

Física Experimental: Termodinâmica

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..... slides 18**
- **Próximas aulas slides 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

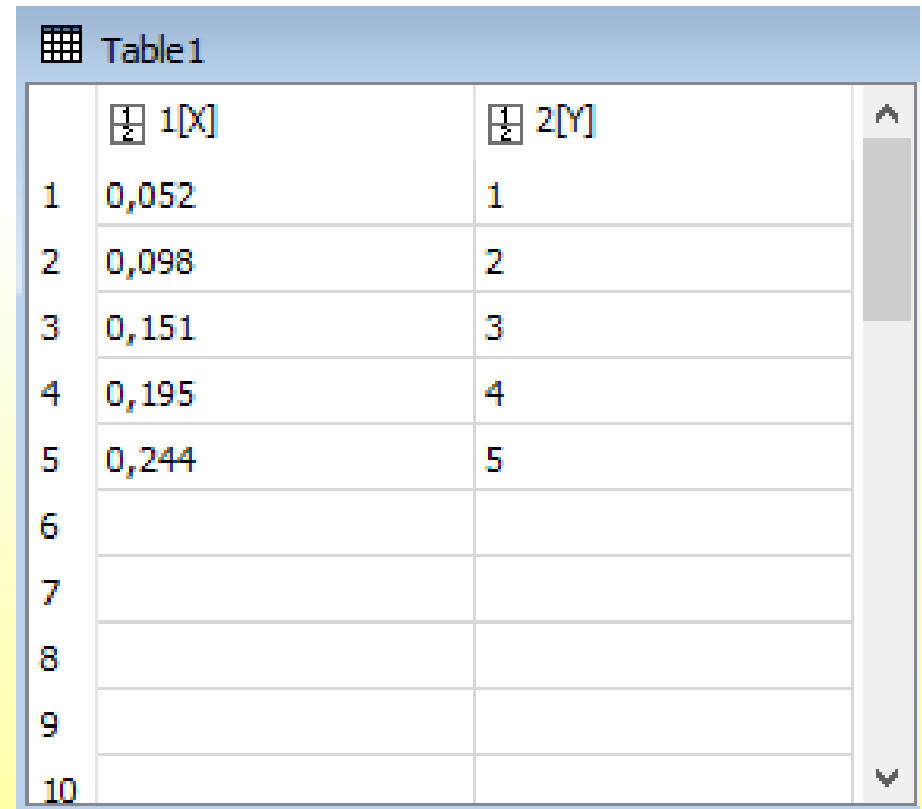
Gráficos

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

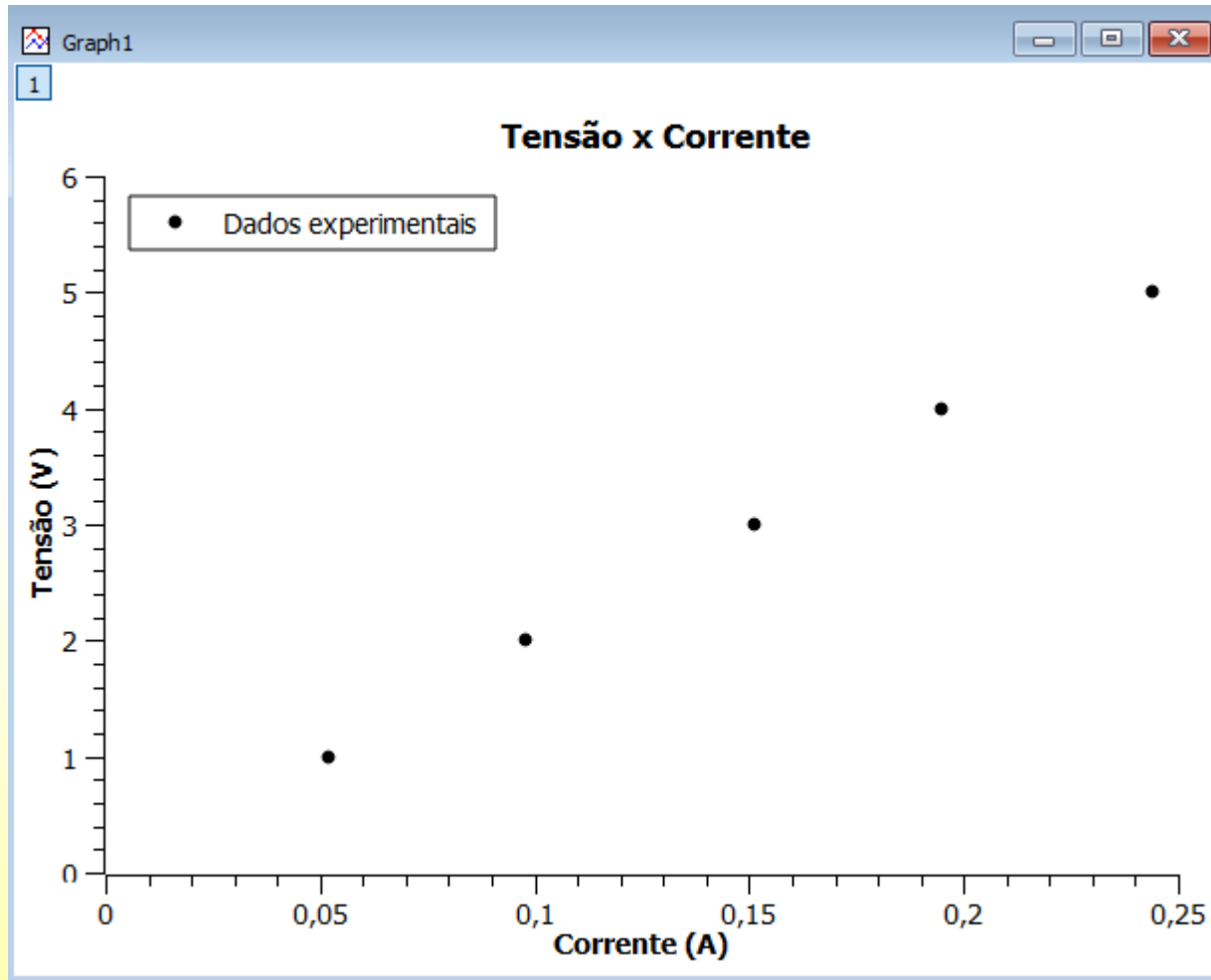


	1[X]	2[Y]
1	0,052	1
2	0,098	2
3	0,151	3
4	0,195	4
5	0,244	5
6		
7		
8		
9		
10		

Atenção! Aqui estamos usando o SciDAVis.

Gráficos

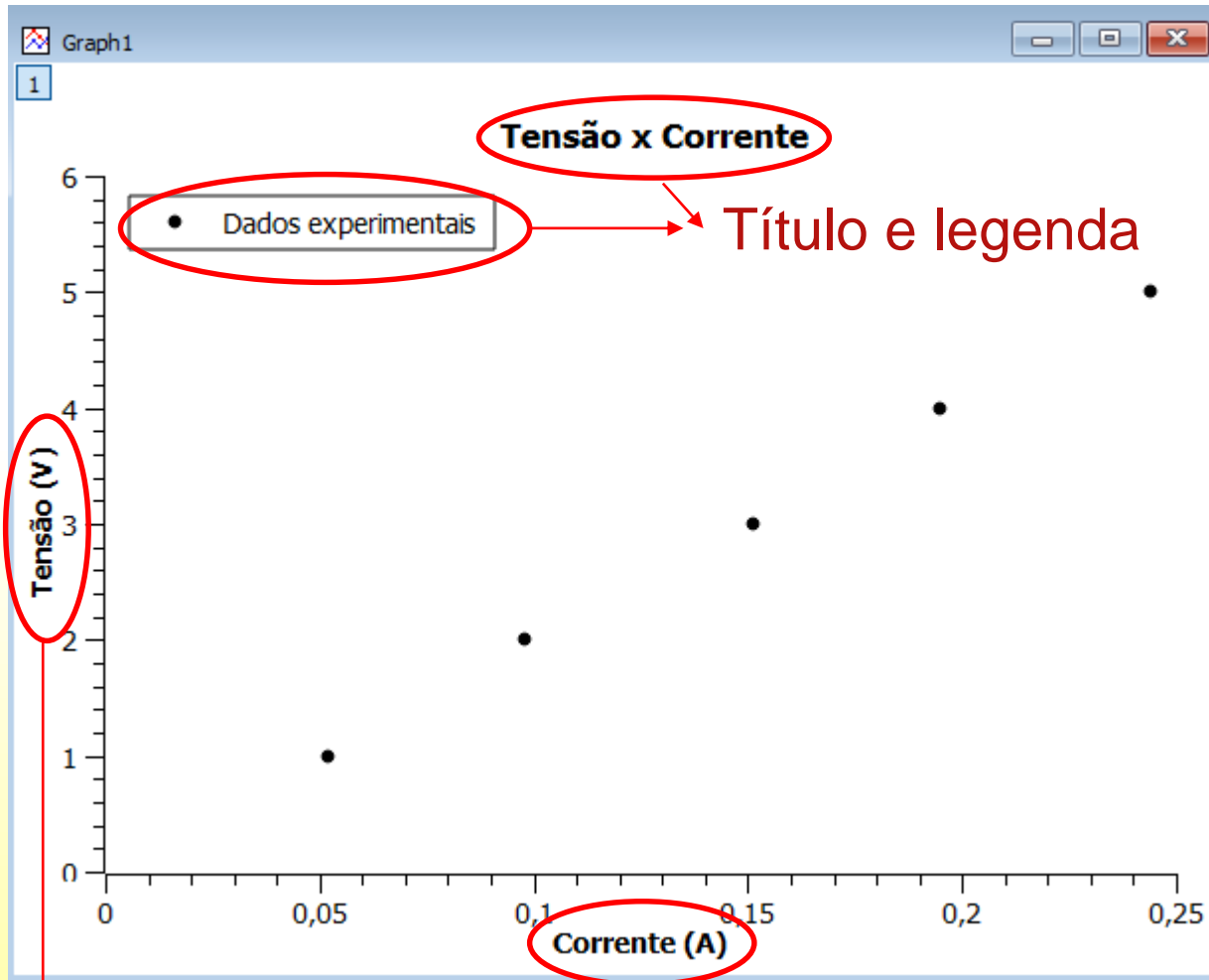
Com o gráfico podemos visualizar a relação entre tensão e corrente.



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

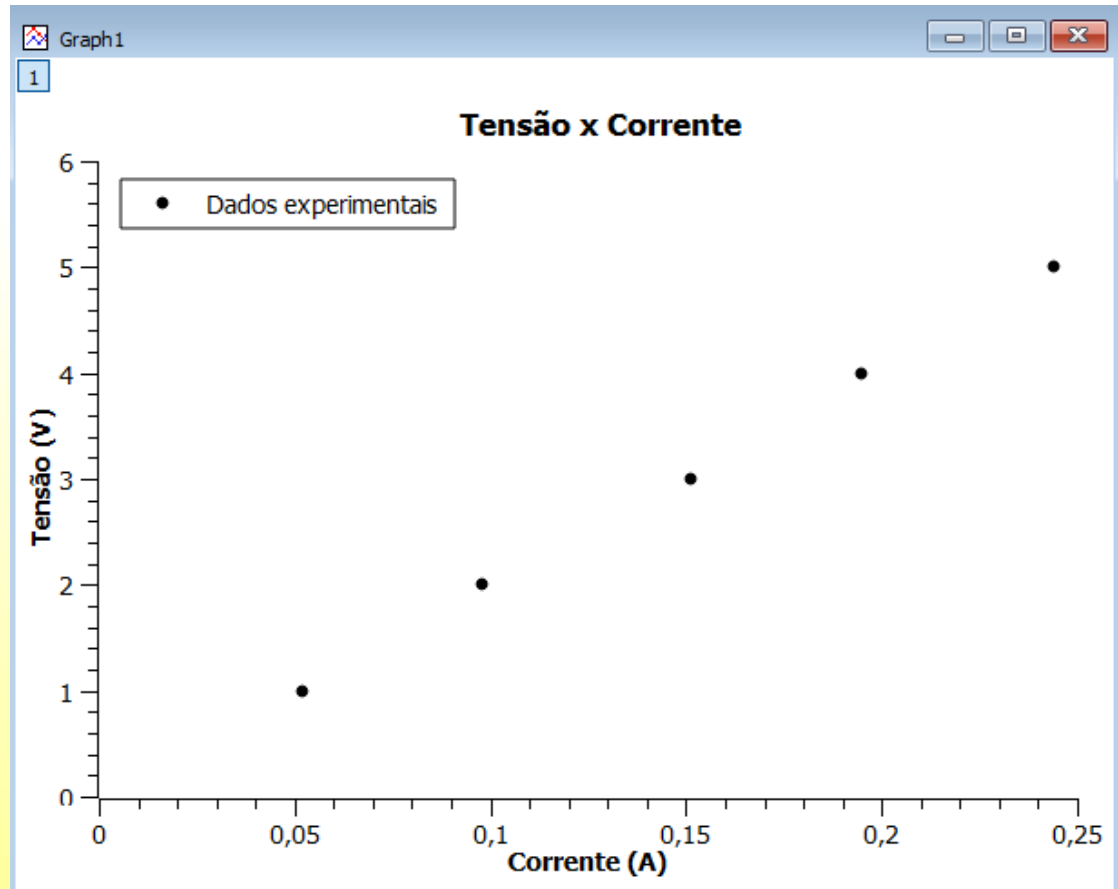
Ajuste de curvas

- 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.

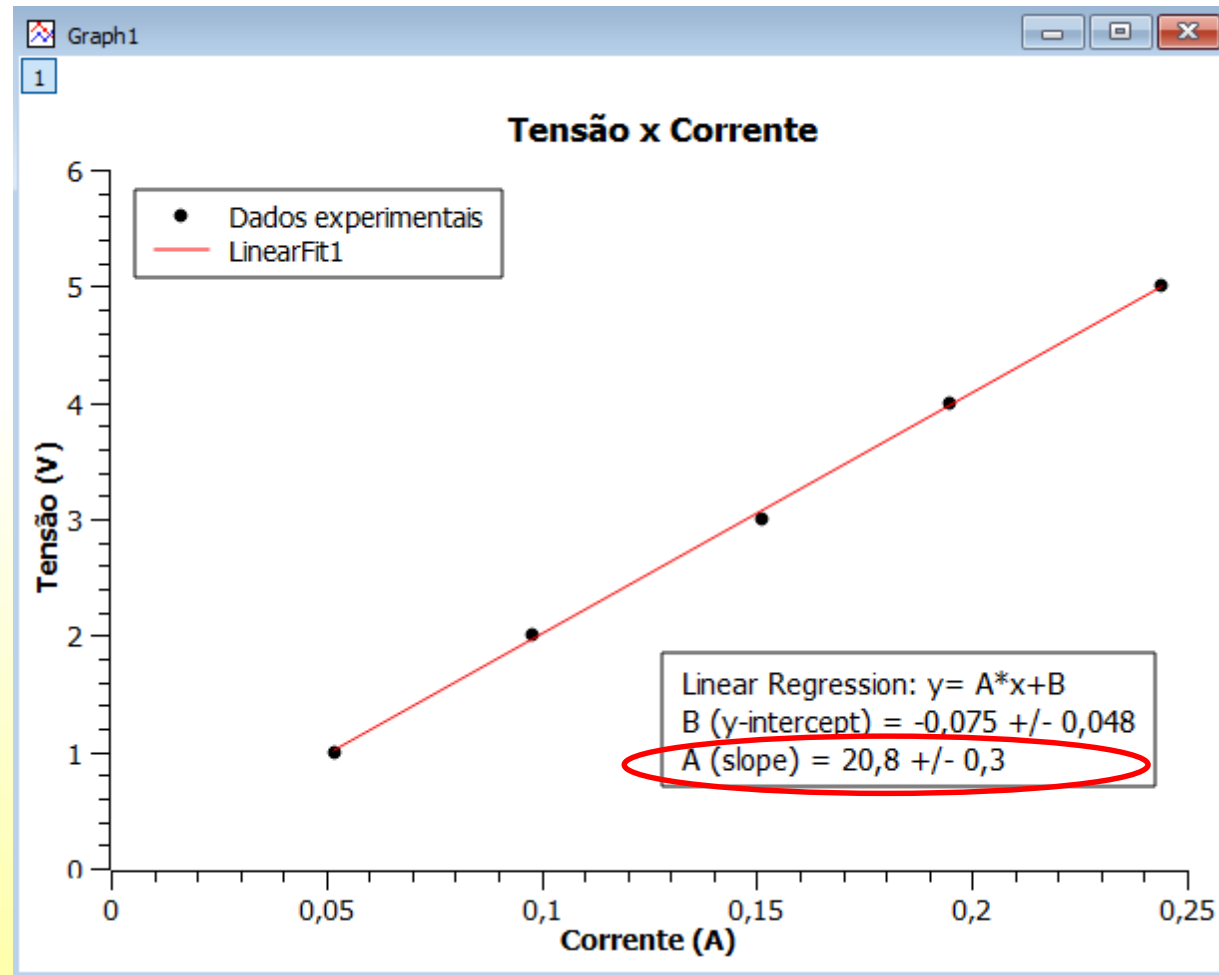
- O ajuste de uma reta

$$y = Ax + B$$

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

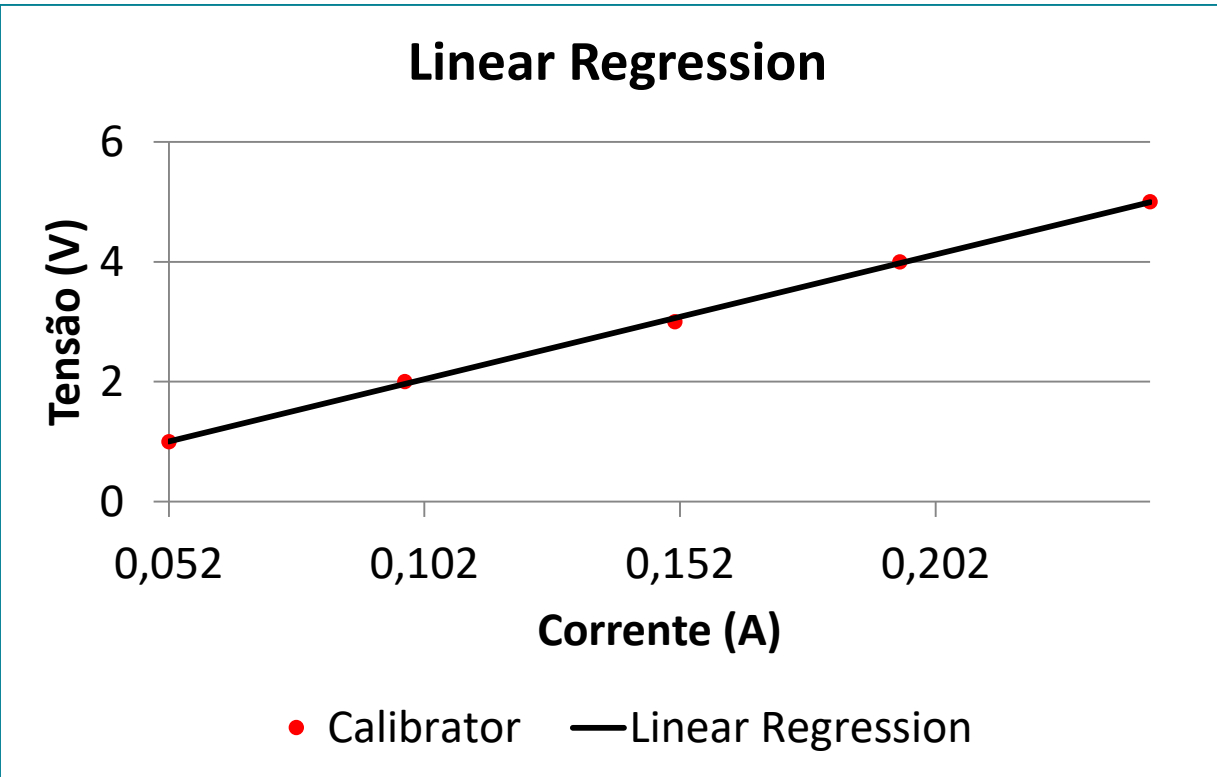
- Como $y=V$, $x=I$, temos que $R=A$. Portanto

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



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

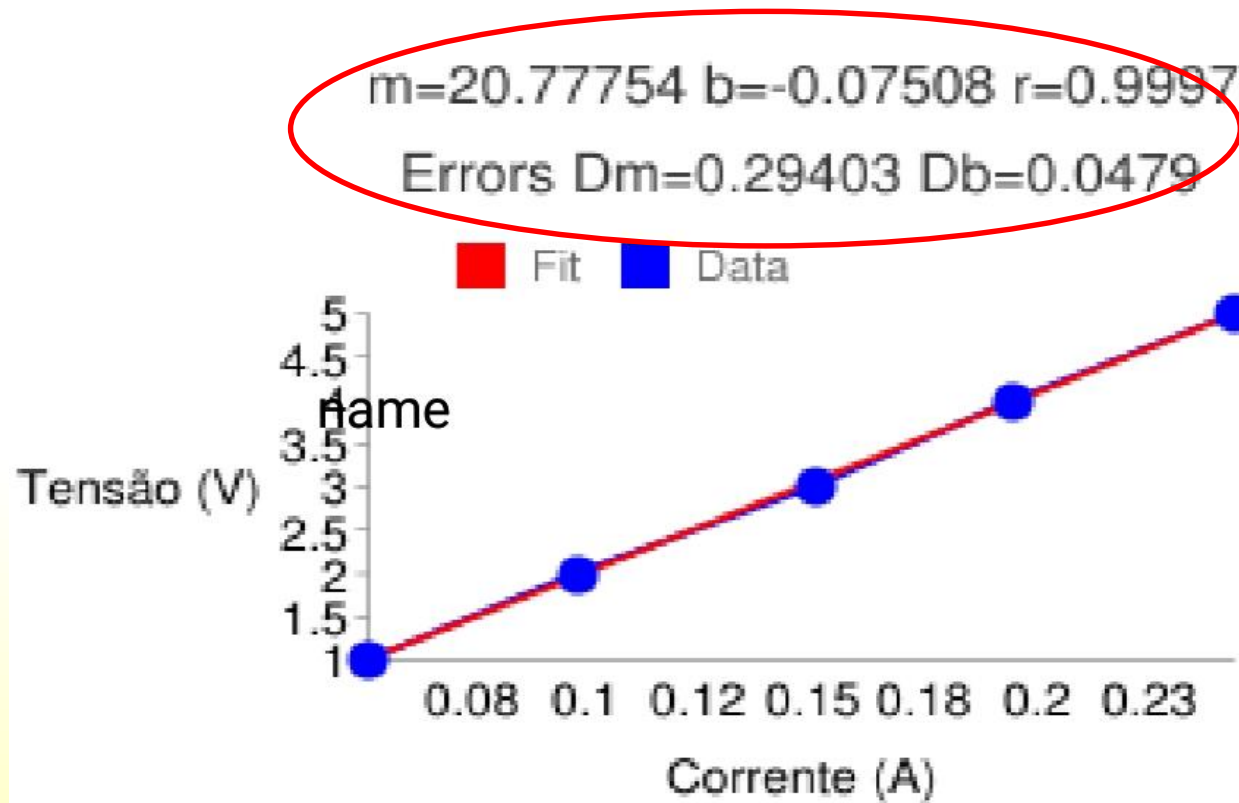
O ajuste de uma reta

$$y = mx + b$$

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

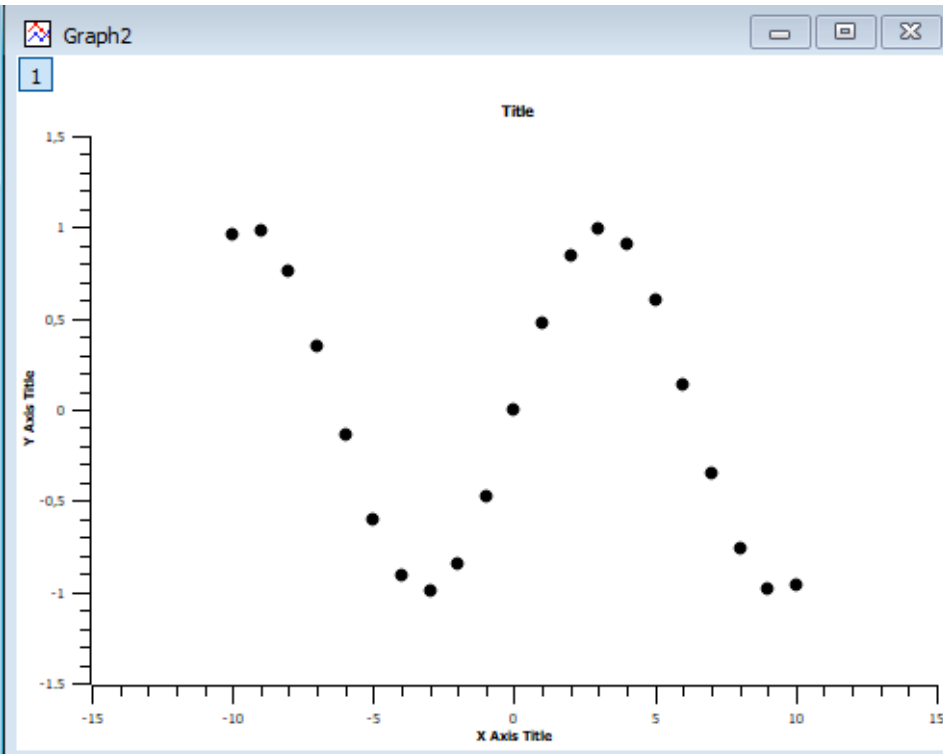
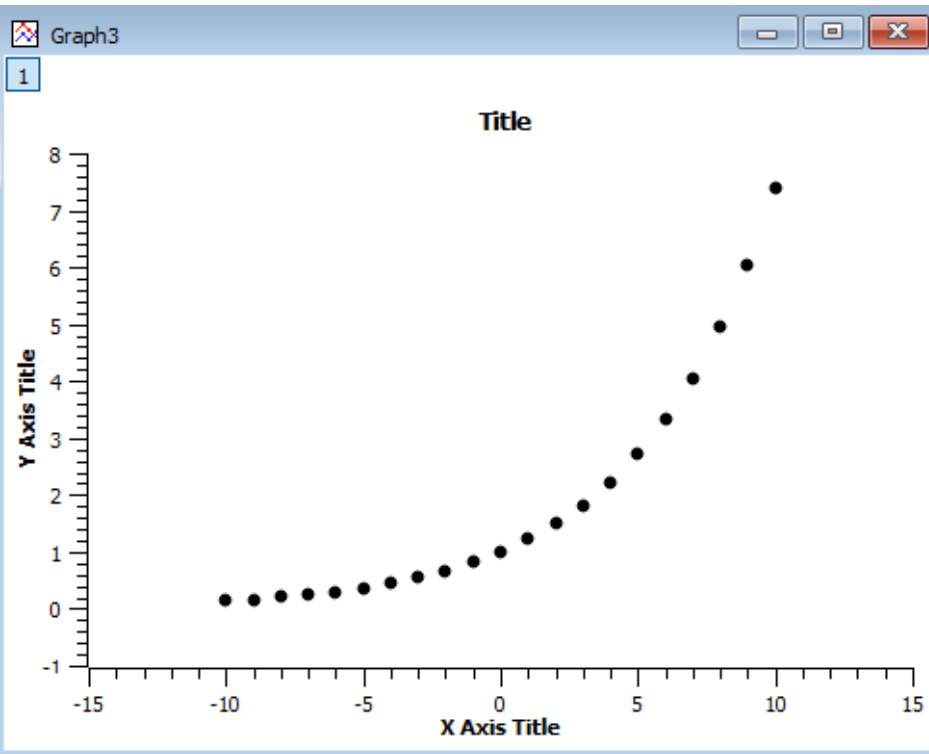
$$R = (20,8 \pm 0,3)\Omega$$



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

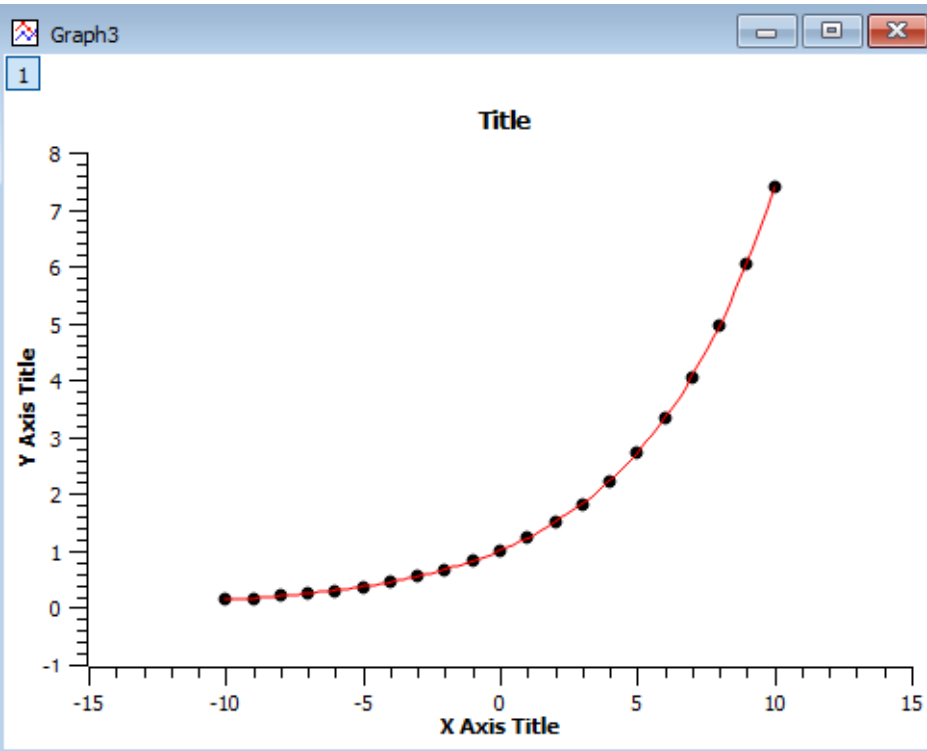
Ajuste de curvas

É razoável ajustar uma reta a esses dados?

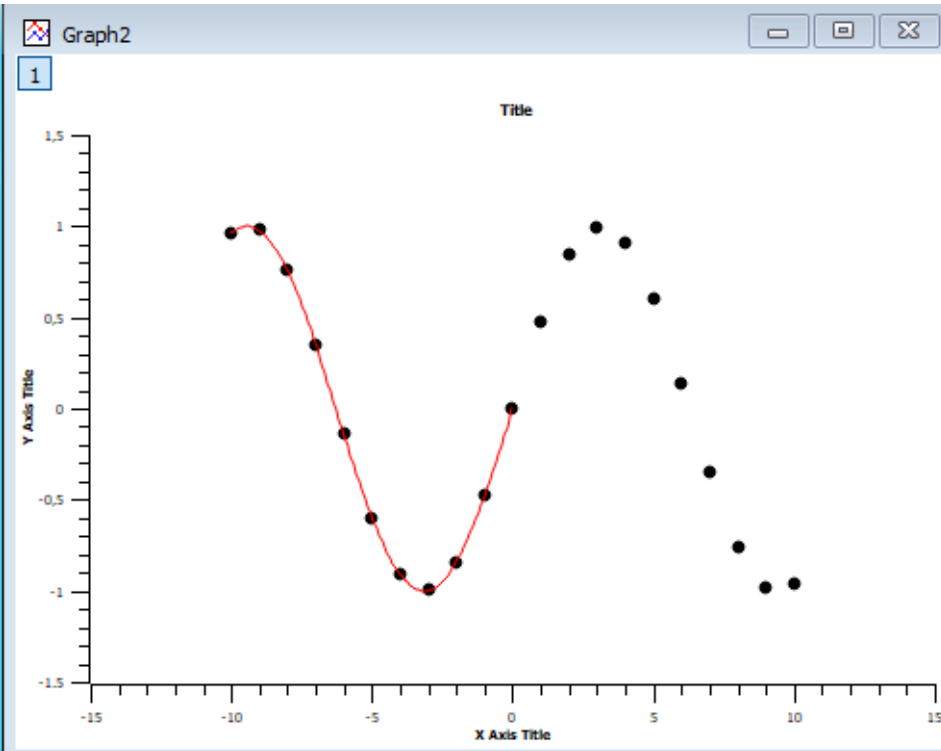


Ajuste de curvas

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:** Busque “LinearFit” no “Play Store”:
(https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_oscar_gomezcalderon.LinearFit_ShaDB&hl=en_US)
 - Smartphone.

→ Tutoriais de instalação e utilização:

<https://www.fisica.ufmg.br/ciclo-basico/disciplinas/feb-termo/#apoio>

Exercício:

Radiação emitida por um corpo aquecido

Em um corpo aquecido a vibração dos átomos ou moléculas causa a emissão de radiação. Embora o processo de emissão só possa ser compreendido através da física quântica (radiação de corpo negro), a relação entre a temperatura e a potência transmitida (para todos os comprimentos de onda) foi deduzida por Josef Stefan em 1879 e interpretada à luz da Termodinâmica por Ludwig Boltzmann em 1884.

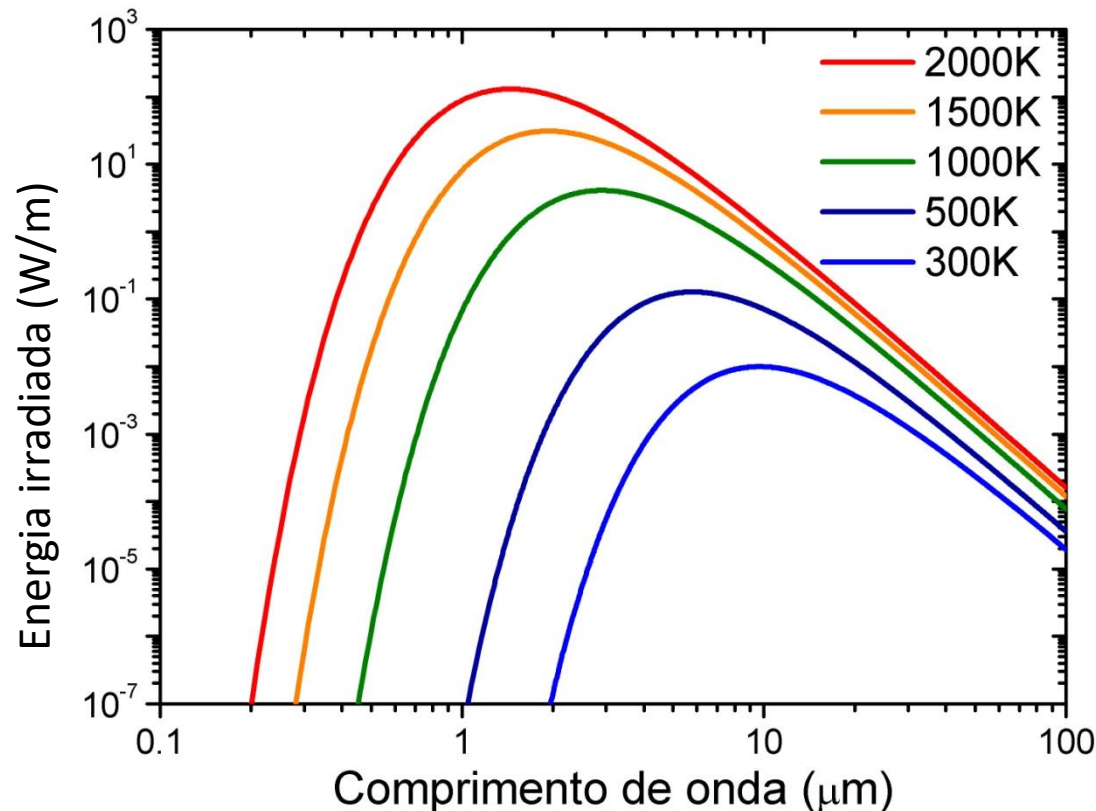
Neste caso a relação entre a emitância j^* e a temperatura T é dada por

$$j^* = \sigma T^4$$

onde σ é uma constante de proporcionalidade com valor calculado de $5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$.

Radiação emitida por um corpo aquecido

- O Gráfico mostra medidas do espectro emitido por corpos aquecidos a diferentes temperaturas.
- A intensidade (total, integrada) irradiada é dada na tabela abaixo:



T (K) j* (W/m²)

300 456.98

500 3536.9

1000 56340

1500 285456

2000 901440

Radiação emitida por um corpo aquecido

- Utilize a tabela de intensidade emitida e faça dois gráficos:
 - 1) j^* em função de T , ajuste com um polinômio de ordem 4;
 - 2) j^* em função de T^4 , faça um ajuste linear.

Verifique o valor da constante σ . Ele é o mesmo para os dois métodos?

T (K)	j^* (W/m ²)
300	456.98
500	3536.9
1000	56340
1500	285456
2000	901440

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-termo/#apoio>
- 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-termo/>