

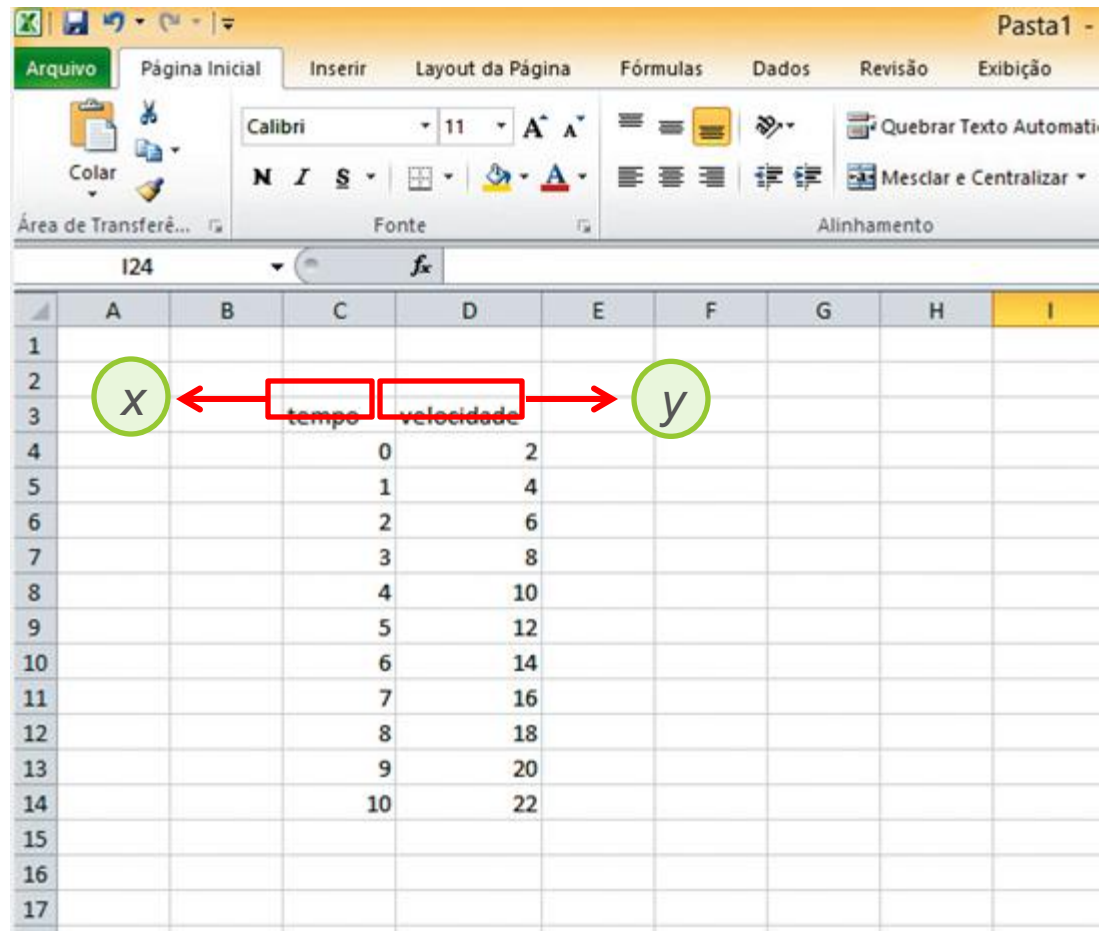
# Gráficos e curvas de ajuste

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.

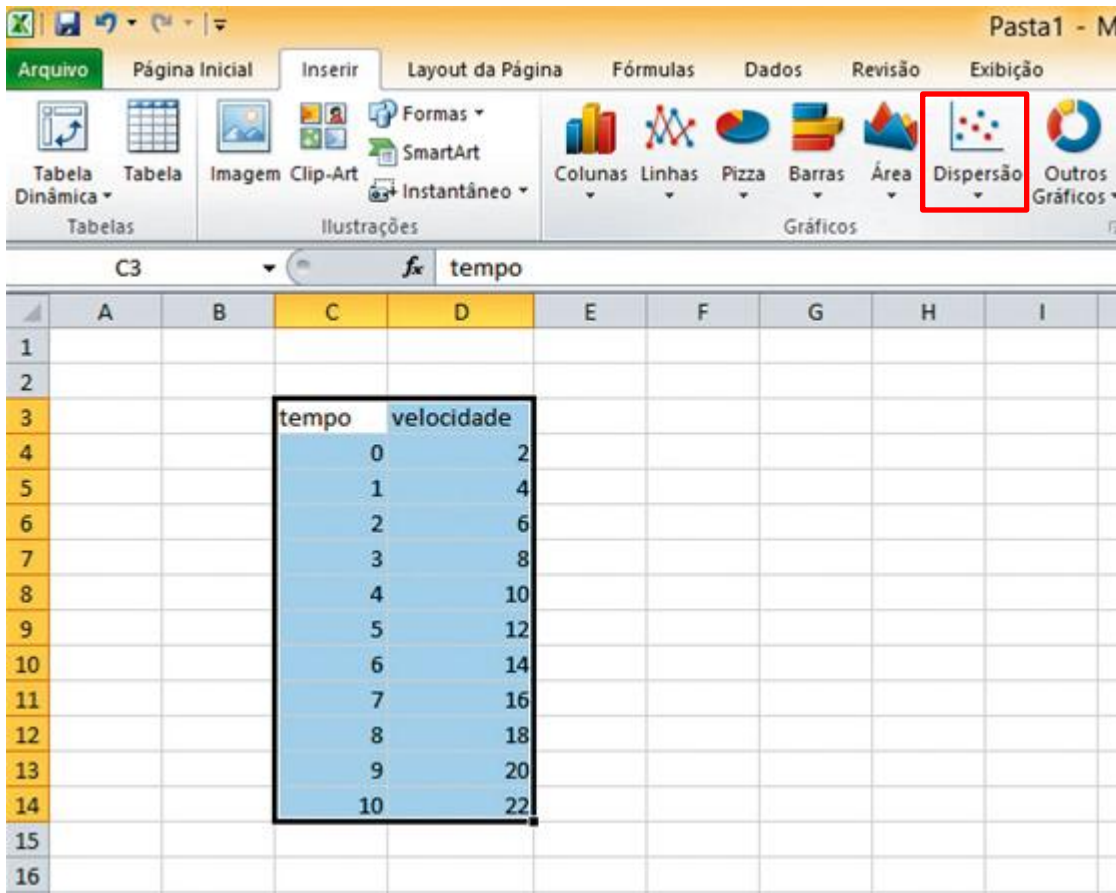
# Como fazer gráficos no programa *Excel*?

1. Abrir o programa *Excel*.
2. Escrever os dados em duas colunas: na 1.<sup>a</sup> coluna devem constar os dados relativos à variável independente ( $x$ ) e na 2.<sup>a</sup> 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*?



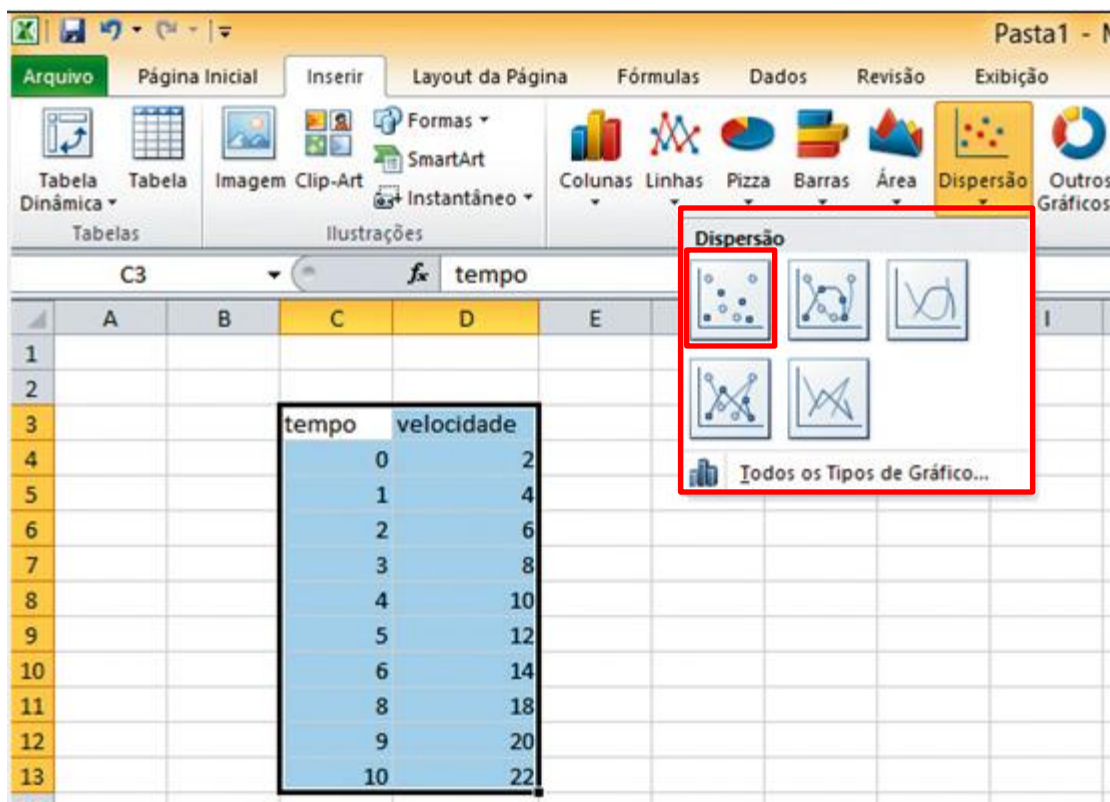
The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The 'Inserir' ribbon is active, and the 'Dispersão' (Scatter) chart option is highlighted with a red box. Below the ribbon, a data table is visible with columns 'tempo' and 'velocidade'.

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*?

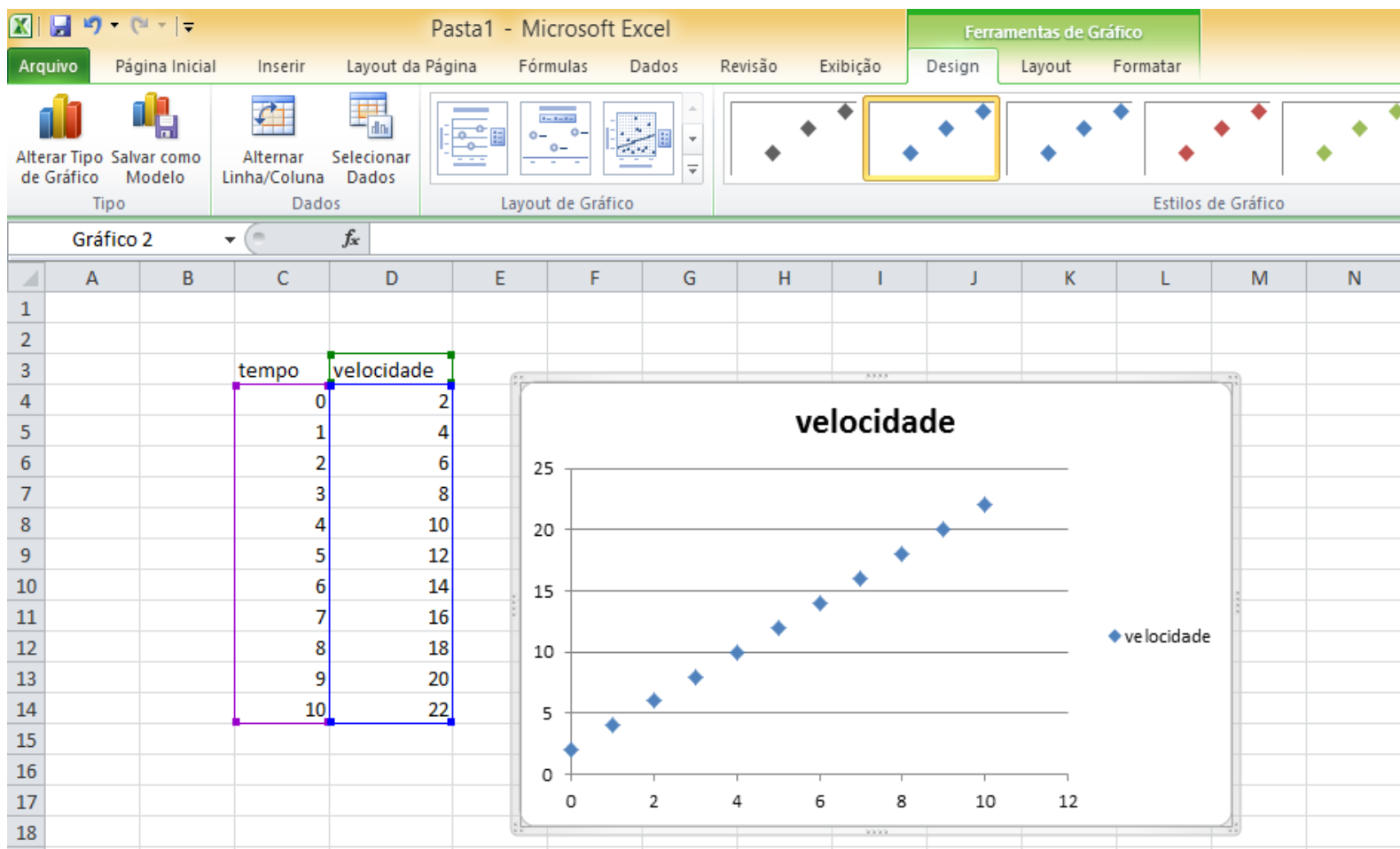
6. Ao clicar em **Dispersão** aparecem vários subtipos de gráfico Dispersão.



	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		

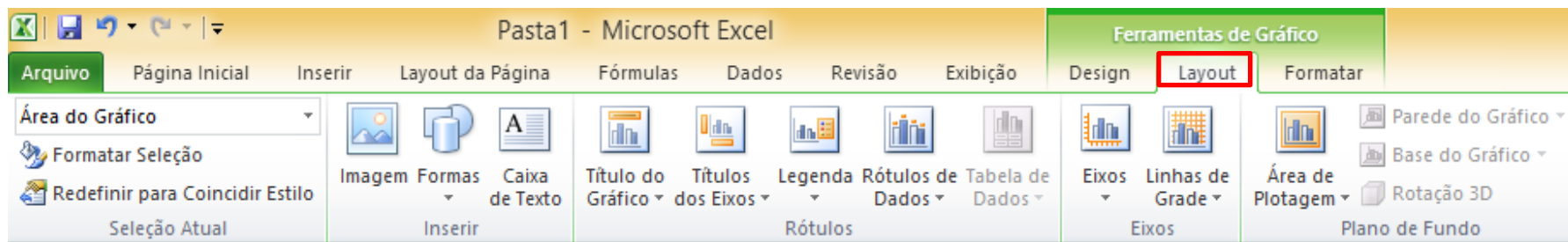
# Como fazer gráficos no programa *Excel*?

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*?

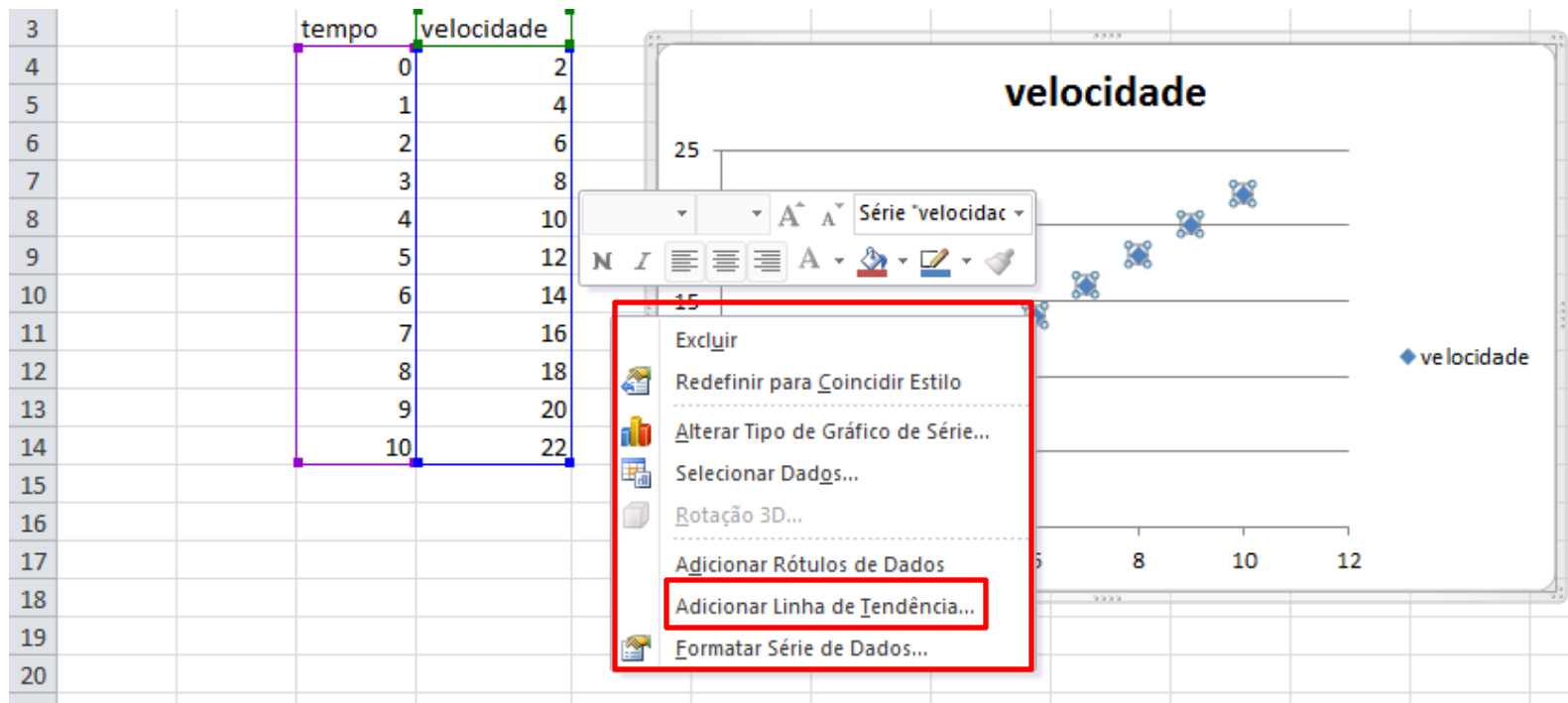
8. Clicar em **Layout** para inserir **Título do Gráfico**, **Títulos dos Eixos**, **Legenda**, **Linhas de Grade**, etc.



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

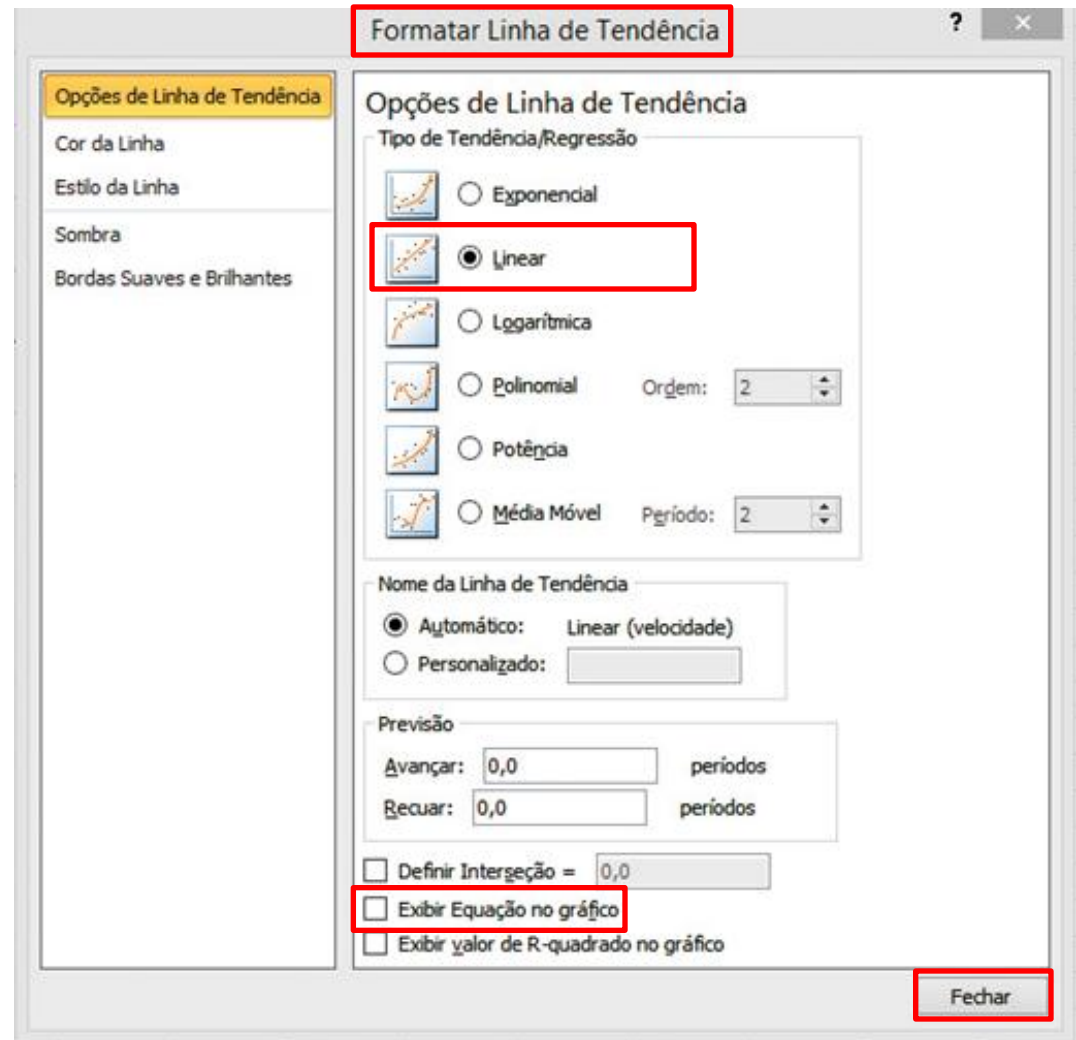
A. Colocar o cursor sobre um dos pontos do gráfico e clicar com o botão direito do rato: aparece uma nova janela com algumas opções.



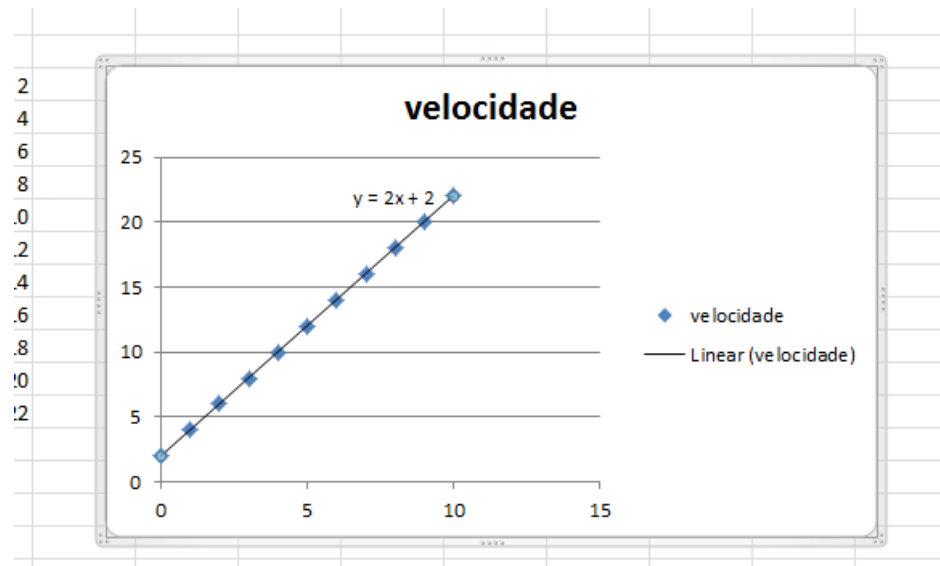


B. Clicar em **Adicionar Linha de Tendência** com o botão esquerdo do rato: aparece uma nova janela com o título **Formatar Linha de Tendência**.

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

1  
  
STAT

2: [F2] CALC TESTS  
 3: [F1] Edit...  
 2: SortA(  
 3: SortD(  
 4: ClrList  
 5: SetUpEditor

2  
  
ENTER

L1	L2	L3	Z
1	5	-----	
5	6		
-----	8		
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` [LIST] ENTER (seleciona + como a marca de desenho)

```

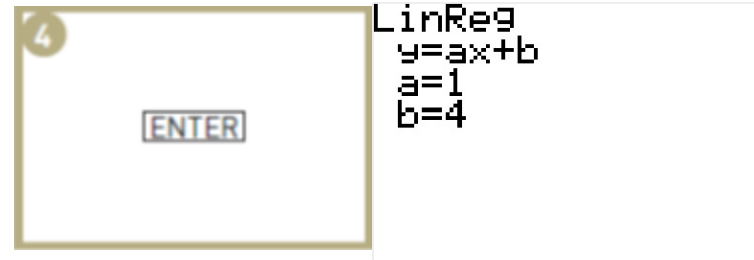
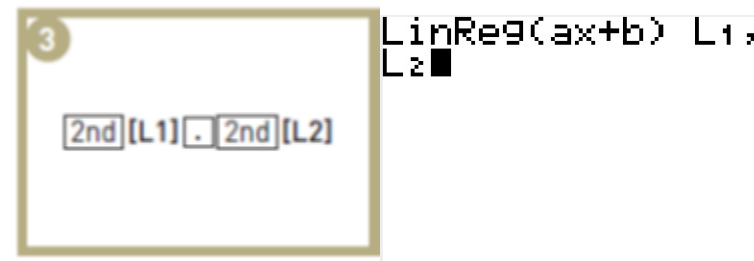
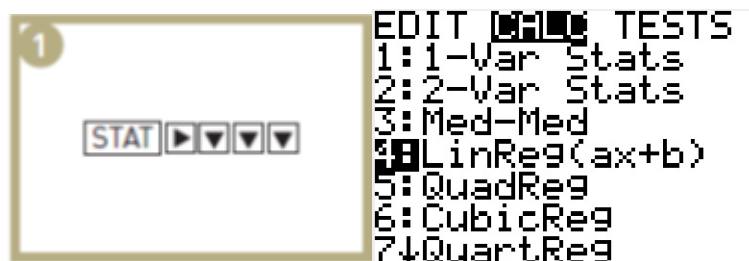
Plot1 Plot2 Plot3
Off Off
Type: [ ] [ ] [ ]
Xlist:L1
Ylist:L2
Mark: [ ] [ ]
  
```



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

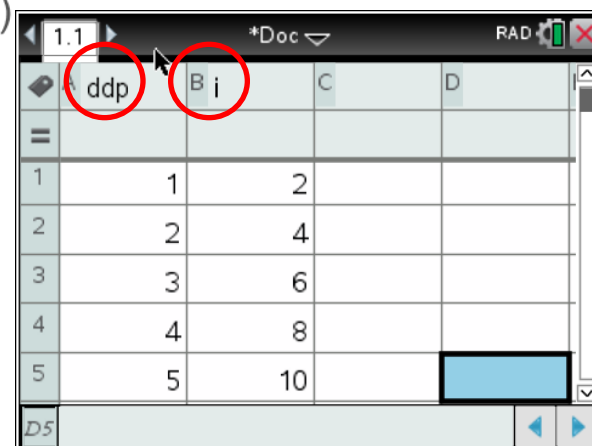
tecla **enter**



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**

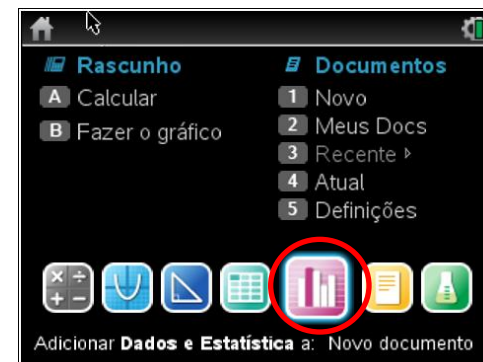
Preencher a tabela.



	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**



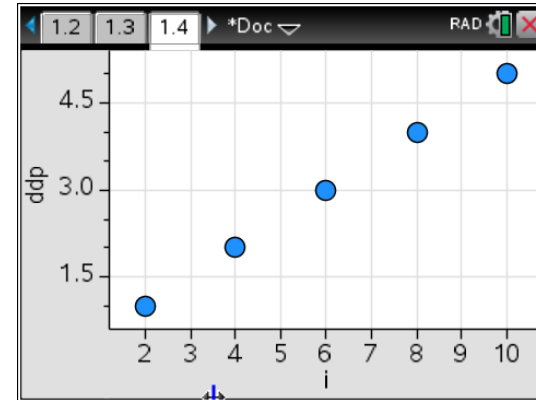
Aparece a seguinte janela com os pontos correspondentes aos dados da tabela.




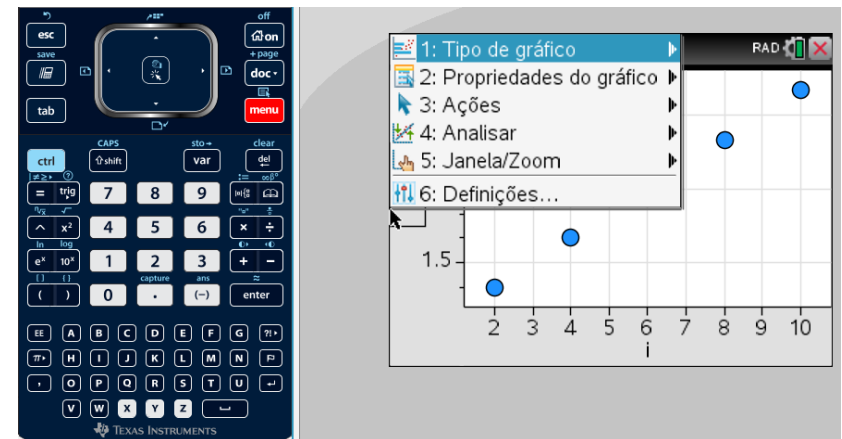
Na horizontal clicar para selecionar sobre a variável ***i***, repetir para a variável da ordenada, selecionar ***ddp***.



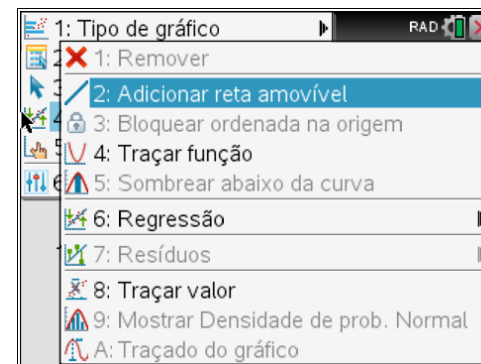
Depois de seleccionadas as variáveis das ordenadas e abcissas, aparece o gráfico dos pontos experimentais.



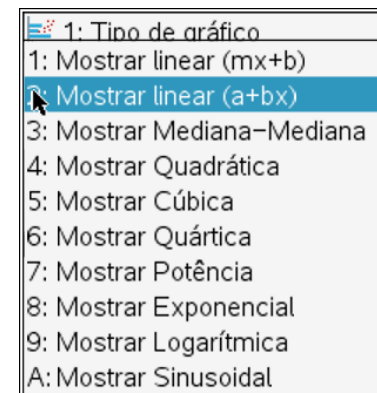
Premir a tecla . Aparece uma janela de menu com várias opções. **Escolher a opção 4:**  
**Analisar**



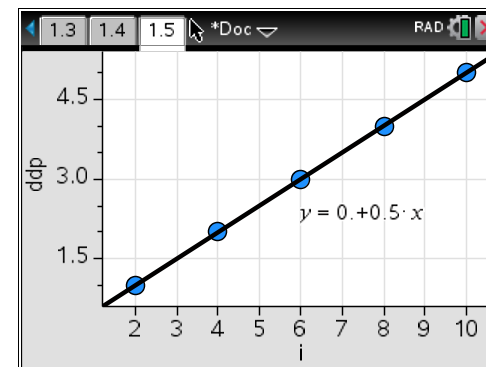
Aparece um novo submenu. Escolher a **opção 6: Regressão**



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 ( $a$ ,  $b$ ).

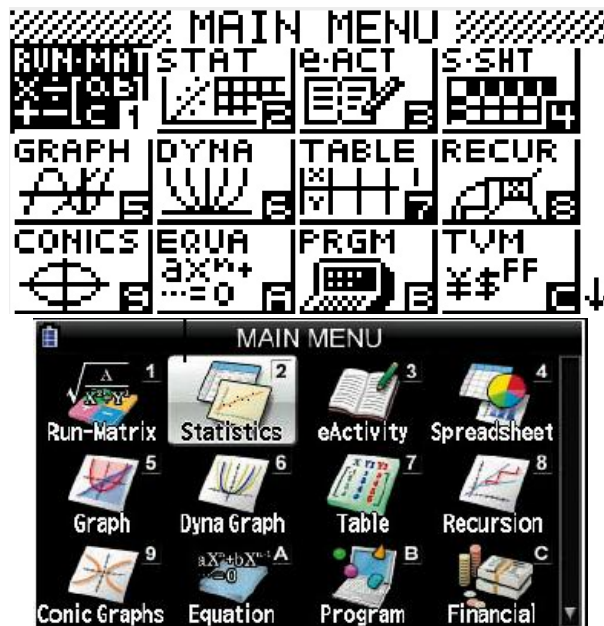


# Calculadora gráfica

## Casio FX 9860 G ou FX 9860 G SD<sup>1</sup>

### 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

<sup>1</sup> 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)**.

- 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 (GPH1)**.

Exemplo:

① **MENU** STAT

② **0**•**5** **EXE** **1**•**2** **EXE**  
**2**•**4** **EXE** **4** **EXE** **5**•**2** **EXE**

▶

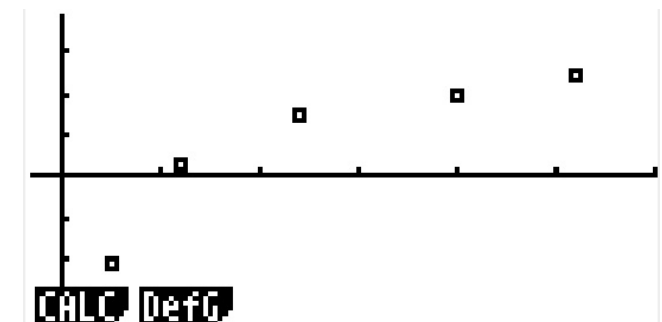
**(-)** **2**•**1** **EXE** **0**•**3** **EXE**  
**1**•**5** **EXE** **2** **EXE** **2**•**4** **EXE**

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**

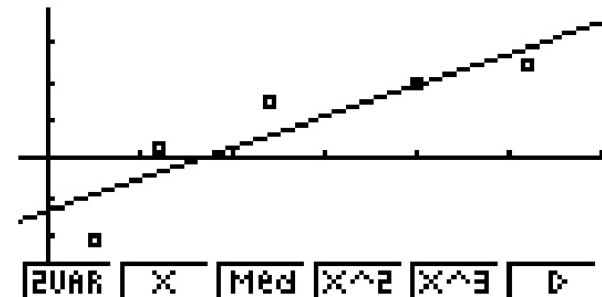
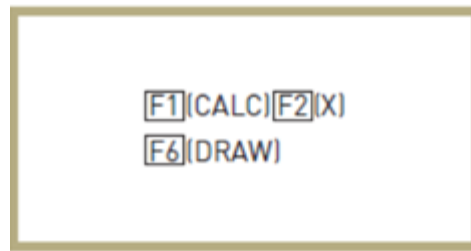
O ecrã apresenta o gráfico de dispersão,  
 $y = y(x)$



## 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.<sup>a</sup> 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