

# **Física Experimental: Mecânica**

## **Aula 2**

### **Metodologias**

#### **Ensino Remoto Emergencial**

# Conteúdo desta aula:

- **Gráficos ..... slides 3 – 6**
- **Ajuste de curvas ..... slides 7 – 12**
- **Linearização de gráficos ..... slide 13**
- **Exercícios ..... slides 14 – 17**
- **Relatórios ..... slide 18**
- **Próximas aulas ..... slide 19**

# Gráficos

Fornecida uma tabela com dados de duas grandezas físicas que se relacionam, a construção de um gráfico nos auxilia a:

- Visualizar de forma direta e rápida a relação entre as grandezas.
- Interpretar o fenômeno físico.
- Obter informação quantitativa a partir da análise gráfica.

**Exemplo (Aula 1):** dados de tensão ( $V$ ) e corrente ( $I$ ) para aferição da resistência ( $R$ ) elétrica de um elemento resistivo ôhmico.

Tensão (V)	Corrente (A)
1,0	0,052
2,0	0,098
3,0	0,151
4,0	0,195
5,0	0,244

# Gráficos

Essas grandezas são relacionadas por

$$V = RI.$$

Vamos construir o gráfico  $V \times I$ , o que significa que os dados de  $V$  serão colocados na coluna Y (eixo y) e os dados de  $I$  na coluna X (eixo x) do programa gráfico.

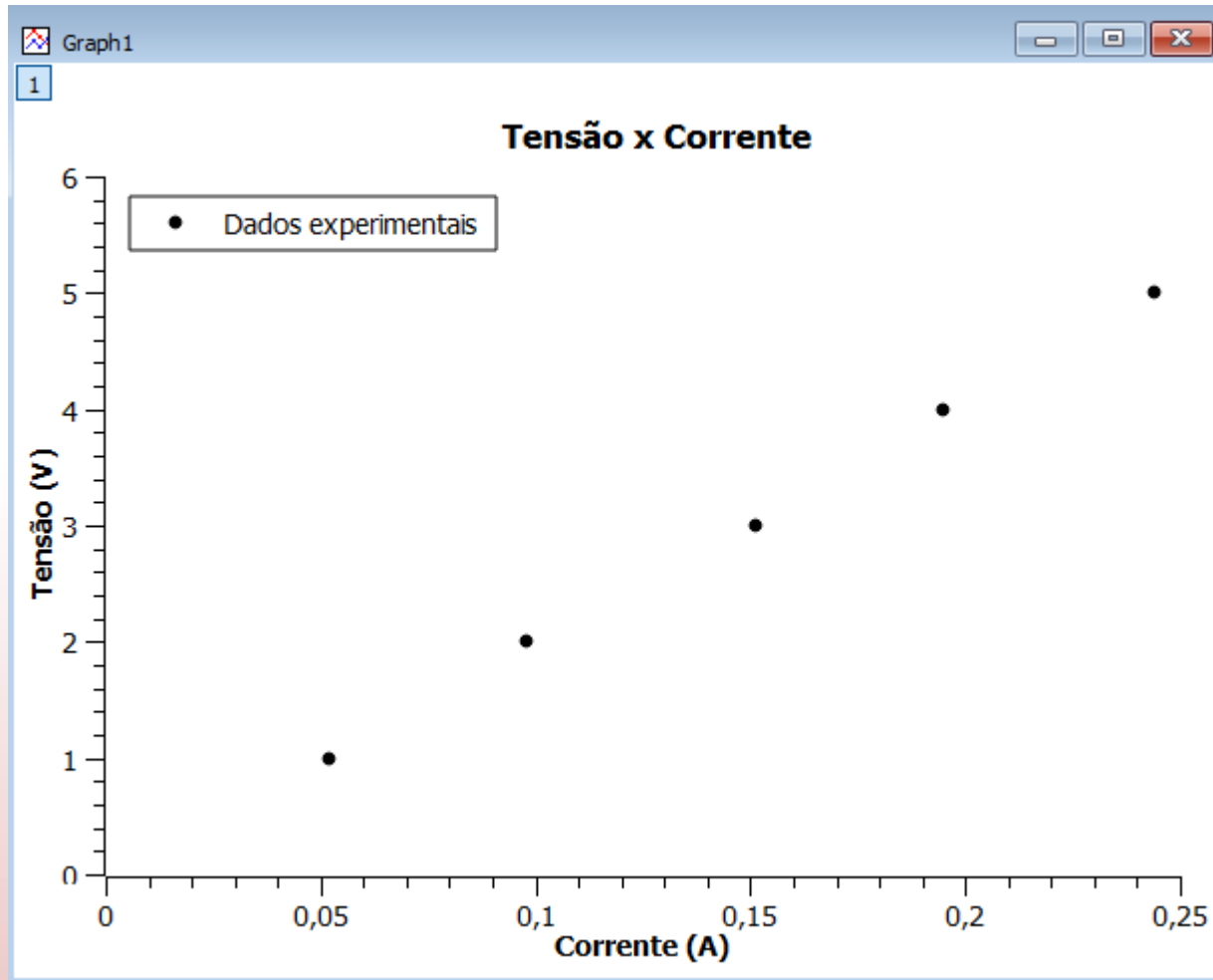
Tensão (V)	Corrente (A)
1,0	0,052
2,0	0,098
3,0	0,151
4,0	0,195
5,0	0,244

	1[X]	2[Y]
1	0,052	1
2	0,098	2
3	0,151	3
4	0,195	4
5	0,244	5
6		
7		
8		
9		
10		

Atenção! Aqui estamos usando o SciDavis.

# Gráficos

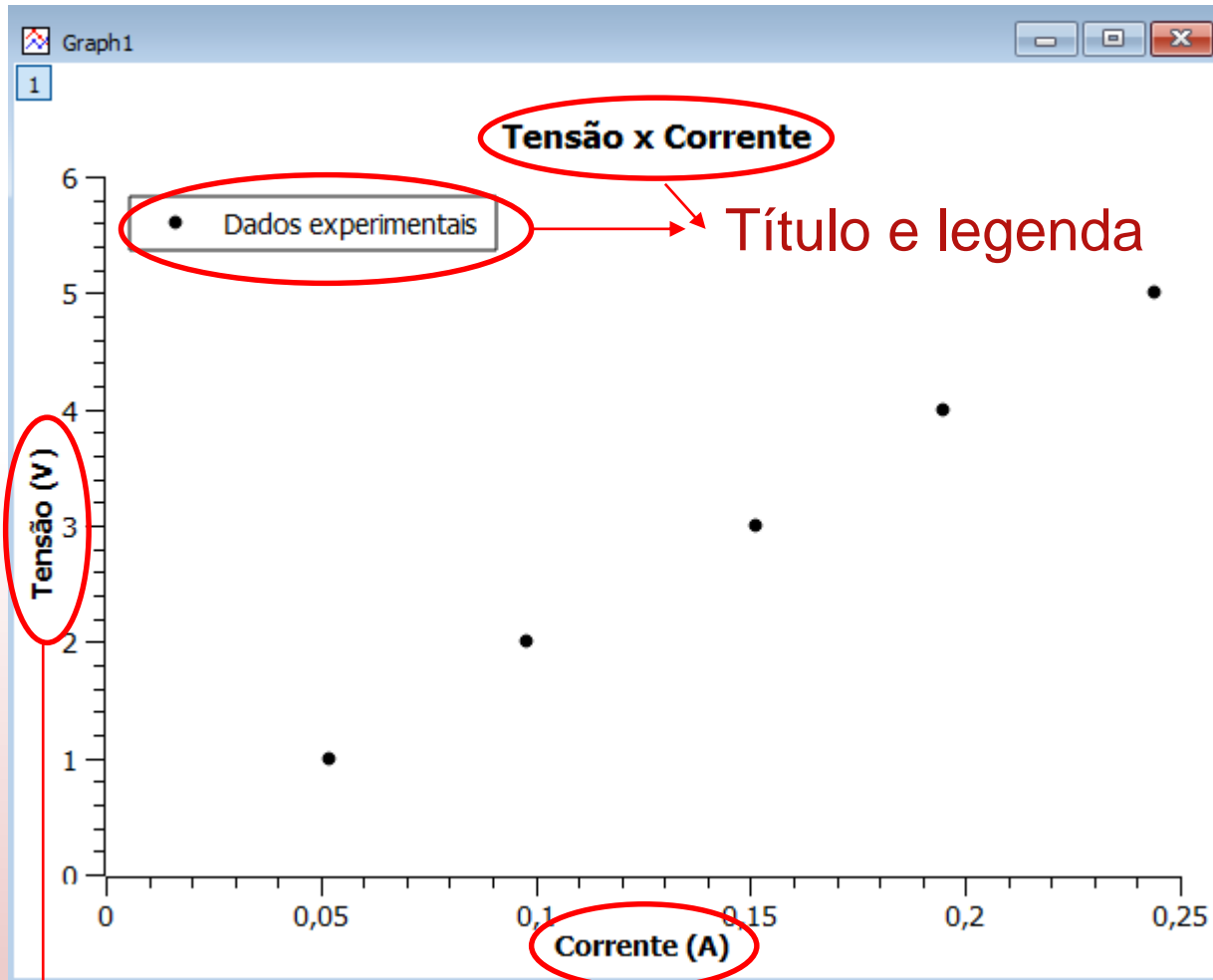
Com o gráfico podemos visualizar a relação entre tensão e corrente.



Para gráficos com poucos pontos usamos símbolos para identificá-los

# Gráficos

As informações em destaque (principalmente as dos eixos  $x$  e  $y$ ) são essenciais para se entender e interpretar um gráfico.



Eixos com as grandezas e suas unidades

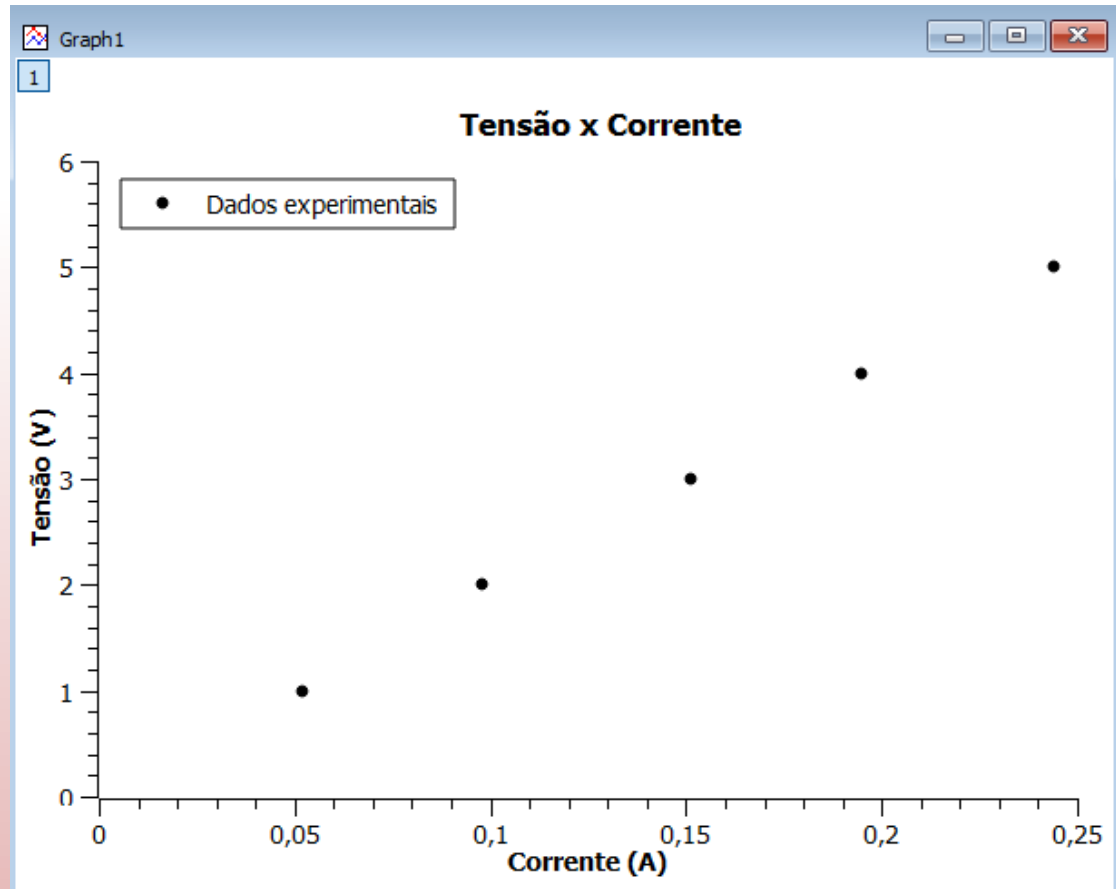
# Ajuste de curvas

- Ajustar uma curva a um conjunto de dados experimentais é determinar a função que melhor representa a tendência geral desses dados.
- Através do ajuste obtemos informações quantitativas do fenômeno físico em estudo.

## Exemplo (Aula 1):

Como obter o valor da resistência a partir da análise do gráfico  $V \times I$ ?

Sabemos que  $V$  varia linearmente com  $I$  ( $V=RI$ ).



# Ajuste de curvas

Neste caso, um ajuste linear (regressão linear) determinará a equação da reta que melhor se ajusta aos dados.

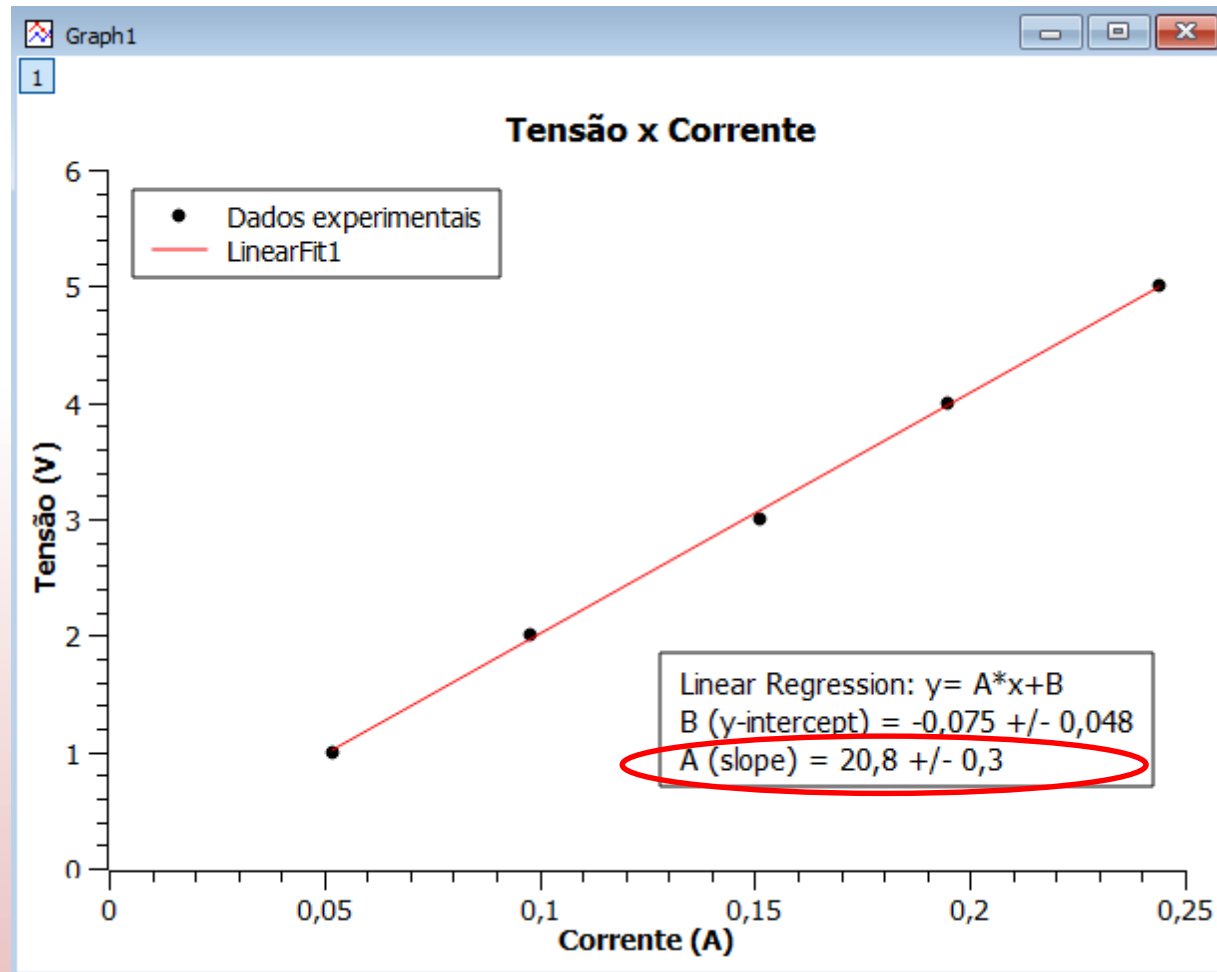
- O ajuste de uma reta

$$y = Ax + B$$

fornece os valores dos parâmetros  $A$  (inclinação) e  $B$  (termo independente) com suas respectivas incertezas.

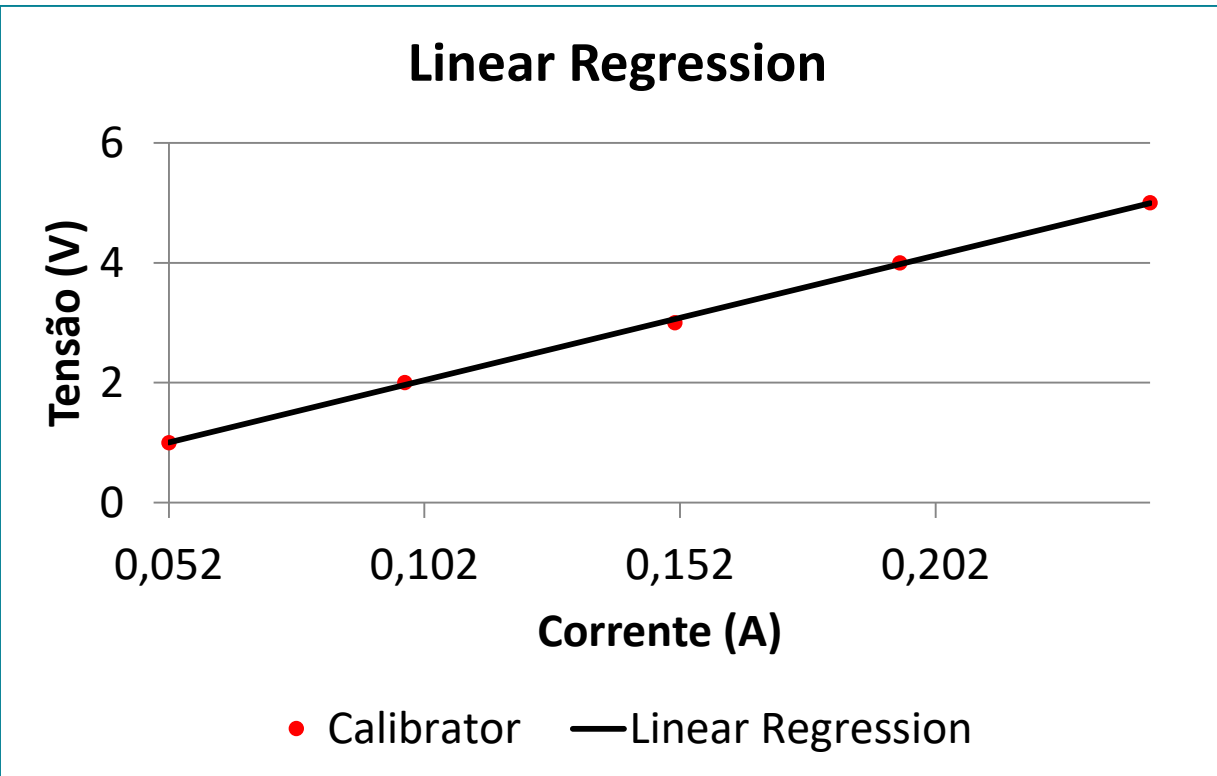
- Como  $y=V$ ,  $x=I$ , temos que  $R=A$ . Portanto

$$R = (20,8 \pm 0,3)\Omega$$



# Ajuste de curvas

Resultados usando o MyCurveFit



O ajuste de uma reta

$$y = mx + c$$

fornece os valores dos parâmetros  $m$  (inclinação) e  $c$  (termo independente) com suas respectivas incertezas.

- Como  $y=V$ ,  $x=I$ , temos que  $R=m$ . Portanto

$$R = (20,8 \pm 0,3)\Omega$$

Coeff.	Value	$\pm$ Error
m	20.7868	0.286433
c	-0.077282	0.0466647

Atenção! Os parâmetros do ajuste podem ser representados por letras diferentes em cada programa

# Ajuste de curvas

Resultados usando o LinearFit

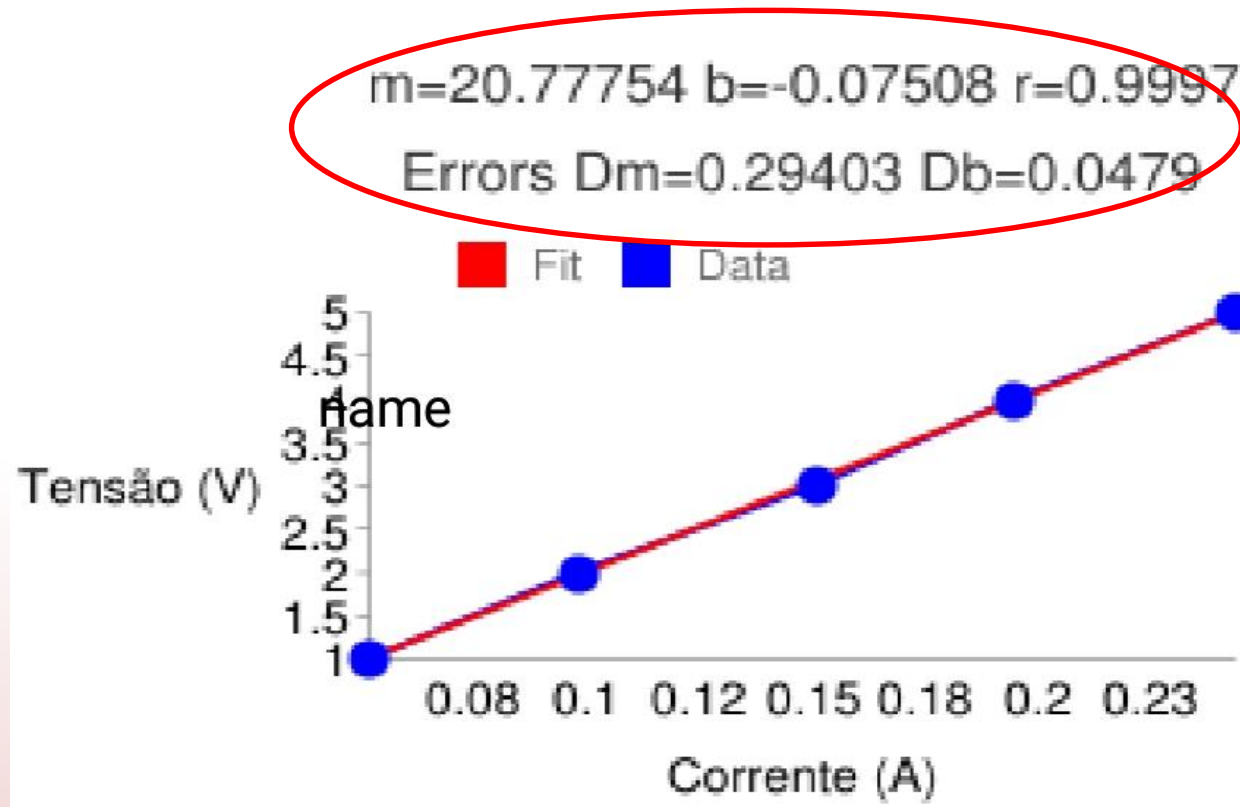
O ajuste de uma reta

$$y = mx + b$$

fornece os valores dos parâmetros  $m$  (inclinação) e  $b$  (termo independente) com suas respectivas incertezas.

- Como  $y=V$ ,  $x=I$ , temos que  $R=m$ . Portanto

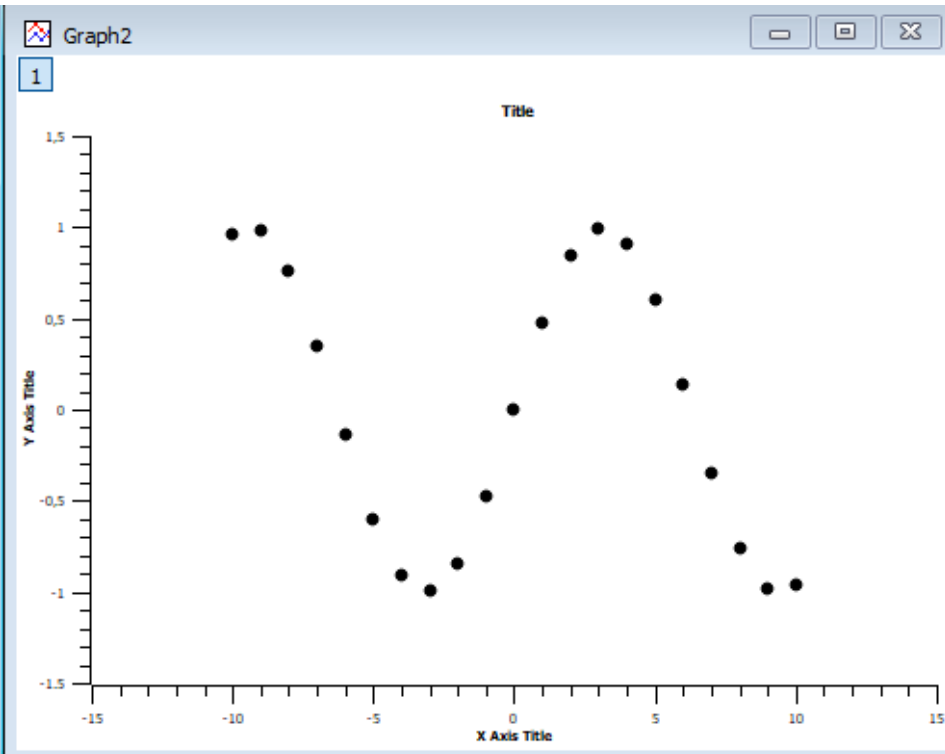
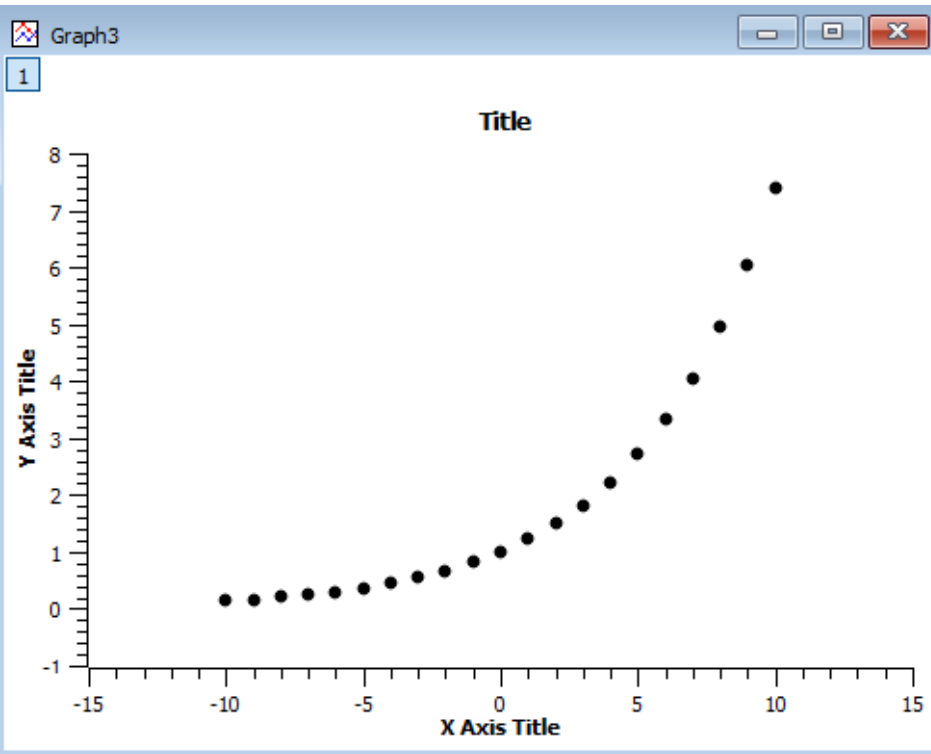
$$R = (20,8 \pm 0,3)\Omega$$



Atenção! Os parâmetros do ajuste podem ser representados por letras diferentes em cada programa

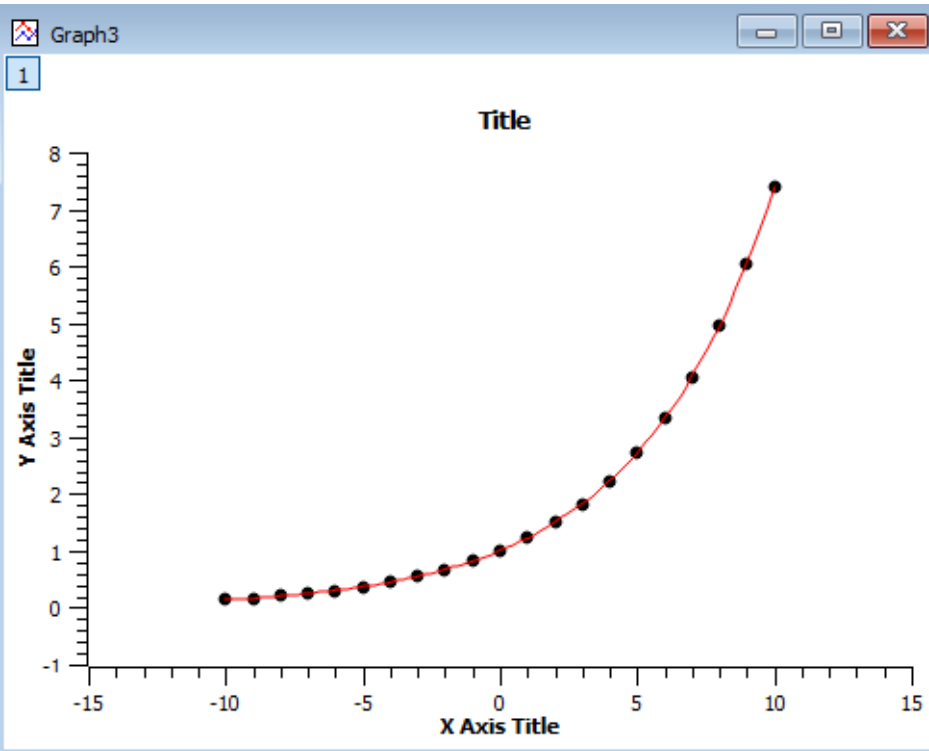
# Ajuste de curvas

É razoável ajustar uma reta a esses dados?

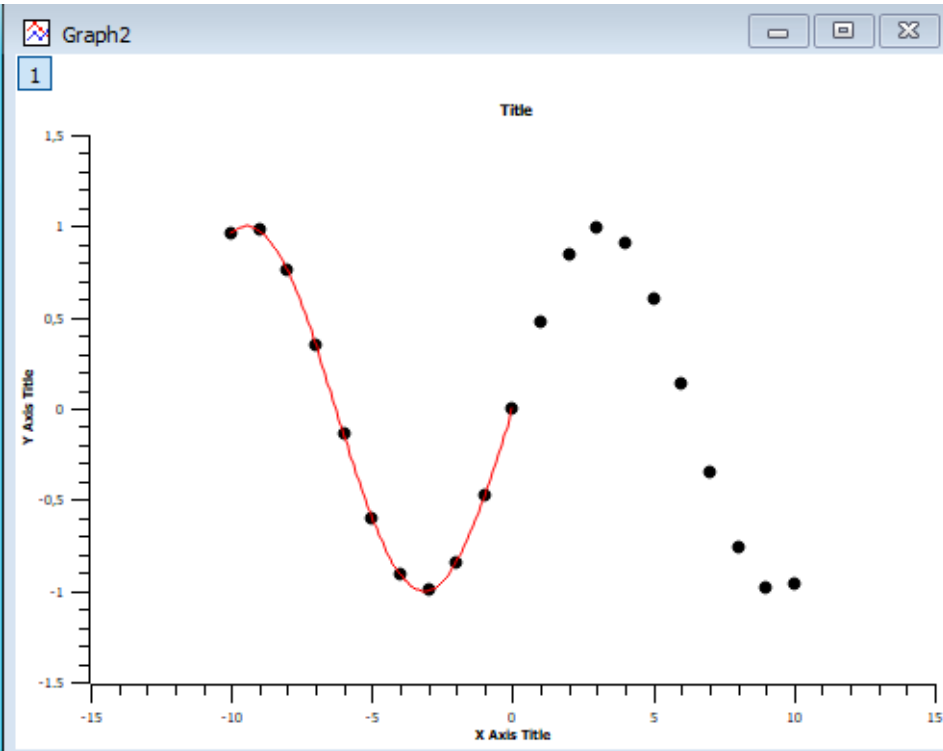


# Ajuste de curvas

Não! Devemos fazer ajustes não lineares.



Ajuste com  $y = Ae^{Bx}$



Ajuste com  $y = \sin(Ax + B)$

# Linearização de gráficos

- Frequentemente, duas grandezas  $x$  e  $y$  se relacionam de forma não linear. Exemplos:

1.  $y = ax^2 + b$

2.  $y = be^{ax}$

3.  $y = ax^2 + bx$

- Em alguns casos é possível definir novas grandezas que sejam funções das originais e obedeçam uma relação linear entre si.

1. Fazendo  $X = x^2$  teremos  $y = aX + b$

2. Aplicando o logaritmo:  $\ln y = \ln b + ax$   
 $Y = B + ax$

3. Não é possível linearizar

- Após a linearização, é possível fazer a análise do gráfico via regressão linear. Não confundir linearização com regressão linear.

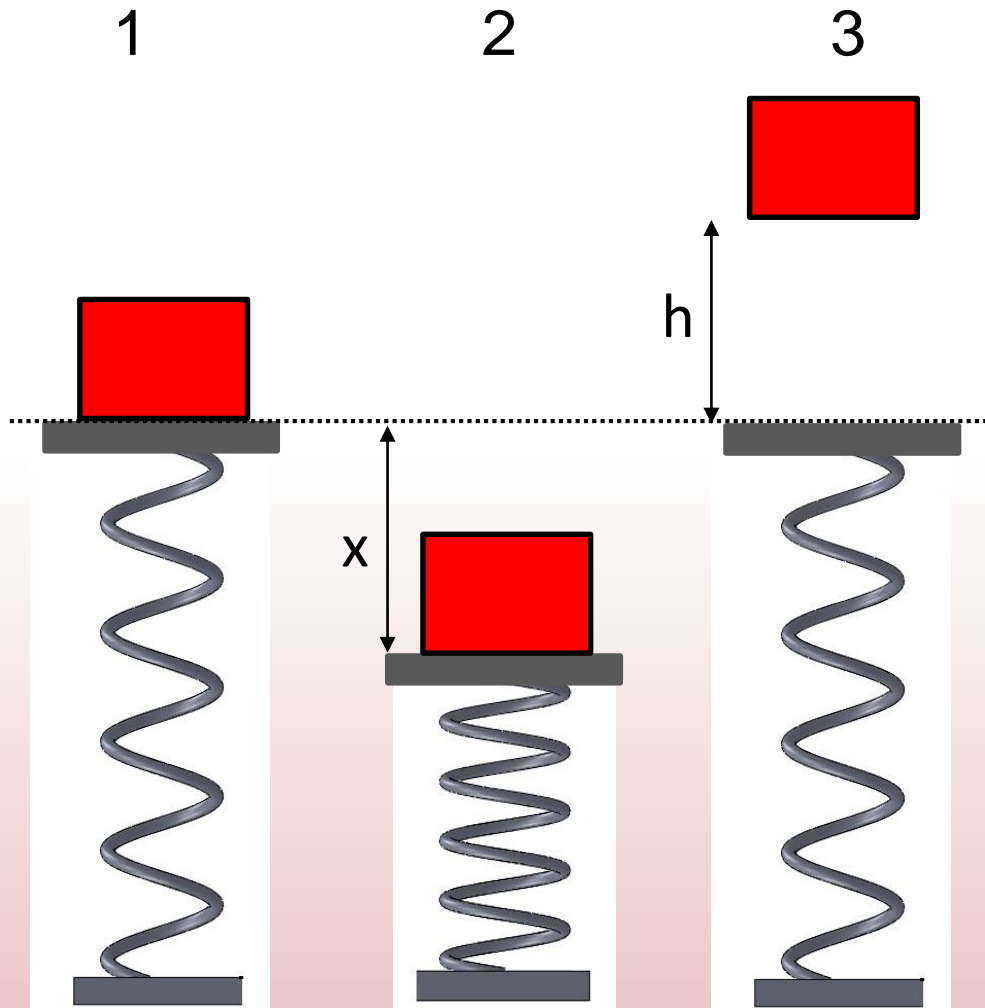
# Programas de análise de dados

Para fazer e analisar gráficos você deve usar pelo menos um dos seguintes programas de acordo com o seu equipamento:

- **SciDAvis:** <https://sourceforge.net/projects/scidavis/>
  - Computador onde se pode instalar programas.
- **MyCurveFit:** <https://mycurvefit.com/>
  - Computador onde não é possível instalar programas. Este se usa sempre online.
- **LinearFit:** Vá ao aplicativo “Play Store” e busque “LinearFit”.
  - Smartphone.

→ Tutoriais de instalação e utilização: “Material de apoio” em <https://www.fisica.ufmg.br/ciclo-basico/disciplinas/feb-mecanica/>

# Exercícios



Uma massa é lançada por uma mola comprimida e atinge uma altura ( $h$ ) acima da condição de repouso da mola.

Para cada compressão ( $x$ ) da mola uma altura é medida.

Queremos determinar o valor da aceleração da gravidade e da constante de mola.

# Exercício 1

Inicialmente utilizou-se uma mola com constante elástica conhecida:

$$\underline{k = (120 \pm 10) \text{ N/m}}$$

Utilizando seis massas conhecidas mede-se o deslocamento da plataforma (etapa 2) após a deformação da mola. Os valores encontrados estão listados na tabela abaixo:

Dados medidos:

Compressão (m)	Massa (kg)
0,016	0,20
0,033	0,40
0,049	0,60
0,065	0,80
0,083	1,00

Sabendo que a força exercida sobre a mola é o peso da massa:  $kx = mg$ , faça um gráfico e encontre o valor da aceleração da gravidade  $g$ .

Neste caso  $x = (g/k) m$

# Exercício 2

Utilizamos agora uma mola de constante desconhecida, realizando o experimento da etapa (3) da figura.

Os dados medidos estão na tabela ao lado.

Dados medidos:

Compressão (m)	Altura (m)
0,01	0,108
0,02	0,187
0,03	0,298
0,04	0,511
0,05	0,805

Neste caso a energia se conserva e podemos igualar

$$mgh = \frac{1}{2} kx^2 \quad \rightarrow \quad h = \left(\frac{1}{2}k/mg\right) x^2$$

Podemos então fazer um gráfico de h (eixo Y) em função de  $x^2$  (eixo X).

- Faça o gráfico e o ajuste linear no programa que irá usar.
- Calcule a constante de mola e sua incerteza a partir das fórmulas da 1ª aula. Use  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  e  $m = 0,10 \pm 0,02 \text{ Kg}$

# Relatórios

- Após completada as tarefas de um dado experimento, você deve apresentar os resultados obtidos em um relatório.
- Não há uma forma rígida de se redigir um relatório. Siga as instruções e recomendações do seu professor para redigir o seu.
  - Em caso de dúvidas, consulte “Material de apoio” em <https://www.fisica.ufmg.br/ciclo-basico/disciplinas/feb-mecanica/>
- Redija seu relatório de forma que ele seja compreensível para o leitor que não tenha feito o experimento.
- Relatórios copiados serão desconsiderados.
- O professor definirá como os relatórios serão enviados.

# Preparação para as próximas aulas

- Leia com antecedência e atenção o roteiro do experimento da semana.
- Assista o vídeo que será disponibilizado pelo professor.
- Se prepare para realizar os procedimentos do roteiro a partir dos dados que serão fornecidos no horário da aula.
- Sempre que necessário, revise o conteúdo das Aulas 1 e 2 e do tutorial do programa de gráficos que irá usar.  
<https://www.fisica.ufmg.br/ciclo-basico/disciplinas/feb-mecanica/>