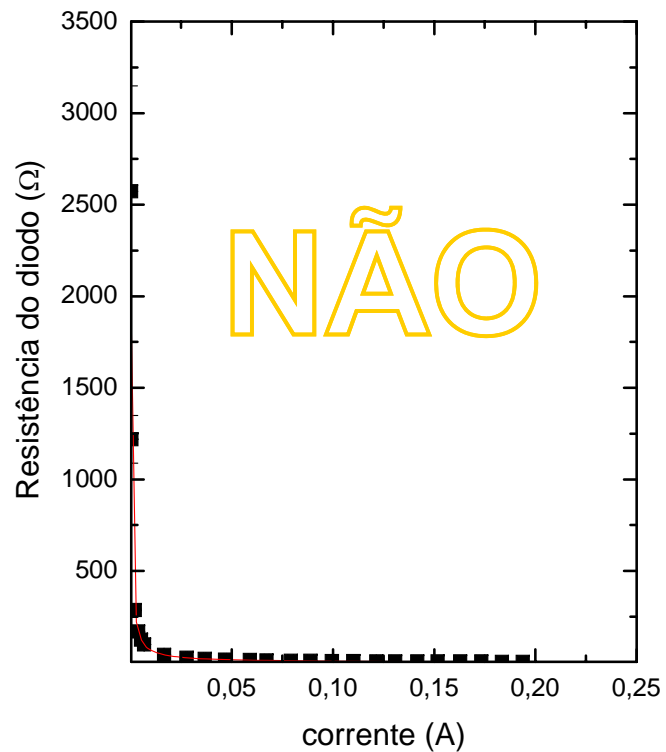
$$R = \frac{V}{i}$$
$$= \frac{V}{i_s (e^{AV} + cte)}$$

- A partir da curva característica obtida, adicionar a curva teórica



Notem a escala

- Um problema comum nos vários grupos é usar a escala milimetrada, que nem sempre é a mais indicada



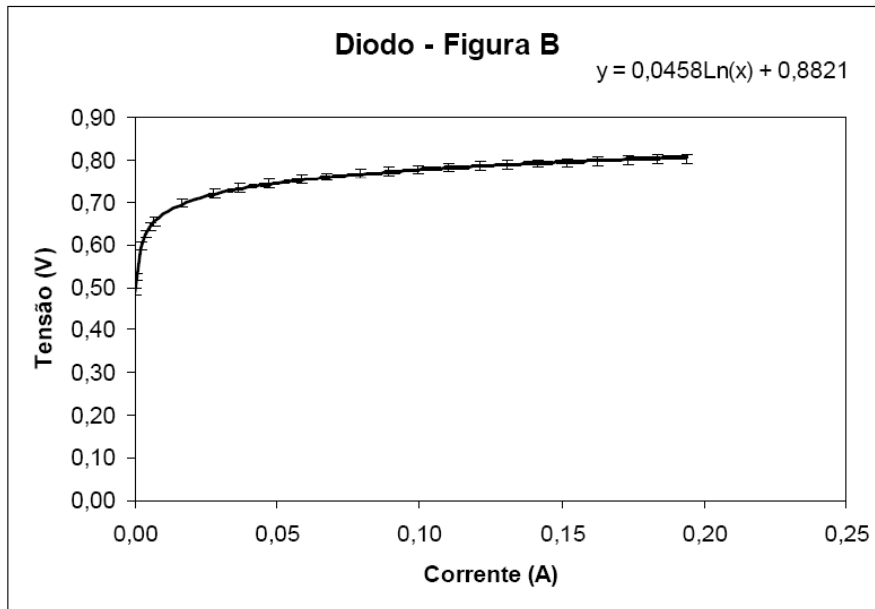


Gráfico 1: Curva característica do diodo.

O modelo teórico para a curva característica do diodo é uma combinação de duas exponenciais quando o gráfico for de corrente por tensão. Como o gráfico acima tem os eixos invertidos, é razoável pensar que a equação seja um logaritmo, que realmente se ajusta muito bem dados.

- Incertezas nos parâmetros e nos valores extrapolados
- O ajuste de uma curva é consistente com a outra?

- Escala + apropriada. **A0 I**
- Interessante o uso do $\ln(x) \rightarrow$ função inversa
- As funções ajustadas nas duas figuras são compatíveis com modelo?

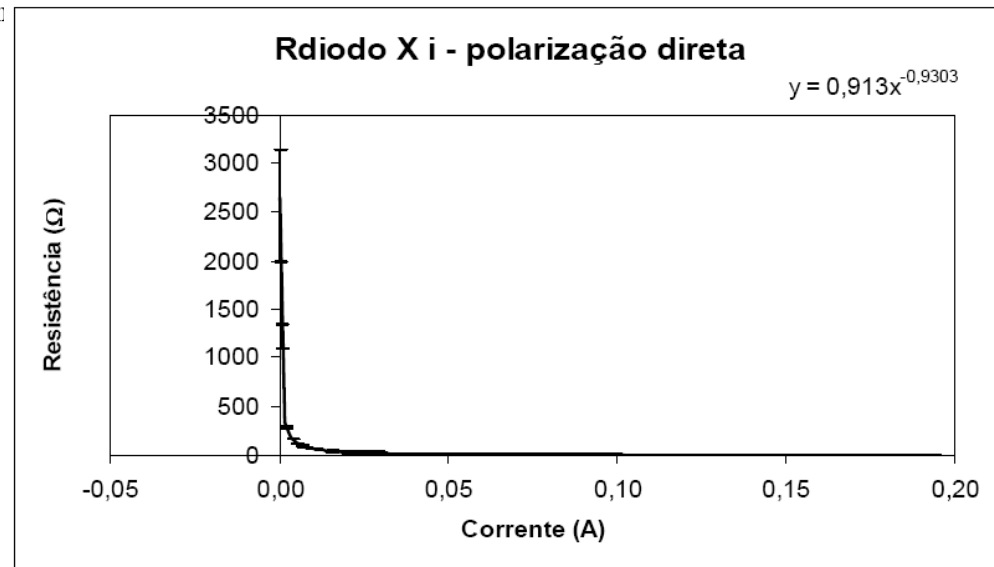
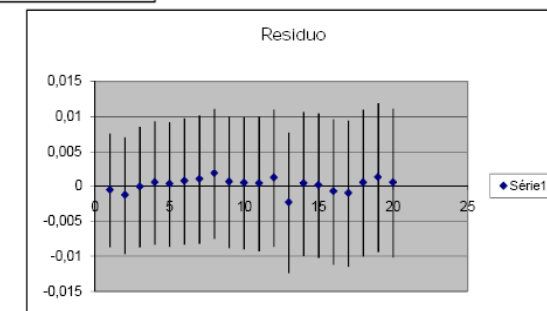
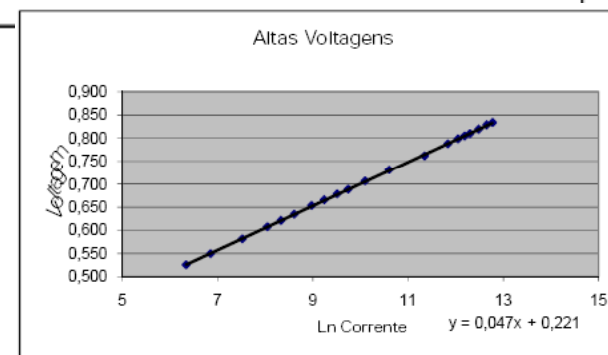
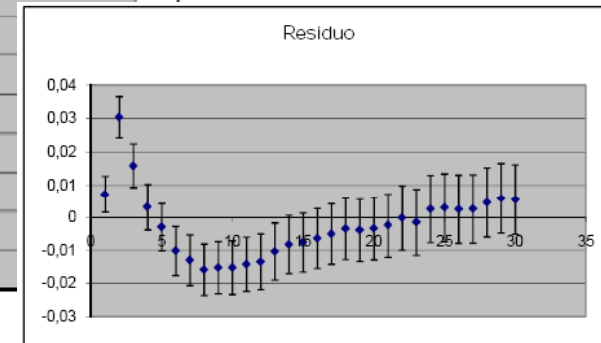
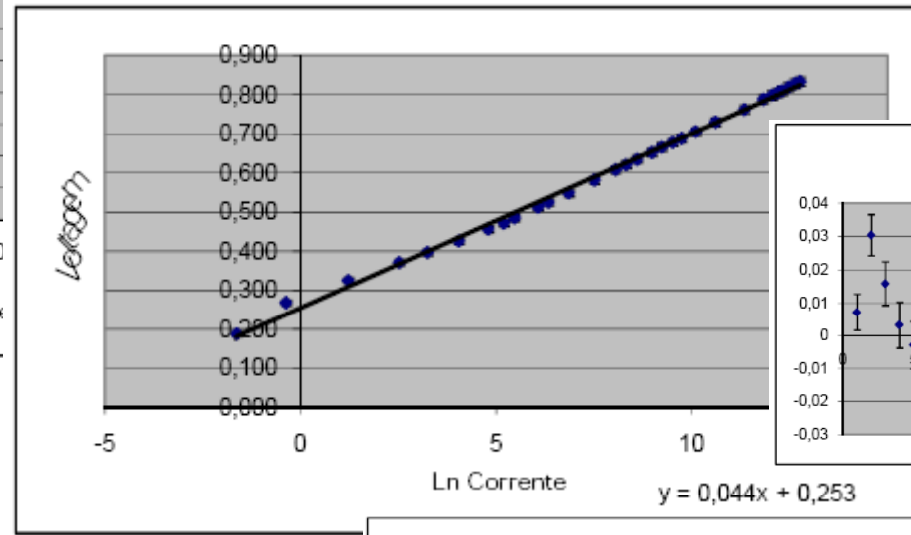
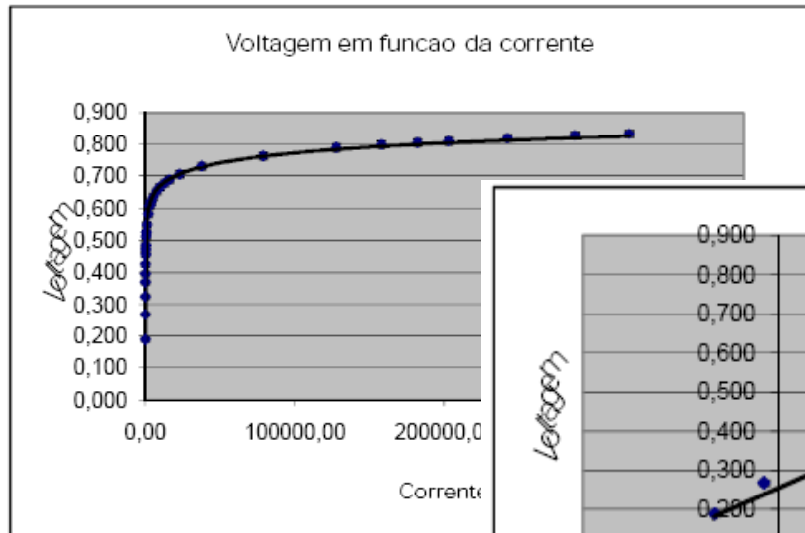


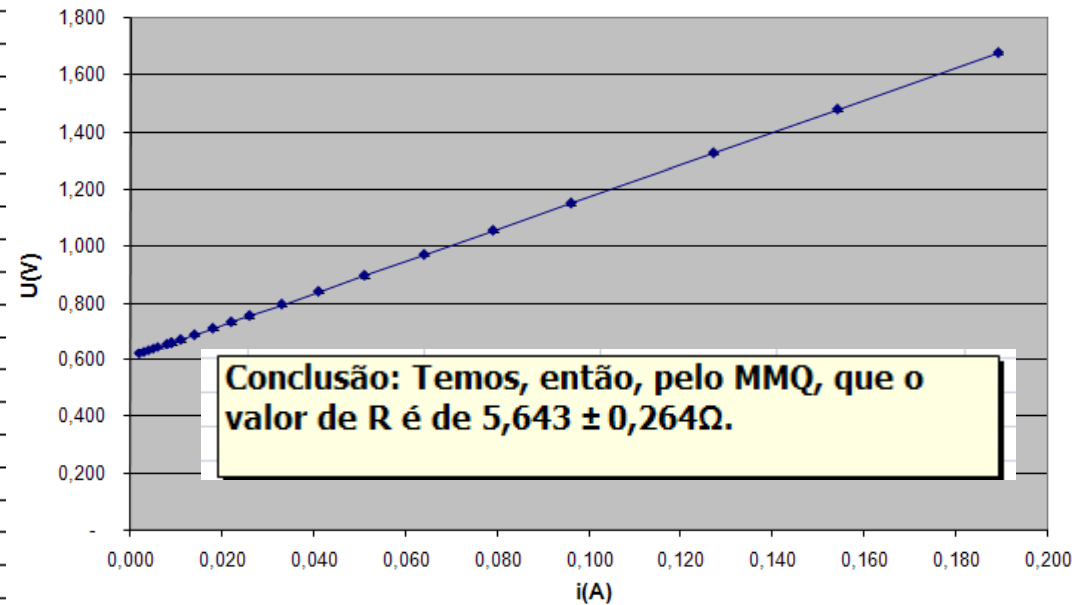
Gráfico 2: Resistência do diodo em função da corrente.



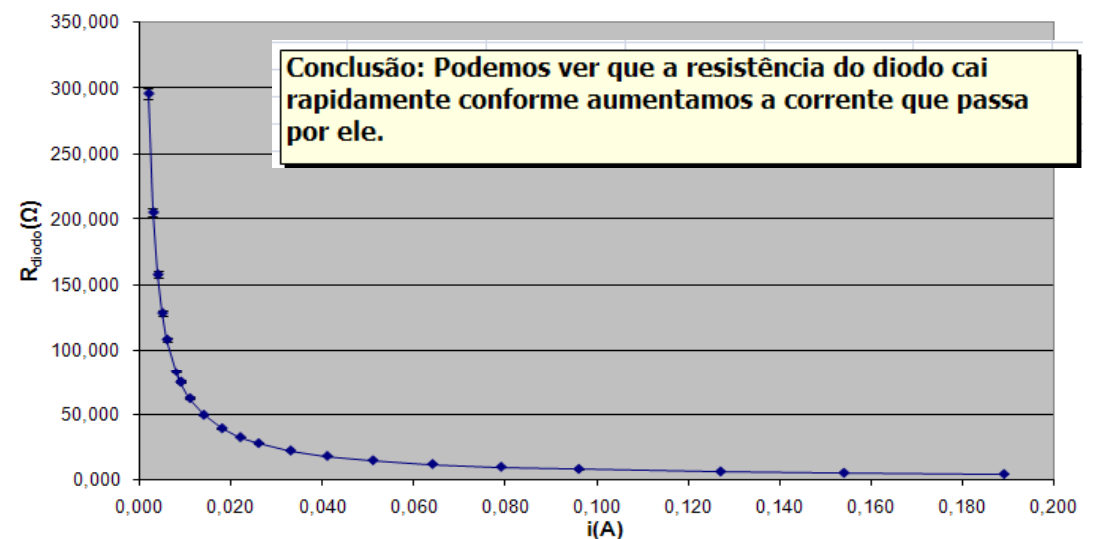
- Unidades: o que é corrente = 200000???
- Resíduos indicam que a exponencial não é suficiente (2 regimes?)
- Altas tensões só um regime

Dados do diodo					
U(V)	$\pm\sigma_U$ (V)	i(A)	$\pm\sigma_i$ (A)	$R_{\text{diodo}}(\Omega)$	$\pm\sigma_{R_{\text{diodo}}}$ (Ω)
0,592	0,005	0,002	0,000	296,000	4,269
0,615	0,005	0,003	0,000	205,000	
0,631	0,005	0,004	0,000	157,750	
0,643	0,005	0,005	0,000	128,600	
0,651	0,005	0,006	0,000	108,500	
0,670	0,005	0,009	0,000	74,444	
0,662	0,005	0,008	0,000	82,750	
0,671	0,005	0,009	0,000	74,556	
0,682	0,005	0,011	0,000	62,000	
0,691	0,006	0,014	0,000	49,357	
0,703	0,006	0,018	0,000	39,056	
0,712	0,006	0,022	0,000	32,364	
0,721	0,006	0,026	0,000	27,731	
0,731	0,006	0,033	0,000	22,152	
0,741	0,006	0,041	0,000	18,073	
0,751	0,006	0,051	0,001	14,725	
0,762	0,006	0,064	0,001	11,906	
0,771	0,006	0,079	0,001	9,759	
0,780	0,006	0,096	0,001	8,125	
0,792	0,006	0,127	0,002	6,236	
0,800	0,006	0,154	0,002	5,195	
0,809	0,006	0,189	0,002	4,280	

Reta Ajustada - Diodo

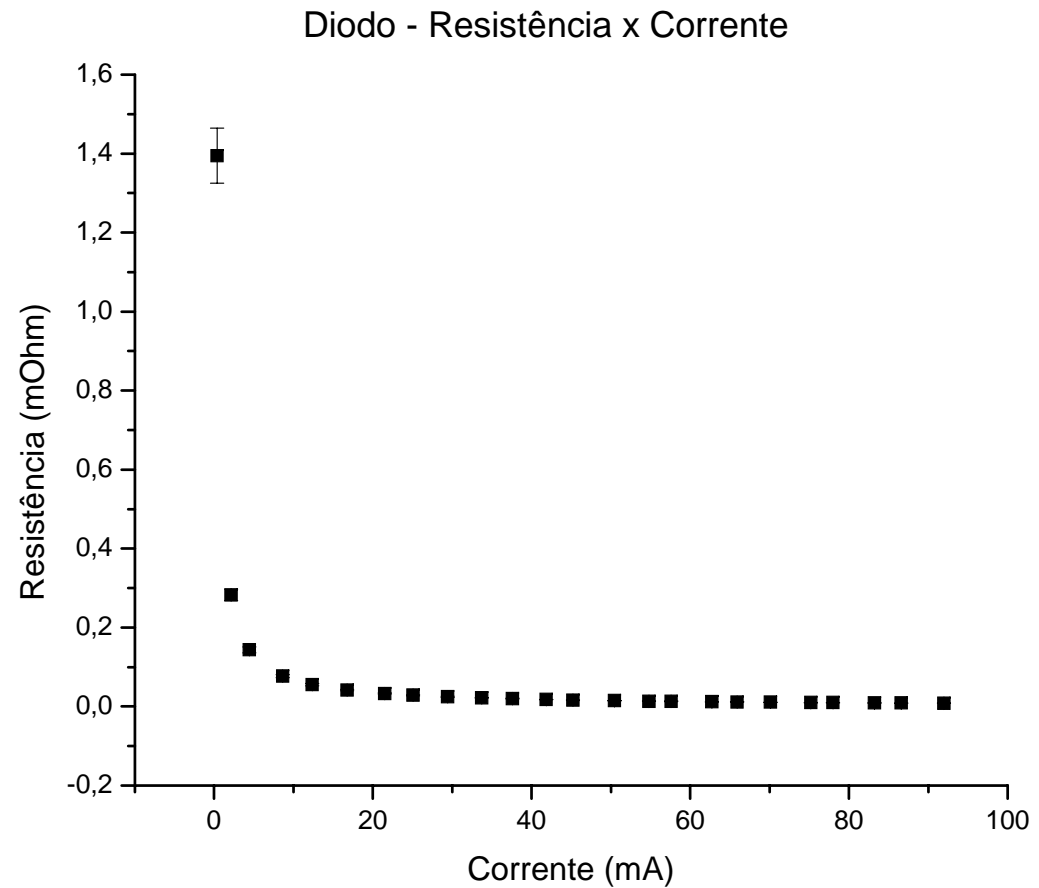


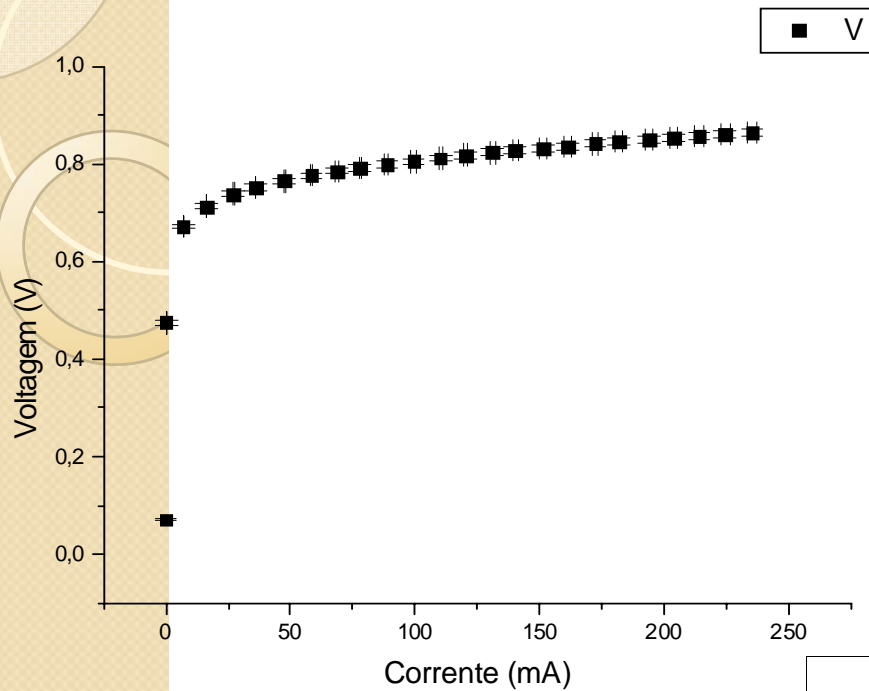
$R_{\text{diodo}}(\Omega) \times i(\text{A})$



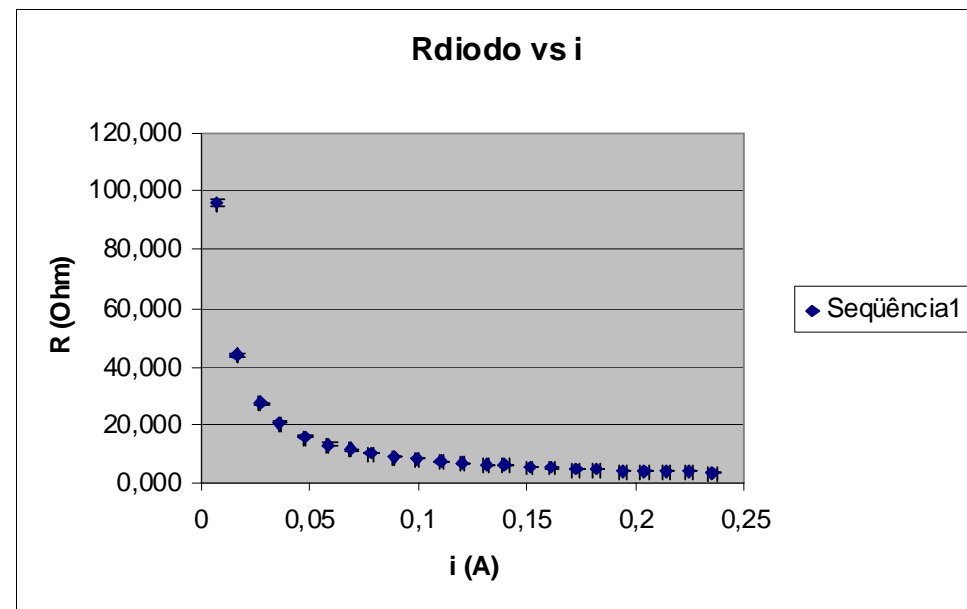
- Tabela de dados não corresponde a gráfico
- Curva característica inconsistente com curva de resistência

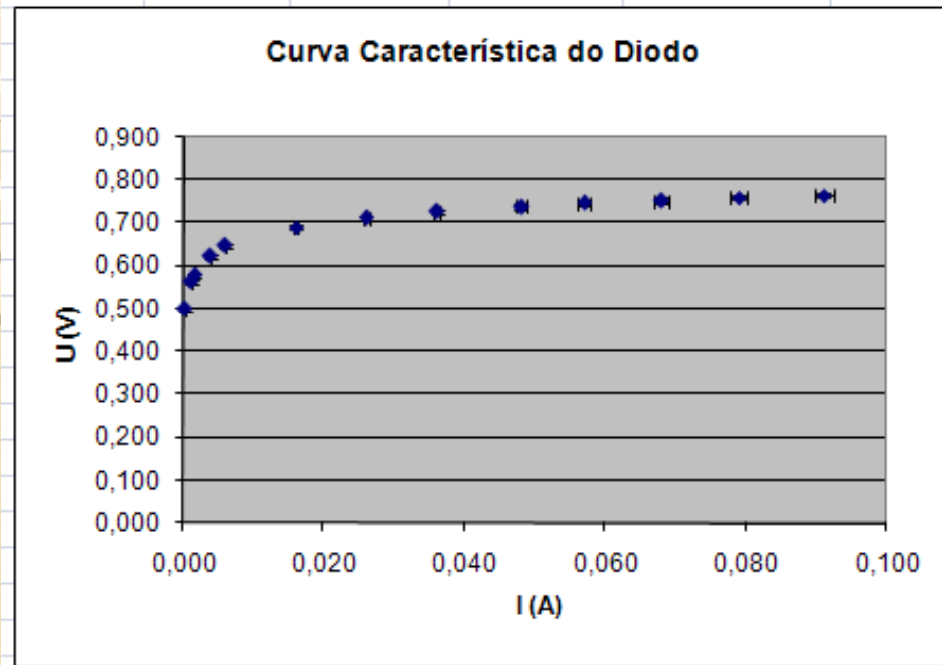
- Curva característica?
- Aplicação do modelo teórico para o diodo?
- Escalas adequadas?



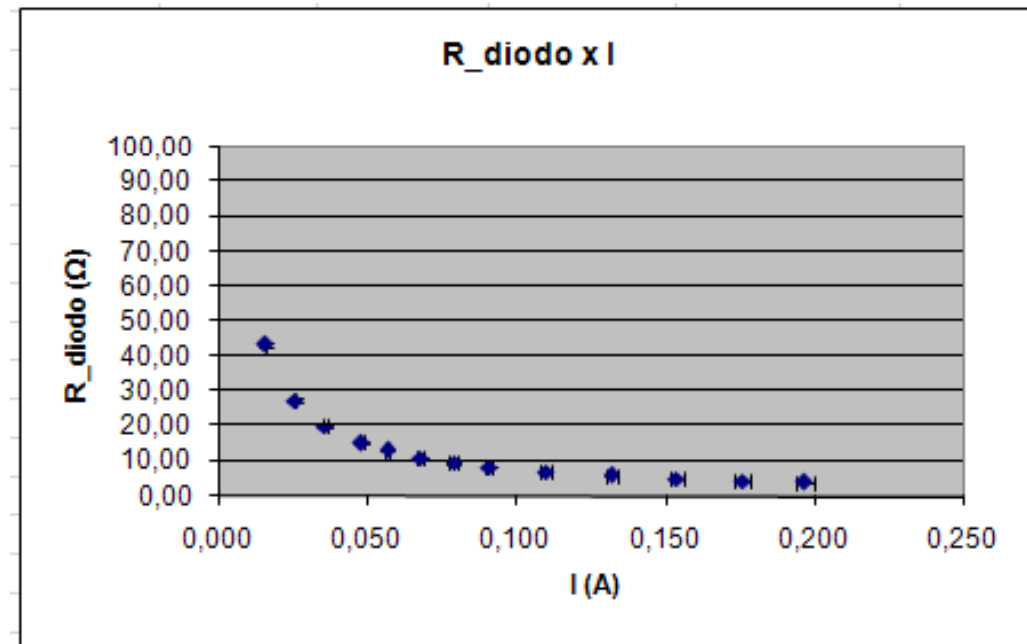


- Aplicação de um modelo para o diodo?
- Escalas?



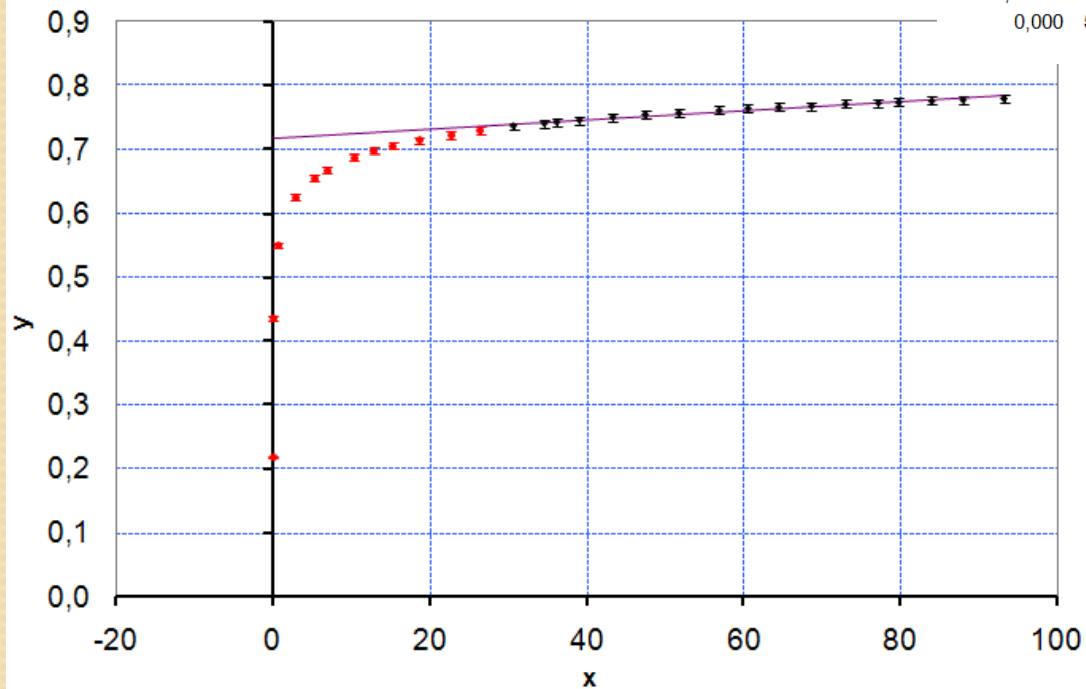


- Aplicação de um modelo para o diodo?
- Escalas?

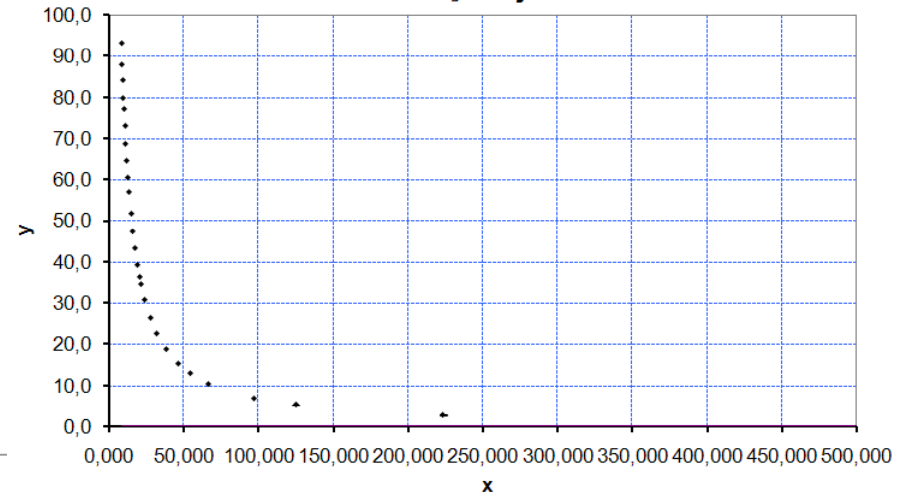


- Qual a razão de ajustar uma reta?
- Nomes dos eixos, incertezas, escalas, etc.

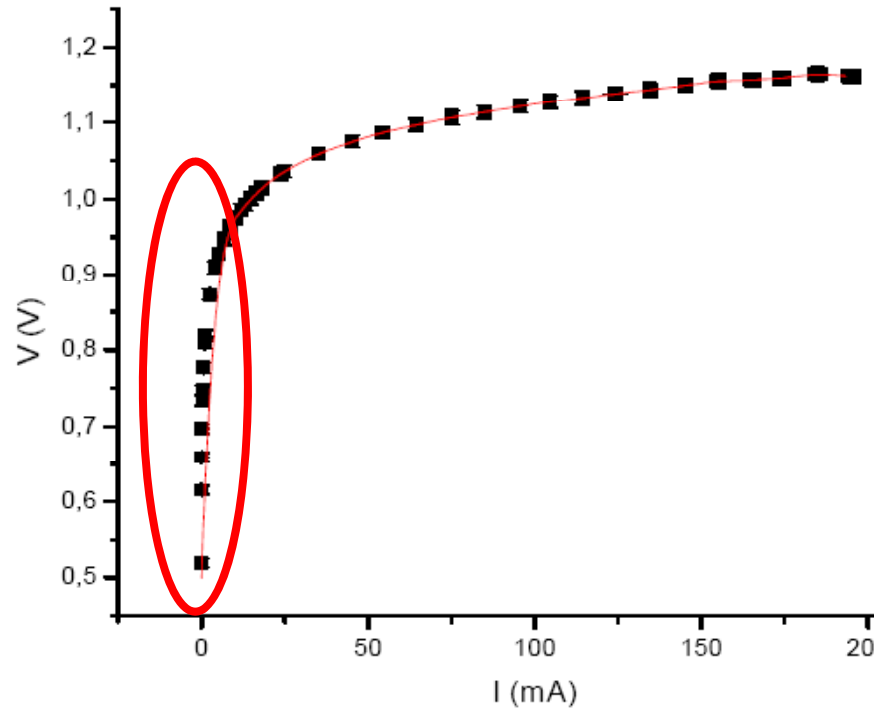
Dados e função ajustada



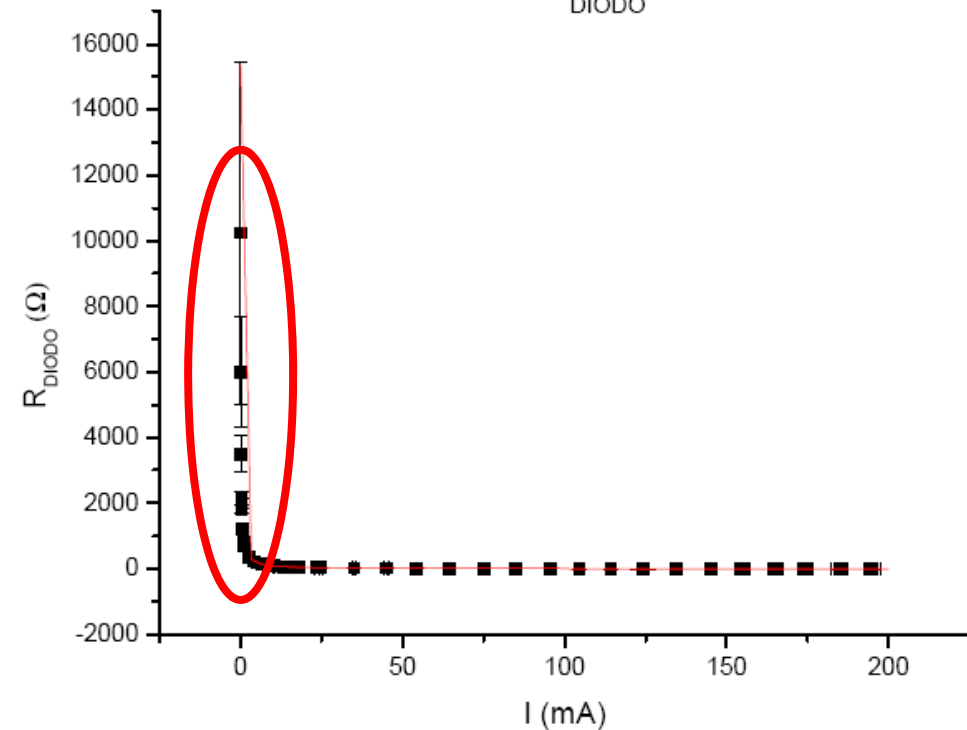
Dados e função ajustada



Curva Característica do Diodo



- Documentação clara e limpa
- Curva do diodo apresenta outro regime?
 - Mudar escalas e checar!

Curva $R_{\text{Diodo}} \times I$ 

i (A)	
0,0110	± 0,0001
0,0160	± 0,0001
0,0210	± 0,0002
0,0250	± 0,0002
0,0290	± 0,0002
0,0350	± 0,0003
0,0400	± 0,0003
0,0460	± 0,0004
0,0510	± 0,0004
0,0570	± 0,0005
0,0620	± 0,0005
0,0680	± 0,0005
0,0740	± 0,0006
0,0800	± 0,0006
0,0870	± 0,0007
0,0940	± 0,0008
0,1000	± 0,0008
0,1080	± 0,0009
0,1150	± 0,0009
0,1220	± 0,0010
0,1300	± 0,0010
0,1380	± 0,0011
0,1450	± 0,0012

U (V)	
0,200	± 0,002
0,500	± 0,004
0,800	± 0,006
1,000	± 0,008
1,40	± 0,01
1,70	± 0,01
2,00	± 0,02
2,30	± 0,02
2,50	± 0,02
2,80	± 0,02
3,10	± 0,02
3,40	± 0,03
3,69	± 0,03
4,02	± 0,03
4,39	± 0,04
4,76	± 0,04
5,09	± 0,04
5,50	± 0,04
5,89	± 0,05
6,28	± 0,05
6,74	± 0,05
7,14	± 0,06
7,50	± 0,06

Tabela de dados 1 -
Valores obtidos por,
respectivamente:
amperímetro e
voltímetro
acompanhados de
suas respectivas
inverzezas, para o
circuito 5.a para a
lâmpada de 30V

- Os dados estão corretos? Quem é a tensão medida?

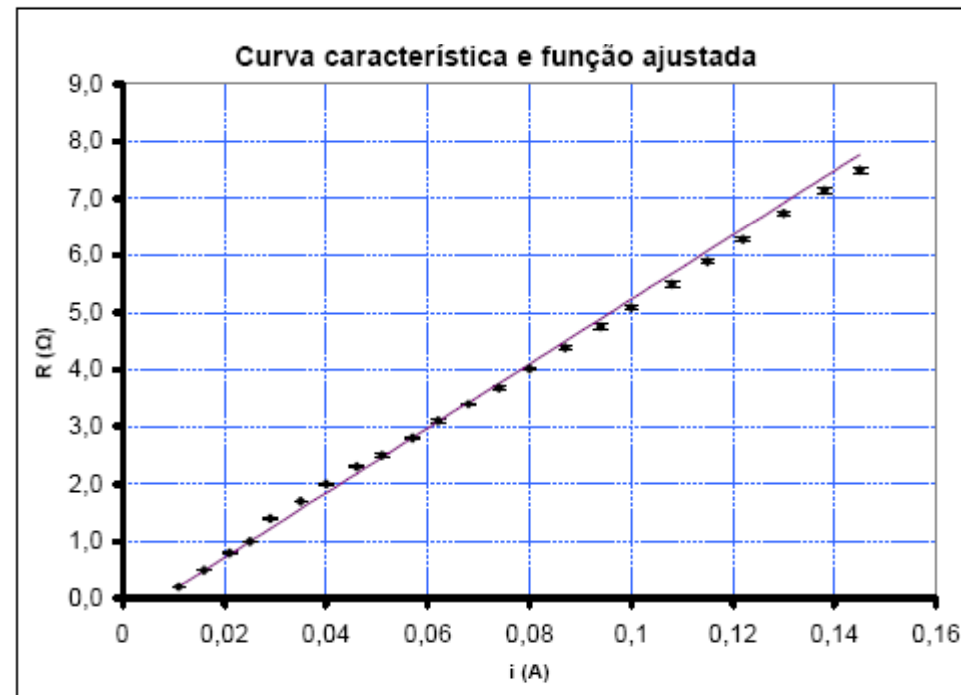


Gráfico 2 - Curva característica com a função ajustada do diodo

$a \pm sa =$	56,41	0,11
$b \pm sb =$	-0,411	0,002

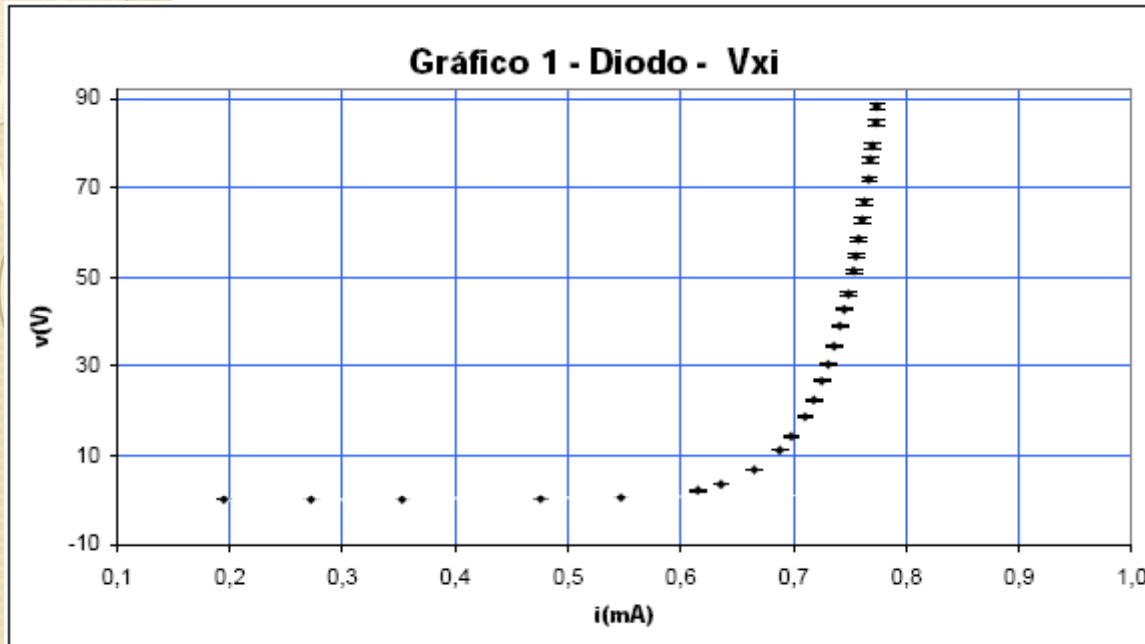


Gráfico 1 - Curva característica do diodo obtida através do circuito b.

- 3 primeiros pontos desprezados por estarem distantes!
 - Escala log mais apropriada
 - Problema nos dados ou a resistência cresce muito rápido para correntes pequenas?

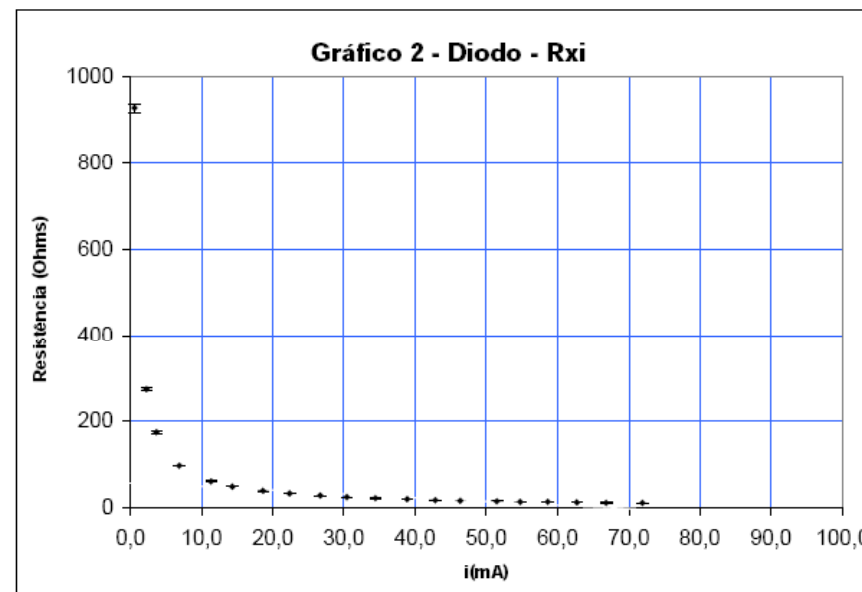
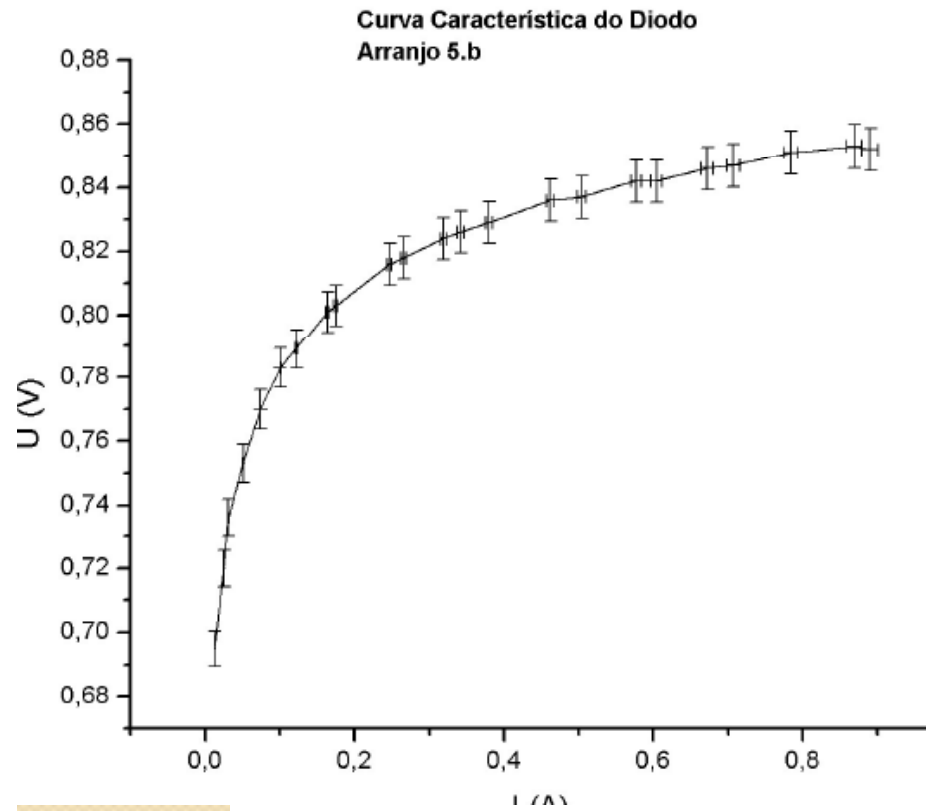
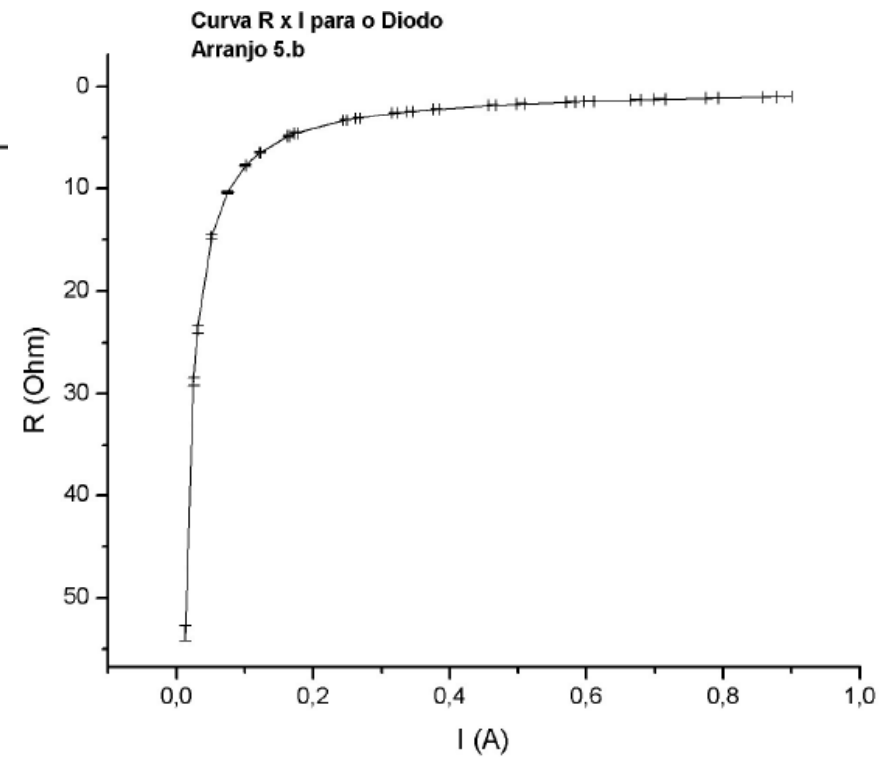


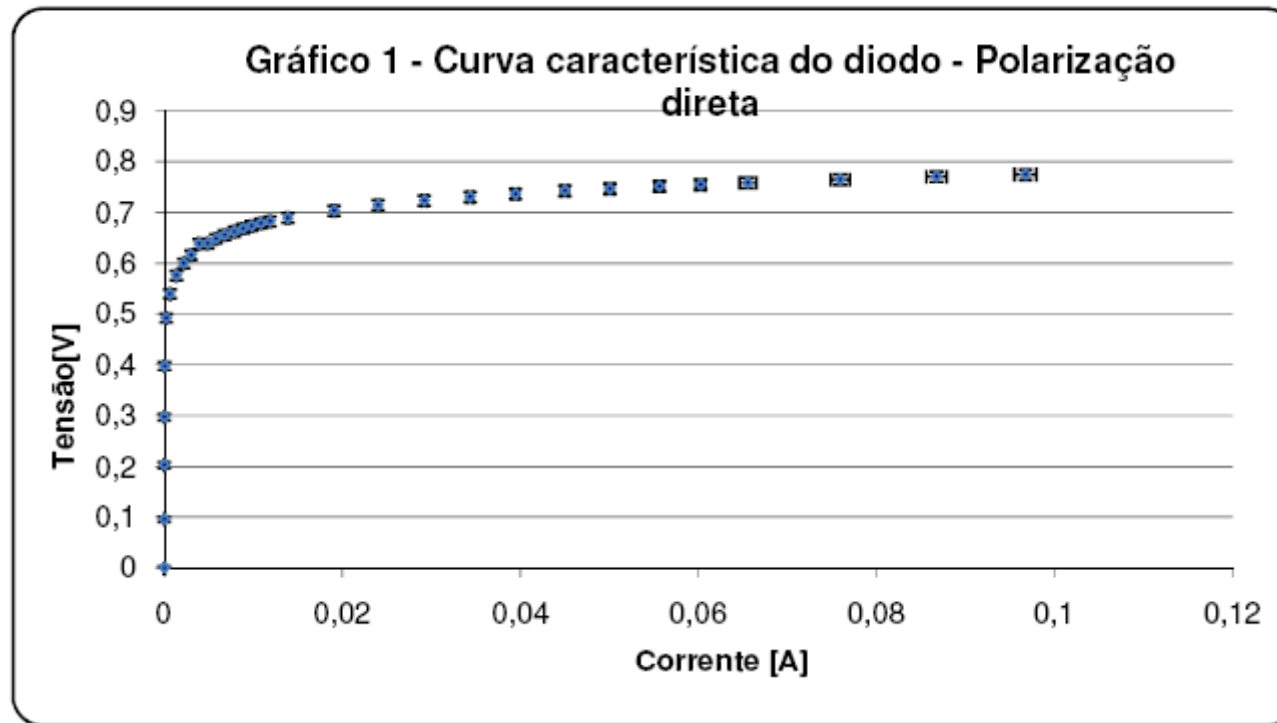
Gráfico 2 - Os três primeiros pontos foram desprezados por estarem muito distantes (possuem valores de resistência muito alto) da escala do gráfico, e seus valores são de fato muito altos porque nesses pontos a corrente tende a zero.

- Modelo para diodo?



- Aplicação do modelo para o diodo?
- Tentem em escala log.



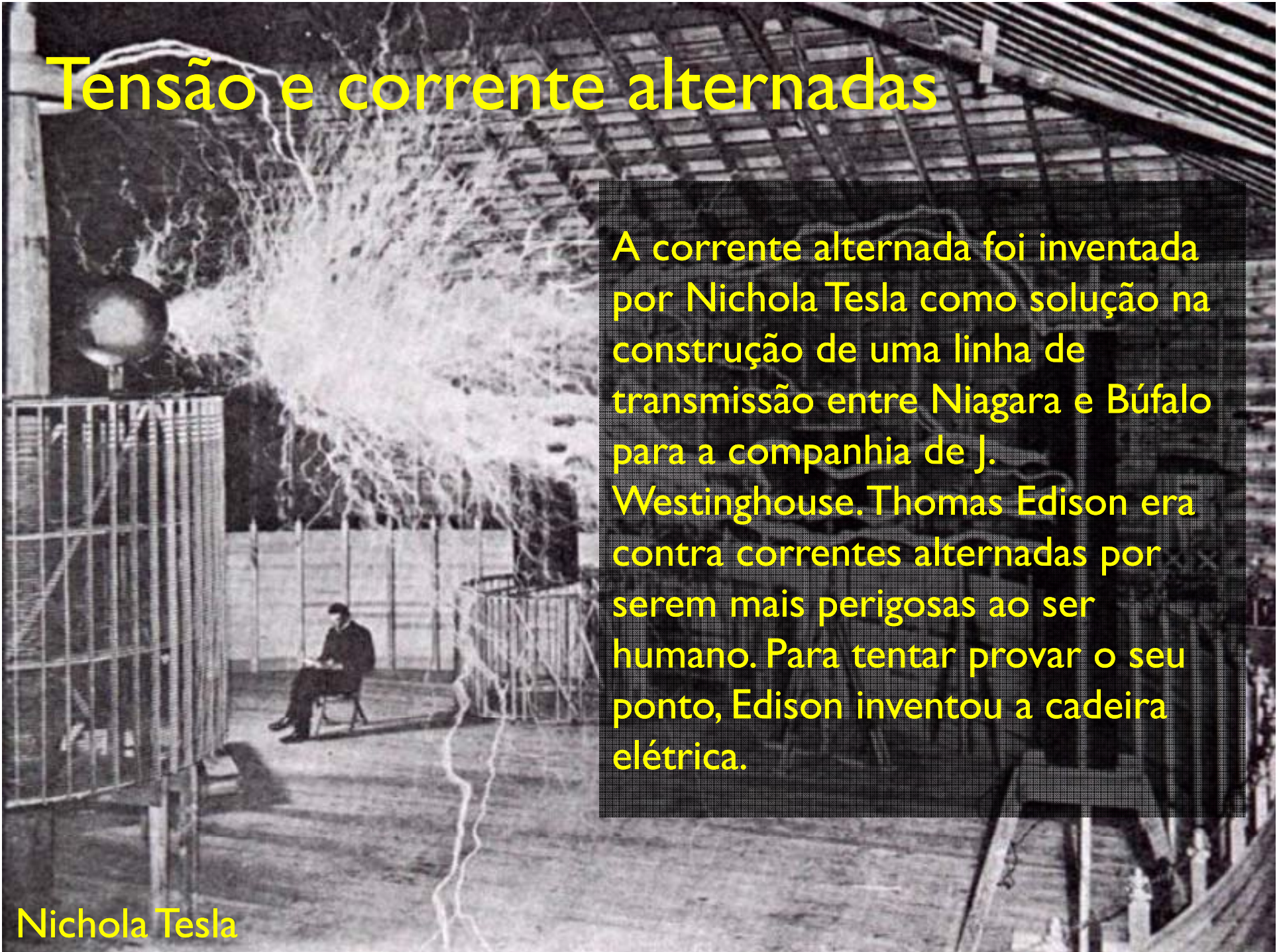


- Aplicação do modelo para o diodo
- Resistência em função da corrente

Tensão e corrente alternadas

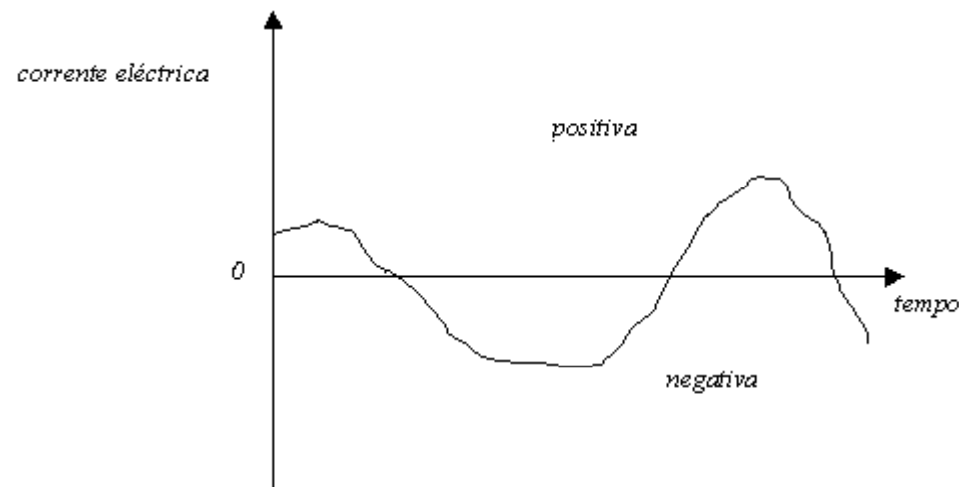
A corrente alternada foi inventada por Nichola Tesla como solução na construção de uma linha de transmissão entre Niagara e Búfalo para a companhia de J. Westinghouse. Thomas Edison era contra correntes alternadas por serem mais perigosas ao ser humano. Para tentar provar o seu ponto, Edison inventou a cadeira elétrica.

Nichola Tesla



Tensão e corrente alternadas

- De forma genérica, qualquer tensão que varia no tempo
- Na prática costumamos trabalhar com tensões harmônicas simples
 - Na verdade, vamos ver em Lab IV que qualquer tensão dependente do tempo pode ser descrita como uma superposição de tensões harmônicas simples

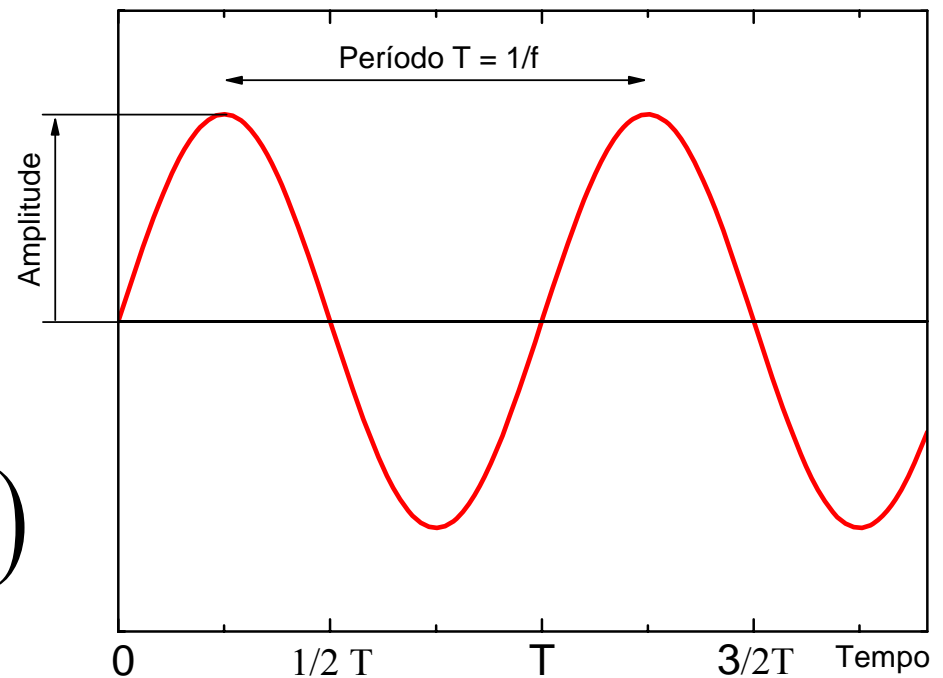


Tensões harmônicas simples

- São aquelas que podem ser descritas por uma função harmônica simples de frequência bem definida, ou seja

$$V(t) = V_0 \sin(\omega t)$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

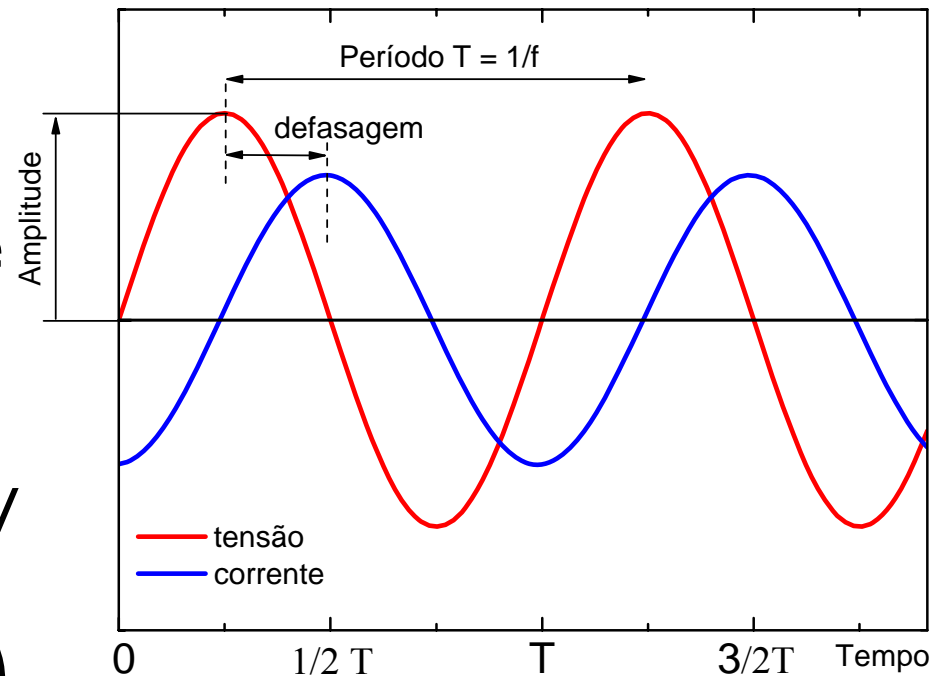


Tensões e correntes

- Em um circuito de corrente alternada a tensão e corrente não necessariamente estão em fase
 - Vamos estudar isto em detalhes em Lab IV

$$V(t) = V_0 \sin(\omega t)$$

$$i(t) = i_0 \sin(\omega t + \delta)$$



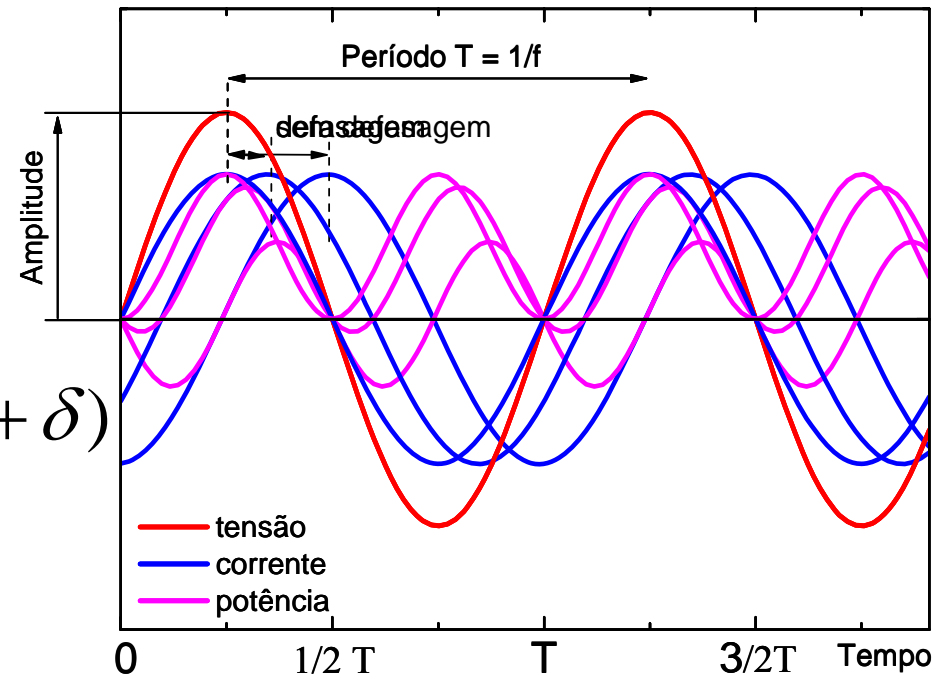
Potência em corrente alternada

- Instantânea

$$P(t) = V(t) \cdot i(t)$$

$$P(t) = V_0 \cdot i_0 \cdot \sin(\omega t) \cdot \sin(\omega t + \delta)$$

- Depende da fase entre corrente e tensão



Potência em um resistor comum

- Tensão e corrente

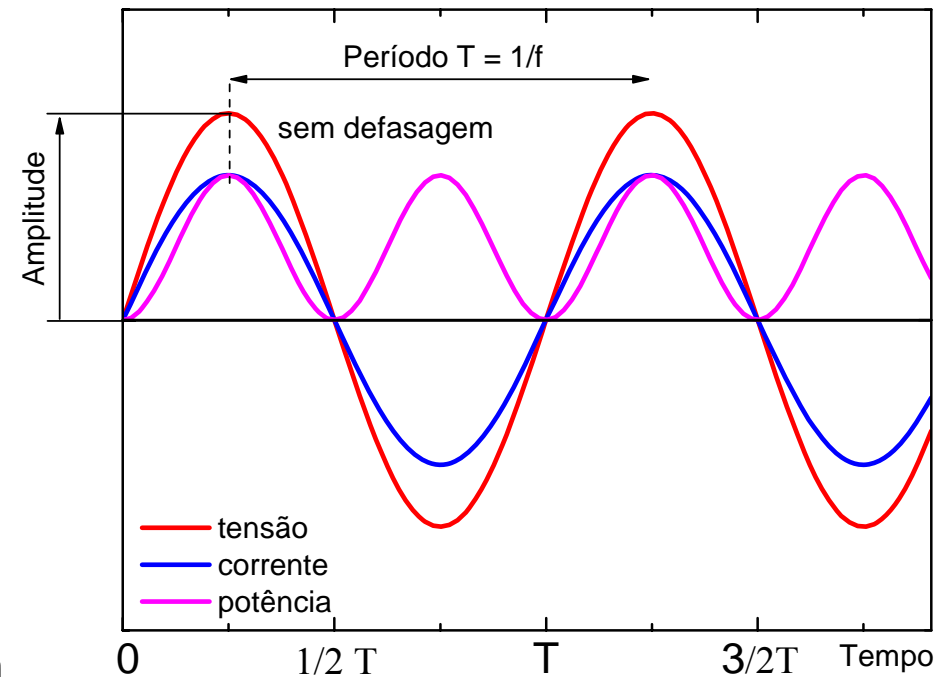
$$V(t) = V_0 \sin(\omega t)$$

$$i(t) = V(t) / R$$

$$i(t) = \frac{V_0}{R} \sin(\omega t)$$

- A defasagem é nula
- Potência instantânea em um resistor

$$P(t) = V_0 \cdot i_0 \cdot \sin^2(\omega t)$$



Potência sempre positiva. O resistor sempre consome energia

Potência média

- Na prática, a potência instantânea não é de muita utilidade.
- Costuma-se utilizar o conceito de potência média em um período, ou seja:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt$$

- No caso geral

$$P = \frac{V_0 \cdot i_0}{T} \int_0^T \sin(\omega t) \cdot \sin(\omega t + \delta) dt = \frac{V_0 \cdot i_0}{2} \cos(\delta)$$

Potência média e valores efetivos

- Ou seja, a potência média em um elemento qualquer em CA vale:

$$P = \frac{V_0 \cdot i_0}{2} \cos(\delta)$$

- Costuma-se definir tensões e correntes efetivas $V_{eff} = V_0 / \sqrt{2}$ e $i_{eff} = i_0 / \sqrt{2}$

$$P = V_{eff} \cdot i_{eff} \cdot \cos(\delta)$$

- No caso de um resistor temos que $\delta = 0$

$$P = V_{eff} \cdot i_{eff}$$

Os multímetros mostram sempre os valores efetivos

Porque tensões e correntes alternadas?

- Alguns elementos possuem comportamentos diferentes se estão em correntes alternadas ou contínuas
 - Determinados elementos podem ser ôhmicos em uma situação e não ôhmicos em outra
 - Para lembrar:
 - Um elemento é considerado ôhmico quando a sua resistência é constante



Atividades da semana

"You are completely free to carry out whatever research you want, so long as you come to these conclusions."

Anatomia de um resistor

- Uma das características de qualquer material é a sua resistividade (ρ), que pode ser constante ou depender de várias características ambientais, como temperatura, pressão, humidade, etc.

Material	Resistividade ($\mu\Omega\text{cm}$)
Prata	1,6
Zinco	6,1
Cobre	1,7
Alumínio	3,0
Ferro doce	13,0
Mercúrio	95,0
Carvão	6000

Wikipedia

Anatomia de um resistor

- Conhecida a resistividade de um material, a resistência de um objeto de seção transversal A e comprimento L pode ser escrita como:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Material	Resistividade ($\mu\Omega\text{cm}$)
Prata	1,6
Zinco	6,1
Cobre	1,7
Alumínio	3,0
Ferro doce	13,0
Mercúrio	95,0
Carvão	6000

Wikipedia

Objetivos da semana

- Estudar a dependência da resistência elétrica com as suas propriedades físicas
 - Ou seja, verificar se a expressão

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

- se aplica ao objeto estudado
- Meio a ser estudado:
 - Água comum
 - Como estudar as propriedades elétricas da água?

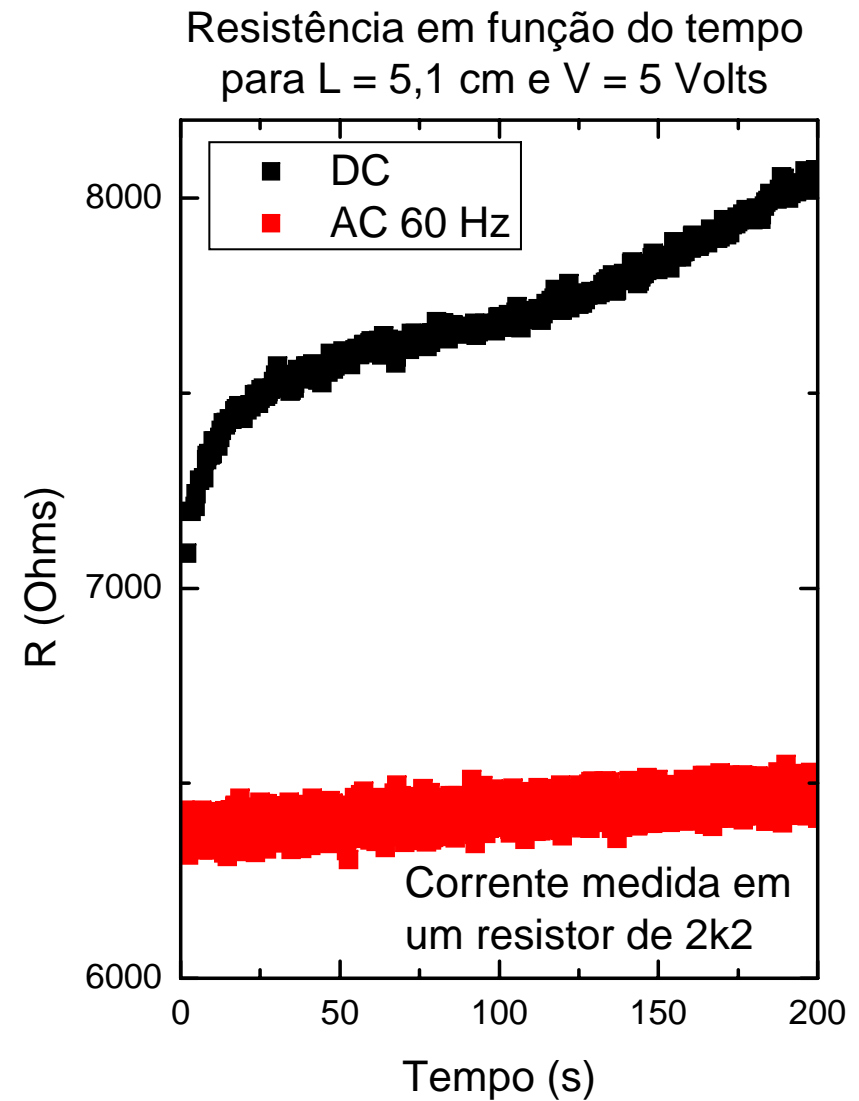
Cuba eletrolítica

- Cano de PVC serrado ao meio com 2 eletrodos de cobre que podemos encher de forma controlada



O problema

- A água comum contém vários íons
 - Se aplicamos uma tensão DC, geramos um campo elétrico constante que faz com que estes íons se movimentem e se acumulem nos eletrodos
 - A consequência é que a resistividade muda com o tempo
- Como contornar?
 - Fazendo medidas em AC



Atividades da semana

- Estudar a dependência da resistência elétrica com as suas propriedades físicas

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

- Como?
 - Levantar a curva característica da cuba em AC e DC.
 - Em AC, fazer o estudo da dependência de R com L e A e determinar ρ .
 - Dica: Mantenha todas as grandezas fixas e varie apenas uma delas
 - Pensem em como medir precisamente L e A .

Atividades da semana

- Estudar a dependência da resistência elétrica com as suas propriedades físicas

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

- Entregar:
 - Curvas características em AC e DC
 - Gráfico de R em função de L para AC
 - Gráfico de R em função de A para AC
 - Os gráficos devem estar em escala adequada para mostrar a validade da expressão acima;
 - Qual a resistividade da água em AC?

Arranjo experimental

Instrumentação (Cuba Eletrolítica Linear)

Corrente Contínua

Fonte CC



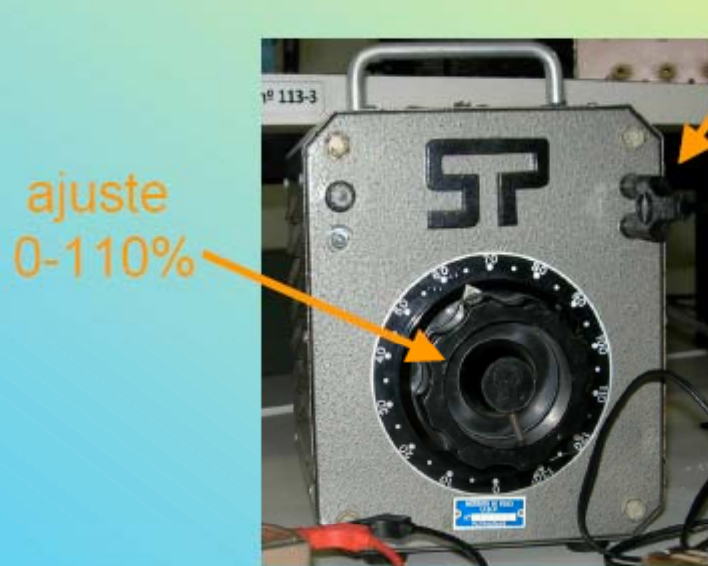
Corrente Alternada (60Hz)

Variac



Arranjo experimental

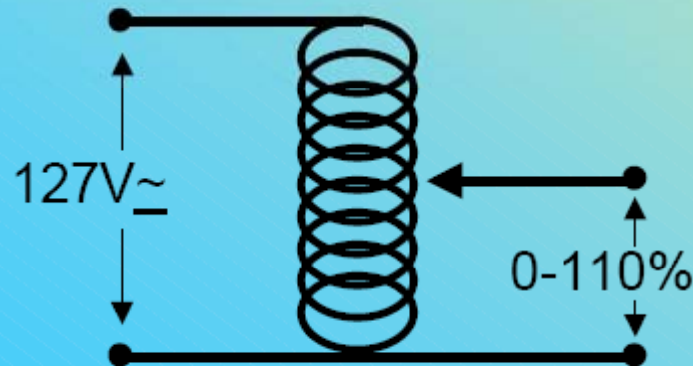
Instrumentação (Cuba Eletrolítica Linear)



terminais de saída

Variac - Autotransformador

Transformador de alta corrente 11A com tensão de saída variável. A tensão de saída é ajustada de 0 a 110% da tensão de entrada.

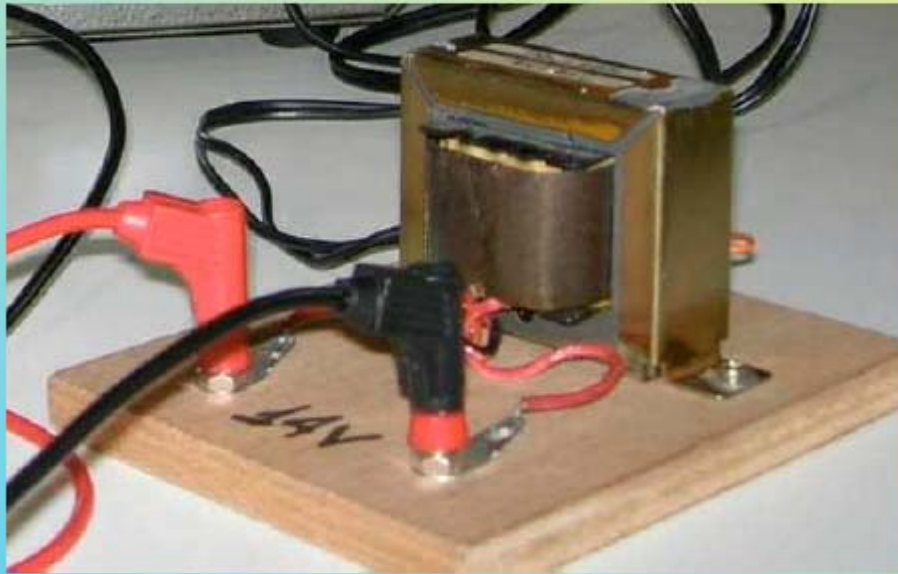


Cuidado. O variac pode estar ligado diretamente numa fase da rede e pode dar choque elétrico.

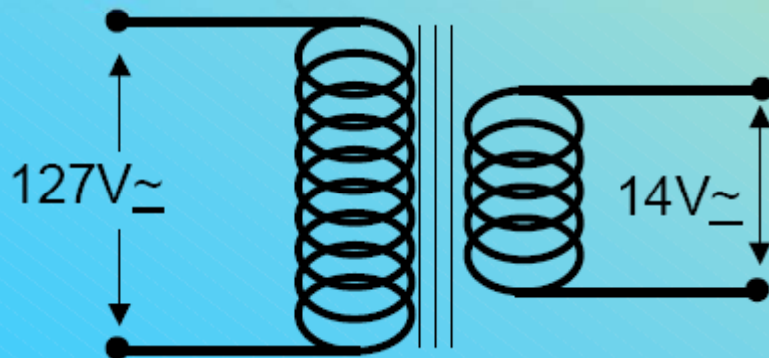
<http://www.nmr.mgh.harvard.edu/~reese/VariacPage/>

Arranjo experimental

Instrumentação (Cuba Eletrolítica Linear)



Transformador 14V
Transforma a tensão da rede (127V) para 14 nos terminais de saída. O transformador da foto é para baixa corrente $<1A$. Uma vez que o secundário é isolado do primário o risco de choque elétrico é reduzido.



Instrumentação (Cuba Eletrolítica Linear)

Arranjo experimental
Opção de aquisição
computacional

Interface digital para aquisição de dados e
controle de experiências



entrada de sinais
MAX 10V

fonte CA ou
CC controlada
por software

Permite gerar tensões CA ou CC
e medir até 3 sinais analógicos **automaticamente**.

Veja tutorial em

<http://sampa.if.usp.br:8080/~suaide/LabFlex/blog/pivot/entry.php?id=17#comm>

Manfredo

Instrumentação (Cuba Eletrolítica Linear)

Arranjo experimental Opção de aquisição computacional



entrada de sinais
MAX 10V

A interface para mediddas funciona como um osciloscópio. Mede a tensão instantânea. Médias temporais devem ser obtidas graficamente ou usando a função interna (*amplitude*).

Um voltímetro em CA mede tensões e correntes RMS (Root Mean Squared) também denominada tensão efetiva, V_{ef} . Um osciloscópio mede a tensão de pico, V_p .

$$V_{ef} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

Observações importantes

- Forneça também o dia que foi realizada a medida e a hora.
- Anote todos os dados. Mesmo mantendo tudo fixo e variando apenas uma grandeza é importante saber o que foi mantido fixo
- Tentem usar o DataStudio para as medidas
 - Veja tutorial na página do LabFlex
 - Em AC, precisa usar a função amplitude do DS.