

João Vitor Sanches 9833704

Victor Chacon Codesseira 9833711

## Aula 2

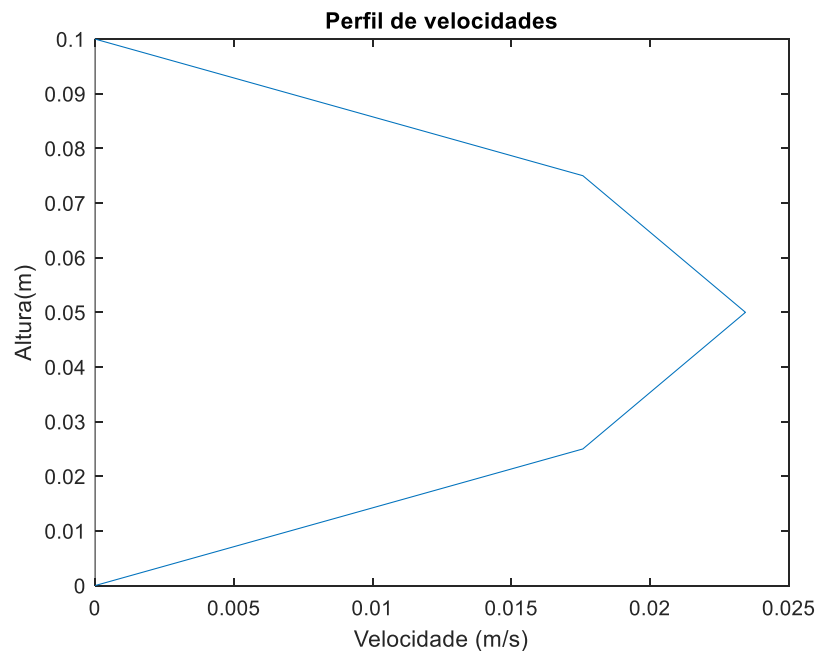
### Exercício 1

Utilizando o sistema com a dedução da equação diferencial de Navier-Stokes:

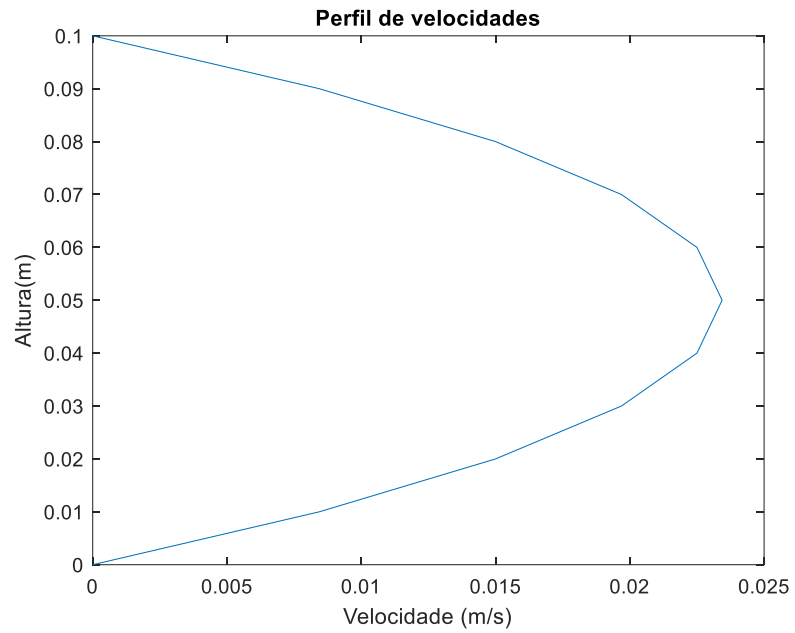
$$\frac{\mu}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 & & & \\ -1 & 2 & -1 & & 0 \\ & -1 & 2 & -1 & \\ \dots & \dots & \dots & & \\ & & & -1 & 2 & -1 \\ & & & & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \vdots \\ u_{n-1} \\ u_n \end{bmatrix} = \left( \frac{dp}{dx} \frac{L}{2} \right) \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \\ \vdots \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\frac{du}{dy} \Big|_{x=x_1} \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ -\frac{du}{dy} \Big|_{x=x_n} \end{bmatrix}$$

Com  $U_1 = 0$ ,  $U_5 = 0$  (Velocidades nas paredes), reduzimos o sistema, que pode então ser resolvido para  $U_2$ ,  $U_3$  e  $U_4$ .

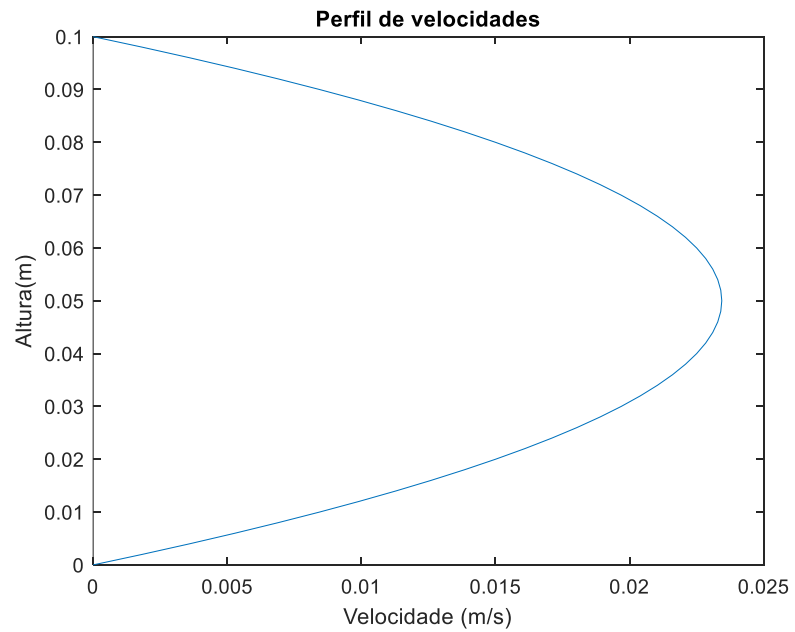
A implementação em Matlab, para 4 elementos resulta em:



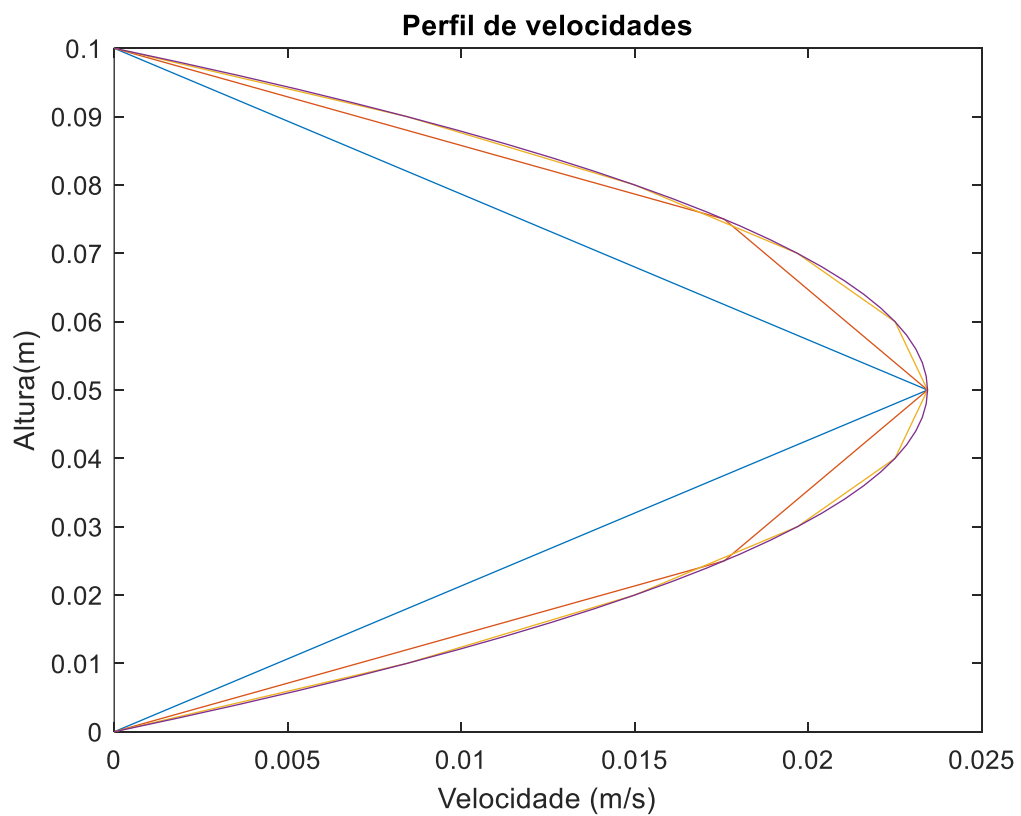
Aumentando a quantidade de elementos, pode-se observar a convergência das soluções nos nós, como esperado para o MEF.



(10 elementos lineares)



(50 elementos lineares)



(Comparação da resposta para 2, 4, 10 e 50 elementos)

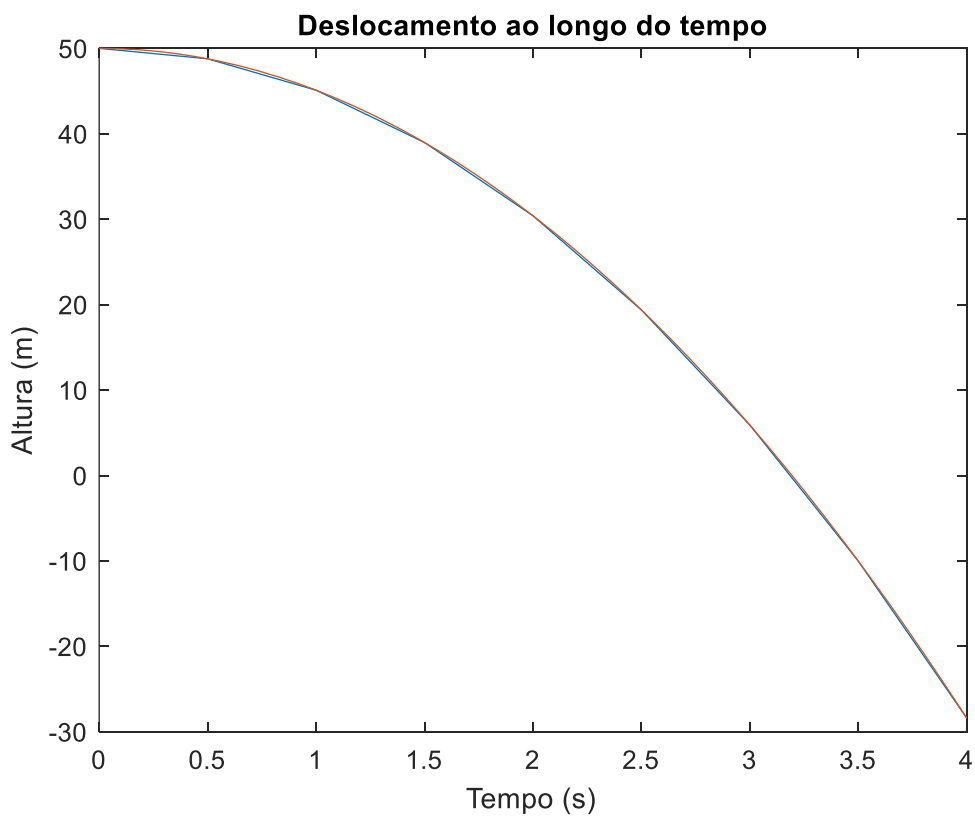
## Exercício 2

Para a equação cinemática, tem-se o sistema:

$$\frac{1}{\Delta t} \begin{bmatrix} 1 & -1 & & & \\ -1 & 2 & -1 & & 0 \\ & -1 & 2 & -1 & \\ \dots & \dots & \dots & & \\ & & & -1 & 2 & -1 \\ & & & & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_{n-1} \\ y_n \end{bmatrix} = -\frac{g}{2} \Delta t \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \\ \vdots \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -v_1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ v_n \end{bmatrix}$$

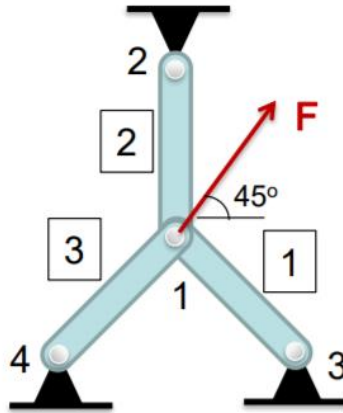
Que é resolvido com  $V_0 = 0$  e  $Y_0 = 50$ .

Novamente, os resultados são como o esperado:



### Exercício 3

Com o problema apresentado, preparamos o arquivo de entrada para a execução dos cálculos.



Exemplo de arquivo de entrada (Entrada\_ex3.txt):

```
#HEADER
Aula 2 - exercicio 3
Cabecalho de arquivo padrao
Separar secoes com linhas vazias

#DYNAMIC
0

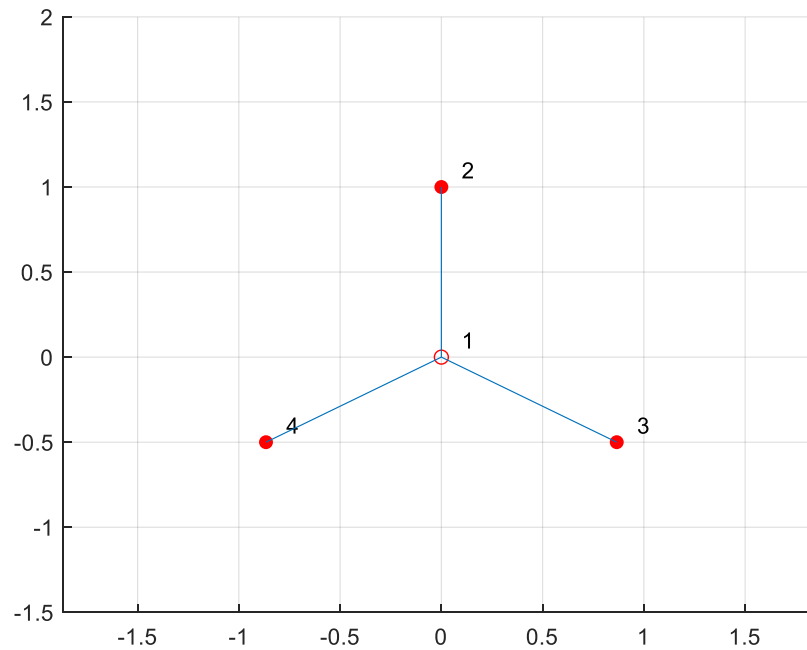
#NODES
0 0
0 1
0.866 -0.5
-0.866 -0.5

#ELEMENTS
1 3 1e-4 206e9 0
1 2 1e-4 206e9 0
1 4 1e-4 206e9 0

#LOADS
@1
14.14 14.14

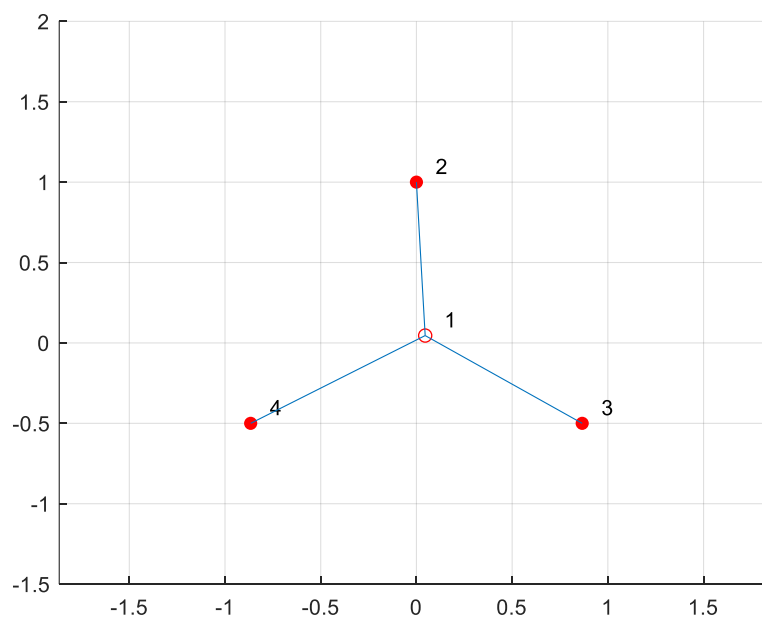
#CONSTRAINTS
@2
0 0
@3
0 0
@4
0 0
```

O carregamento desse arquivo (“loader.m”) constrói as tabelas e matrizes que serão utilizadas nos cálculos, de modo que também podemos plotar os nós e elementos graficamente (“plotter.m”):



Com todas as matrizes locais de rigidez criadas, compõe-se a matriz global e são aplicadas as condições de contorno (“preProcessor.m”).

A solução do sistema (“solver.m”) fornece as deformações que podem ser usadas para uma nova plotagem:



Para melhor visualização, as deformações foram ampliadas na representação gráfica.

Os deslocamentos no nó 1 são de  $4.576 \times 10^{-4}$  m em X e Y

Já as tensões nos elementos, são calculadas e exibidas no terminal ("postProcessor.txt"). No problema em questão, seus valores são:

Elemento 1: 34.4633 MPa

Elementos 2: 94.243 MPa

Elemento 3: -128.7752 MPa

Toda a execução dos scripts é controlada por um arquivo mestre ("mefController.m")