



# Introdução à programação com MATLAB

## Parte I: Introdução

Fabricio Fernández

✉ [fabriciof@puc-rio.br](mailto:fabriciof@puc-rio.br)

# **Sumário**

**Introdução**

**Interface de usuário de MATLAB**

**Variáveis e Funções**

**Matrizes e Vetores**

**Operações com Matrizes e Vetores**

**Índices das Matrizes e Vetores**

**Variáveis do espaço de trabalho**

**Chamando Funções**

**Gráficos 2D**

**Programação e Scripts**

**Definição de Funções**

**Resolução de Sistemas de Equações Lineares**

**Resolução de Sistemas de Equações Algébrico**

**Exemplo: Tensões Principais**



## Arquivos fontes e apresentação

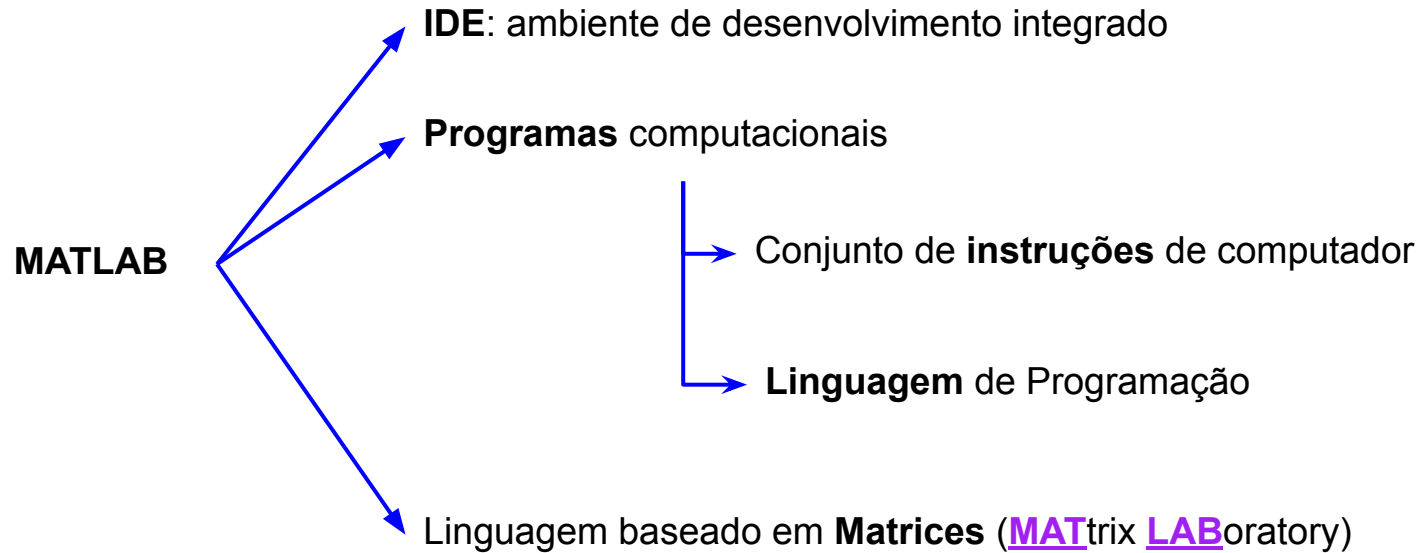
### Links de download

<https://github.com/fabricix/introduction-to-matlab>

### Instalação usando o comando git (opcional)

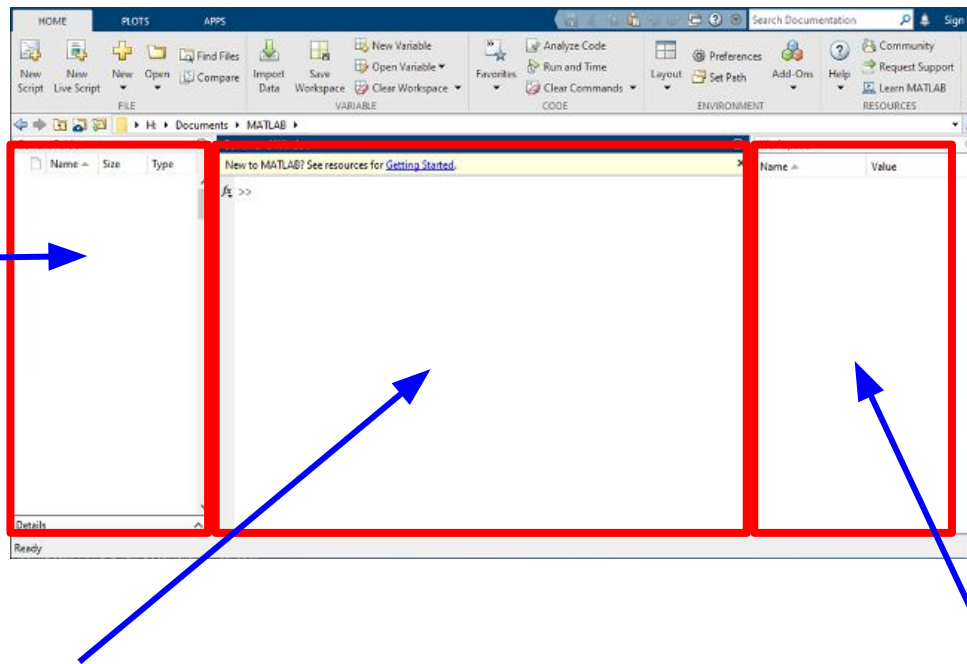
```
git clone https://github.com/fabricix/introduction-to-matlab.git
```

## Introdução



## Interface de usuário de MATLAB

**Diretório de trabalho**  
busca arquivos com  
definições do usuário



**Área de comandos**  
executar instruções mediante linha de comandos

**Espaço de trabalho**  
variáveis utilizadas

## Variáveis e Funções

MATLAB permite criar variáveis e chamar funções.

```
>> a = 1
```

- Inicia variável 'a' com valor 1

```
>> b = 1
```

- Inicia variável 'b' com valor 1

```
>> c = a + b
```

- Inicia variável 'c' com variáveis 'a' e 'b'

```
>> d = cos(a)
```

- Inicia variável chamando à função 'cosseno'

```
>> sin(a)
```

- Imprime valor do 'seno' de 'a'

```
>> c = a*b
```

- Redefine variável 'c' com variáveis 'a' e 'b'

## Matrizes e Vetores

Todas as variáveis são **matrizes multidimensionais**

### Criação de Matrizes e Vetores

```
>> a = [1 2 3 4]
```

- Matriz de 1x4

```
>> a = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 10]
```

- Matriz de 3x3

```
>> z = zeros(5,1)
```

- Matriz de zeros de 5x1

## Operações com Matrizes e Vetores

```
>> a = rand(3)
```

- Matriz aleatória de 3x3

```
>> a + 10
```

- Operação por elemento

```
>> sin(a)
```

- Operação por elemento

```
>> a' % transpose(a)
```

- Transposta

```
>> inv(a)
```

- Inversa

```
>> a*inv(a)
```

- Operação Matricial

```
>> a.*inv(a)
```

- Operação por elemento



## índices das Matrizes e Vetores

```
>> a = magic(3)
```

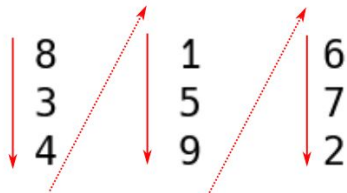
- Matriz de inteiros de 3x3

```
>> a(3,2)
```

- Valor do elemento de 'a' na fila 3 na coluna 2

```
>> a(6)
```

- Valor do elemento de 'a' na posição 6



## índices das Matrizes e Vetores

```
>> a(1:2,2)
```

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| → | 8 | 1 | 6 |
| → | 3 | 5 | 7 |
|   | 4 | 9 | 2 |

- Valores de 'a' nas filas 1 a 2 da coluna 2

```
>> a(:,3)
```

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| → | 8 | 1 | 6 |
| → | 3 | 5 | 7 |
| → | 4 | 9 | 2 |

- Valores de 'a' em todas as filas da coluna 3

## índices das Matrizes e Vetores



```
>> a=1:10
```

- Redefine 'a' com valores de 1 a 10

```
>> a=1:2:10
```

- Redefine 'a' com valores de 1 a 10 cada 2

## Variáveis do espaço de trabalho

```
>> whos
```

- Variáveis no espaço de trabalho

```
>> save my_workspace.mat
```

- Guarda o espaço de trabalho atual

```
>> clear
```

- Apaga todas as variáveis do ambiente

```
>> clc
```

- Limpa o terminal

```
>> load my_workspace.mat
```

- Carrega um espaço de trabalho

## Chamando Funções

```
>> A = [1 3 5];  
>> max(A)
```

- Máximo valor dos elementos de 'A'

```
>> B = [10 6 4];  
>> max(A,B)
```

- Máximo valores dos elementos de 'A' e 'B'

```
>> maxA = max(A)
```

- Define uma variável com o máximo de 'A'

```
>> disp('Isto é uma cadeia de caracteres')
```

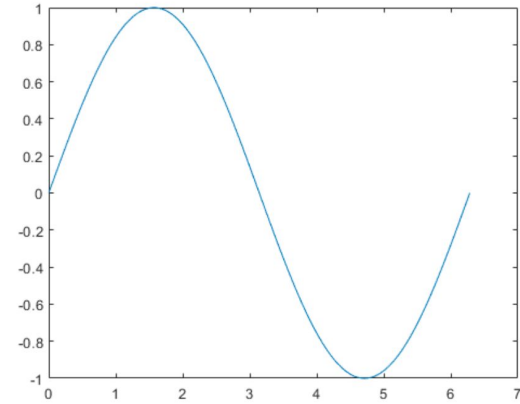
- Imprime texto no terminal de comandos

```
>> disp(B)
```

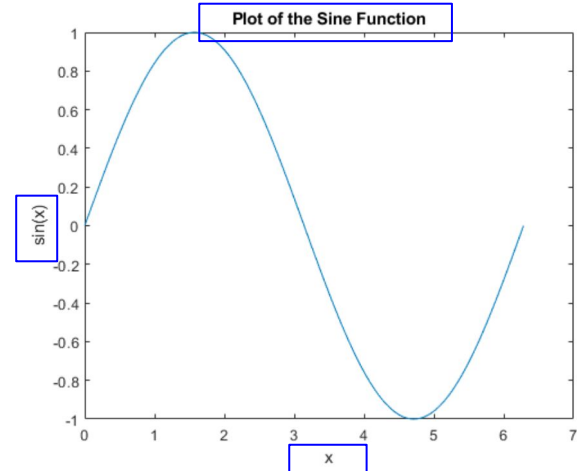
- Imprime variável no terminal de comandos

## Gráficos 2D

```
>> x = 0:pi/100:2*pi;  
>> y = sin(x);  
>> plot(x,y)
```

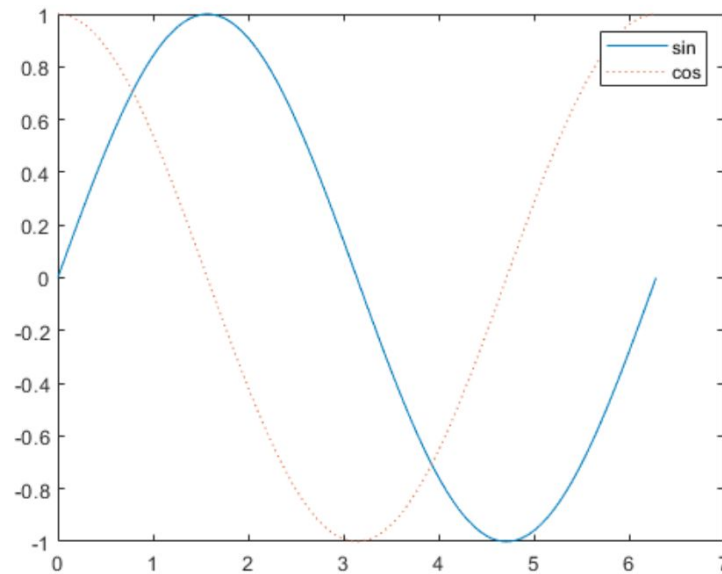


```
>> xlabel('x')  
>> ylabel('sin(x)')  
>> title('Plot of the Sine Function')
```



## Gráficos 2D

```
x = 0:pi/100:2*pi;  
y = sin(x);  
plot(x,y)  
  
hold on  
  
y2 = cos(x);  
plot(x,y2,':')  
legend('sin','cos')  
  
hold off
```



## Programação e Scripts

Um *script* é um arquivo com diversas instruções e funções.

Um *script* de MATLAB tem extensão **.m**

```
>> edit p1_1_plotar_seno.m
```

- Cria/edita um arquivo

```
% número de pontos a plotar
n = 100;

% início da variável independente (início:incremento:fim)
x = 0:2*pi/n:2*pi;

% cálculo da função seno em cada valor do vetor x
y = sin(x);

% plota a função
plot(x,y);

% coloca títulos nos eixos
xlabel('x');
ylabel('y');

% mostra nome dos dados
legend('sin(x)')

% define título da figura
title('Figura que mostra a função y=sin(x)')
```

- Executa o script

```
>> p1_1_plotar_seno
```



## Resolução de Sistemas de Equações Lineares

Sistema de equações lineares

$$\left. \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{Equação Matricial}} A \cdot \vec{x} = \vec{b}$$

Matriz dos coeficientes

Vetor termos independentes

Solução

$$\vec{x} = A^{-1}\vec{b} \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad \vec{b} = \begin{pmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}$$

## Resolução de Sistemas de Equações Lineares (1)

$$\left. \begin{array}{l} 2x + y + z = 2 \\ -x + y - z = 3 \\ x + 2y + 3z = -10 \end{array} \right\} A \cdot \vec{x} = \vec{b} \longrightarrow \vec{x} = A^{-1}\vec{b}$$

```
>> edit p1_2_sistema_linear_1.m
```

- Cria/edita um arquivo

```
% matriz dos coeficientes  
A = [2 1 1; -1 1 -1; 1 2 3];  
  
% vetor termos lado direito  
b = [2; 3; -10];  
  
% inverte a matriz para obter x = A^-1*b  
x = inv(A)*b;  
  
% mostra o resultado  
disp(x);
```

## Resolução de Sistemas de Equações Lineares (2)

$$\left. \begin{array}{l} 2x + y + z = 2 \\ -x + y - z = 3 \\ x + 2y + 3z = -10 \end{array} \right\} A \cdot \vec{x} = \vec{b}$$

```
>> edit p1_3_sistema_linear_2.m
```

- Cria/edita um arquivo

```
% definir x y z como variáveis simbólicas  
syms x y z;
```

```
% definir cada equação separadamente
```

```
eqn1 = 2*x + y + z == 2;  
eqn2 = -x + y - z == 3;  
eqn3 = x + 2*y + 3*z == -10;
```

```
% chamar à função solve
```

```
sol = solve(eqn1, eqn2, eqn3);
```

```
% imprimir os resultados  
disp("x="+double(sol.x));  
disp("y="+double(sol.y));  
disp("z="+double(sol.z));
```

## Resolução de Sistemas de Equações Algébrico

$$\left. \begin{array}{l} x^2 y^2 = 0 \\ x - \frac{y}{2} = 1.2 \end{array} \right\}$$

```
>> edit p1_4_sistema_algebrico.m
```

- Cria/edita um arquivo

```
% definir as variáveis simbólicas  
syms x y;  
  
% definir equações  
eq1 = x^2*y^2 == 0;  
eq2 = x-y/2 == 1.2;  
  
% resolver o sistema  
[solx,soly] = solve(eq1, eq2);
```

```
% imprimir os resultados  
disp("x1="+double(solx(1)));  
disp("x2="+double(solx(2)));  
disp("y1="+double(soly(1)));  
disp("y2="+double(soly(2)));
```

## Definição de Funções

Funções de um valor de retorno

```
>> edit fn_media.m
```

- Cria/edita um arquivo

```
function ave = fn_media(x)  
    ave = sum(x(:))/numel(x);  
end
```

- Define uma função

```
>> z = 1:99;  
>> fn_media(z)
```

- Define valores de 1 a 99 e calcula a média

## Definição de Funções

Funções de vários valores de retorno

```
>> edit fn_stat.m
```

- Cria/edita um arquivo

```
function [m,s] = fn_stat(x)
    n = length(x);
    m = sum(x)/n;
    s = sqrt(sum((x-m).^2/n));
end
```

- Define uma função

```
>> values = [12.7, 45.4, 98.9, 26.6, 53.1];
>> [ave,stdev] = fn_stat(values)
```

- Uso da função

## Exemplo: Tensões Principais

Tensor de tensões

$$\boldsymbol{\sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{bmatrix}$$

Equação característica

$$|\sigma_{ij} - \lambda \delta_{ij}| = \begin{vmatrix} \sigma_{11} - \lambda & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} - \lambda & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

## Exemplo: Tensões Principais

```
>> edit fn_tensoes_principais_3d.m
```

```
% Descrição: computar tensões e direções principais  
% Input:  tensões [sxx syy szz txy tyz tzx]  
% Output: tensões principais 'sp' e direções principais 'npi'
```

```
function [sp,ni]=fn_tensoes_principais_3d(s)
```

```
    % construir o tensor de 3x3
```

```
    stress = [s(1) s(4) s(6); s(4) s(2) s(5); s(6) s(5) s(3)];
```

```
    % computar autovalores e autovetores
```

```
    [ni,sp] = eig(stress);
```

```
end
```

- Cria/edita um arquivo

- Define uma função





## Exemplo: Tensões Principais

```
>> stress=[4.42 3.832 3.207 1.35 0 3.507]
>> [s,n] = fn_tensoes_principais_3d(stress)
```

s =

|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| 0.0467 | 0      | 0      |
| 0      | 3.7534 | 0      |
| 0      | 0      | 7.6589 |

n =

|         |         |        |
|---------|---------|--------|
| -0.6511 | 0.0545  | 0.7570 |
| 0.2322  | -0.9353 | 0.2670 |
| 0.7226  | 0.3497  | 0.5963 |

- Uso da função

<https://www.continuummechanics.org/techforms/Eigen.html>

| Input                                    |                                    |                                     | Eigenvectors                           |                                       |  |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| <input type="text" value="4.42"/>        | <input type="text" value="1.35"/>  | <input type="text" value="3.507"/>  | <input type="text" value="0.757010"/>  | <input type="text" value="0.267048"/> | <input type="text" value="0.596338"/>  |
| <input type="text" value="1.35"/>        | <input type="text" value="3.832"/> | <input type="text" value="0"/>      | <input type="text" value="-0.054477"/> | <input type="text" value="0.935285"/> | <input type="text" value="-0.349677"/> |
| <input type="text" value="3.507"/>       | <input type="text" value="0"/>     | <input type="text" value="3.2070"/> | <input type="text" value="-0.651127"/> | <input type="text" value="0.232222"/> | <input type="text" value="0.722568"/>  |
| <input type="button" value="Calculate"/> |                                    |                                     |  |                                       |  |
| Eigenvalues                              |                                    |                                     |  |                                       |  |
|  |                                    |                                     | <input type="text" value="7.658891"/>  | <input type="text" value="3.753366"/> | <input type="text" value="0.046741"/>  |

**Dúvidas**

