

<b>Grupo</b>  <b>68</b>		

## MECÂNICA COMPUTACIONAL – Engenharia Mecânica e Aeroespacial

### Trabalho Computacional – Ano lectivo 2023/2024

#### Enunciado 68

Este trabalho tem como objectivo avaliar a capacidade de implementar computacionalmente um programa de elementos finitos em Matlab, para a análise linear de problemas planos (escalares neste caso). Assim, pretende-se que seja construído um modelo de elementos finitos para um dado problema e que seja revolido, quer pelo programa implementado, quer por software comercial de elementos finitos existente (NX, ANSYS, Abaqus, etc.). A malha base para esta análise deve ter entre 100 a 200 graus de liberdade.

O programa desenvolvido deve ler toda a informação referente à malha de elementos finitos através de um ficheiro de dados com uma formatação pré-definida (ver página da disciplina no fenix), e produzir um ficheiro com resultados que sejam relevantes. O programa desenvolvido deve permitir a aplicação correta das condições de fronteira deste enunciado. Além disso o programa deve poder utilizar, no mínimo, malhas de elementos finitos com os elementos indicados na ficha em anexo (OBRIGATÓRIO).

O código deve ser numérico e não deve usar cálculo simbólico.

Problema a resolver: **Escoamento - Função Corrente**

Considere o escoamento potencial ilustrado na figura, sujeito ao caudal imposto à entrada e restantes condições de fronteira indicadas. Pretende-se determinar a função de corrente do escoamento, o campo de velocidades do escoamento, a distribuição de isolinhas de pressão em todo o domínio (admita que a pressão à entrada é conhecida). Pretende-se saber quais os valores máximos e mínimos da velocidade e da pressão no escoamento e a respectiva localização.

Aspectos a considerar no seu relatório:

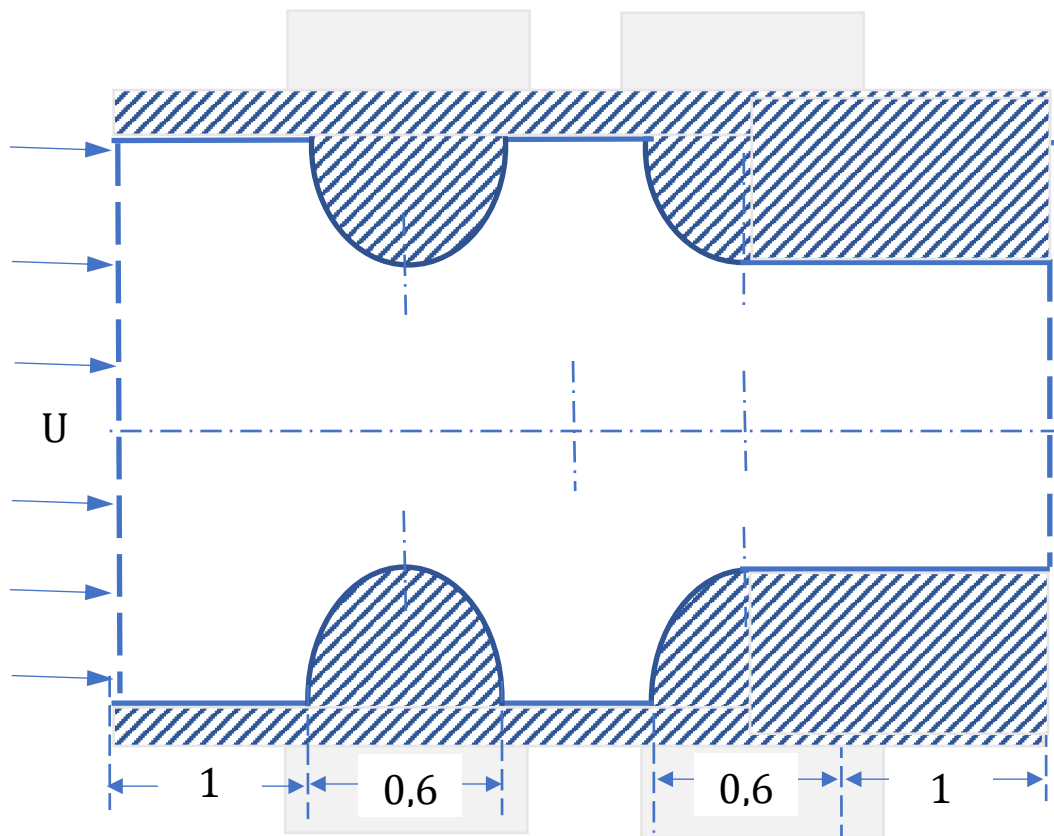
- Apresente a equação diferencial que rege o fenómeno físico que quer estudar e indique claramente as condições de fronteira empregues e todas as aproximações que fizer.
- Teste e valide o programa desenvolvido para um problema do mesmo tipo com uma geometria simples para o qual exista solução analítica. Neste caso simples, estude os resultados para a função de corrente, o vector de velocidade e teste os diferentes tipos de condição de fronteira a usar no trabalho. Apresente a solução analítica e calcule os erros absolutos para a função de corrente e o vector de velocidade.
- Estabeleça a malha de elementos finitos base, resolva-a com o programa desenvolvido e com o software comercial. Compare as soluções de uma forma detalhada e crítica de modo a validar o código em Matlab face ao software comercial.
- Faça uma análise de convergência da solução, refinando uniformemente a malha inicial 4/5 vezes utilizando apenas o software comercial. Cada elemento deve ser subdividido em 4 para se passar para o nível de refinamento seguinte. Selecione um conjunto de pontos de interesse (5 a 10) que devem estar presentes em todas as malhas e investigue se há ou não há convergência para a função de corrente e o vector de velocidade.
- Para a última malha obtida (refinada), analise detalhadamente os resultados obtidos. Compare o comportamento dos elementos testados.

- Represente graficamente a função de corrente, o campo de velocidades e (opcional) a pressão em todo o domínio, identificando os aspectos que considerar relevantes.
- Obtenha a força resultante em cada uma das paredes do escoamento.

Elabore um relatório **ORIGINAL** a descrever o programa, o modelo construído, bem como uma análise dos resultados, para as diferentes opções de elementos escolhidos. Apresente o relatório de acordo com as normas disponibilizadas na página do fenix. Relatórios que não sigam as normas estipuladas não serão avaliados.

## IMAGEM E DIMENSÕES

### G-68 -Função de Corrente



Análise com elementos finitos quadrangulares de 4 e 8 nós (Q4 e Q8)

Velocidade de entrada : 2,5 m/s

Secção de entrada, altura,  $L_1=1,8\text{m}$ .

2 Relevos semi-elípticos  $a/b=1/2$ , eixo menor=0,6m

2 quartos de elipse  $a/b=1/2$ , eixo menor=0,6m

Comprimento total,  $L_3 = 3,8\text{ m}$

Restantes medidas em  $m$  na figura

Explore as simetrias que o problema permitir na sua análise pelo MEF