



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

FEUP

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
SECÇÃO DE ESTRUTURAS

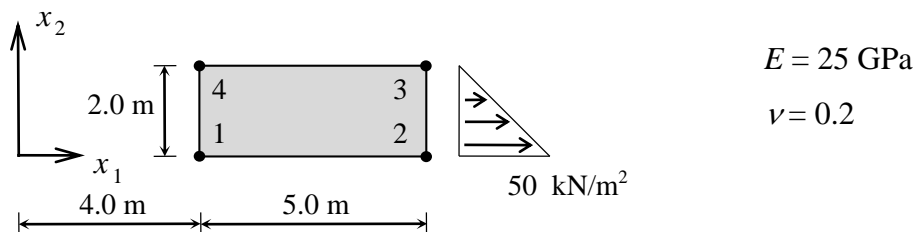
Análise Avançada de Estruturas

5º Ano / 1º Semestre
Opção de Estruturas

FOLHA 5

2020/2021

1 – Considere um elemento finito axissimétrico com as características indicadas na figura.



Após a análise do problema em que este elemento está inserido, obtiveram-se os seguintes deslocamentos nodais (em cm):

$$\underline{a} = (a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}, a_{31}, a_{32}, a_{41}, a_{42}) = (0.6, 1.8, 3.5, 0.7, 4.2, -0.4, 1.3, 1.2)$$

Nota: $a_{ij} \Rightarrow$ nó i ; direção x_j

Supondo uma formulação com substituição de variáveis,

- determine o lugar geométrico dos pontos em que o deslocamento radial é 2 cm;
- determine o estado de tensão no ponto de coordenadas $(x_1, x_2) = (7.0, 1.8)$ m;
- determine as forças nodais equivalentes à ação indicada.

2 – Considere um tubo cilíndrico de eixo vertical, com 20 cm de raio interno, 50 cm de raio externo e 40 cm de altura. O tubo é de aço e está sujeito a uma pressão interior de 380 MN/m^2 . Nas faces superior e inferior os deslocamentos segundo o eixo de axissimetria são nulos. O módulo de Young do material é 200 GPa e o coeficiente de Poisson é 0.3. Recorrendo a um programa de computador, calcule a deformada e as tensões, efetuando um cálculo como estado plano de deformação, um cálculo como estado axissimétrico e um cálculo como sólido tridimensional. Compare os correspondentes resultados.

3 – Considere um elemento finito de sólido tridimensional da família *serendipity*. Deduza as correspondentes funções de forma para o caso de 8 e de 20 nós.

4 – Considere os coeficientes de rigidez no ponto correspondente à cabeça de uma estaca de betão armado enterrada no solo. A estaca tem secção $1.0 \times 1.0 \text{ m}^2$ e apoia-se no *bedrock* que se encontra a 20.0 m de profundidade. Utilize um programa de computador e elementos finitos tridimensionais de 20 nós. Considere: $E_c = 30 \text{ GPa}$; $E_{\text{SOLO}} = 30 \text{ MPa}$.