



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

FEUP

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
SECÇÃO DE ESTRUTURAS

Análise Avançada de Estruturas

5º Ano / 1º Semestre
Opção de Estruturas

FOLHA 6

2020/2021

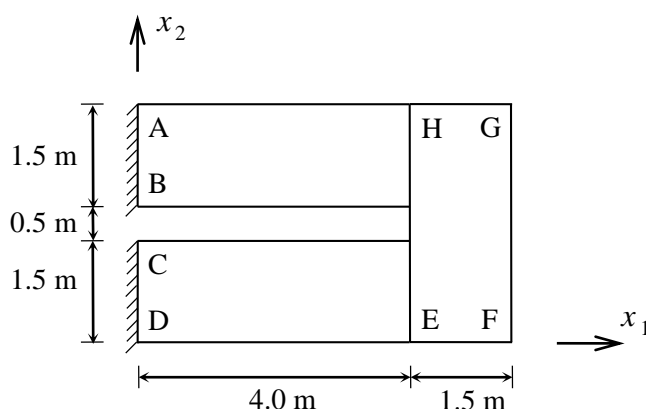
1 – Considere um elemento de viga de três nós, com secção constante e com o nó intermédio centrado. Com base na formulação de Euler-Bernoulli e recorrendo a uma substituição de variável, calcule a respetiva matriz de rigidez em função de E , I e L .

2 – Considere um elemento de viga de três nós, com secção constante e com o nó intermédio centrado. Com base na formulação de Timoshenko e recorrendo a uma substituição de variável, calcule a respetiva matriz de rigidez em função de E , I , G , A^* e L usando:

- a) integração exata;
- b) integração reduzida.

3 – Considere uma laje quadrada com 10 m de lado. A laje encontra-se simplesmente apoiada nos quatro bordos e está sujeita a uma carga uniformemente distribuída de 10 kN/m^2 . Considerando $E = 200 \text{ GPa}$ e $\nu = 0.3$, calcule o valor do deslocamento vertical no ponto central para diversos valores da espessura (0.01 m, 0.1 m, 1.0 m e 2.0 m). Compare os resultados obtidos com a correspondente solução teórica.

4 – Considere uma escada com as características indicadas na figura. O arranque da escada (em CD) encontra-se à cota zero, o patamar EFGH encontra-se à cota 2.0 m e o lanço final termina em AB à cota 4.0 m. A laje maciça do patamar tem espessura 0.18 m. A superfície exterior dos dois lanços apresenta continuidade com o patamar. Os degraus são leves e não estruturais. Considerando o peso próprio do betão armado e uma sobrecarga de 5 kN/m^2 em projeção horizontal, calcule os deslocamentos e os esforços instalados na estrutura.



$E = 25 \text{ GPa}$
 $\nu = 0.2$
 $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$