Introdução ao MATLAB

Pedro Cortez Lopes
Rafael Lopez Rangel
Luiz Fernando Martha

CIV2801 – Fundamentos da Computação Gráfica Aplicada

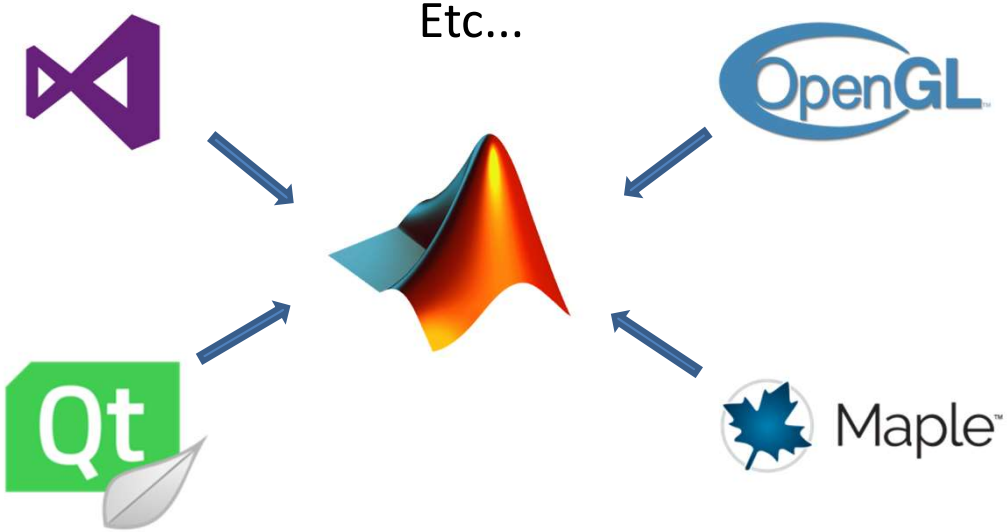
2025.2

Introdução ao MATLAB

- **Vantagens no Uso do MATLAB para Aplicações em Engenharia**

Álgebra Computacional
+
Programação
+
Desenvolvimento de Interface Gráfica
+
Sistema Gráfico

Etc...



Introdução ao MATLAB

- **Ambiente de Álgebra Computacional**

Variáveis Matriciais

Todas as variáveis são interpretadas como matrizes, inclusive escalares, permitindo que operações matriciais possam ser realizadas facilmente com comandos simples.

Ex.: Resolução de sistemas lineares [A]{X} = {B} → X = B \ A;

Álgebra Simbólica

Pacote que permite a resolução e manipulação de expressões e equações matemáticas com variáveis simbólicas.

Introdução ao MATLAB

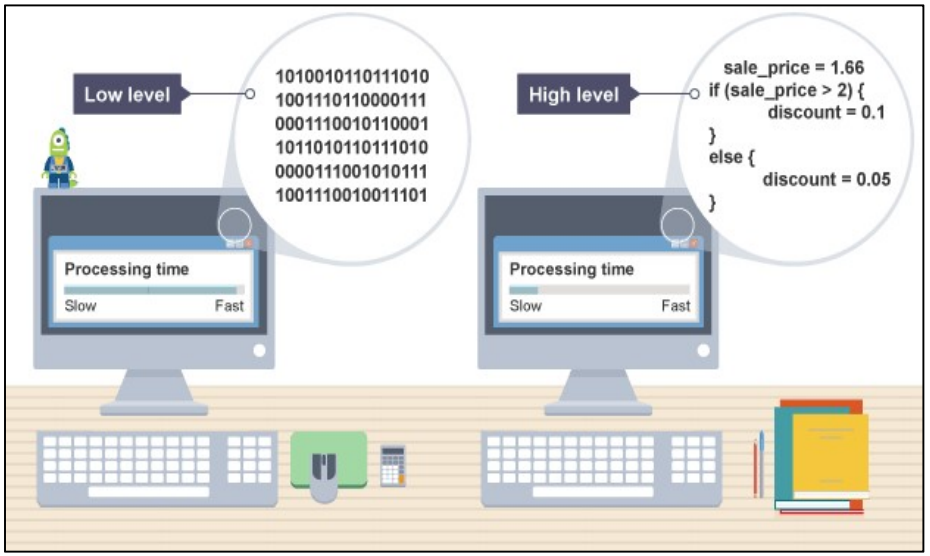
- **Ambiente de Programação**

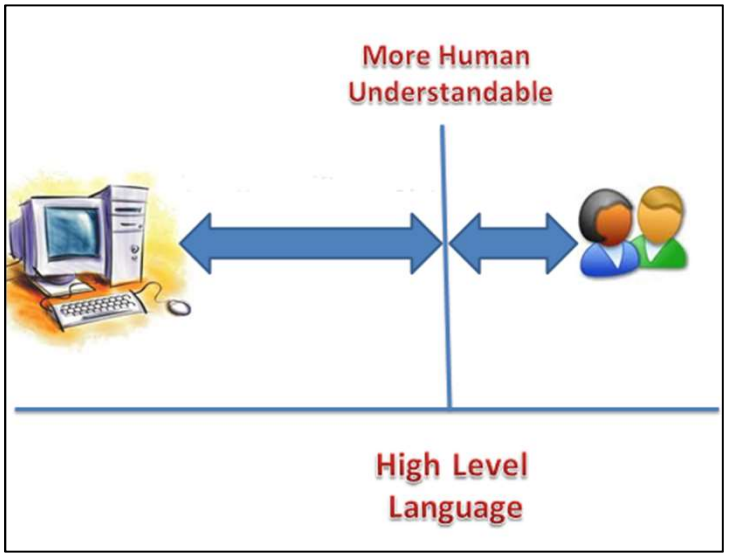
Linguagem de programação de alto nível

Nível de abstração elevado, longe do código de máquina e próximo à linguagem humana.

Linguagem interpretada

Diferente de uma linguagem compilada, em que um compilador traduz o código fonte para linguagem de máquina, uma linguagem interpretada é executada comando a comando por um interpretador





Introdução ao MATLAB

Linguagem multi-paradigma

Um paradigma de programação é forma que se apresenta a estrutura e execução do código. Em MATLAB pode-se escrever o código de um programa utilizando os seguintes paradigmas de programação:

- **Programação Estruturada**: Baseia-se em um código que se reduz a estruturas sequenciais, iterativas e de decisão.

- **Programação Orientada a Objetos**: Baseia-se na composição e interação de unidades de software chamadas objetos.

- **Programação Orientada a Eventos**: Em contraste à programação orientada a fluxos, a execução do código é guiada por indicações externas chamadas eventos.

Outras vantagens que facilitam a programação em MATLAB incluem a não necessidade de declaração dos tipos das variáveis e a manutenção automática da memória (garbage collection).

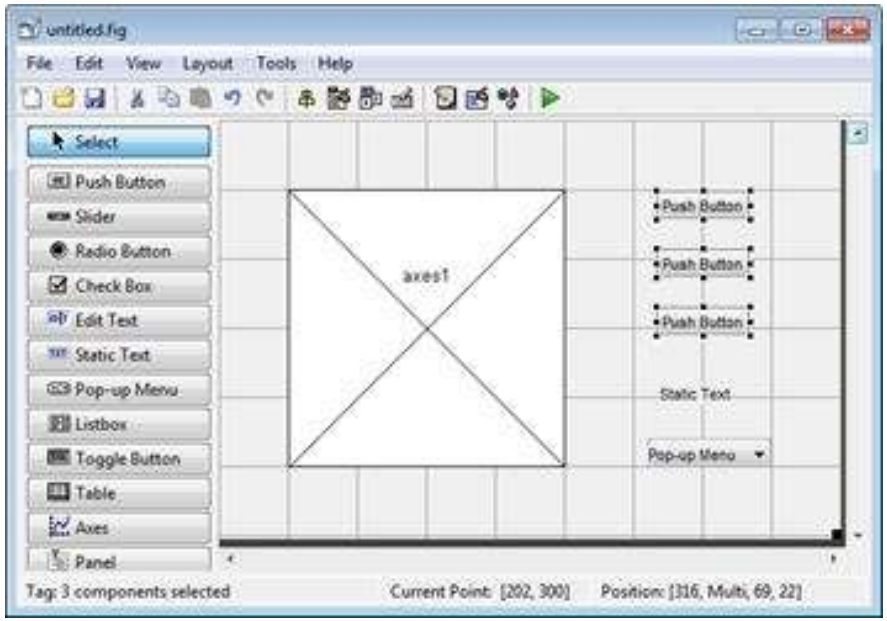
Introdução ao MATLAB

- **Desenvolvimento de Interface Gráfica**

O MATLAB disponibiliza um ambiente interativo de desenvolvimento de interfaces gráficas.

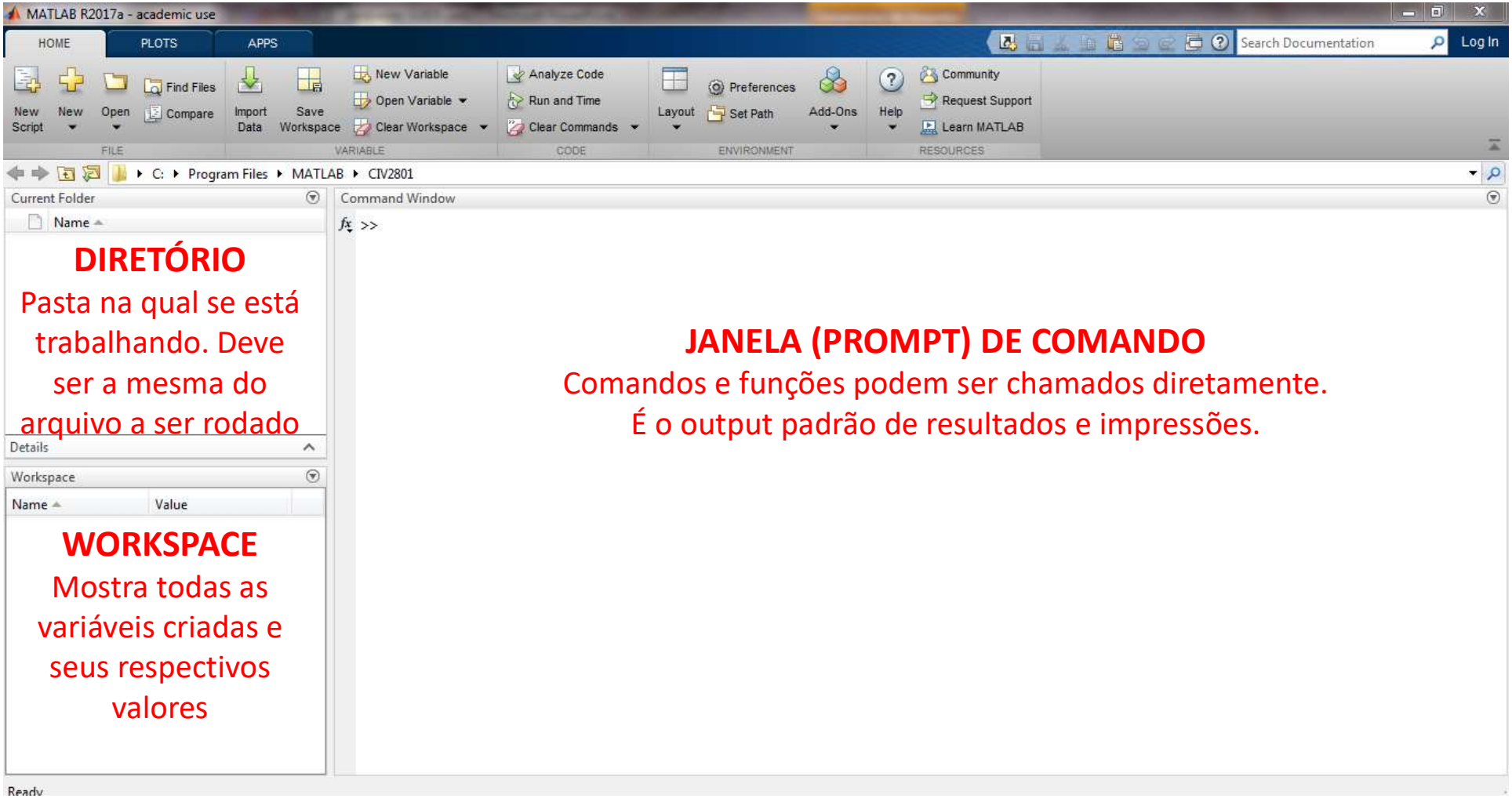
Neste ambiente, os componentes gráficos são adicionados manualmente por um sistema *drag-and-drop*, e um arquivo baseado no paradigma da Programação Orientada a Eventos é criado automaticamente com templates de funções básicas que devem ser preenchidas com o código que controlará a interface.

É possível criar arquivos executáveis a partir do código dos programas escritos usando arquivos MATLAB.

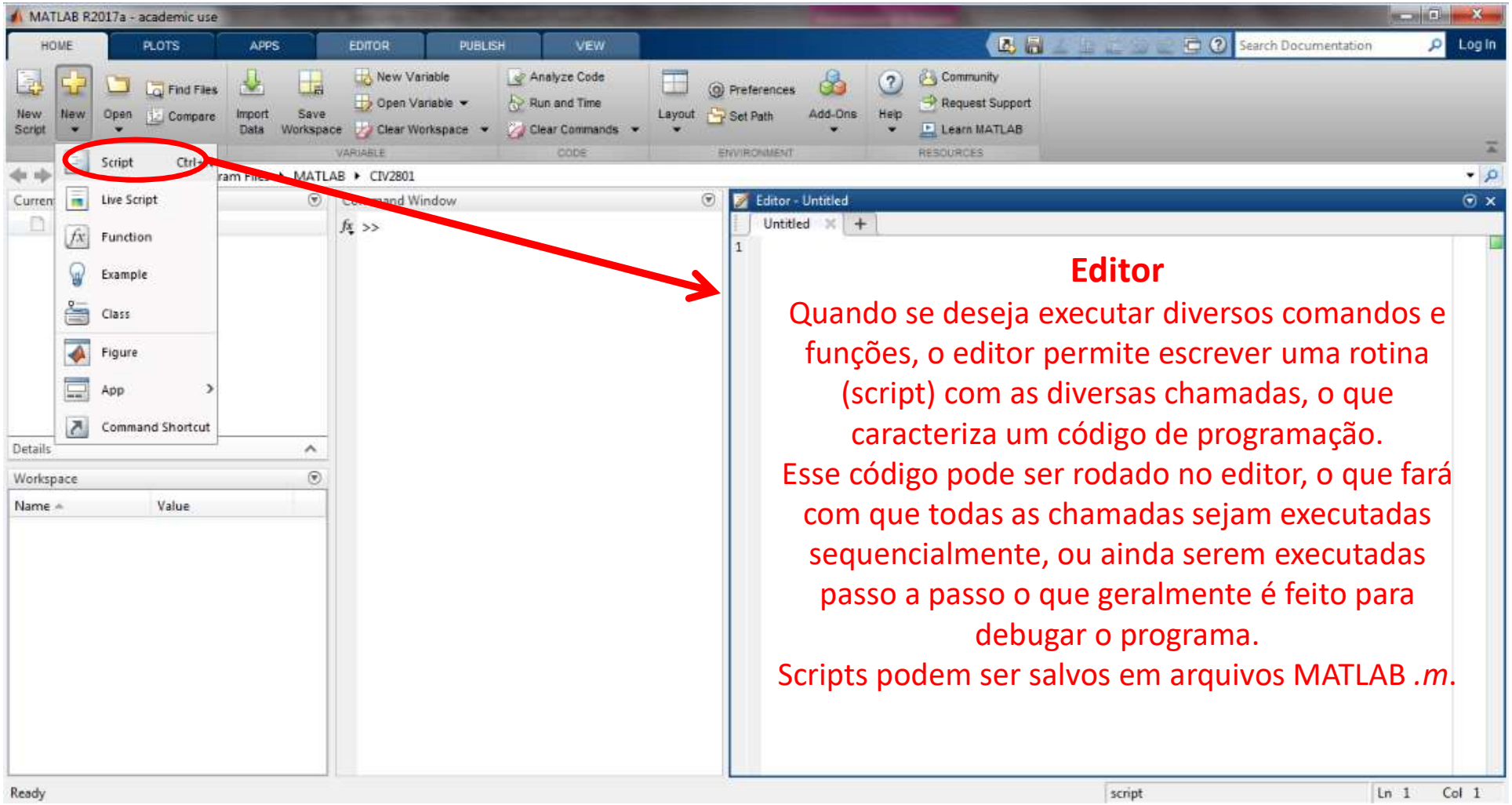


Introdução ao MATLAB

- **Janela Principal**



Introdução ao MATLAB



Editor

Quando se deseja executar diversos comandos e funções, o editor permite escrever uma rotina (script) com as diversas chamadas, o que caracteriza um código de programação.

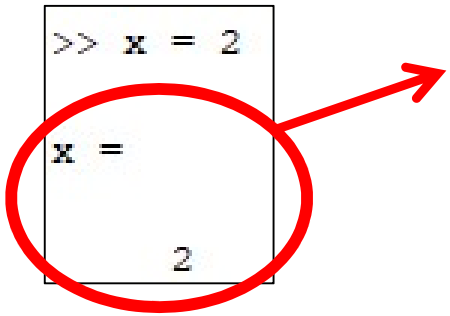
Esse código pode ser rodado no editor, o que fará com que todas as chamadas sejam executadas sequencialmente, ou ainda serem executadas passo a passo o que geralmente é feito para debugar o programa.

Scripts podem ser salvos em arquivos MATLAB *.m*.

Introdução ao MATLAB

- **Definição de variáveis**

A definição de variáveis no MATLAB se dá pela simples atribuição de valor, conforme exposto abaixo.



Toda vez que um novo valor for atribuído a uma variável, uma resposta como esta será impressa na janela de comando. Para evitar que isso aconteça, basta encerrar a linha de comando com ponto-e-vírgula.

A alocação de memória é dinâmica, ou seja, a variável é declarada e salva no *workspace* no momento em que algum valor é atribuído à mesma.

Introdução ao MATLAB

- **Definição de vetores e matrizes**

Assim como variávies escalares (que são tratadas como matrizes 1x1), a definição de vetores e matrizes se dá pela simples atribuição de valores.

```
>> b = [1, 2, 3]

b =

     1     2     3
```

```
>> A = [1, 2, 3;
        4, 5, 6]

A =

     1     2     3
     4     5     6
```

Quando usado entre chaves, ponto-e-vírgula indica o fim de uma linha em uma matriz.

A atribuição de valores também pode ser feita termo a termo, como exposto abaixo.

```
>> c(1,1) = 2;
>> c(1,2) = 3;
>> c(2,1) = 7;
>> c

c =

     2     3
     7     0
```

Note que, no MATLAB, a indexação começa em 1, contrastando com a convenção usual adotada por outras linguagens de programação, que iniciam a indexação em 0.

Termos não informados da matriz são preenchidos com 0.

Introdução ao MATLAB

- **Definição de vetores**

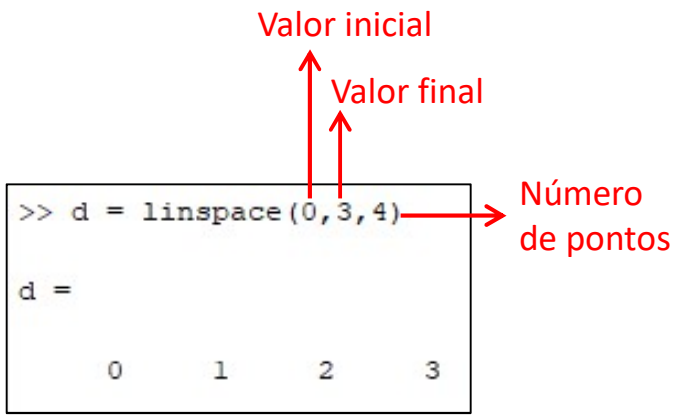
Vetores podem ser definidos pelo uso de dois pontos, gerando valores em intervalos regulares entre dois números, como exposto abaixo.

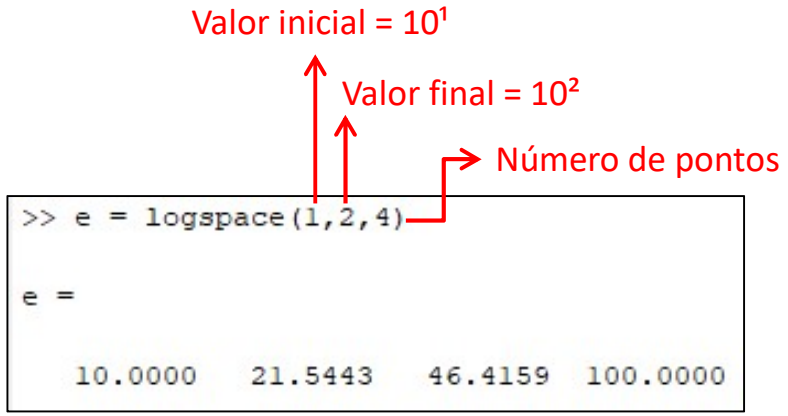
```
>> a = 1:4

a =

     1     2     3     4
```

```
>> b = 2:0.5:4

b =

    2.0000    2.5000    3.0000    3.5000    4.0000
```

```
>> c = 1:-1:-2

c =

     1     0    -1    -2
```

Seguindo uma lógica similar, é possível definir vetores com as funções *linspace* (define um vetor linearmente espaçado entre dois valores) e *logspace* (define um vetor logaritmicamente espaçado entre dois valores) .





Introdução ao MATLAB

- **Definição de matrizes**

É possível definir matrizes automaticamente por meio de funções. Algumas das mais usuais são as seguintes.

zeros/ones

As funções *zeros* e *ones* definem matrizes totalmente compostas por 0 e 1, respectivamente. Se apenas um parâmetro de entrada *dim* for fornecido, será montada uma matriz (*dim* **X** *dim)*, caso *n* parâmetros sejam fornecidos, será montada uma matriz de ordem *n* com dimensões (dim_1 **X** dim_2 **X** ... **X** dim_{n-1} **X** dim_n).

```
>> A = zeros(3)

A =

     0     0     0
     0     0     0
     0     0     0
```

```
>> B = ones(1,3)

B =

     1     1     1
```

```
>> C = zeros(3,2)

C =

     0     0
     0     0
     0     0
```

```
>> D = ones(3,3,2)

D(:,:,1) =

     1     1     1
     1     1     1
     1     1     1


D(:,:,2) =

     1     1     1
     1     1     1
     1     1     1
```

Introdução ao MATLAB

- **Definição de matrizes**

eye

A função *eye* retorna uma matriz identidade com dimensões de acordo com os parâmetros fornecidos.

```
>> A = eye(3)

A =

     1     0     0
     0     1     0
     0     0     1
```

```
>> B = eye(3,2)

B =

     1     0
     0     1
     0     0
```

rand

A função *rand* retorna uma matriz de valores aleatórios contidos no intervalo (0,1) com dimensões de acordo com os parâmetros fornecidos.

```
>> C = rand(2)

C =

    0.8147    0.1270
    0.9058    0.9134
```

```
>> D = rand(2,4)

D =

    0.6324    0.2785    0.9575    0.1576
    0.0975    0.5469    0.9649    0.9706
```

Introdução ao MATLAB

- **Definição de matrizes**

diag

A função *diag* retorna uma matriz diagonal baseada em um vetor fornecido como parâmetro de entrada.

```
>> A = diag([1, 2, 3])

A =

     1     0     0
     0     2     0
     0     0     3
```

Caso o dado de entrada seja uma matriz, *diag* retorna sua diagonal principal.

sparse

Caso o parâmetro de entrada seja uma matriz, a função *sparse* retorna uma matriz esparsa, isto é, guarda apenas os valores diferentes de 0 e suas posições. As operações matriciais continuam válidas para matrizes esparsas.

A função *sparse* também pode ser usada para gerar uma matriz esparsa a partir de vetores que indiquem tripletes, com as posições e valores dos termos a serem guardados.

```
>> B = sparse(A)

B =

   (1,1)        1
   (2,2)        2
   (3,3)        3
```

```
>> C = sparse([1,2,3],[3,1,2],[4,7,6])
                    i     j     valor
C =

   (2,1)        7
   (3,2)        6
   (1,3)        4
```

```
>> D = full(C)

D =

     0     0     4
     7     0     0
     0     6     0
```

A função *full* retorna uma matriz cheia, a partir de uma matriz esparsa.

Introdução ao MATLAB

- **Indexação de vetores e matrizes**

No MATLAB, é adotada a convenção de que a indexação inicia de 1, ou seja, um vetor {v} de *n* termos, por exemplo, vai do termo *v(1)* ao termo *v(n)*.

```
>> v = 2:2:10

v =

     2     4     6     8    10
```

```
>> [ v(1), v(end)]

ans =

     2    10
```

A expressão *end* retorna o último termo da linha/coluna em questão.

É possível ainda trabalhar com a indexação vetorial, ou seja, utilizar vetores como índices para referir-se a múltiplos termos de um vetor ou matriz.

```
>> v(2:4)

ans =

     4     6     8
```

```
A =

     8     9     2
     9     6     5
     1     0     9
```

```
>> b = diag(A([1,2,2],[3,1,2]))

b =

     2
     9
     6
```

Introdução ao MATLAB

- **Operações matriciais**

Por trabalhar com variáveis matriciais, o MATLAB confere certa simplicidade a essas operações, que, em outras linguagens computacionais, deveriam ser implementadas pelo usuário, ou importadas de bibliotecas feitas por terceiros.

Soma e subtração

```
>> A = [1:3;
        4:6;
        7:9]

A =

     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
```

```
>> B = rand(3)

B =

    0.9572    0.1419    0.7922
    0.4854    0.4218    0.9595
    0.8003    0.9157    0.6557
```

```
>> C = A + B

C =

    1.9572    2.1419    3.7922
    4.4854    5.4218    6.9595
    7.8003    8.9157    9.6557
```

```
>> D = A - B

D =

    0.0428    1.8581    2.2078
    3.5146    4.5782    5.0405
    6.1997    7.0843    8.3443
```

Introdução ao MATLAB

- **Operações matriciais**

Multiplicação

```
>> A = [1:3;
        4:6;
        7:9]

A =

     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
```

```
>> b = logspace(0,2,3)

b =

     1    10   100
```

```
>> C = b * A

C =

   741   852   963
```

```
>> Vector = [ 1 ; 5; 10]

Vector =

     1
     5
    10
```

```
>> Result = A * Vector

Result =

    41
    89
   137
```

Atenção às dimensões das matrizes e vetores multiplicados!

$$A_{i,k} \times B_{k,j} = C_{i,j}$$

Introdução ao MATLAB

- **Operações matriciais**

Transposição

```
A =

     2     8     9
     0     6     0
     0     3     4

>> A'

ans =

     2     0     0
     8     6     3
     9     0     4
```

```
b =

     1     2     3

>> b'

ans =

     1
     2
     3
```

Introdução ao MATLAB

- **Operações matriciais**

Solução de sistemas lineares

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 + 9x_3 = 1 \\ 7x_1 + 6x_2 + 5x_3 = 2 \\ 2x_1 + 8x_2 + x_3 = 8 \end{cases} \rightarrow \begin{bmatrix} 2 & 5 & 9 \\ 7 & 6 & 5 \\ 2 & 8 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ 8 \end{Bmatrix}$$

```
A =

     2     5     9
     7     6     5
     2     8     1
```

```
b =

     1
     2
     8
```

```
>> x = A \ b

x =

   -0.3848
    1.1516
   -0.4431
```

O comando **** se referencia a um algoritmo que escolhe a melhor solução para o sistema em questão, a partir de propriedades de [A] (deve ser bem condicionada). A solução {x} também pode ser encontrada por *x = inv(A) * b*, onde o comando *inv(A)* retorna a matriz inversa de [A], mas esse procedimento não é computacionalmente eficiente.

Introdução ao MATLAB

- **Operações vetoriais**

Existem funções próprias de operações vetoriais, duas das mais usuais são as seguintes.

cross
Retorna o produto vetorial entre dois vetores.

norm
Retorna a norma de um vetor.

```
>> x = [2 0 0]

x =

     2     0     0
```

```
>> y = [0 2 0]

y =

     0     2     0
```

```
>> z = cross(x,y)

z =

     0     0     4

>> norm(z)

ans =

     4
```

Introdução ao MATLAB

- **Operações vetoriais**

É possível operar termo a termo dentro de vetores, seguindo o nome dos mesmos por um ponto na linha de comando.

```
>> x = linspace(0,4,5)

x =

     0     1     2     3     4
```

```
>> a = logspace(0,1,5)

a =

    1.0000    1.7783    3.1623    5.6234   10.0000
```

```
>> y = x.^3 + x.*a - 2

y =

   -2.0000    0.7783   12.3246   41.8702  102.0000
```

Introdução ao MATLAB

- **Operações polinomiais**

No MATLAB, há como trabalhar com polinômios alocando seus coeficientes em vetores. Existem funções bastante práticas disponíveis, algumas delas são expostas a seguir.

polyval

Retorna os valores de um polinômio para determinado intervalo de valores de seu domínio, *y = p(x)*.

```
>> p = [1 4 4]; % p(x) = x² + 4x + 4
>> x = 0:5;
>> y = polyval(p,x)

y =

     4     9    16    25    36    49
```

O uso de % separa os comentários do código.

Introdução ao MATLAB

- **Operações polinomiais**

roots
Retorna as raízes de dado polinômio.

poly
Retorna os coeficientes de um polinômio a partir de suas raízes.

polyder
Retorna os coeficientes da derivada de dado polinômio.

```
>> p = [1, -3, 2];  % p(x) = x² - 3x + 2
>> r = roots(p)

r =

     2
     1
```

```
>> r = [2, 2, 3];  % raízes de um polinômio
>> p = poly(r)

p =

     1    -7    16   -12

>> % p(x) = x³ - 7x² + 16x - 12
>> p_der = polyder(p)

p_der =

     3   -14    16

>> % p'(x) = 3x² - 14x + 16
```

Introdução ao MATLAB

- **Expressões comparativas**

Existem expressões lógicas, que não atribuem valor a variáveis. São importantes para o funcionamento de estruturas condicionais. As mais usuais estão expostas abaixo.

==	→	igual a
~=	→	diferente de
>	→	maior que
>=	→	maior ou igual a
<	→	menor que
<=	→	menor ou igual a
~	→	não
&&	→	e
||	→	ou

Introdução ao MATLAB

- **Expressões condicionais**

Para restringir o acesso a linhas de comando mediante condições específicas, podem ser utilizadas duas estruturas condicionais, *if-else* ou *switch-case*.

if-else

A mais comumente usada, baseia-se em informar condições para que determinadas linhas de código sejam executadas, podendo haver outras linhas que devam ser executadas caso tais condições não sejam atendidas .

```
>> x = 2;
>> if x < 1
     y = x^2 - 2;
   elseif x >= 1 && x < 2
     y = x;
   else
     y = - x^2 + 2;
   end
>> y

y =

    -2
```

Introdução ao MATLAB

- **Expressões condicionais**

switch-case

Funciona como um interruptor, executa determinados blocos de código mediante condições específicas. Não trabalha com o caso onde nenhuma condição é atendida.

```
>> caminho = 2;
>> switch caminho
       case 1
            tempo = 30;
       case 2
            tempo = 45;
       case 3
            tempo = 40;
   end
>> tempo

tempo =

    45
```

Introdução ao MATLAB

- **Expressões de loop**

Laços podem ser criados no MATLAB, de forma que uma ação seja repetida por um número controlado de vezes ou até que determinada condição seja violada, utilizando as expressões *for* ou *while*, respectivamente.

for

As ações dentro do laço serão repetidas *n* vezes, onde, em cada repetição, uma variável auxiliar terá um valor de dado vetor, de dimensão *n*.

```
>> x = ones(1,5);
>> for i = 0:4
       x(i+1) = x(i+1) + i;
   end
>> x

x =

     1     2     3     4     5
```

```
>> loop = [2,1,4,-1];
>> n = size(loop,2);   % computa a dimensão de 'loop'
>> x = zeros(1,n);     % pré-dimensiona 'x', aumenta eficiência computacional no laço
>> index = 1;          % inicializa contador
>> for i = loop
       x(index) = i * abs(i);
       index = index + 1;
   end
>> x

x =

     4     1    16    -1
```

A função *abs* retorna o valor absoluto de uma variável.

ATENÇÃO! Pela funcionalidade matricial do MATLAB, em muitos casos, é possível evitar o uso de laços com poucas linhas de comando, o que confere, além de simplicidade, maior eficiência ao código.

```
>> loop = [2,1,4,-1];
>> x = loop.*abs(loop)

x =

     4     1    16    -1
```

Introdução ao MATLAB

- **Expressões de loop**

while

As ações dentro do laço serão repetidas até que dada expressão condicional deixe de ser verdadeira. Deve-se ter atenção para evitar a possibilidade de laços infinitos.

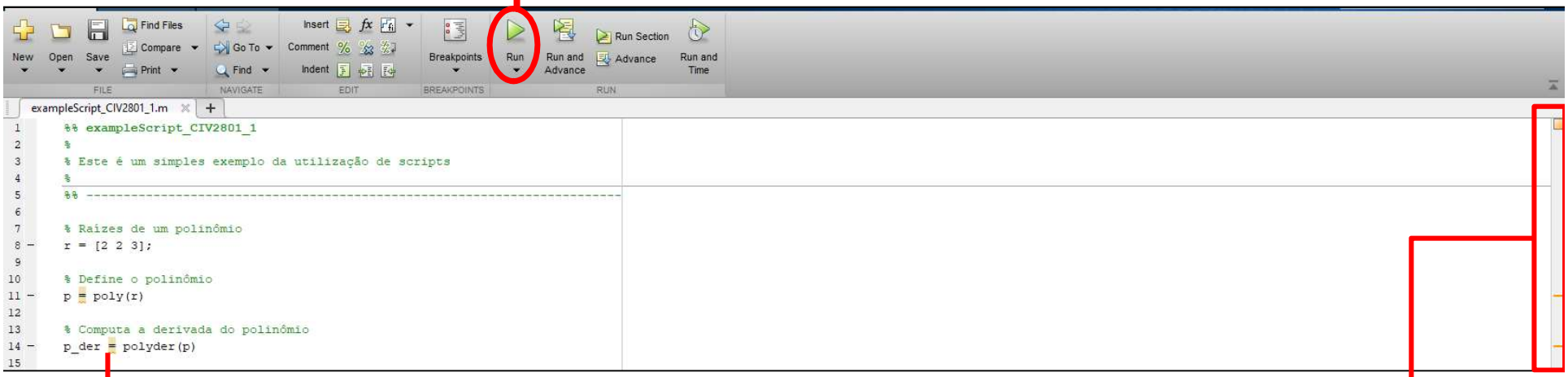
```
>> flag = 0;  % inicializa variável auxiliar
>> i = 1;  % inicializa contador
>> x = zeros(1,5);
>> while flag == 0
       x(i) = i;
       i = i + 1;
       if i > 5
         flag = 1;
       end
   end
>> x

x =

     1     2     3     4     5
```

Introdução ao MATLAB

- **Uso de scripts**

Scripts podem ser utilizados para realizar uma sequência de comandos, ao invés de digitá-los e processá-los individualmente via *prompt*. São salvos em arquivos com a extensão *.m*.

Para rodar o *script*, basta clicar em *run*.



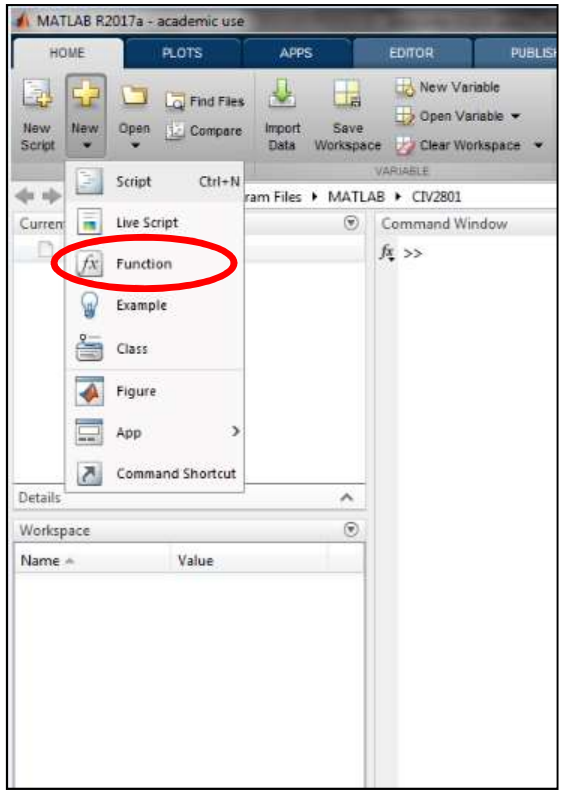
A linha está sinalizada em laranja pela falta de ponto-e-vírgula.

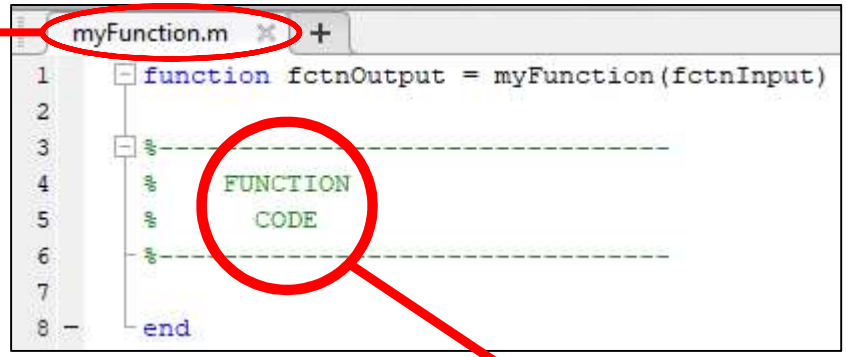
Esta barra inidica avisos e erros. O sinal verde significa que não foram identificados problemas, laranja significa que existem avisos (o código pode ter problemas para rodar), vermelho significa que existem erros (o código não irá rodar).

Introdução ao MATLAB

- **Definição de funções**

É possível, no MATLAB, salvar blocos de código em arquivos texto com a extensão *.m*, para que sejam chamados e reutilizados posteriormente, são chamados de funções. Basta definir e salvar a função em um *script*, como demonstado abaixo.





O arquivo *.m* deve ser salvo com o mesmo nome da função.

Todas as variáveis declaradas no interior de uma função são perdidas após sua execução, a menos que sejam retornadas pela mesma.

Introdução ao MATLAB

- **Exemplo de definição de função**

getPolyIntsect.m

```
%% getPolyIntsect
% Esta função calcula as posições das interseções entre duas curvas 2D a
% partir de polinômios que as descrevem, dados em forma vetorial.
% Ex.: p(x) = x³ - 2x² + 4x - 1 -> p = [1, -2, 4, -1]
%
% INPUT:
% * p1 -> vetor da primeira curva
% * p2 -> vetor da segunda curva
% OUTPUT:
% * intsects -> Coordenadas e valores dos polinômios nas interseções
%               [ x , p(x) ]
%
%% ------------------------------------------------------------------------
function intsects = getPolyIntsect(p1,p2)

% Obtém ordens dos polinômios
o1 = size(p1,2) - 1;
o2 = size(p2,2) - 1;

% Computa a maior ordem e identifica o polinômio de maior ordem
[order,whichPoly] = max([o1,o2]);

% Define vetor auxiliar para compatibilizar dimensões de p1 e p2
aux_p = zeros(1,order+1);

% Redefine o polinômio de menor ordem
switch whichPoly
    case 1
        aux_p(-o2+end:end) = p2;
        p2 = aux_p;
    case 2
        aux_p(-o1+end:end) = p1;
        p1 = aux_p;
end

% Descarta vetor auxiliar
clear aux_p

```

Sumário da função. Não é obrigatório para o funcionamento da mesma, ainda assim, é importante para o entendimento de usuários futuros sobre o código que será utilizado.

A função *max* retorna [valor máx., índice do valor máx.].

Continua no próximo slide.

Introdução ao MATLAB

- **Exemplo de definição de função**

```
39      % Define o polinômio da diferença entre p1 e p2
40 -    p = p2 - p1;
41
42      % Calcula raízes de p (ou seja, as coordenadas das interseções)
43 -    intsects = roots(p);
44
45      % Checa se existem interseções
46 -    if ~isempty(intsects)
47          % Descarta interseções complexas
48 -        stop = 0; % inicia 'flag' auxiliar
49 -        n = 1; % inicia contador auxiiar
50 -        while stop == 0
51              % Checa se a coordenada da n-ésima interseção é complexa
52 -            if ~isreal(intsects(n))
53 -                intsects(n) = []; % Deleta n-ésima interseção do vetor intsects
54 -                n = n - 1; % Atualiza o contador
55 -            end
56              % Checa se o contador chegou ao tamanho do vetor intsects
57 -            if n == size(intsects,1) || isempty(intsects)
58 -                stop = 1; % Sinaliza o fim do 'while'
59 -            else
60 -                n = n + 1; % Atualiza o contador
61 -            end
62 -        end
63 -    end
64
65      % Avalia o valor dos polinômios nas posicões (x) das interseções
66 -    if ~isempty(intsects)
67 -        intsects(:,2) = polyval(p1,intsects);
68 -    end
69 -    end
```

A função *isempty* checa se a variável é vazia, retornando um valor lógico (0 ou 1).

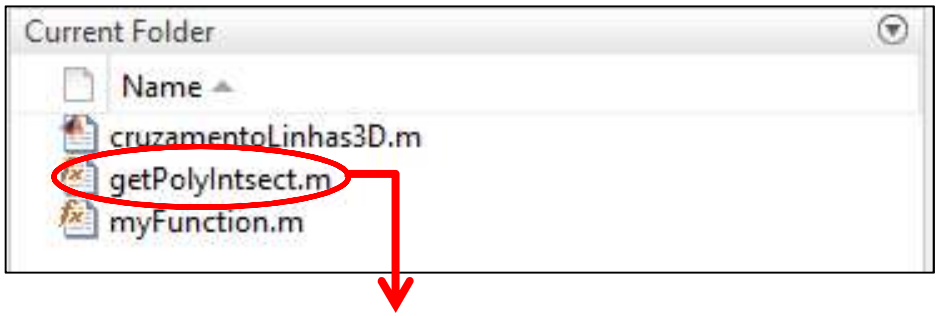
A função *isreal* checa se a variável é real, retornando um valor lógico (0 ou 1).

Introdução ao MATLAB

- **Uso de funções**

Quaisquer funções definidas podem ser chamadas no *prompt*, em *scripts* ou mesmo por outras funções, pelo nome da mesma seguido de seus argumentos de *input*.

```
>> intersections = getPolyIntsect([1 0 0],[5 -6]) % x² = 5x - 6

intersections =

    3.0000    9.0000
    2.0000    4.0000
```



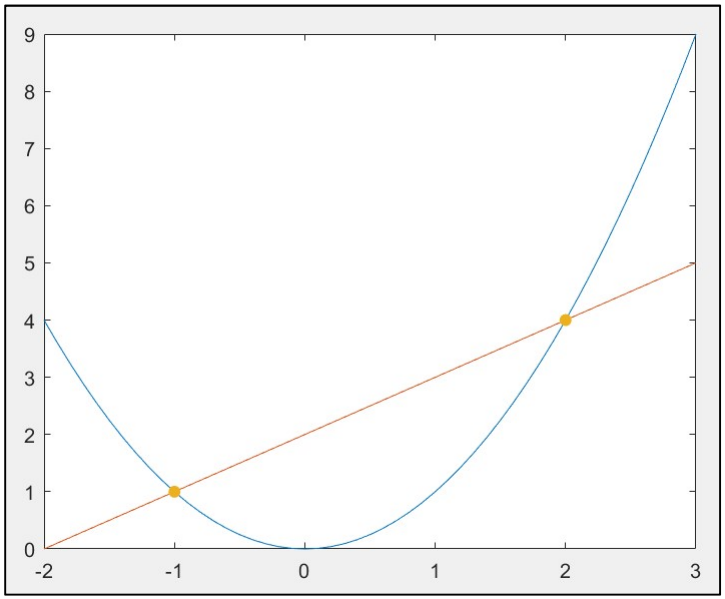
A função chamada deve estar no diretório corrente, ou um caminho até a mesma deve ser especificado por meio do comando *addpath*.

Introdução ao MATLAB

- **Funções de plotagem**

O MATLAB oferece funcionalidades de desenho e plotagem de relativo fácil uso. Comandos como *plot* permitem a visualização de curvas e gráficos, bem como a modelagem gráfica de objetos.

```
>> pol_1 = [1, 0, 0]; % x²
>> pol_2 = [1, 2];    % x + 2
>> intersections = getPolyIntsect(pol_1,pol_2); % x² = x + 2
>> x = -2:0.1:3;
>> plot(x,polyval(pol_1,x))
>> hold on
>> plot(x,polyval(pol_2,x))
>> hold on
>> scatter(intersections(:,1),intersections(:,2),'filled')
```



A função *plot* tem como entrada vetores *x* e *y*, onde cada par de coordenadas (x_i,y_i) representa um ponto a ser conectado por retas.

O comando *hold on* garante que o último *plot* seja mantido no *canvas* (eixos de plotagem).

A função *scatter* tem como entrada vetores *x* e *y*, onde cada par de coordenadas (x_i,y_i) representa um ponto a ser plotado. A especificação *'filled'* faz com que esses pontos sejam círculos cheios.

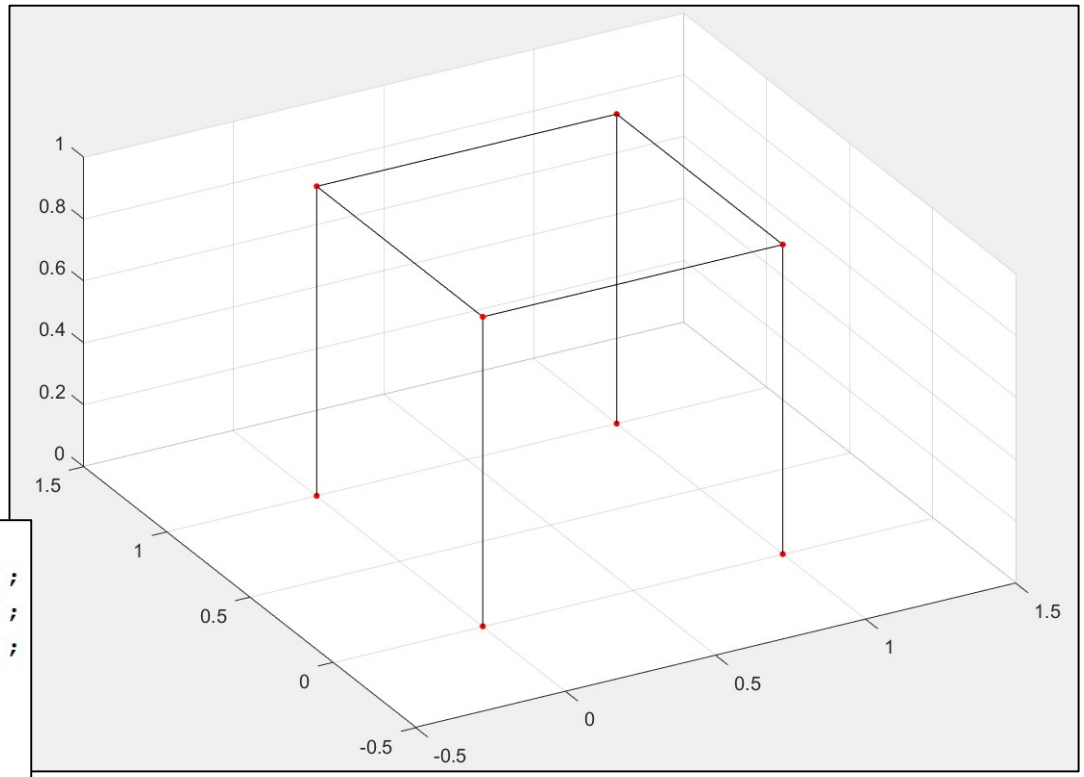
Introdução ao MATLAB

- **Funções de plotagem**

As funções gráficas do MATLAB podem ser usadas para visualizar modelos estruturais, como, por exemplo, um pórtico tridimensional.

```
>> nodes = [0 0 0;     % [x y z]
            0 0 1;
            1 0 1;
            1 0 0;
            0 1 0;
            0 1 1;
            1 1 1;
            1 1 0];
>> elems = [1 2;       % [initial node, final node]
            2 3;
            3 4;
            5 6;
            6 7;
            7 8;
            2 6;
            3 7];
```

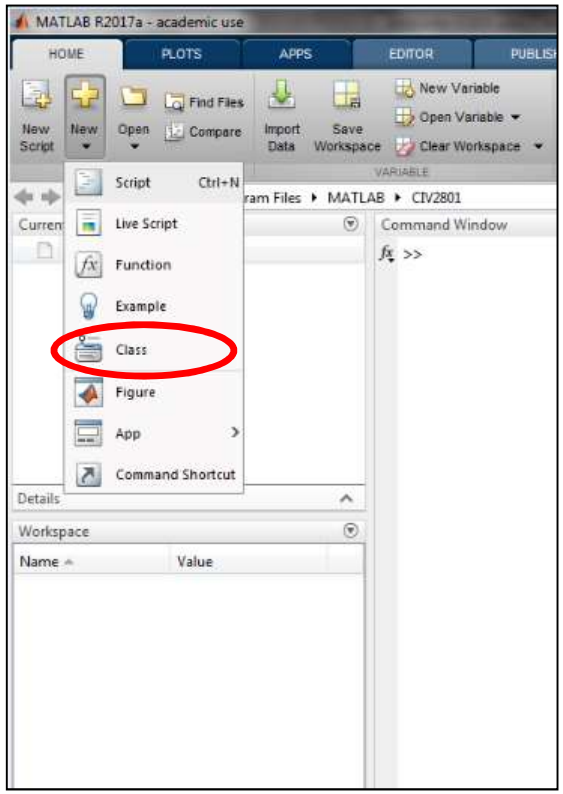
```
>> for i = 1:size(elems,1)
      x = [nodes(elems(i,1),1), nodes(elems(i,2),1)];
      y = [nodes(elems(i,1),2), nodes(elems(i,2),2)];
      z = [nodes(elems(i,1),3), nodes(elems(i,2),3)];
      plot3(x,y,z,'color',[0 0 0])
      hold on
      scatter3(x,y,z,10,[1 0 0],'filled')
      hold on
      if i == size(elems,1)
         axis equal
         axis([-0.5 1.5 -0.5 1.5 0 1])
         grid on
      end
   end
```



Introdução ao MATLAB

- **Definição de classes**

É possível trabalhar com o paradigma da *programação orientada a objetos* no MATLAB. Classes podem ser definidas, como exposto abaixo, para detalhar propriedades e métodos de objetos.




```
myClass.m
1  classdef myClass < handle
2      properties
3          props = [];
4          %-----------------------------------
5          %            myClass
6          %          Properties
7          %-----------------------------------
8      end
9
10     methods
11         % Constructor method
12         function object = myClass(inputProperties)
13             object.props = inputProperties;
14         end
15         %-----------------------------------
16         %            myClass
17         %            Methods
18         %-----------------------------------
19         % Destructor method
20         function clean(object)
21             object.props = [];
22         end
23     end
24 end
```

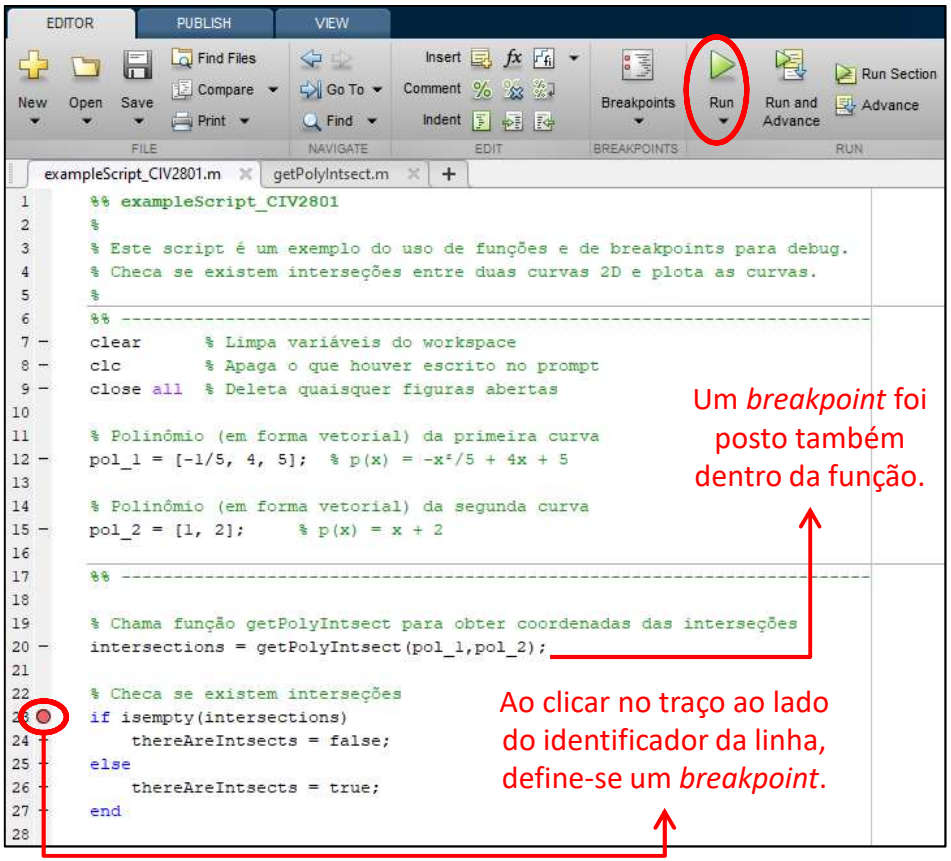
O arquivo *.m* deve ser salvo com o mesmo nome da classe.

Estrutura do MATLAB onde as classes são definidas.

Introdução ao MATLAB

- **Debug**

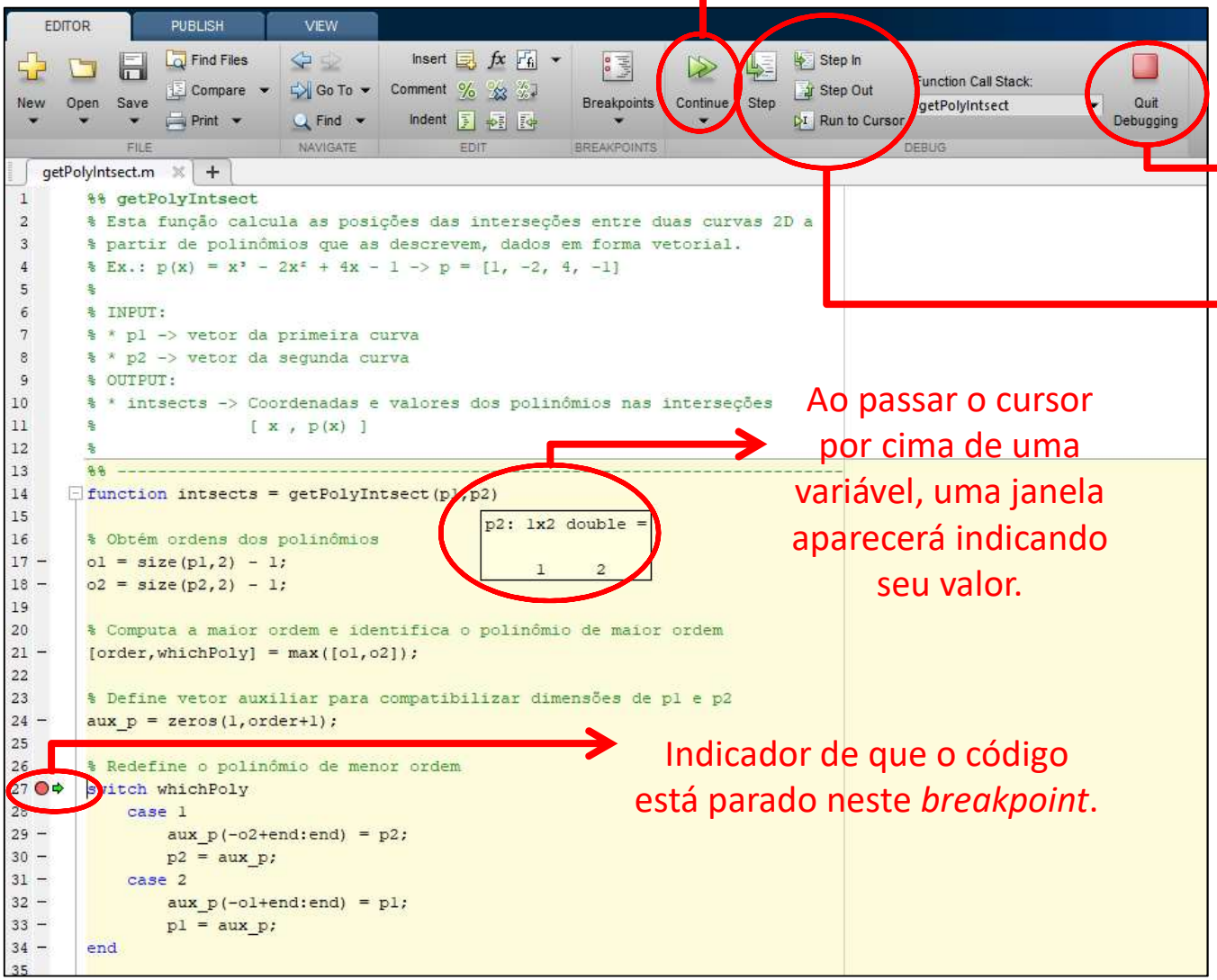
Uma das grandes vantagens providas pelo MATLAB é a sua ferramenta de *debug*. A mesma consiste em um conjunto de recursos que permitem analisar blocos de códigos pausadamente, por meio de *breakpoints*, com o intuito de identificar eventuais erros no código. Tal funcionalidade pode ser utilizada em quaisquer códigos que descrevam ações sequenciais, como *scripts*, *funções* e *métodos* de *classes*, seu uso pode ser visto no *script* a seguir.




```
% Define domínio de plotagem
switch thereAreIntsects
    case true
        x = linspace((-2 + min(intersections(:,1))),...
                     (2 + max(intersections(:,1))),50);
    case false
        x = -5:0.2:5;
end

% Plota curvas
plot(x,polyval(pol_1,x),'color','blue','linewidth',1.1)
hold on
plot(x,polyval(pol_2,x),'color',[0 0.6 0.2],'linewidth',1.1)
hold on
axis equal
grid on

% Plota interseções, se existirem
switch thereAreIntsects
    case true
        scatter(intersections(:,1),intersections(:,2),[],'red','filled');
        txtScale = diff([x(1),x(end)])/25;
        for i = 1:size(intersections,1)
            x = sprintf('x = %.*f',2,intersections(i,1));
            y = sprintf('y = %.*f',2,intersections(i,2));
            text(intersections(i,1)+txtScale,intersections(i,2)+txtScale...
                 ,x,'color','black')
            text(intersections(i,1)+txtScale,intersections(i,2)-txtScale...
                 ,y,'color','black')
        end
    case false
        msgbox('Não existem interseções entre tais curvas')
end

% Limpa variáveis do workspace
clear
```

Introdução ao MATLAB

- **Debug**



Continua até o próximo ponto, ou até o fim do código, se não houver mais *breakpoints*.

Interrompe o código no ponto em que parou.

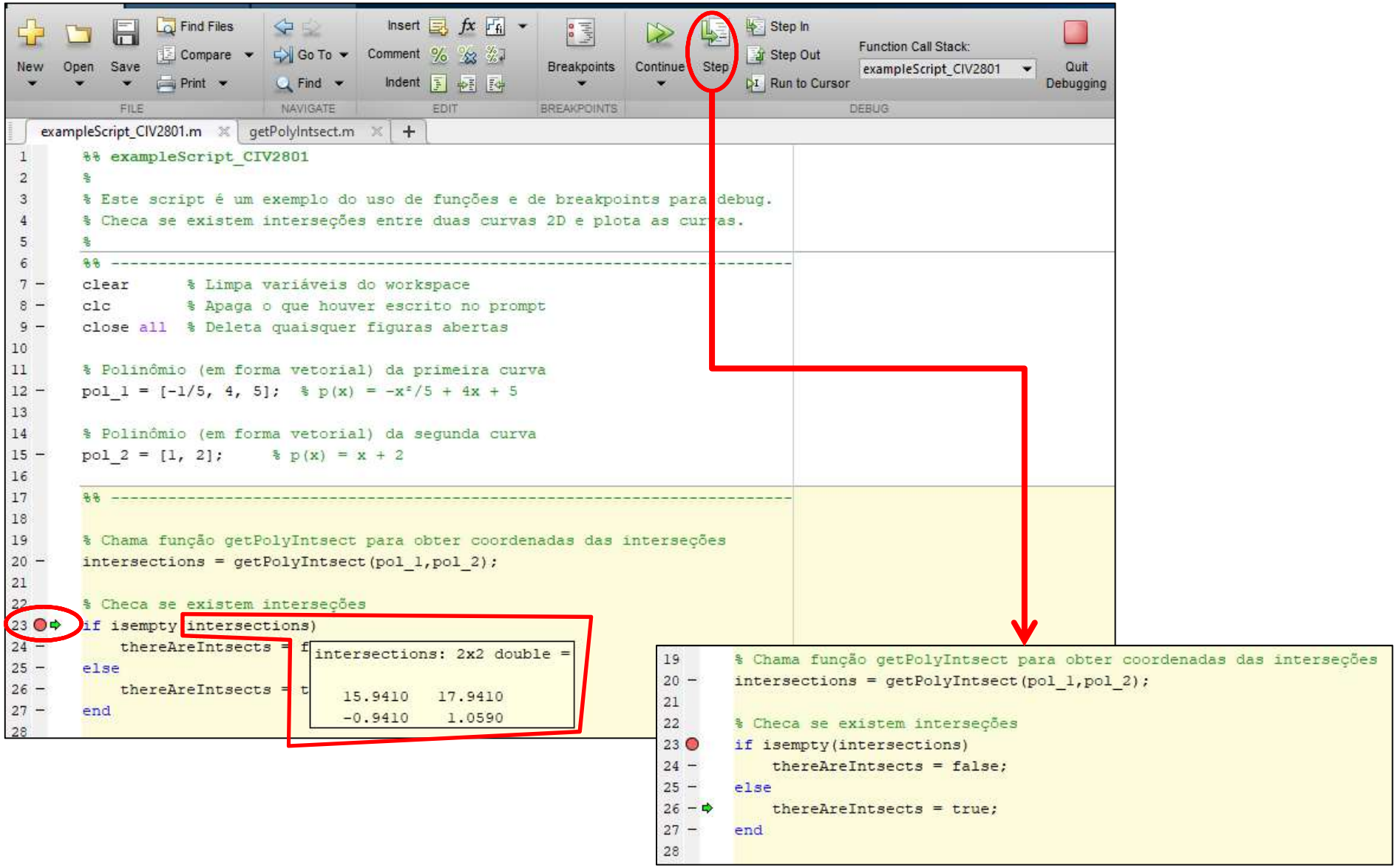
Continua na próxima linha, dentro ou fora de funções, ou segue até a posição do cursor.

Ao passar o cursor por cima de uma variável, uma janela aparecerá indicando seu valor.

Indicador de que o código está parado neste *breakpoint*.

Introdução ao MATLAB

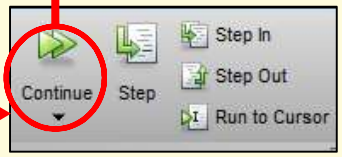
- **Debug**

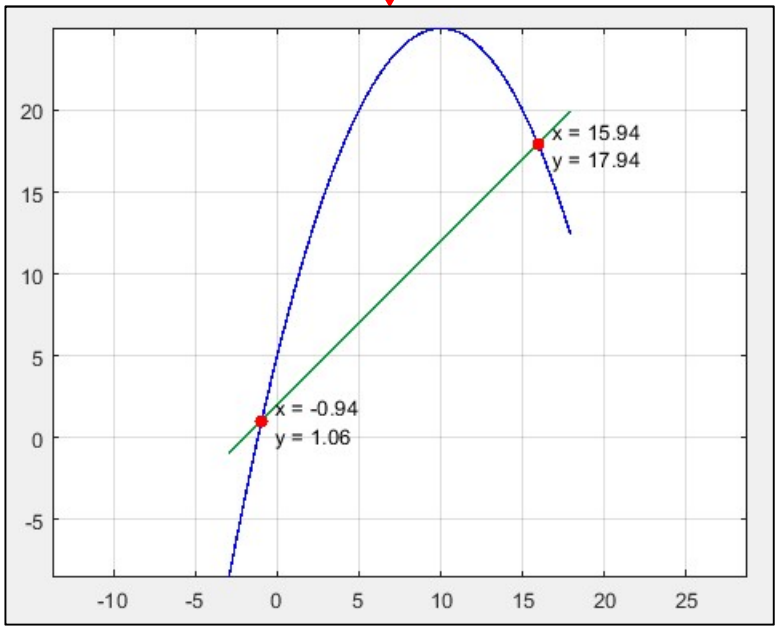


Introdução ao MATLAB

- **Debug**

```
22      % Checa se existem interseções
23      if isempty(intersections)
24          thereAreIntsects = false;
25      else
26          thereAreIntsects = true;
27      end
28
29      % Define domínio de plotagem
30      switch thereAreIntsects
31          case true
32              x = linspace((-2 + min(intersections(:,1))),...
33                           (2 + max(intersections(:,1))),50);
34          case false
35              x = -5:0.2:5;
36      end
37
38      % Plota curvas
39      plot(x,polyval(pol_1,x),'color','blue','linewidth',1.1)
40      hold on
41      plot(x,polyval(pol_2,x),'color',[0 0.6 0.2],'linewidth',1.1)
42      hold on
43      axis equal
44      grid on
45
46      % Plota interseções, se existirem
47      switch thereAreIntsects
48          case true
49              scatter(intersections(:,1),intersections(:,2),[],'red','filled');
50              txtScale = diff([x(1),x(end)])/25;
51              for i = 1:size(intersections,1)
52                  x = sprintf('x = %.*f',2,intersections(i,1));
53                  y = sprintf('y = %.*f',2,intersections(i,2));
54                  text(intersections(i,1)+txtScale,intersections(i,2)+txtScale...
55                       ,x,'color','black')
56                  text(intersections(i,1)+txtScale,intersections(i,2)-txtScale...
57                       ,y,'color','black')
58              end
59          case false
60              msgbox('Não existem interseções entre tais curvas')
61      end
62
63      % Limpa variáveis do workspace
64      clear
```





Introdução ao MATLAB

- **Links Úteis**

Lista de funções pré-definidas:
https://www.mathworks.com/help/matlab/functionlist.html

Tutorial MATLAB:
https://www.tutorialspoint.com/matlab/index.htm