

DISCUSSÃO

erretor de Velocidades

Notas de aula: www.fap.if.usp.br/~hbarbosa

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

Profa. Eloisa Szanto
eloisa@dfn.if.usp.br
Ramal: 7111
Pelletron

Prof. Henrique
Barbosa
hbarbosa@if.usp.br
Ramal: 6647
Basílio, sala 100

Prof. Nelson Carlin
nelson.carlin@dfn.if.usp.br
Ramal: 6820
Pelletron

Prof. Paulo Artaxo
artaxo@if.usp.br
Ramal: 7016
Basilio, sala 101

Física Exp. 3
Aula 1, Experiência 2
Movimento em campo Elétrico

WebROOT

- <http://sampa.if.usp.br/webroot/index.php>

The screenshot displays the webROOT interface in a browser window. The address bar shows the URL sampa.if.usp.br/webroot/index.php. The page title is "webROOT - GRIPER (Grupo de Íons Pesados Relativísticos) do Instituto de Física - USP/SP".

The user is identified as "Bem-vindo Henrique de Melo Jorge Barbosa". The interface shows the user's last connection and registration details:

- Última conexão em 17/4/2012 - 8:51:58
- Cadastrado desde 16/4/2012 - 15:33:29

Under "Selecione uma opção abaixo", there is a list of options:

- Minhas aplicações
- Criar um(a) novo(a) ...
 - Gráfico - Gráfico simples (um conjunto de dados) com ajuste de função
 - Combinado de gráficos - Combinar gráficos simples em uma única figura
 - Histograma 1D - Histograma em uma dimensão (x) com ajuste de função
 - Função $f(x)$ - Função de uma variável $f(x)$ com opção de integral e derivada
- Alterar senha
- Minhas preferências
- Ajuda
- Sair

The "Suas aplicações salvas" section shows a saved application named "nome teste" with the following details:

- Nome: nome teste
- Salvo em: 17/04/2012 - 08:54:34
- 0 compartimento(s)

Operations icons include a folder, a group of people, a document with a green arrow, and a trash can.

The "Gráficos simples" section displays a graph titled "nome teste" with a linear fit line. The graph shows a set of data points and a blue line representing the fit. The axes are labeled "x" and "y".

At the bottom of the page, it says "criado pelo Grupo de Íons Pesados Relativísticos (GRIPER) da IFUSP (2011)".

Multímetros e multímetros

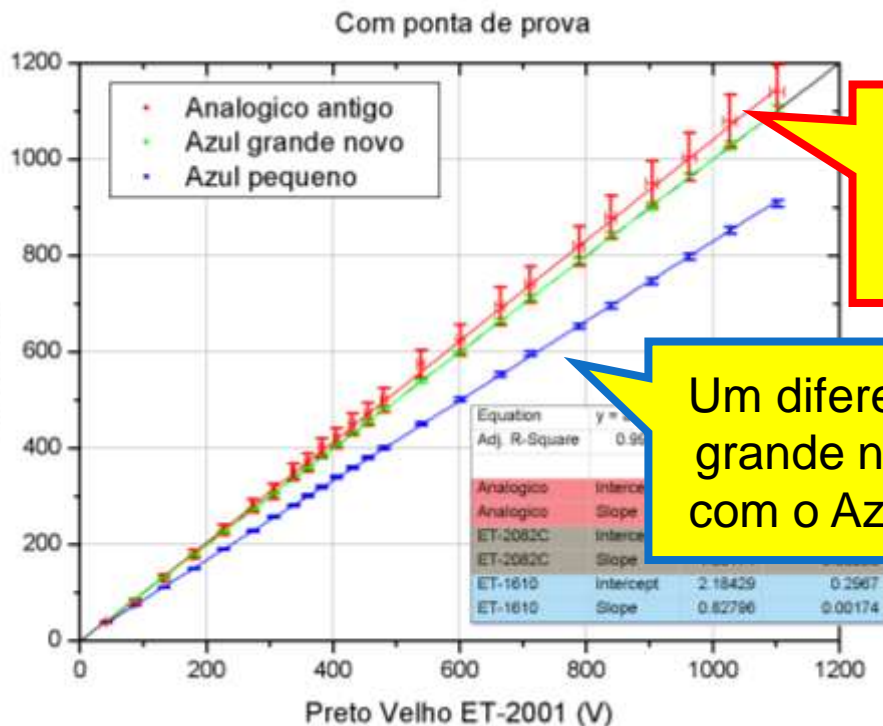
- Durante a última semana de medidas, um dos grupos percebeu que o seu TRC não chegava nem em 920V, enquanto aquela da bancada ao lado chegava em 1200V.
- Trocamos o TRC e continuou a mesma coisa!
- Trocamos o multímetro pequeno pelo grande e deu diferente... Uhm...
- Usamos o multímetro pequeno do grupo ao lado e voltou a dar menor que 1000V
- Usamos o multímetro grande do grupo ao lado e mais uma vez conseguimos um valor acima de 1000V

Comparando instrumentos

- Resolvi comparar todos os nossos multímetros!
 - Velho preto grande de ponteiro analógico
 - Velho preto digital mas com botões analógicos
 - Azul digital pequeno e de escala automática
 - Novo digital grande e de escala manual

Esse foi usado ano passado e tomei como referência

Alguns grupos usaram o automático no começo da semana



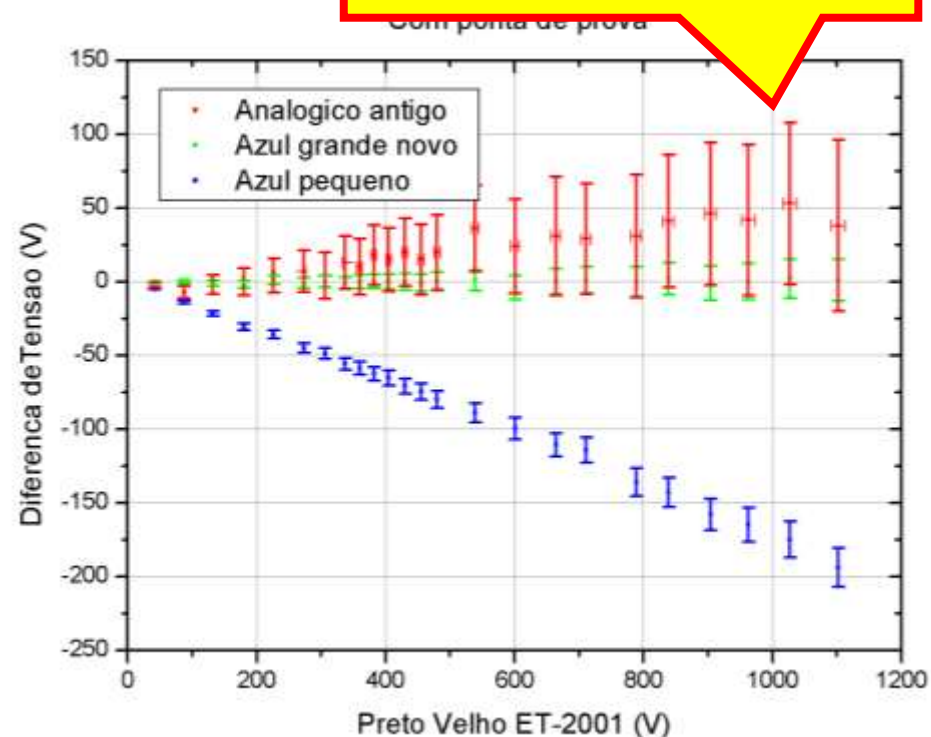
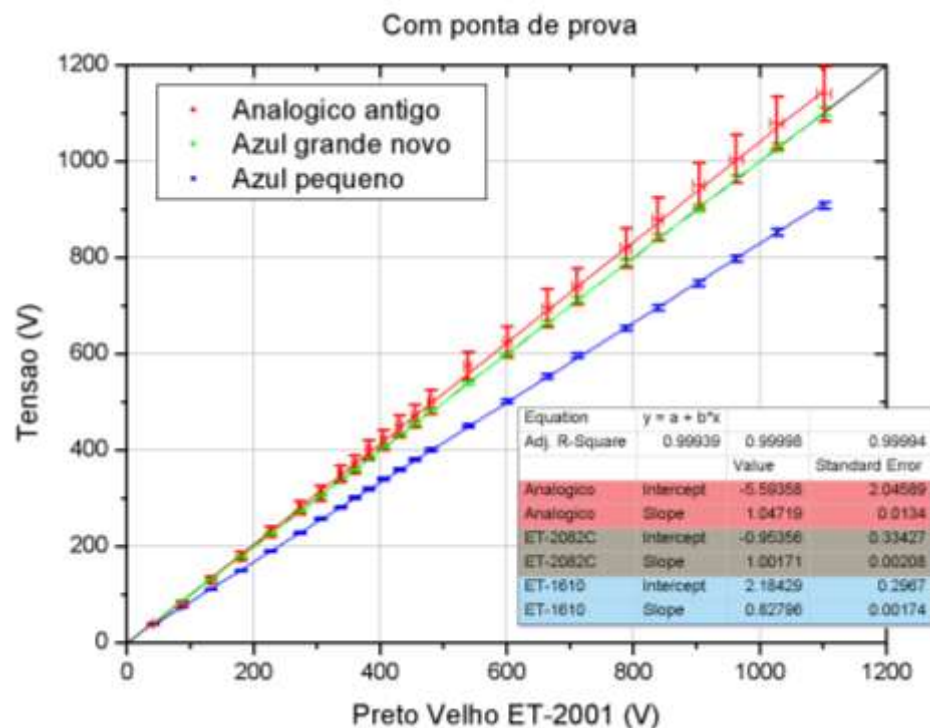
E uma diferença menor, mas importante, com o análogo antigo

Um diferença MUITO grande nas medidas com o Azul pequeno!

Comparando instrumentos

- Os erros eram muito grandes! Chegaram a 200V de diferença próximo de 1200V, o que explica o problema encontrado pelo grupo!
- Resolvi testar se era a ponta de prova

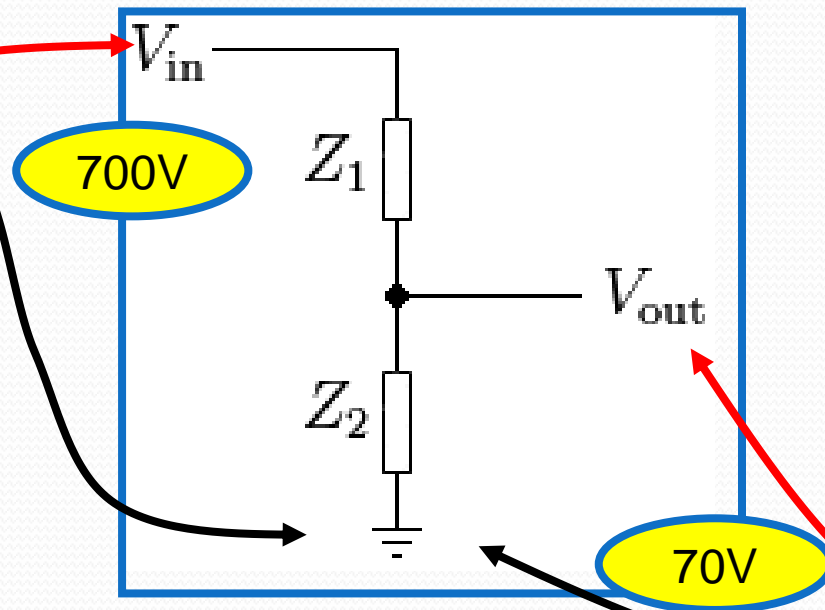
Para o analógico, há uma diferença, mas o erro é muito maior...



Ponta de prova

- Como funciona a ponta de prova que vocês usaram semana passada?

$$V_{out} = V_{in} \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$



Ponta de Prova

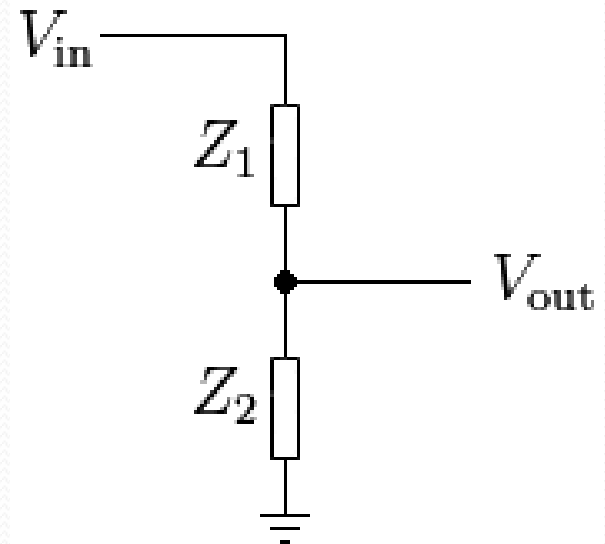
Ponta de prova x Multímetros

- Devemos ter Z_1 e Z_2 grandes para que não desviar corrente do circuito (como um voltímetro).
- Mas ao mesmo tempo, Z_2 precisa ser muito menor que a resistência do voltímetro

Não é fácil conseguir um equilíbrio e depende da resistência interna do voltímetro que você está usando!

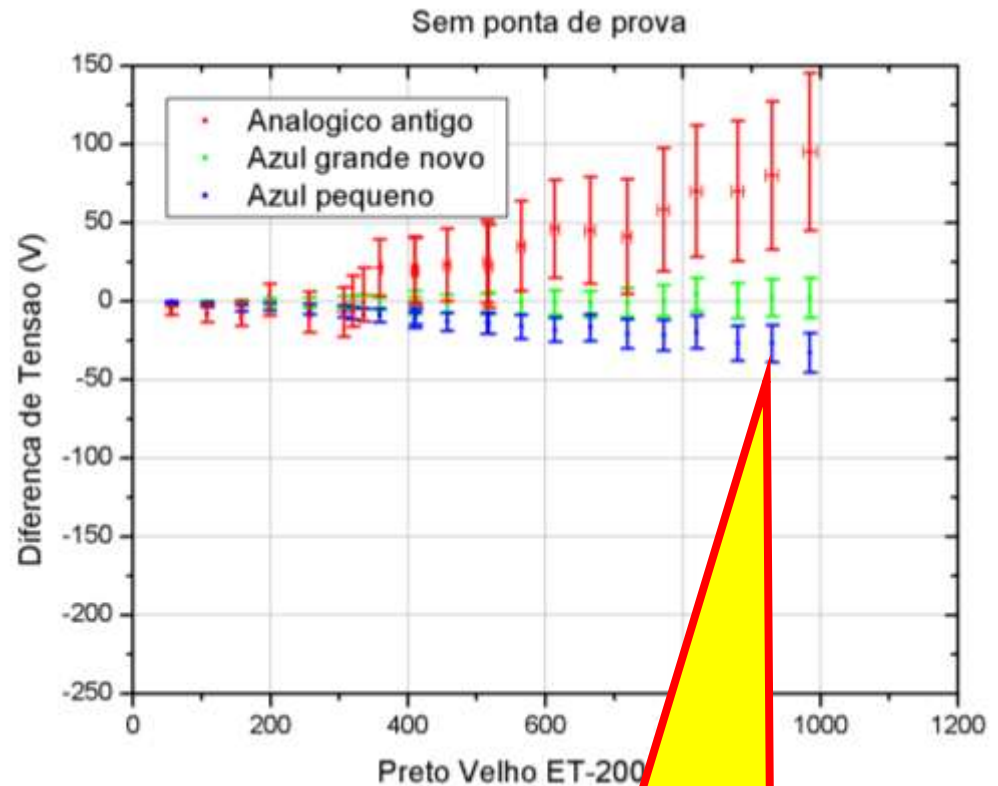
$$V_{out} = V_{in} \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$i_{fuga} = \frac{V_{in}}{Z_1 + Z_2}$$

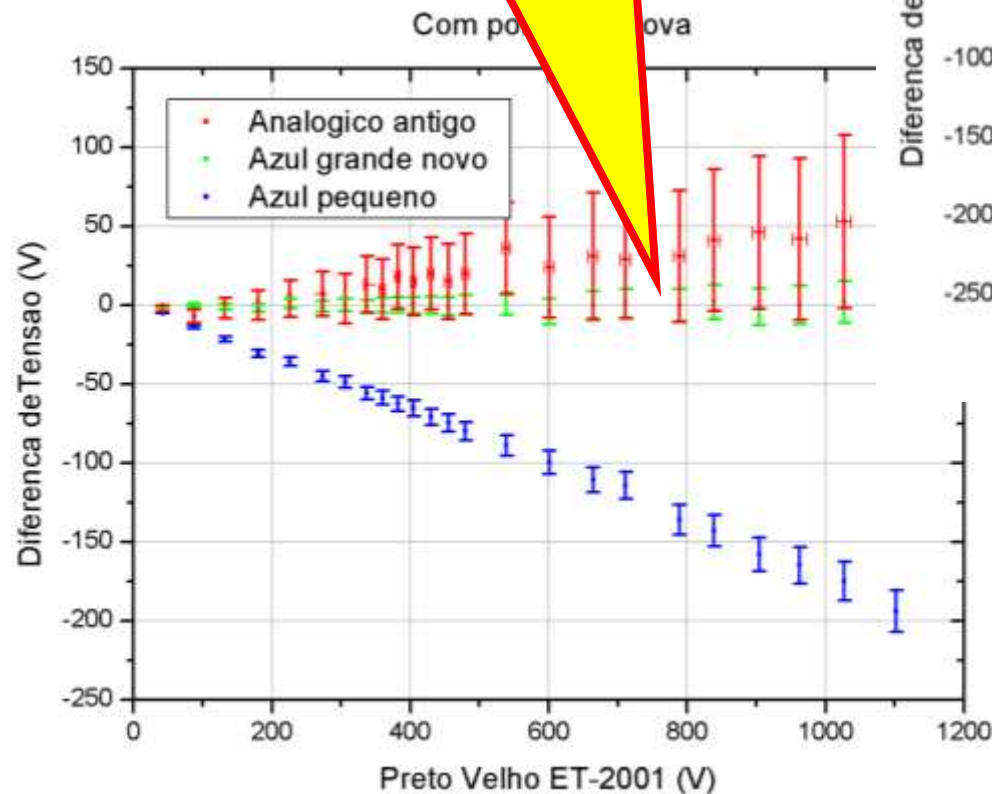


Comparando instrumentos

Nos dois casos, “Azul Grande Novo” e “Velho com botões” dão sempre a mesma medida!



Erros muito menores!
Significa que a ponta de prova estava alterando a medida!!!



Correção aos dados

- Resumo: para os grupos que fizeram medidas de alta tensão com o **multímetro pequeno azul de escala automática**, usando a ponta de prova, vocês terão problemas, pois:

$$h = AV_P^\alpha \quad h = BU_{ac}^\beta$$

- A e B não terão o valor que deveria! Contudo, α e β ainda terão o valor correto, concordam?
- Correção:
Medida correta = (azul pequeno - 2.2(3)V) / 0.828(2)

Exp. 2 – Seletor de Velocidades

PROGRAMAÇÃO

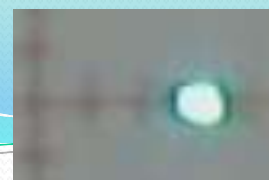
- Semana 1
 - Movimento em campo elétrico
- Semana 2
 - Movimento em campo magnético
- Semana 3
 - Simular o campo elétrico e mapear o campo elétrico
- Semana 4
 - Calibrar o seletor de velocidades
- Semana 5
 - Obter a resolução do seletor de velocidades

Para entregar, Parte 1

- Ligue o **TRC** e focalize o feixe na tela
 - Aplique uma tensão aceleradora **$V_{ac}=700V$**
 - Mexa no controles:
 - Foco
 - Intensidade
 - Tensão aceleradora (não passar de **$1000V$**)
 - Observe o que acontece com o feixe em cada caso e comente.
- Gire o **TRC** na mesa e observe o que acontece com o feixe
 - Procure fazer com que o feixe esteja focalizado e pelo menos sobre o eixo horizontal
- Nesta condição, aplique **$V_{ac}=700V$** , e defina a origem neste ponto e deixe o TRC fixo nesta posição da bancada (fotografe a tela do TRC)

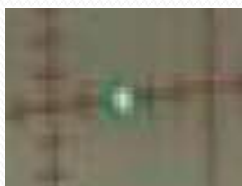
Foto da Tela

h13



6

H1



4

h7

h14



5.5

H2



4

h8

Desvio muito grande! Não sei se todos os grupos usaram o mesmo Uac

H3



4

h9

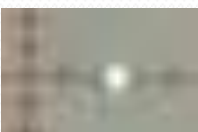


5.5

h16

Média da turma:
4.7 (11) mm

H4



5

h10

h17



5.5

H5



2

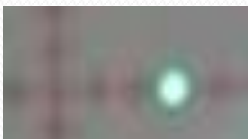
h11

H18



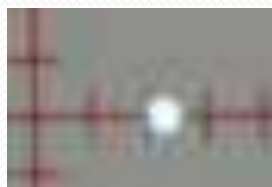
5

H6



6

h12



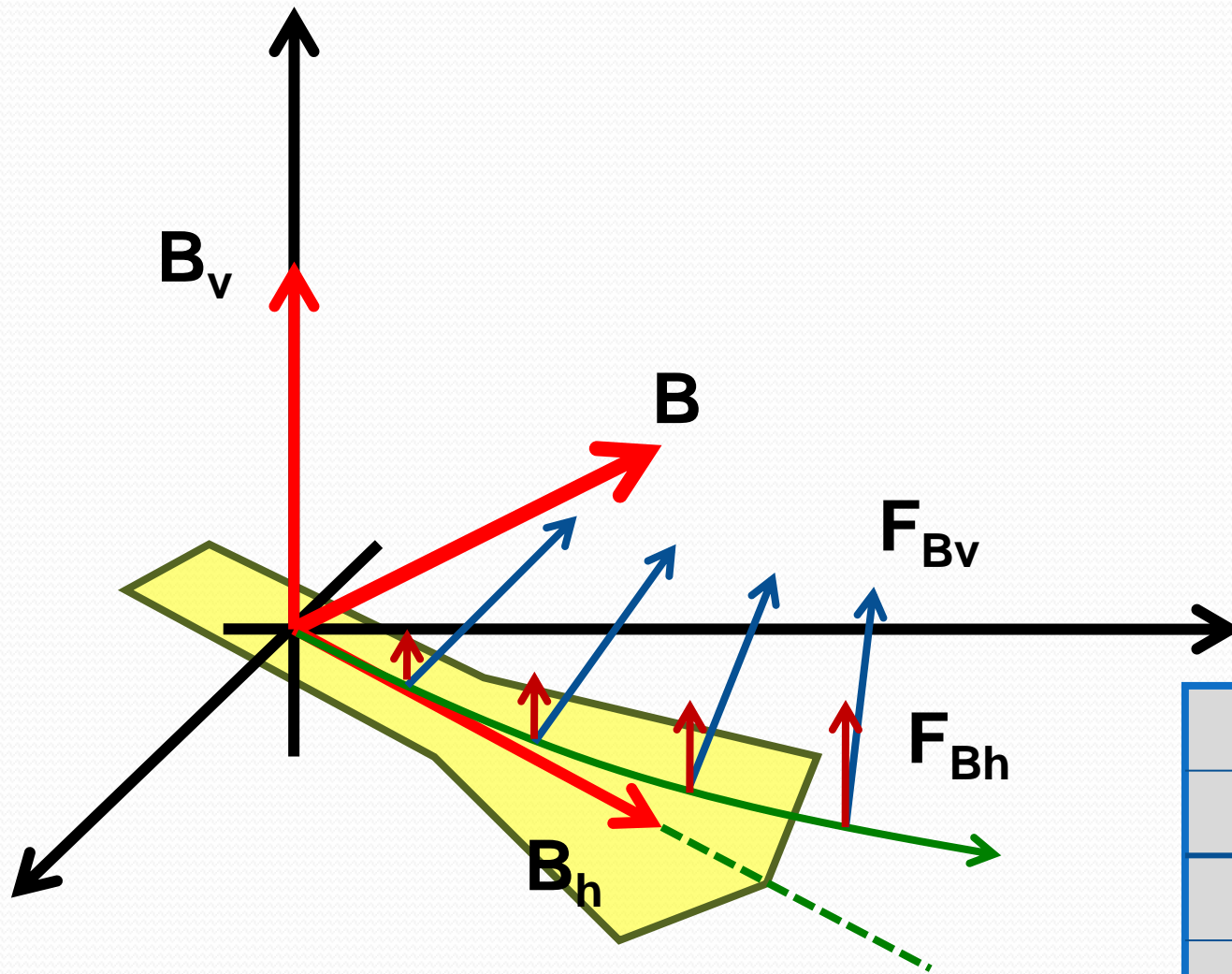
4.5

h19

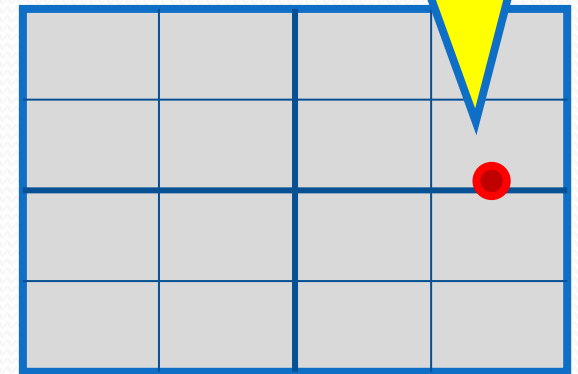


4

Campo magnético da Terra



Quase todo o deslocamento na horizontal



Campo magnético da Terra

- Velocidade da partícula

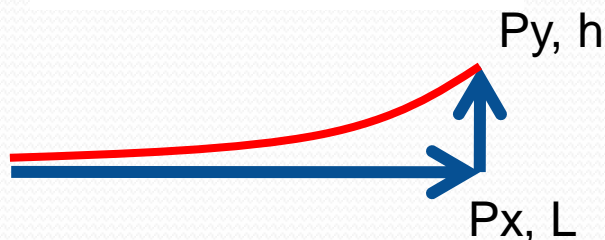
$$eU_{ac} = \frac{1}{2} m_e v^2 \quad v(700V) = \sqrt{\frac{2eU_{ac}}{m_e}} = 5.23\% \text{ luz}$$

- Impulso da força magnética aprox. constante:

$$P_y = |\vec{F}_B| \Delta t = evB_v \Delta t = eB_v L$$

- A direção é dada pelos momentos:

$$\frac{P_y}{h} \approx \frac{P_x}{L} = \frac{m_e v}{L}$$



4.7 (11) mm

A intensidade total é 0.3 gauss

$$B_{vertical} \approx \frac{hm_e v}{L^2 e} = 0.052(12) \text{ gauss}$$

Google Calculator

The screenshot shows a web browser with several tabs: 'Compose Mail - hmjbarbo', 'sqrt(electron mass/electron charge * 700V * 2) / (28.5 cm)^2 * 4.7 mm / gauss', '(27) Facebook', and 'Earth's magnetic field - Wil...'. The address bar shows the URL: [https://www.google.com.br/#hl=en&client=psy-ab&q=sqrt\(electron+mass%2Felectron+charge...](https://www.google.com.br/#hl=en&client=psy-ab&q=sqrt(electron+mass%2Felectron+charge...)

The search bar contains the query: $\text{sqrt}(\text{electron mass}/\text{electron charge} * 700\text{V} * 2) / (28.5 \text{ cm})^2 * 4.7 \text{ mm} / \text{gauss}$

The search results show 'About 60,900 results (0.42 seconds)'. The 'Web' tab is selected, displaying the calculation: $\text{electron mass} / \text{elementary charge} * (700 \text{ V}) * 2 / ((28.5 \text{ cm})^2) * (4.7 \text{ mm} / \text{gauss}) =$

The result is displayed in a large box: **0.05162516308**

Below the result is a calculator interface with various buttons for mathematical operations and constants.

On the left side of the search results, there are links for 'Web', 'Images', 'Maps', 'Videos', 'News', 'Shopping', and 'More'. Below these is a section for 'Sao Paulo - São Paulo' with a 'Change location' link, and a 'Show search tools' link.

At the bottom of the page, there is a link to 'Principles of Physics (a Calculus-Based Text - 4th Edition - Scribd)' with the URL www.scribd.com/.../Principles-of-Physics-a-Calculus-Based-Te...

The text below the link reads: 'Electron volt Elementary charge Gas constant Gravitational constant If $m_1 m_2$, the acceleration is negative and the masses move in the opposite direction. of Charged Particles in a Uniform Electric Field 618 Electric Flux 621 Gauss's Law of 4.00 cm and the fly as a cylinder 4.00 mm long and 2.00 mm in diameter.'

Parte 2, o campo elétrico

- Aplique tensão nas placas defletoras verticais (fonte externa **DC** de **30V**):
 - Mexa na tensão (ie na intensidade do campo elétrico) e verifique o que acontece com o feixe. Comente.
 - Anote a tensão máxima que o feixe ainda continua visível na tela do **TRC**.
- A seguir desligue as placas e observe se o feixe continua focalizado e na origem.

Muito simples, nem vou comentar

Parte 3, deslocamento x V_p

- Medir h em função de V_p para U_{ac} fixo ($=v_{0x}$ fixo).
- Qual é a dependência funcional? Comece testando uma possibilidade simples:

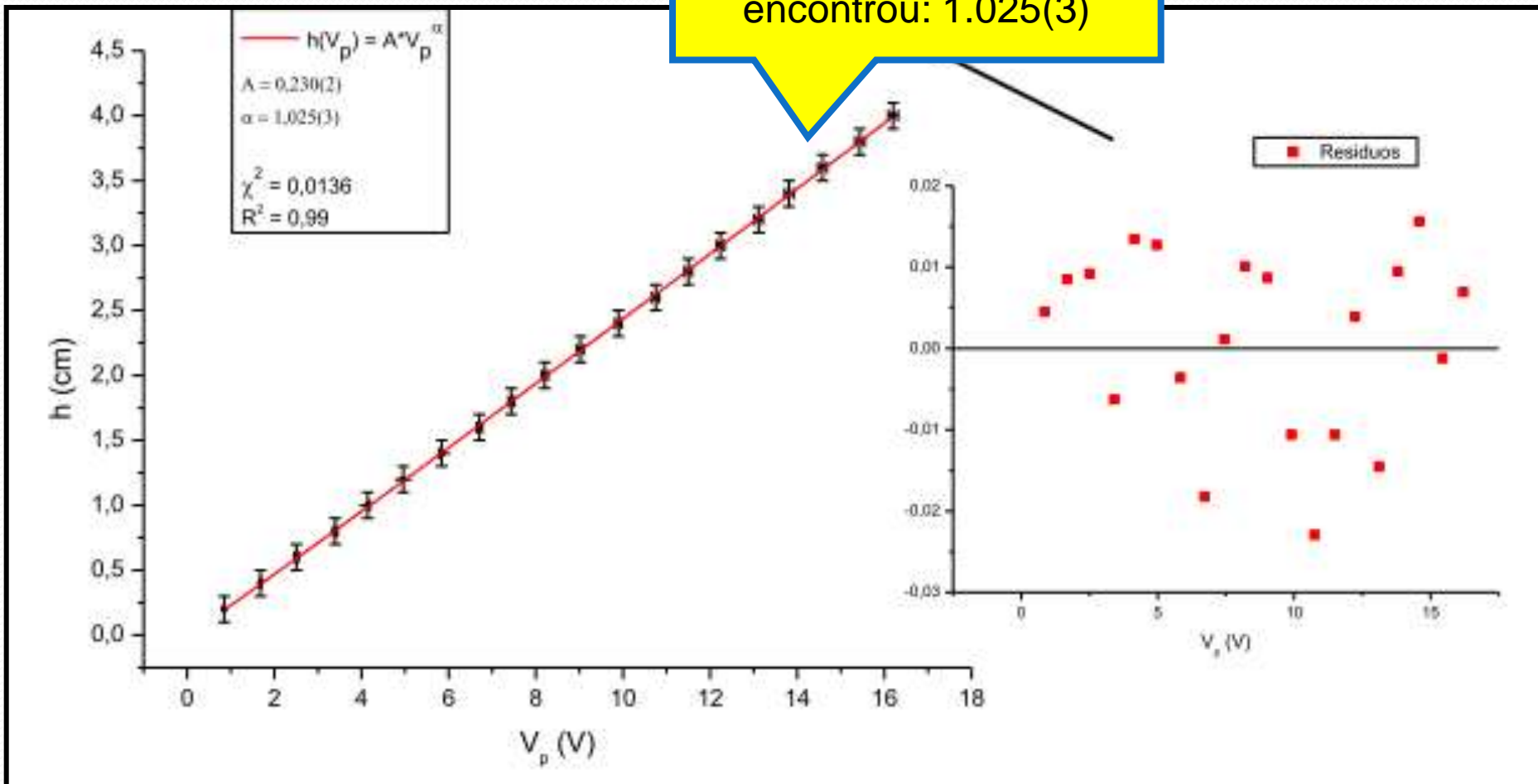
$$h = AV_p^\alpha$$

- Fazer um gráfico de V_p em função de h para U_{ac} fixo que permita descobrir se a dependência funcional acima é adequada
 - Se for obtenha o expoente alfa. Compare com os valores obtidos por seus colegas
 - **Importante:** a grandeza fixa deve ser escolhida de modo a permitir o maior número possível de pontos medidos.

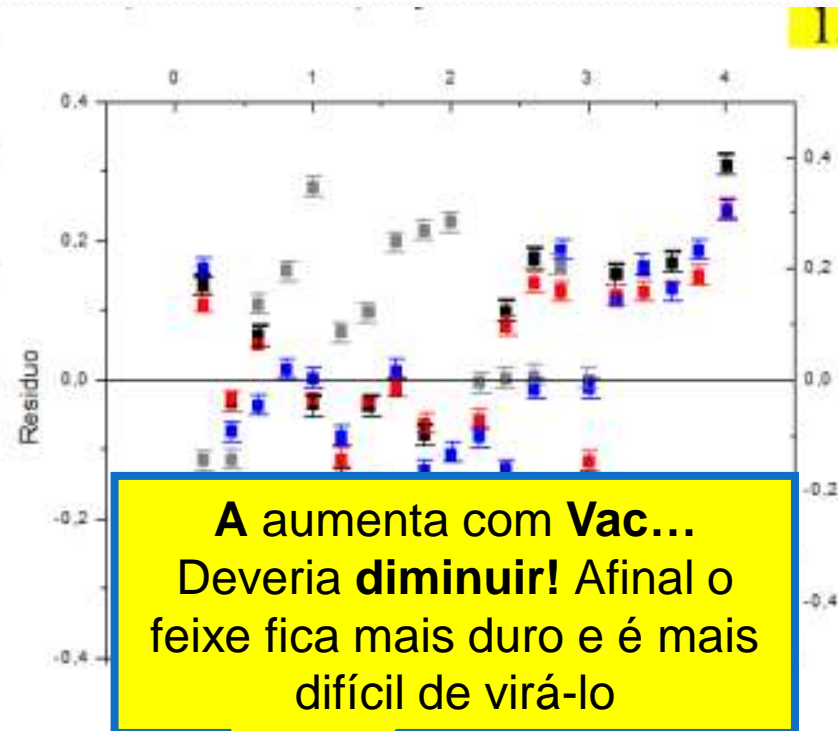
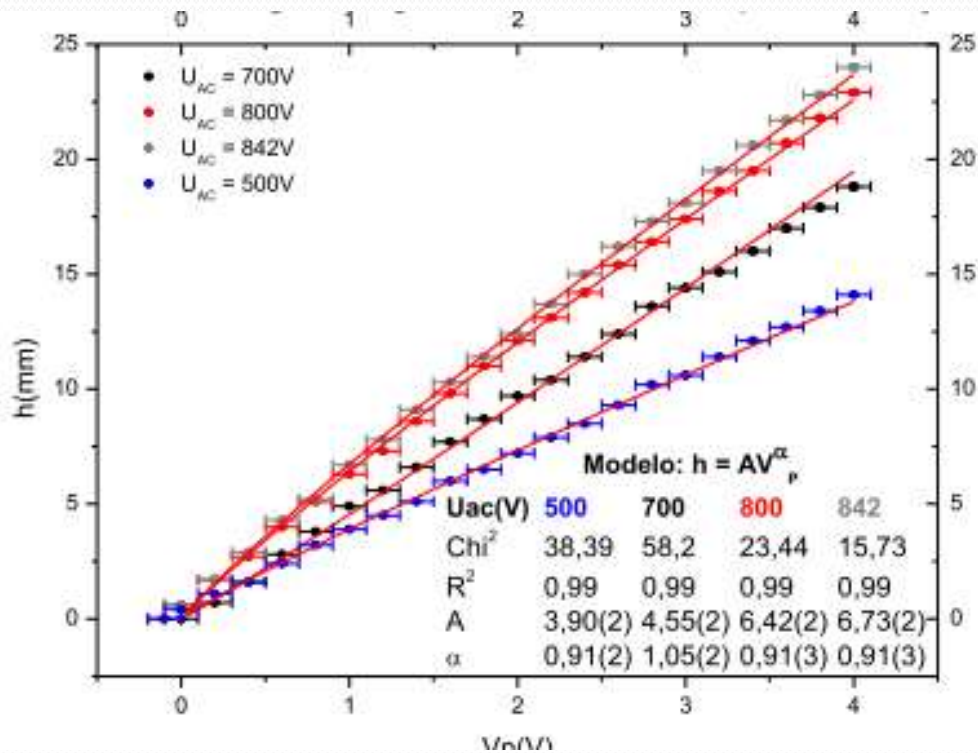
Deslocamento pelo campo elétrico

$$h = AV_p^\alpha$$

Parece uma linha reta! E,
ajustando com α livre,
encontrou: 1.025(3)



E se medir vários U_{ac}



	500 V	700 V	800 V	842 V
A (mm)	3.90 (2)	4.55 (2)	6.42 (2)	6.73 (2)
α (°)	0.91 (2)	1.05 (2)	0.91 (3)	0.91 (30)

α permanece constante

Dependência com Vp

	α		α
H1	0.997 (6)	H11	-----
H2	1.05 (2)	H12	1.025 (3)
H3	1.015 (4)	H13	1.018 (4)
H4	1.034 (4)	H14	1.009 (7)
H5	1.019 (5)	H15	-----
H6	0.986 (9)	H16	1.030 (6)
H7	1.01 (6)	H17	1.031 (8)
H8	1.022 (3)	H18	0.85 (7)
H9	1.000 (7)	H19	0.791 (6)
H10	-----		

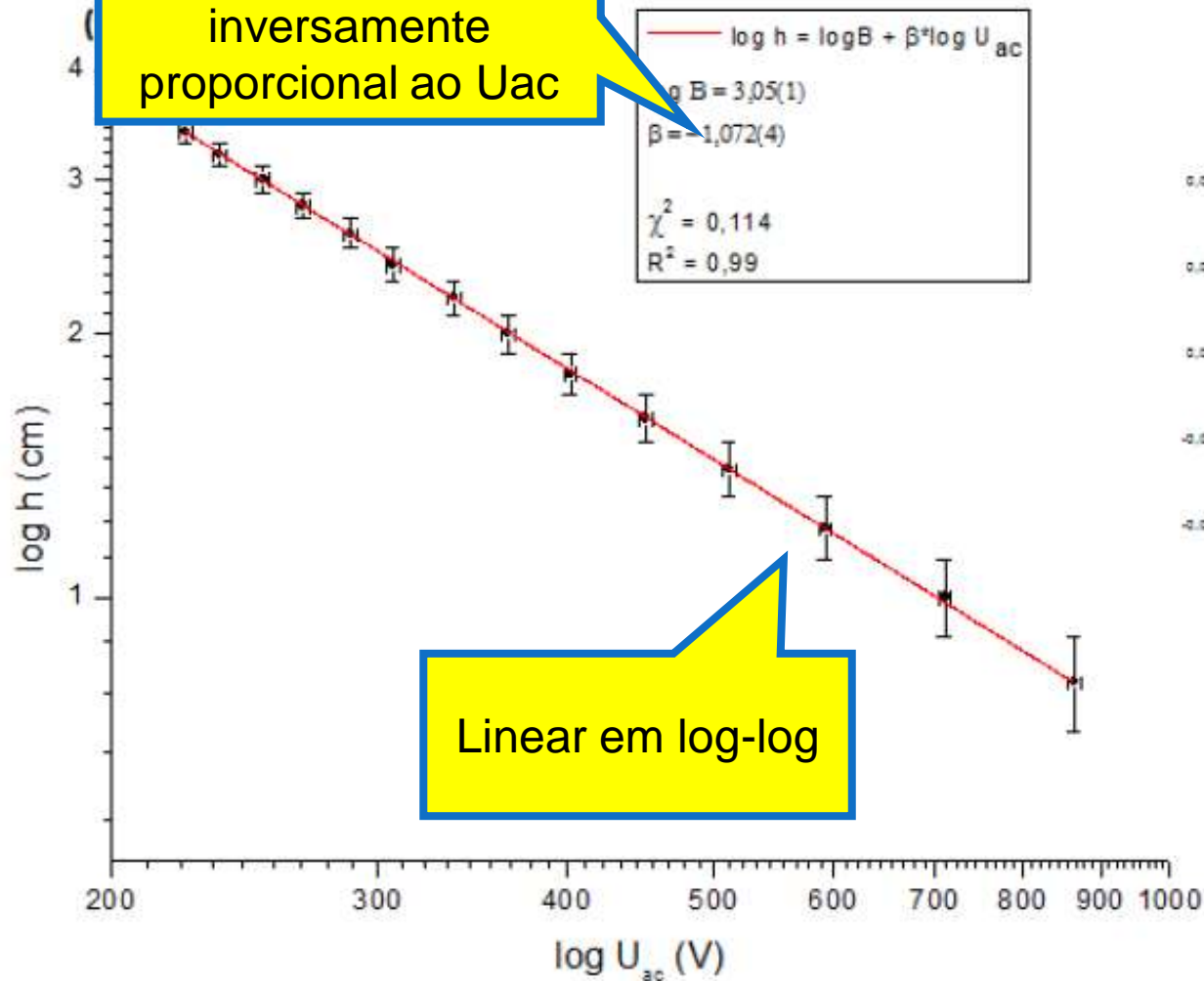
Todos os valores em torno de +1.0

Parte 4, deslocamento x Vac

- Medir h em função de U_{ac} para V_p fixo.
- Qual é a dependência funcional? Comece testando uma possibilidade simples:
$$h = BU_{ac}^{\beta}$$
- Fazer um gráfico de h em função de U_{ac} para V_p fixo que permita descobrir se a dependência funcional acima é adequada
 - Se for obtenha o expoente beta. Compare com os valores obtidos por seus colegas
 - **Importante:** a grandeza fixa deve ser escolhida de modo a permitir o maior número possível de pontos medidos.

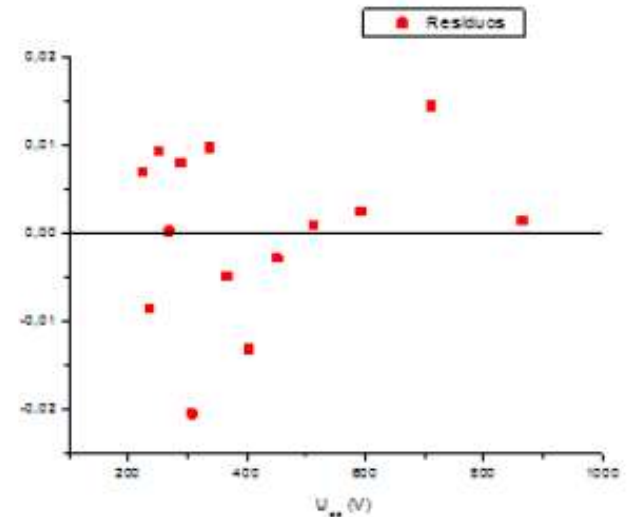
Deslocamento pelo Uac

Com coeficiente -1.0
Indica ser
inversamente
proporcional ao Uac

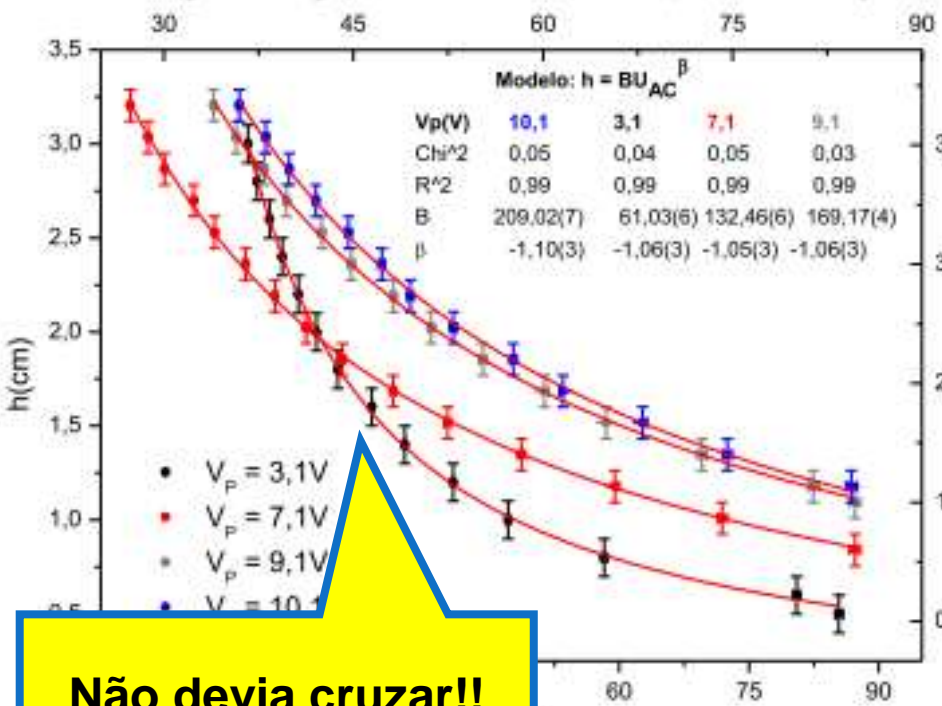


Linear em log-log

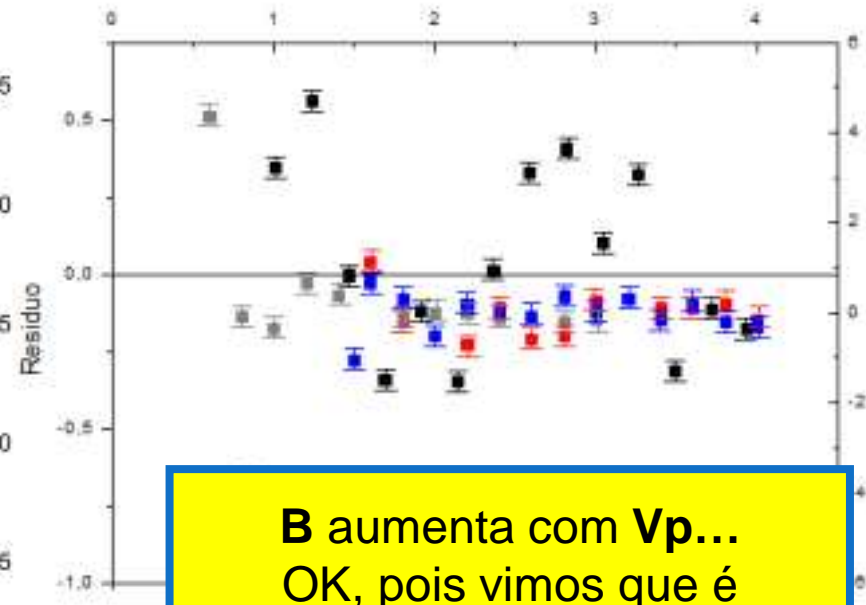
$$h = BU_{ac}^{\beta}$$



Medindo vários V_p



Não devia cruzar!!



B aumenta com V_p ...
OK, pois vimos que é dependente de $V_p^{1.0}$

	3.1 V	7.1 V	9.1 V	10.1 V
B (mm)	61.03 (6)	123.46 (6)	169.17 (4)	209.02 (7)
β ()	-1.06 (3)	-1.05 (3)	-1.06 (3)	-1.10 (3)

β permanece constante

Dependência com Uac

	β		β
H1	-1.041 (5)	H11	----
H2	-1.05 (3)	H12	-1.072 (4)
H3	-1.076 (4)	H13	-1.055 (5)
H4	-0.88 (4)	H14	-1.051 (6)
H5	-1.06 (2)	H15	----
H6	-1.106 (8)	H16	-1.19 (2)
H7	-1.04 (12)	H17	-1.126 (32)
H8	-1.044 (7)	H18	-5.46 (27)
H9	-1.03 (6)	H19	-0.978 (8)
H10	----		

Todos os valores em torno de -1.0

Resumo

- Nossos resultados mostram que:

$$h \propto V_P$$

$$h \propto \frac{1}{U_{ac}}$$

- Ou seja, algo assim:

$$h \propto \frac{V_P}{U_{ac}}$$