

# **WS: INTRODUÇÃO AO MATLAB**

Ricardo Trindade  
Nuno Matias

2018

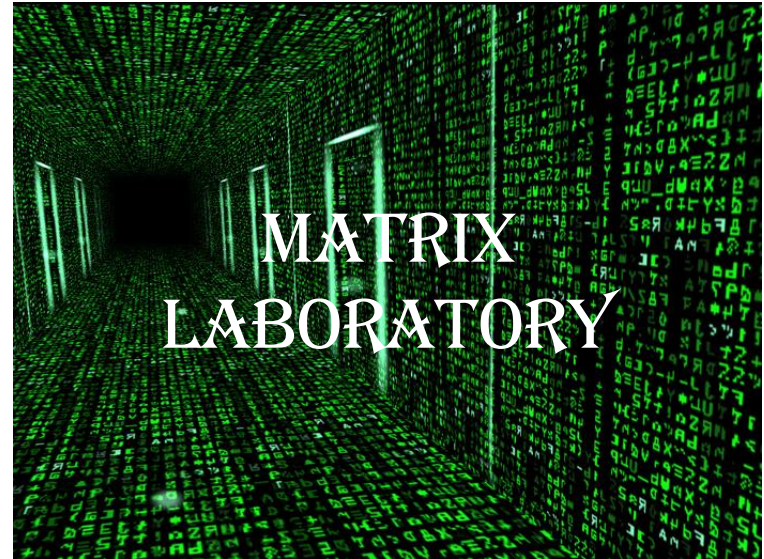
# MATLAB? O que é isso?

- MATLAB = **MAT**rix **LAB**oratory
- Ferramenta computacional simples e intuitiva que se destaca das outras linguagens pela facilidade com que manuseia matrizes
- “Matrizes? Álgebra? Não sei se isso é bom sinal...”
- Não tenham medo! É mesmo simples e tem aplicabilidades em inúmeras áreas porque a informação normalmente está estruturada em matrizes! E essa informação pode ser, por exemplo, o teu sinal de ECG ou uma imagem de ressonância magnética do teu cérebro!!
- Vá, vamos lá ser campeões de MATLAB!



# Conteúdos

- Janela do Matlab
- Matemática Básica
- Vectores
- Matrizes
- Representações Gráficas
- Branching
- Loops
- Funções



# Janela do MATLAB

## CURRENT FOLDER

Indica o directório onde se **encontram** e onde o MATLAB vai buscar funções ou variáveis que tenham guardadas. É importante que tudo o que querem usar esteja no directório ou então terão alguns erros!

## WORKSPACE

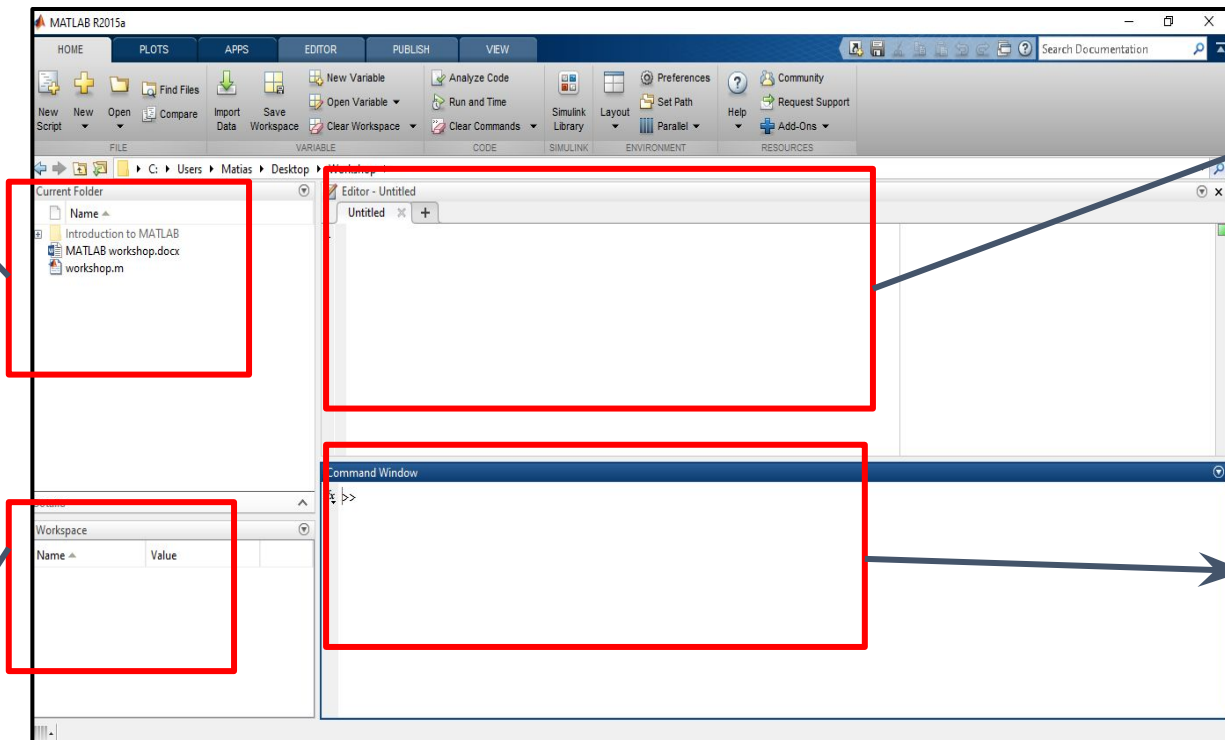
Aqui ficam registadas as vossas variáveis. É extremamente útil pois podem ver o conteúdo das variáveis para confirmar se os valores são os que vocês querem.

## EDITOR

É aqui que vão escrever os vossos scripts e funções para poderem guardar e usar mais tarde. Basicamente é aqui que vão passar o tempo a fazer o vossos projectos!

## COMMAND WINDOW

Aqui executam comandos rápidos e simples. Atenção que o que fazem aqui, apesar de ficar registado na história do MATLAB, não dá para guardar em ficheiros.



# Matemática Básica

Símbolo	Operação
+	Adição
-	Subtração
*	Multiplicação
/	Divisão
^	Potenciação

Símbolo	Significado
pi	Número pi
i	Número complexo

Função	Significado
sqrt	Raiz Quadrada
nthroot	N raiz de um número real
abs	Valor absoluto
exp	Exponencial
log	Logaritmo Natural (Base E)
log10	Logaritmo Comum (Base 10)
sin	Seno (Radianos)
sind	Seno (Graus)

# Matemática Básica - É a tua vez!

Calcula as seguintes expressões:

$$\frac{7}{12} + (2 * 6^3) = ?$$

$$\sqrt{\frac{e^{i\frac{\pi}{2}}}{|3 + 4i|}} = ?$$

$$\sqrt[5]{\ln(2 * \sin \frac{\pi}{3})} = ?$$



*HINT:* Se tiveres problemas em usar alguma função experimenta a ajuda! Usa o *help* ou o *doc* seguido do nome da função (exemplo: *help sqrt*)

# Matemática Básica - É a tua vez!

Conseguiste?

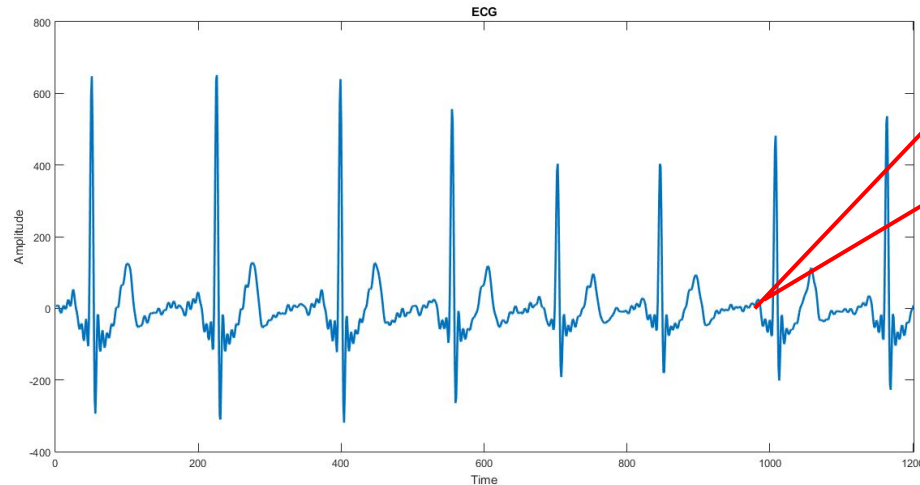
$$\frac{7}{12} + (2 * 6^3) = 432.5833$$

$$\sqrt{\frac{e^{i\frac{\pi}{2}}}{|3 + 4i|}} = 0.3162 + 0.3162i$$

$$\sqrt[5]{\ln(2 * \sin \frac{\pi}{3})} = 0.8871$$

# Vectores

- Vector pode ser visto como uma matriz cuja uma das dimensões é igual a 1
- Na prática, vectores correspondem por exemplo a sinais fisiológicos ou a sinais sonoros! Olha o exemplo do ECG que corresponde a uma série finita de pontos num dado intervalo de tempo



209	210	211	212	213	214	215	
-66.7477	-55.7634	-42.7617	-43.2640	-61.1532	-82.9830	-88.3194	



# Vectores - Como criar?

Exemplo	Resultado	Explicação
<code>[1 2 3]</code>	1 2 3	Vector Linha
<code>[1; 2; 3] = [1 2 3]'</code>	$\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix}$	Vector Coluna (notar a utilização do “ ; ” e do “ ' ” que devolve a transposta)
<code>1 : 10</code>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Sequência de números de um ponto a outro
<code>1 : 2 : 10</code>	1 3 5 7 9	Sequência de números dois a dois de um ponto até outro
<code>10 : -2 : 1</code>	10 8 6 4 2	Sequência de números de menos dois a menos dois de um ponto até outro
<code>linspace(1, 10, 4)</code>	1 4 7 10	Função que gera X número de pontos entre duas extremidades

# Vectores - Operações

Vector - Escalar	
Símbolo	Operação
+	Adição
-	Subtração
*	Multiplicação
/	Divisão
.^	Potenciação

Exemplo:  
 $[1 \ 2 \ 3] * 2 = [2 \ 4 \ 6]$

Vector - Vector	
Símbolo	Operação
+	Adição
-	Subtração
*	Produto Interno / Multiplicação de Matrizes
.*	Multiplicação de elementos
./	Divisão de elementos
.^	Potenciação de elementos

Exemplo:  
 $[1 \ 2 \ 3] .* [4 \ 5 \ 6] = [4 \ 10 \ 18]$

# Vectores - É a tua vez!

Descobre que vectores ou escalares tens de usar para chegar ao resultado final:

$$[12 \ 15 \ 9] / ? = [4 \ 5 \ 3]$$

$$[1 \ 2 \ 3] .* ? = [1 \ 4 \ 9]$$

$$[10 \ 2 \ 36] ./ ? = [2 \ 2 \ 2]$$

$$[1 \ 2 \ 3] * ? = 14$$

$$[3 \ 4 \ 5] .^ ? = [9 \ 16 \ 25]$$

$$? * [1 \ 2 \ 3] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 4 & 6 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix}$$

$$[3 \ 4 \ 5] .^ ? = [27 \ 16 \ 125]$$

# Vectorres - É a tua vez!

Chegaste lá?

$$[12 \ 15 \ 9] / 3 = [4 \ 5 \ 3]$$

$$[10 \ 2 \ 36] ./ [5 \ 1 \ 18] = [2 \ 2 \ 2]$$

$$[3 \ 4 \ 5] .^{\wedge} 2 = [9 \ 16 \ 25]$$

$$[3 \ 4 \ 5] .^{\wedge} [3 \ 2 \ 3] = [27 \ 16 \ 125]$$

$$[1 \ 2 \ 3] .* [1 \ 2 \ 3] = [1 \ 4 \ 9]$$

$$[1 \ 2 \ 3] * \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} = 14$$

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} * [1 \ 2 \ 3] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 4 & 6 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix}$$



**WARNING:** Quando estiveres a fazer operações entre vectores tem em atenção que eles têm de ter o mesmo tamanho ou então terás um erro! Podes verificar o tamanho do vector usando a função *length*

# Matrizes

- Agora que já sabes de vectores, matrizes é canja!
- Na matriz ambas as dimensões são diferentes de 1. Um exemplo de uma matriz é uma imagem de ressonância magnética em que cada valor da matriz corresponde à intensidade de um pixel da imagem.



0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	8
0	0	0	0	0	8
4	0	0	8	8	40
0	0	0	32	32	81
0	0	0	32	32	81
0	16	16	77	77	77
0	16	16	77	77	77
0	60	60	89	89	69
0	60	60	89	89	69
36	81	81	73	73	105
36	81	81	73	73	105

# Matrizes - Operações

- Para criar uma simples matriz pode-se usar o “;” entre diferentes vetores

$$[1\ 2\ 3; 4\ 5\ 6; 7\ 8\ 9] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

- As operações entre matrizes são idênticas às dos vetores pelo que podem usar a Tabela apresentada previamente.
- Calculem os seguintes exemplos:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$
$$B = \begin{bmatrix} 9 & 8 & 7 \\ 6 & 5 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$4*A + \frac{B}{2} = \begin{bmatrix} 8.5 & 12 & 15.5 \\ 19 & 22.5 & 26 \\ 29.5 & 33 & 36.5 \end{bmatrix}$$

$$A * B = \begin{bmatrix} 30 & 24 & 18 \\ 84 & 69 & 54 \\ 138 & 114 & 90 \end{bmatrix}$$

$$A .* B = \begin{bmatrix} 9 & 16 & 21 \\ 24 & 25 & 24 \\ 21 & 16 & 9 \end{bmatrix}$$

$$A^2 = \begin{bmatrix} 30 & 36 & 42 \\ 66 & 81 & 96 \\ 102 & 126 & 150 \end{bmatrix}$$

$$A.^2 = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 9 \\ 16 & 25 & 36 \\ 49 & 64 & 81 \end{bmatrix}$$

# Matrizes - Funções

Função	Explicação	Exemplo
size (A)	Devolve as dimensões da matriz A	$\text{size} \left( \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix} \right) = [2 \ 3]$
zeros (m, n)	Cria uma matriz de zeros com m linhas e n colunas	$\text{zeros}(2, 3) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
ones (m, n)	Cria uma matriz de 1 com m linhas e n colunas	$\text{ones}(2, 3) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
diag (a)	Cria uma matriz diagonal cujos elementos da diagonal correspondem aos elementos do vector a	$\text{diag}([1 \ 2 \ 3]) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$
eye (m)	Cria uma matriz diagonal cuja diagonal é unicamente formada por 1	$\text{eye}(3) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
pinv(A)	Devolve a inversa da matriz A	$\text{pinv} \left( \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

# Matrizes – Desafio!!

Cria uma matriz 6x5:

- Primeiras 5 linhas correspondem a uma matriz diagonal cujos elementos igualam 4
- Última linha é constituída apenas por elementos de valor 6



$$[4 * \text{eye}(5) ; 6 * \text{ones}(1,5)] = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 4 \\ 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \end{bmatrix}$$



# Vectores e Matrizes - Últimas dicas

- Como aceder a elementos específicos de um vector ou matriz?

$a = [4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9]$

$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$

$a(2) = 5$	$a([3 \ 6]) = [6 \ 9]$	$a(2:4) = [5 \ 6 \ 7]$	$a(4:end) = [7 \ 8 \ 9]$
$A([1 \ 3]) = [1 \ 7]$	$A(1,3) = 3$	$A(1,:) = [1 \ 2 \ 3]$	$A(:,1) = [1 \ 4 \ 7]'$

- Como concatenar vectores e matrizes?

$a = [1 \ 2 \ 3]$

$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$

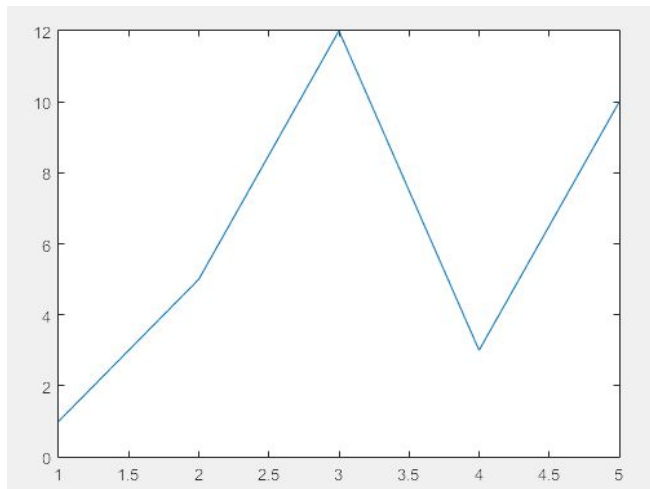
$[a \ a] = [1 \ 2 \ 3 \ 1 \ 2 \ 3]$	$[A \ a'] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 1 \\ 4 & 5 & 6 & 2 \\ 7 & 8 & 9 & 3 \end{bmatrix}$	$[A \ A] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 & 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 & 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$
$[a ; a] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$	$[A ; a] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \\ 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$	$[A ; A] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \\ 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$

# Representações Gráficas

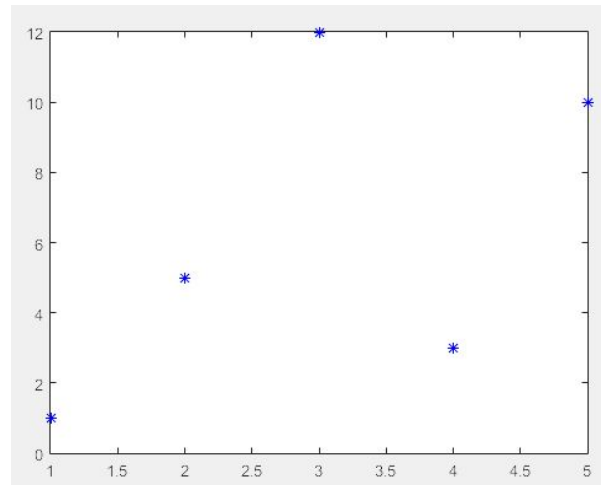
- Por vezes dão-nos um vector e queremos ver como é o seu aspecto. O que é que devemos fazer? Gráficos desses vectores!
- Para fazerem um gráfico a função que necessitam de saber é o **plot**

Exemplos:

```
v = [1 5 12 3 10];  
plot(v);
```



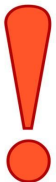
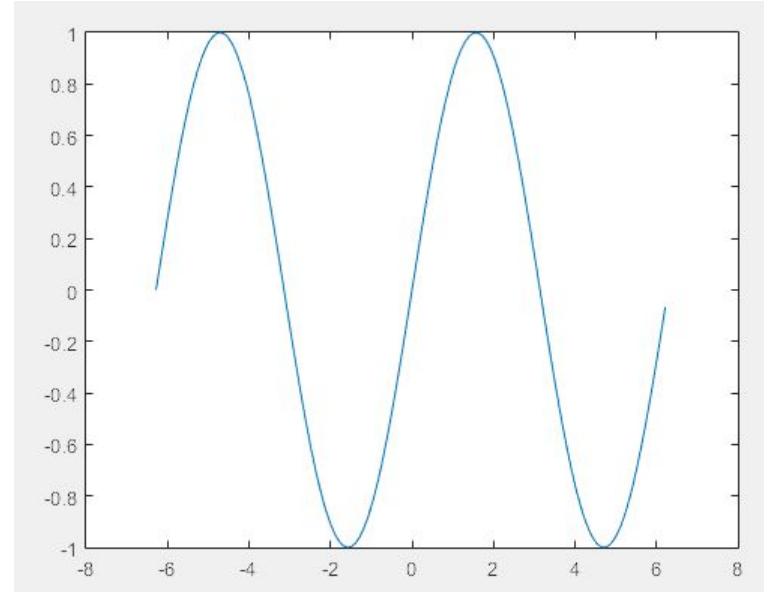
```
v = [1 5 12 3 10];  
plot(v, 'b*');
```



# Representações Gráficas - Funções

```
t = -2*pi:0.1:2*pi;  
y = sin(t);
```

```
figure(1)  
plot(t,y);
```



**NOTA:** sempre que for necessário apresentar gráficos devem chamar a função *figure('número')* antes de fazerem *plot* para não perderem nenhum gráfico por acidente

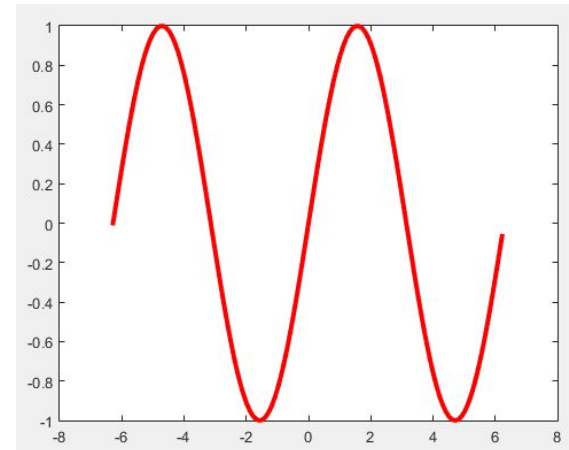
# Representações Gráficas - Customização

- “Ah eu quero que o meu gráfico seja vermelho e não azul!”
- “Ah eu quero aumentar a espessura do meu gráfico para poder ver melhor”
- O Matlab tem solução para isso...

*plot* (t, y, OPTION, VALUE)

```
plot(t, y, 'LineWidth', 3, 'MarkerSize', 5, 'Color', 'red');
```

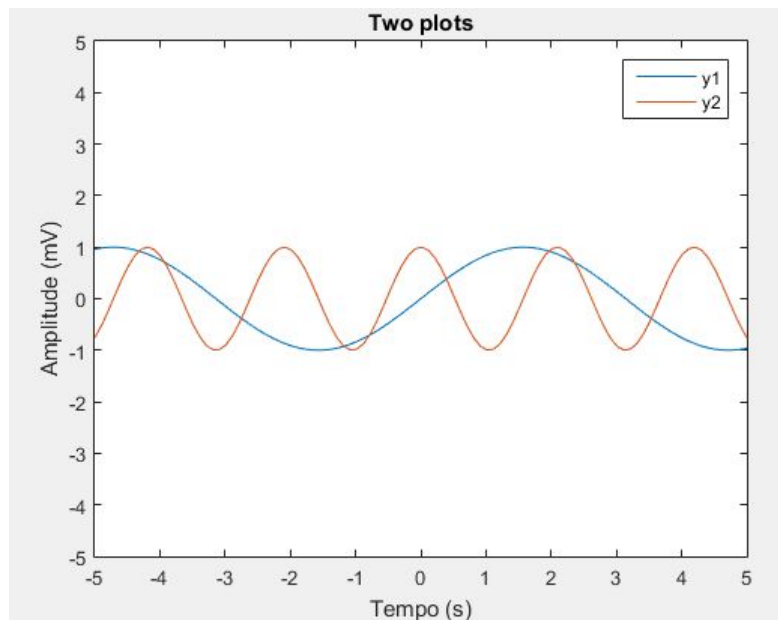
OPTION	VALUES
LineWidth	Positive value
Color	'red', 'green', 'blue', 'black', ...
LineStyle	'-', '- -', ':'
MarkerSize	Positive value
MarkerFaceColor	'red', 'green', 'blue', 'black', ...
MarkerEdgeColor	'red', 'green', 'blue', 'black', ...



# Representações Gráficas – Apresentação

- Não se esqueçam de colocar sempre legendas, títulos e unidades. Pequenos pormenores como estes podem fazer a diferença!

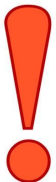
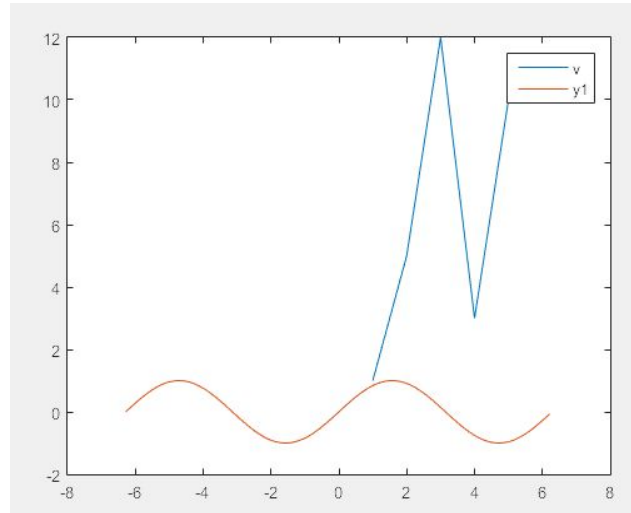
```
%Plot de funcoes  
t = -2*pi:0.1:2*pi;  
y1 = sin(t);  
y2 = sin(3*t + pi/2);  
figure(1)  
plot(t,y1,t,y2);  
xlabel('Tempo (s)')  
ylabel('Amplitude (mV)')  
title('Two plots')  
axis([-5 5 -5 5])  
legend('y1','y2')
```



# Representações Gráficas – Dicas

- No slide anterior mostrámos dois gráficos na mesma figura com o comando `plot(t,y1,t,y2)`. Uma outra solução normalmente usada é a opção **'hold on ... hold off'**

```
v = [1 5 12 3 10];  
t = -2*pi*0.1:2*pi  
  
figure(2);  
plot(v);  
hold on  
plot(t, y1);  
hold off  
legend('v', 'y1');
```



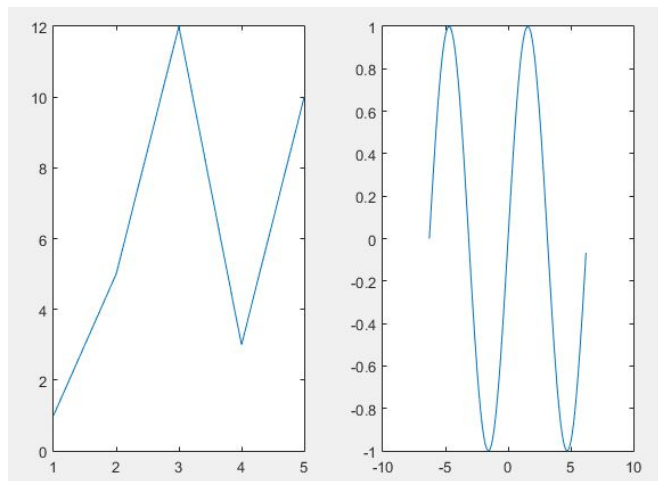
**IMPORTANTE** : Executar sempre o comando *hold off* depois de se ter escrito todo o código de plots. Se não o fizermos, outros gráficos indesejados serão feitos em cima da mesma figura

# Representações Gráficas – Dicas

- Outro comando bastante usado é o *subplot*. Com este podem dispor vários gráficos na figura como se fosse uma matriz. Pode dar jeito quando têm muita coisa para mostrar!

*subplot* (nº linhas, nº colunas, nº gráfico)

```
%Plot de funcoes  
t = -2*pi:0.1:2*pi;  
y1 = sin(t);  
figure(1)  
subplot(1,2,1)  
plot(v)  
subplot(1,2,2)  
plot(t,y1);
```



# Representações Gráficas – Exercícios!

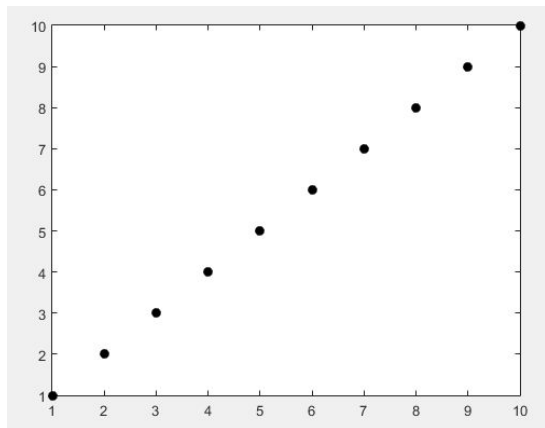
1. Gerar o gráfico de um vector de inteiros com os números de 1 a 10. Cada elemento do vector deve ser representado por um ponto de cor preta.
2. Gerar o gráfico das funções  $y_1=\sin(x)$  e  $y_2=0.2*\cos(5x)$  com 100 e 200 pontos respectivamente. Apresenta os gráficos no intervalo  $x=[0 \ 200]$  e  $y=[-2 \ 2]$ . Coloca também legenda nos eixos x e y e um título ao teu gosto!
3. Executa o código em baixo. O ficheiro .mat que fizeste **load** contém um sinal de ECG que fica guardado na variável *x1*. A função **findpeaks**, como o nome diz acha os picos no vector *x1* e guarda a amplitude dos mesmos na variável *pks*, e a sua localização na variável *locs*. Gera o plot que contém o sinal de ECG juntamente com os picos assinalados com pontos pretos.

```
load('ecg.mat');  
[pks,locs] = findpeaks(x1,'MinPeakHeight',300);
```



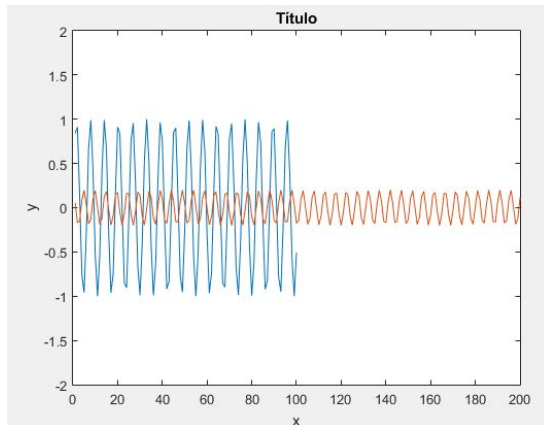
# Representações Gráficas – Exercícios!

1.



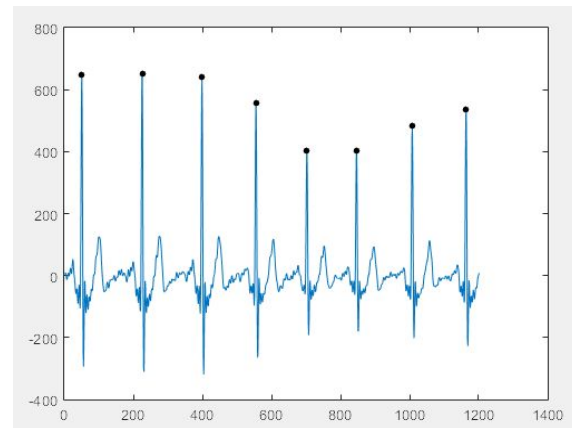
```
x = 1:10;  
figure(1)  
plot(x, 'ko', 'MarkerFaceColor', 'black')
```

2.



```
x1 = 1:100;  
x2 = 1:200;  
y1 = sin(x1);  
y2 = 0.2*cos(5*x2);  
figure(2)  
plot(x1,y1,x2,y2)  
xlabel('x')  
ylabel('y')  
title('Titulo')  
axis([0 200 -2 2])
```

3.



```
load('ecg.mat')  
[pks, locs] = findpeaks(x1, 'MinPeakHeight', 300);  
figure(3)  
plot(x1)  
hold on  
plot(locs,pks, 'ko', 'MarkerFaceColor', 'black')  
hold off
```

Fácil, não é???

