

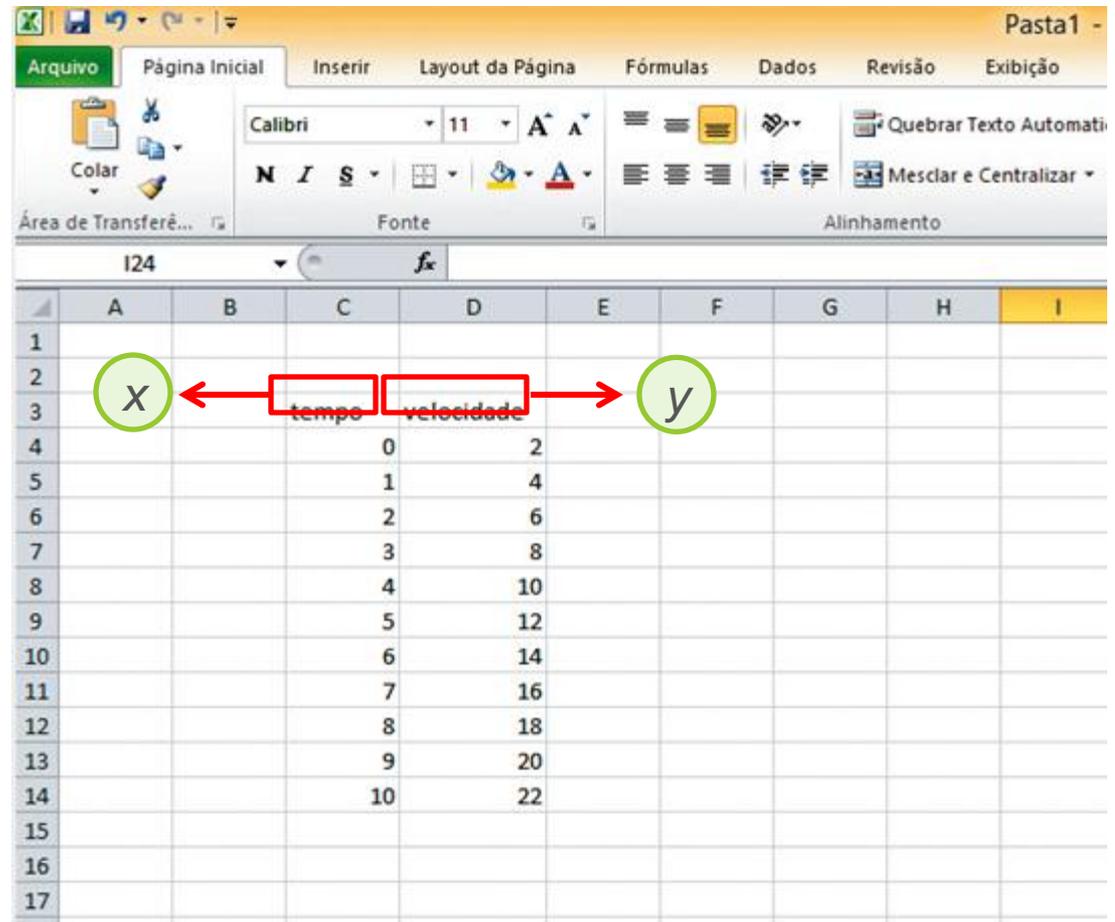
Gráficos e curvas de ajuste

No final destas aulas deve ser capaz de...

- obter a equação da reta que melhor se ajusta aos dados experimentais constantes num gráfico de dispersão (de pontos), para:
 - um programa informático de folha de cálculo;
 - bem como para algumas calculadoras gráficas.

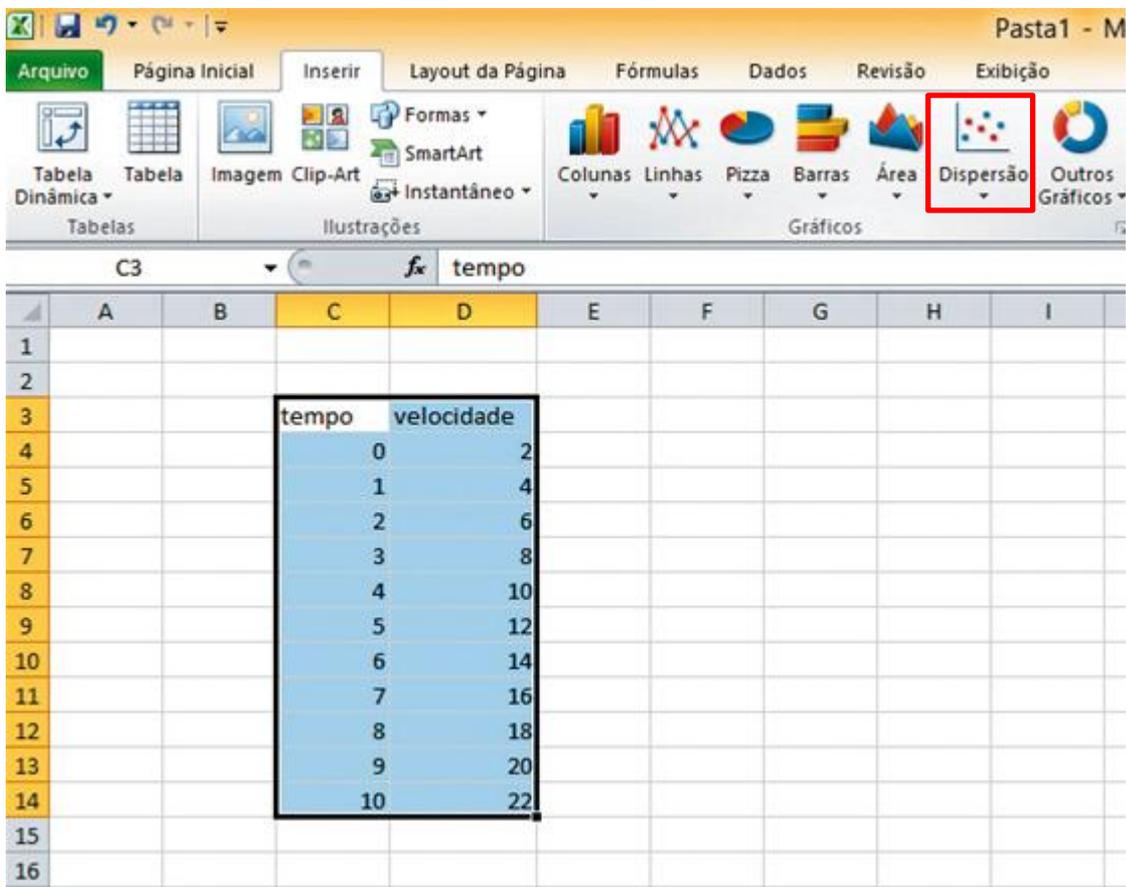
Como fazer gráficos no programa *Excel*?

1. Abrir o programa *Excel*.
2. Escrever os dados em duas colunas: na 1.^a coluna devem constar os dados relativos à variável independente (x) e na 2.^a coluna devem constar os dados relativos à variável dependente (y).
3. Selecionar todos os dados que irão fazer parte do gráfico que se pretende traçar, incluindo os cabeçalhos dos mesmos.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3				tempo	velocidade				
4				0	2				
5				1	4				
6				2	6				
7				3	8				
8				4	10				
9				5	12				
10				6	14				
11				7	16				
12				8	18				
13				9	20				
14				10	22				
15									
16									
17									

Como fazer gráficos no programa *Excel*?



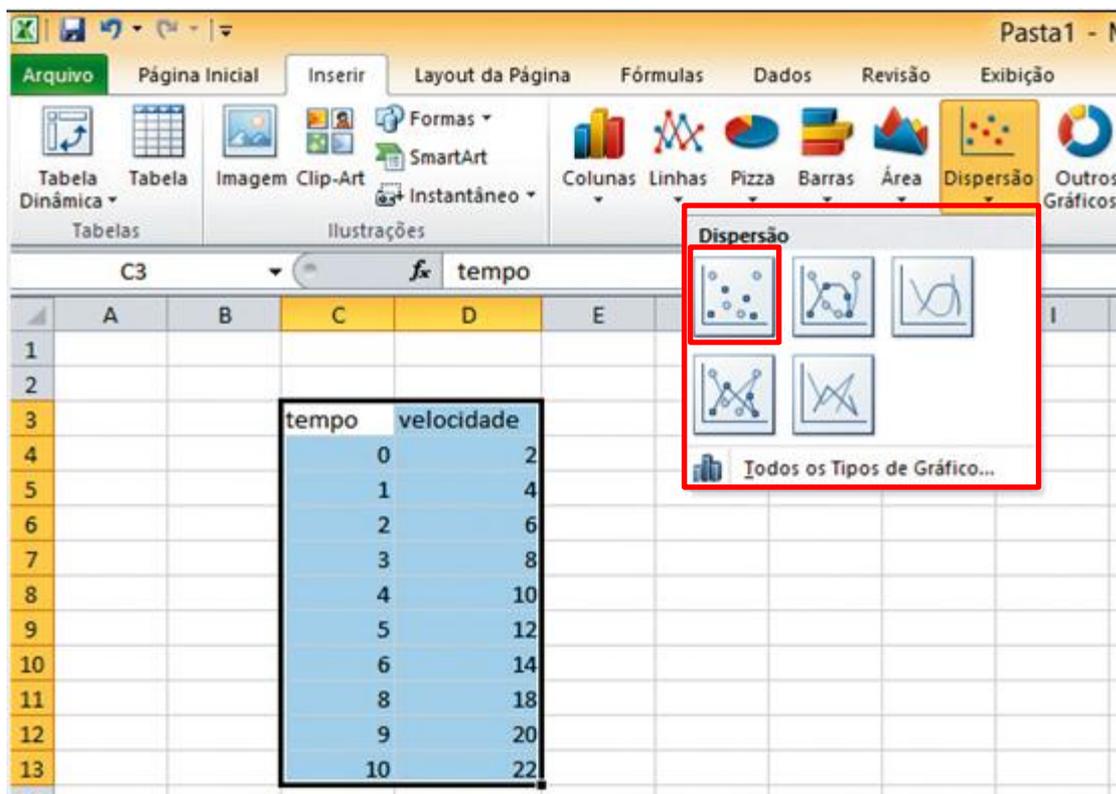
The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The 'Inserir' (Insert) ribbon is active, and the 'Dispersão' (Scatter) chart option is highlighted with a red box. Below the ribbon, a data table is visible with columns 'tempo' and 'velocidade'.

tempo	velocidade
0	2
1	4
2	6
3	8
4	10
5	12
6	14
7	16
8	18
9	20
10	22

4. Clicar na opção **Inserir** na barra de menu.
5. Aparecem várias opções de gráficos: clicar na opção **Dispersão**.

Como fazer gráficos no programa *Excel*?

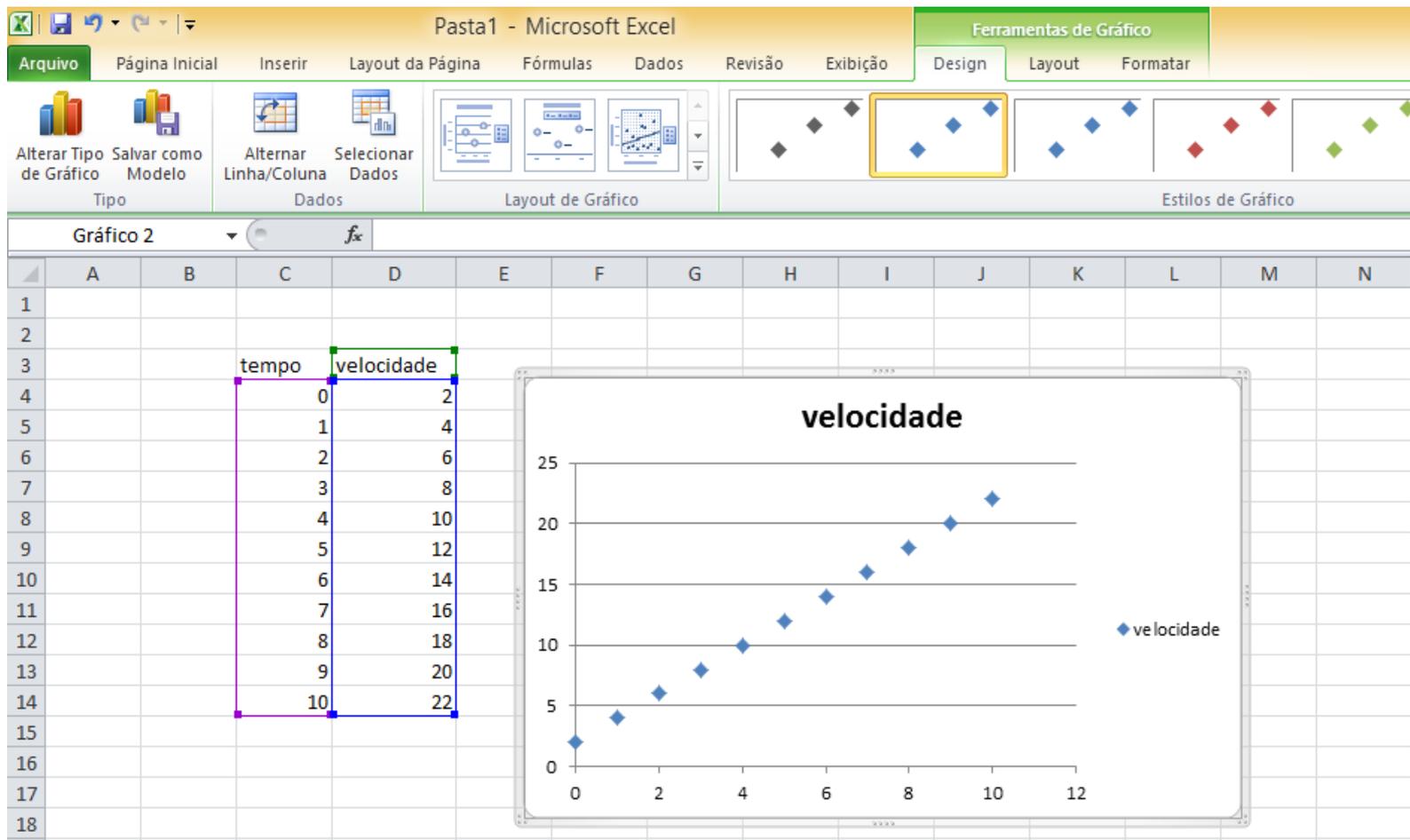
6. Ao clicar em **Dispersão** aparecem vários subtipos de gráfico Dispersão.



	A	B	C	D	E	I
1						
2						
3			tempo	velocidade		
4			0	2		
5			1	4		
6			2	6		
7			3	8		
8			4	10		
9			5	12		
10			6	14		
11			8	18		
12			9	20		
13			10	22		

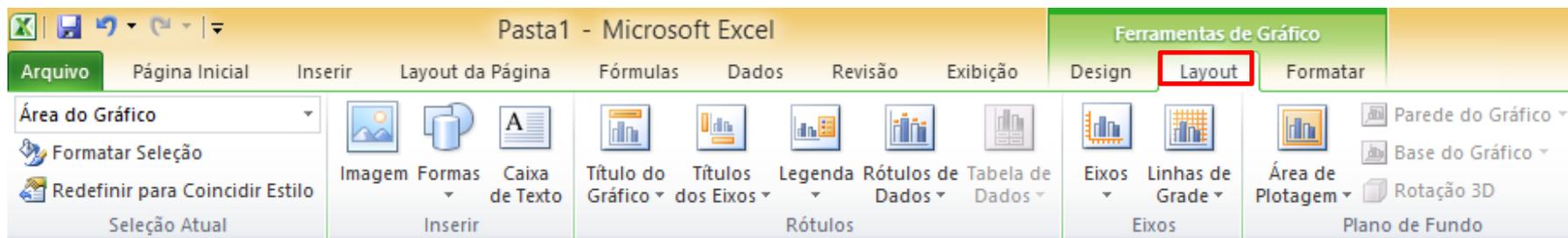
Como fazer gráficos no programa *Excel*?

7. Clicar na opção **Dispersão** apenas com marcadores (gráfico de pontos). Aparece imediatamente um gráfico construído, ao lado da tabela dos dados.



Como fazer gráficos no programa *Excel*?

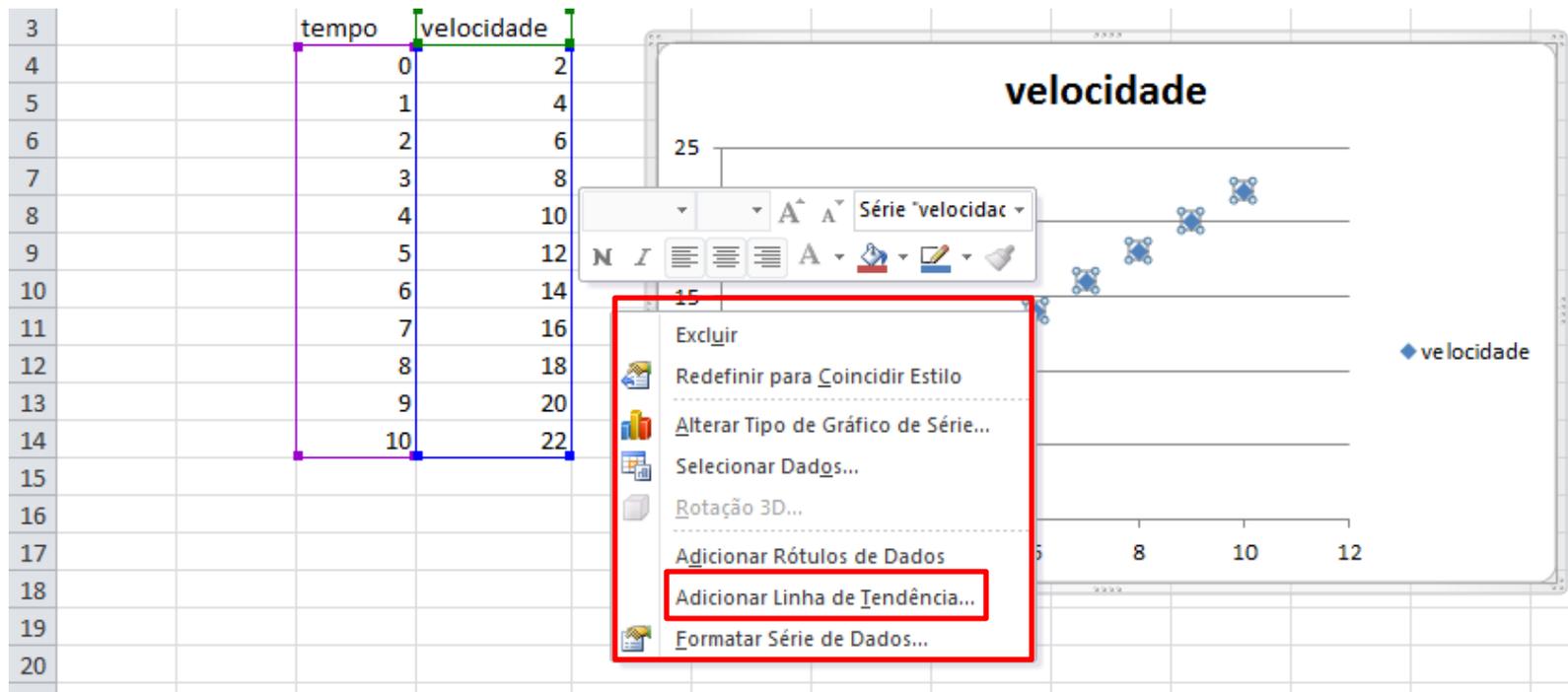
8. Clicar em **Layout** para inserir **Título do Gráfico**, **Títulos dos Eixos**, **Legenda**, **Linhas de Grade**, etc.



9. O aspeto do gráfico pode ser melhorado colocando o ponteiro do rato na janela do gráfico e, seguidamente, clicando na tecla do lado direito do rato e escolhendo a opção pretendida.

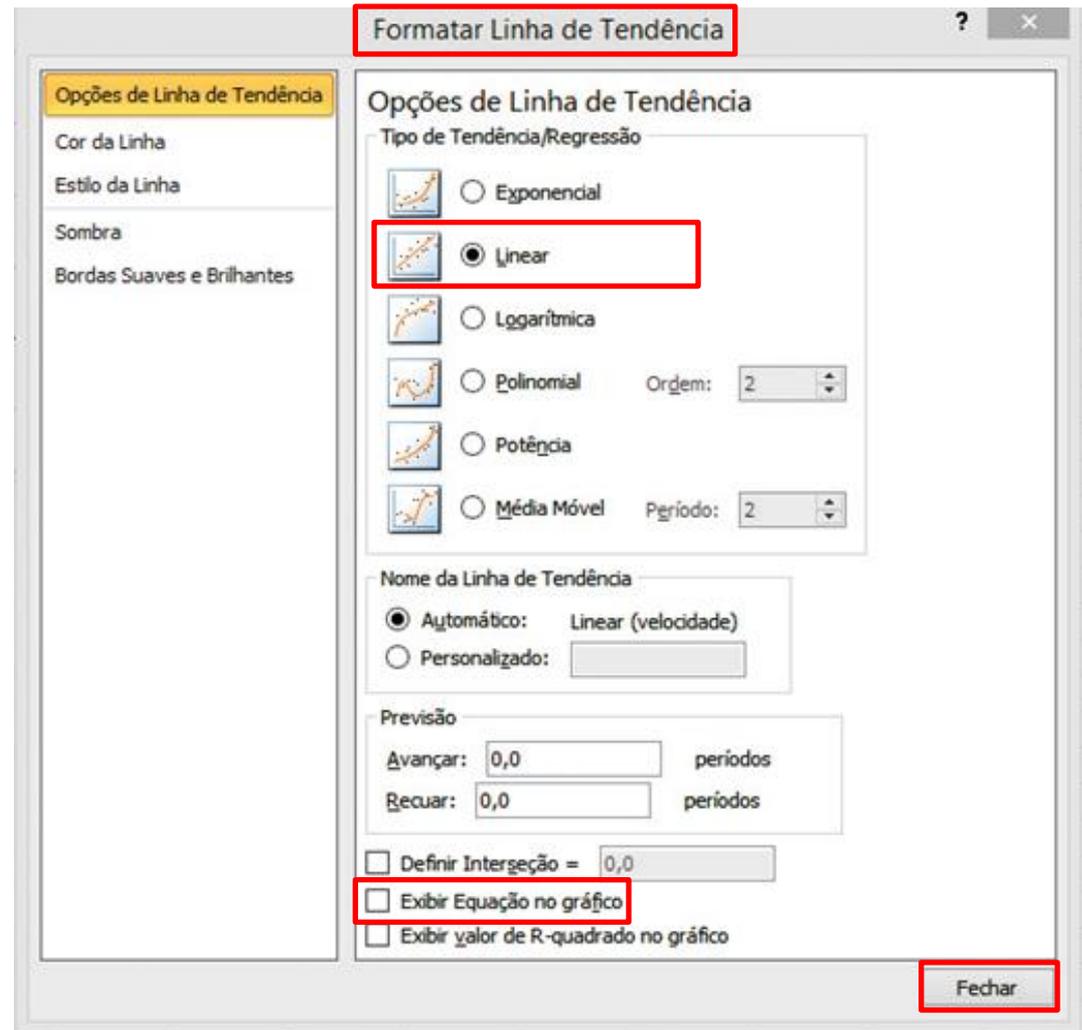
Como proceder para se obter a equação da reta de ajuste

A. Colocar o cursor sobre um dos pontos do gráfico e clicar com o botão direito do rato: aparece uma nova janela com algumas opções.

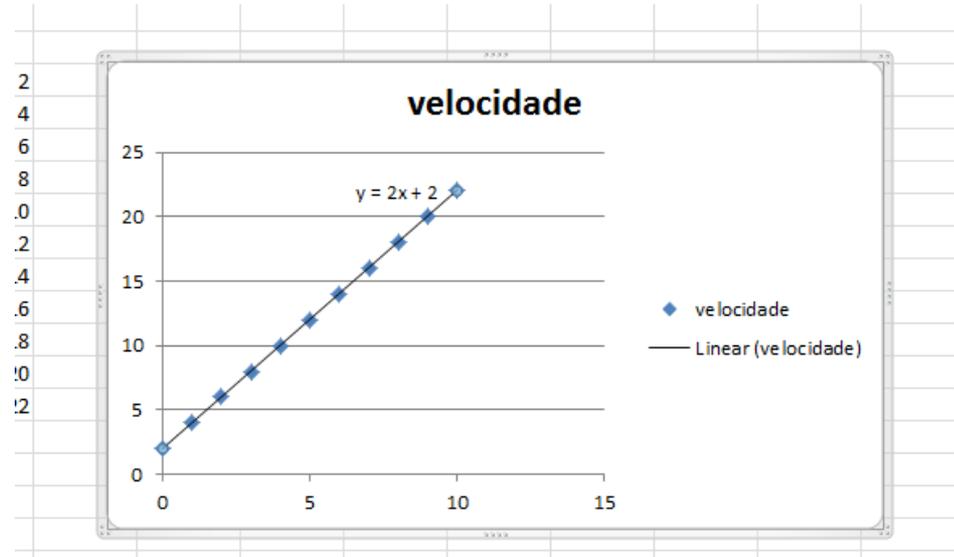


B. Clicar em **Adicionar Linha de Tendência** com o botão esquerdo do rato: aparece uma nova janela com o título **Formatar Linha de Tendência**.

C. Selecionar **Linear** e **Exibir Equação no gráfico**, clicando de seguida em **Fechar**. De imediato é desenhada a reta de ajuste aos dados experimentais e a equação da reta de ajuste é apresentada no próprio gráfico, equação do tipo $y = ax + b$ em que a representa o declive da reta e b representa a ordenada na origem.



D. O gráfico pode ser copiado para um editor de texto, tipo *Word*, para ser integrado num relatório, por exemplo.



Calculadora gráfica TI84

1. Introduzir os dados nas listas (utilizando o editor de listas estatísticas): na lista L1 são colocados os dados da variável independente (x) e na lista L2 são colocados os dados da variável dependente (y).

```
EDIT [2ND] TESTS
4↑LinReg(ax+b)
5: QuadReg
6: CubicReg
7: QuartReg
8: LinReg(a+bx)
9: LnReg
[2ND] ExpReg
```



Exemplo:

Guarde 5, 6, 7 e 8 na lista 2 (L2).

1

STAT
ENTER

L1	L2	L3	1
---	---	---	---

L1(1) = 1

3

5 ENTER 6 ENTER
7 ENTER 8 ENTER

L1	L2	L3	2
---	---	---	---

L2(5) =

2

▶▲ CLEAR ENTER
(se L2 já contém dados)

L1	L2	L3	2
---	---	---	---

L2(1) =

4

2nd [QUIT] 2nd [L2]
ENTER
(apresenta o conteúdo da
lista no ecrã inicial)

L2

{5 6 7 8}

2. Fazer o gráfico de dispersão, $y = y(x)$

A. Determinar as listas que contêm os dados.

STAT

```

2: [2nd] CALC TESTS
3: [2nd] Edit...
2: SortA(
3: SortD(
4: ClrList
5: SetUpEditor
        
```

ENTER

L1	L2	L3	Z
1	5	-----	
5	B		
-----	-----		

L2(1)=5



B. Definir as listas de dados que se pretende representar graficamente e respetivo gráfico.

1

`2nd` [STAT PLOT]

```

STAT PLOTS
1:Plot1...Off
  L1 L2
2:Plot2...Off
  L1 L2
3:Plot3...Off
  L1 L2
4↓PlotsOff
  
```

5

ENTER (ativa Plot1)

```

Plot1 Plot2 Plot3
Off Off
Type:
Xlist:L1
Ylist:L2
Mark:
  
```

2

4 ENTER (desliga os gráficos se os gráficos estiverem ligados)

```

PlotsOff Done
  
```

6

`2nd` [LIST] ENTER (introduz L1 como a Xlist)

```

STAT OPS MATH
1:L1
2:L2
3:L3
4:L4
5:L5
6:L6
  
```

3

`2nd` [STAT PLOT]

```

STAT PLOTS
1:Plot1...Off
  L1 L2
2:Plot2...Off
  L1 L2
3:Plot3...Off
  L1 L2
4↓PlotsOff
  
```

7

`2nd` [LIST] ENTER (introduz L2 como a Ylist)

```

STAT OPS MATH
1:L1
2:L2
3:L3
4:L4
5:L5
6:L6
  
```

4

ENTER

```

Plot1 Plot2 Plot3
On Off
Type:
Xlist:L1
Ylist:L2
Mark:
  
```

8

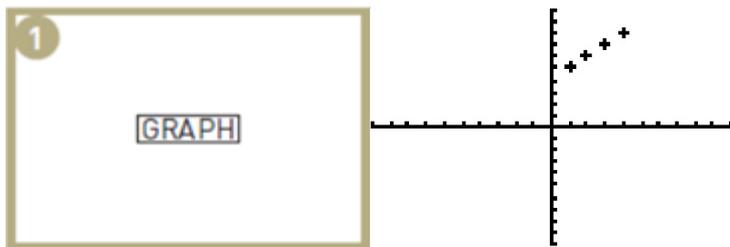
`2nd` [MARK] ENTER (seleciona + como a marca de desenho)

```

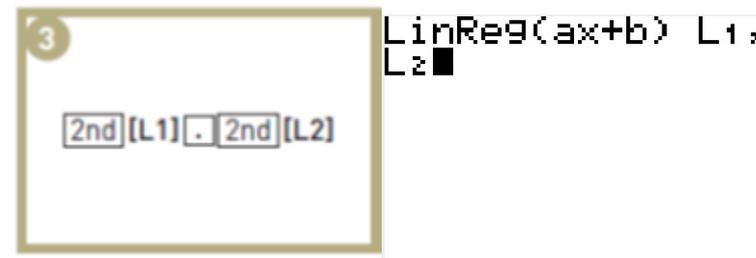
Plot1 Plot2 Plot3
Off Off
Type:
Xlist:L1
Ylist:L2
Mark:
  
```



C. Mostrar o gráfico $y = y(x)$.



D. Obter a equação da reta que melhor se ajusta aos dados experimentais (Regressão Linear).



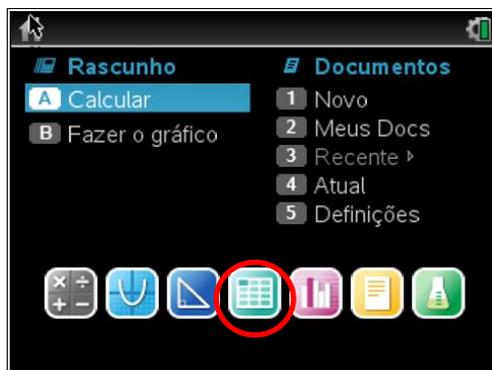
$$y = ax + b$$

$a = 1$ (declive da reta)

$b = 4$ (ordenada na origem)

Selecionar no ecrã principal a figura que contém uma tabela (através do *touchpad* ou com recurso à tecla **tab**) e premir

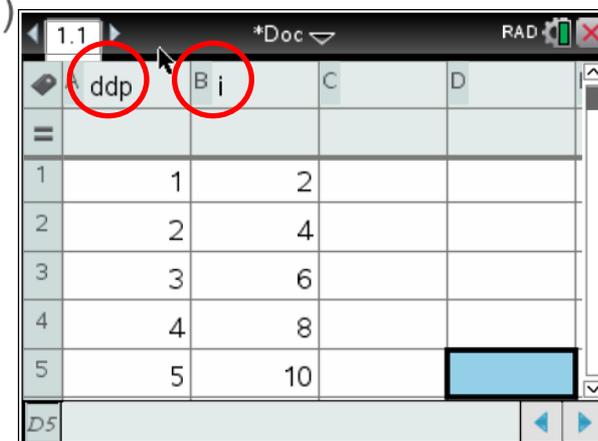
tecla **enter**



Na primeira linha escreve o nome dos campos que figuram na tabela inicial, com as grandezas físicas (neste caso ddp e i)

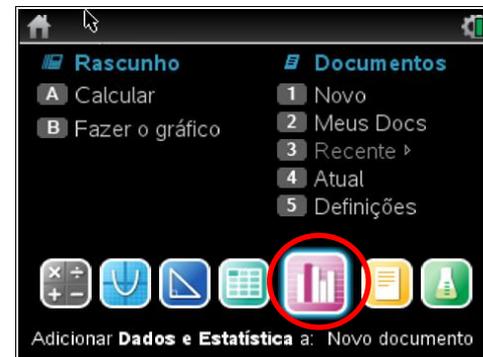
Sempre que inserir um valor numa célula premir **enter**

Preencher a tabela.



	ddp	i	C	D
1	1	2		
2	2	4		
3	3	6		
4	4	8		
5	5	10		

Selecionar no ecrã principal a figura que contém um gráfico de barras, correspondente a : **adicionar Dados e Estatística** tabela (através do *touchpad* ou com recurso à tecla **tab** e) e premir tecla **enter**



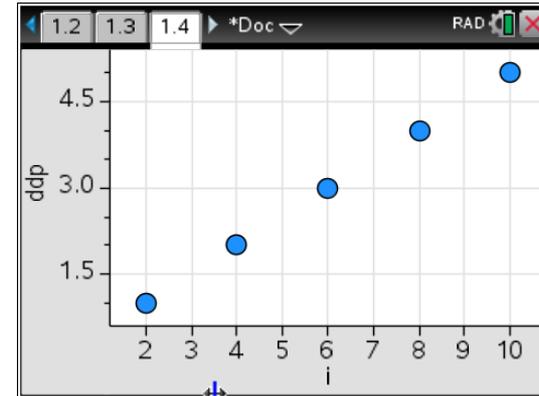
Aparece a seguinte janela com os pontos correspondentes aos dados da tabela.



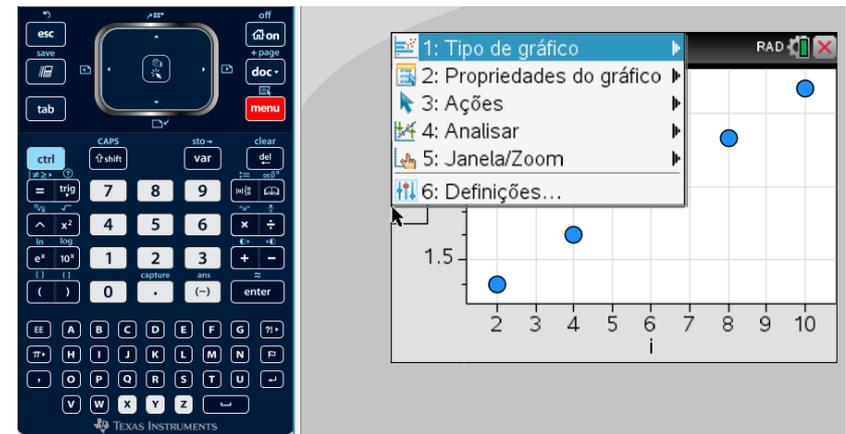
Na horizontal clicar para selecionar sobre a variável ***i***, repetir para a variável da ordenada, selecionar ***ddp***.



Depois de selecionadas as variáveis das ordenadas e abcissas, aparece o gráfico dos pontos experimentais.



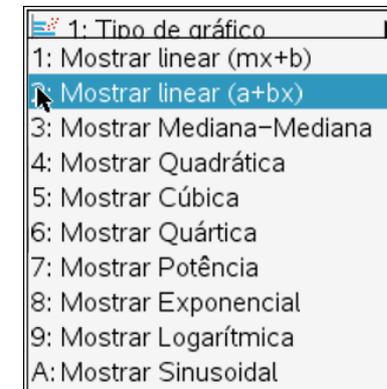
Premir a tecla . Aparece uma janela de menu com várias opções. **Escolher a opção 4: Analisar**



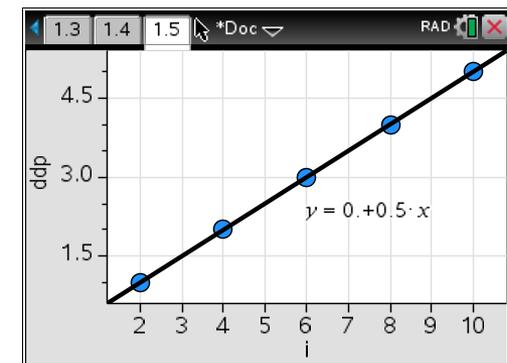
Aparece um novo submenu. Escolher a **opção 6: Regressão**



Apresenta como resultado um conjunto de operações possíveis, clicar na **opção 2: Mostrar linear ($a + bx$)**



No gráfico é escrita a função de ajuste e os valores dos parâmetros (a , b).



Calculadora gráfica

Casio FX 9860 G ou FX 9860 G SD¹

Introdução de dados em listas (tipo folha de cálculo)

1. Premir **MENU** para visualizar o menu principal.
2. Selecionar a segunda janela, **STAT**, e confirmar com a tecla **EXE**.
3. Introduzir os valores na lista **List 1**; e sempre que se inserir um número confirmar com tecla **EXE**; se se enganar, carregar tecla **DEL**; depois inserir valores na **List 2**.



Exemplo:

Para introduzir os dois grupos de dados seguintes

0,5; 1,2; 2,4; 4,0; 5,2

-2,1; 0,3; 1,5; 2,0; 2,4

¹ As instruções para o modelo CASIO fx-CG20 são idênticas.



0 • 5 EXE 1 • 2 EXE
2 • 4 EXE 4 EXE 5 • 2 EXE
▶
(-) 2 • 1 EXE 0 • 3 EXE
1 • 5 EXE 2 EXE 2 • 4 EXE

	List 1	List 2	List 3	List 4
SUB				
3	2.4	1.5		
4	4	2		
5	5.2	2.4		
6				

GRPH CALC TEST DISTR DIST

Para desenhar o gráfico

1. Com a lista de dados no ecrã, premir **F1 (GRPH)** para visualizar o menu gráfico que contém vários itens. Selecionar o item **F6 (Set)**.



2. Deslocar o cursor sobre as opções desejadas e utilizar a tecla **F1** para selecionar **Scatter** (gráfico de dispersão). Por defeito, a **List1** vai ser a variável independente **x** e a **List2** será a variável dependente, **y**. Clicar na tecla **Exit**, pressionar **F1 (GHP1)**.

Exemplo:

① `MENU` STAT

② `0`•`5` `EXE` `1`•`2` `EXE`
`2`•`4` `EXE` `4` `EXE` `5`•`2` `EXE`

▶

`[−]` `2`•`1` `EXE` `0`•`3` `EXE`
`1`•`5` `EXE` `2` `EXE` `2`•`4` `EXE`

③ (Gráfico de dispersão) `F1`(GRAPH)`F6`(SET)▼`F1`(Scat)`EXIT`
`F1`(GPH1)

```
StatGraph1
Graph Type   : Scatter
XList       : List1
YList       : List2
Frequency   : 1
Mark Type    : □
```

`GPH1` `GPH2` `GPH3`

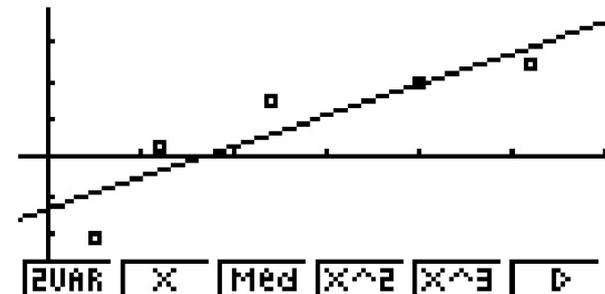
O ecrã apresenta o gráfico de dispersão,
 $y = y(x)$



Obter a equação da reta que melhor se ajusta aos dados experimentais (Regressão Linear)

Para escolher a regressão linear, carregar na tecla **F1 (CALC)**. De seguida, escolher a 2.^a opção, carregar tecla **F2 (X)** e clicar em **F1** para visualizar os valores dos parâmetros da regressão linear da equação da reta: $y = ax + b$, em que a representa ao declive da reta e b representa a ordenada na origem. Clicar em **F1**.

Para desenhar o gráfico com a reta de ajuste, premir a tecla **F6 (DRAW)**; para visualizar os valores dos parâmetros, premir novamente **F1**.



A fórmula modelo da regressão linear é a seguinte:

$$y = ax + b$$

a – coeficiente de regressão (pendente)

b – termo de constante de regressão (interceção y)

r – coeficiente de correlação

r^2 – coeficiente de determinação

MSe – erro médio quadrático