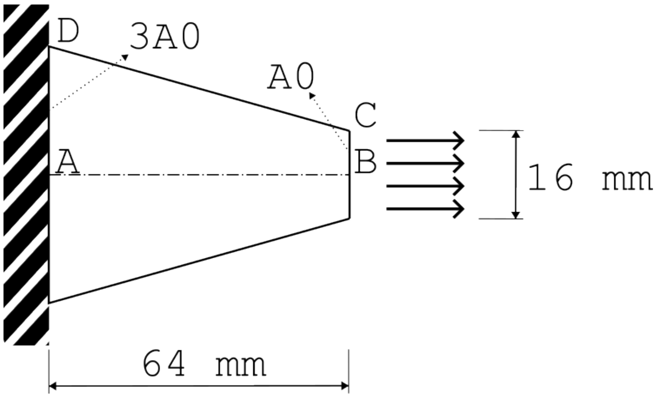
Testes de calibração e validação do programa MYFEMPY
ANÁLISE ESTÁTICA

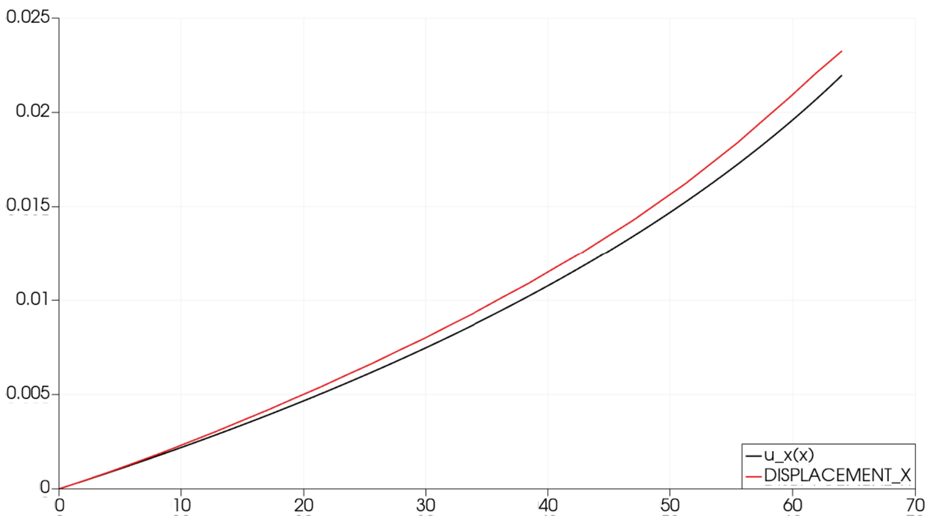
Análise de Barra com Seção Cônica

1. Descrição
   Este teste é utilizado para validação numérica e calibração da análise estática do programa MYFEMPY. Aplica-se a análise linear estática para os elementos finitos da biblioteca do programa: PLANE STRESS QUAD4. O resultado numérico dos deslocamentos ao longo do comprimento da estrutura são validados por meio de comparação com a resposta analítica de uma barra linear.

2. Entradas
   O problema analisado consiste em uma estrutura de placa em estado plano de tensões com 10 mm de espessura, a modelagem do problema é definida em ½ modelo do original, formada pelos pontos A-B-C-D da figura abaixo. As propriedades mecânica do material são: E = 1000 Pa (módulo de elasticidade), v = 0.3 (poisson). As condições de contorno são modeladas para gerar um campo de deslocamento simétrico, onde a aresta AB é simétrica com relação ao eixo x e deslocamento em y é zero. Aplica-se uma força de 50 N no sentido de tração da aresta BC (100 N é a carga original). As dimensões do modelo são definidas na figura a seguir, as unidades estão em mm (milímetro).



3. Resultados
   Utilizando a ferramenta de plot do ParaView, pode-se determinar os deslocamentos ao longo do comprimento da estrutura. Os resultados estão apresentados no Gráfico 1.



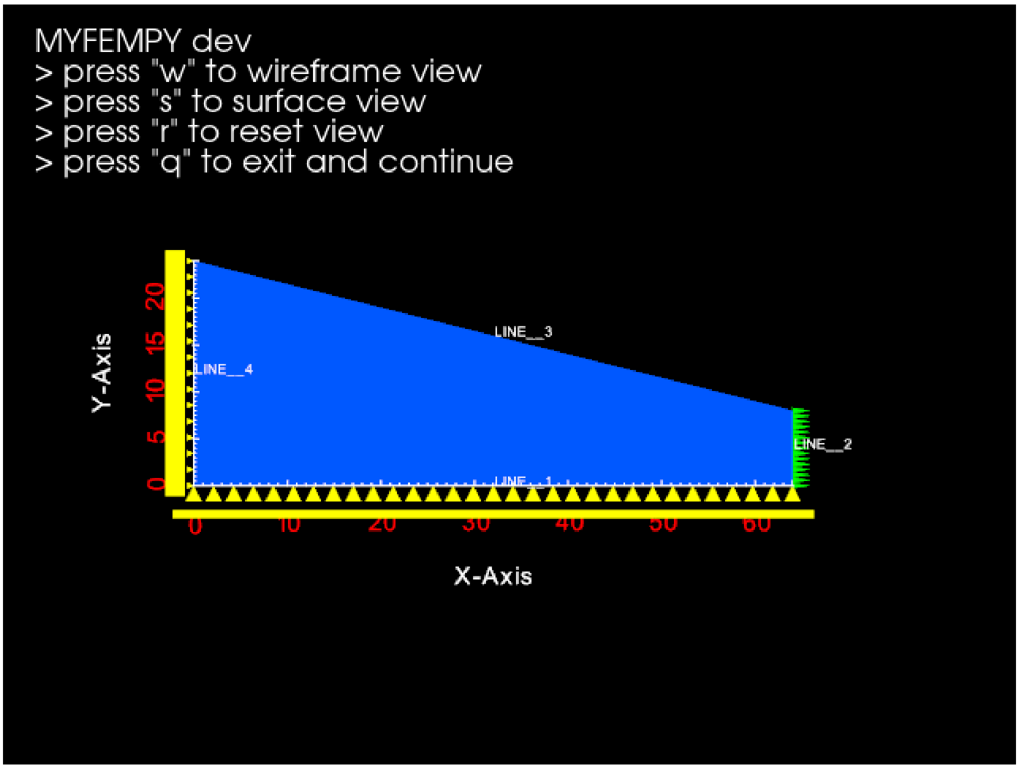
u_x(x): Resposta Analítica
DISPLACEMENT_X: Resposta MYFEMPY - QUAD4 MESH

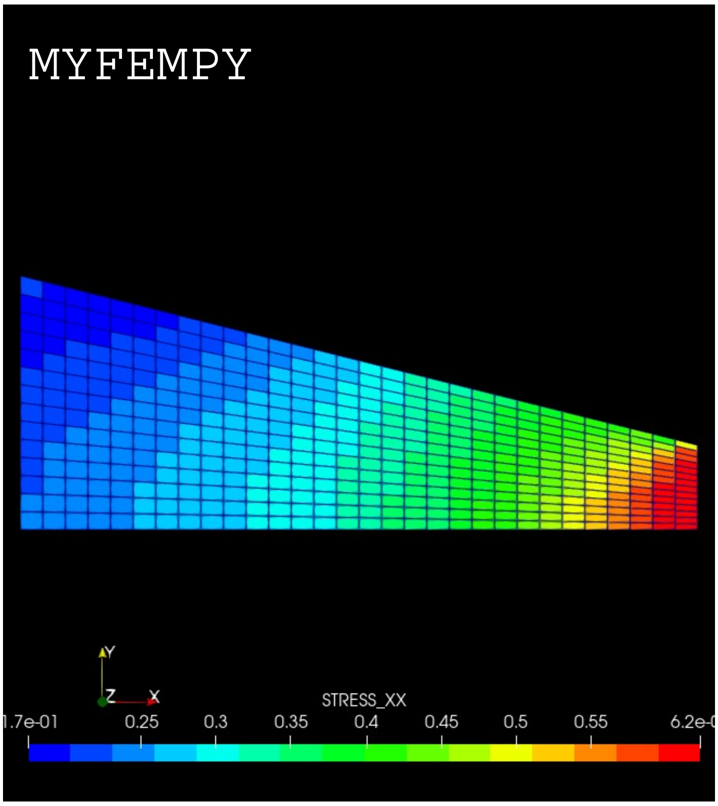
Testes de calibração e validação do programa MYFEMPY
ANÁLISE ESTÁTICA

4. Referências

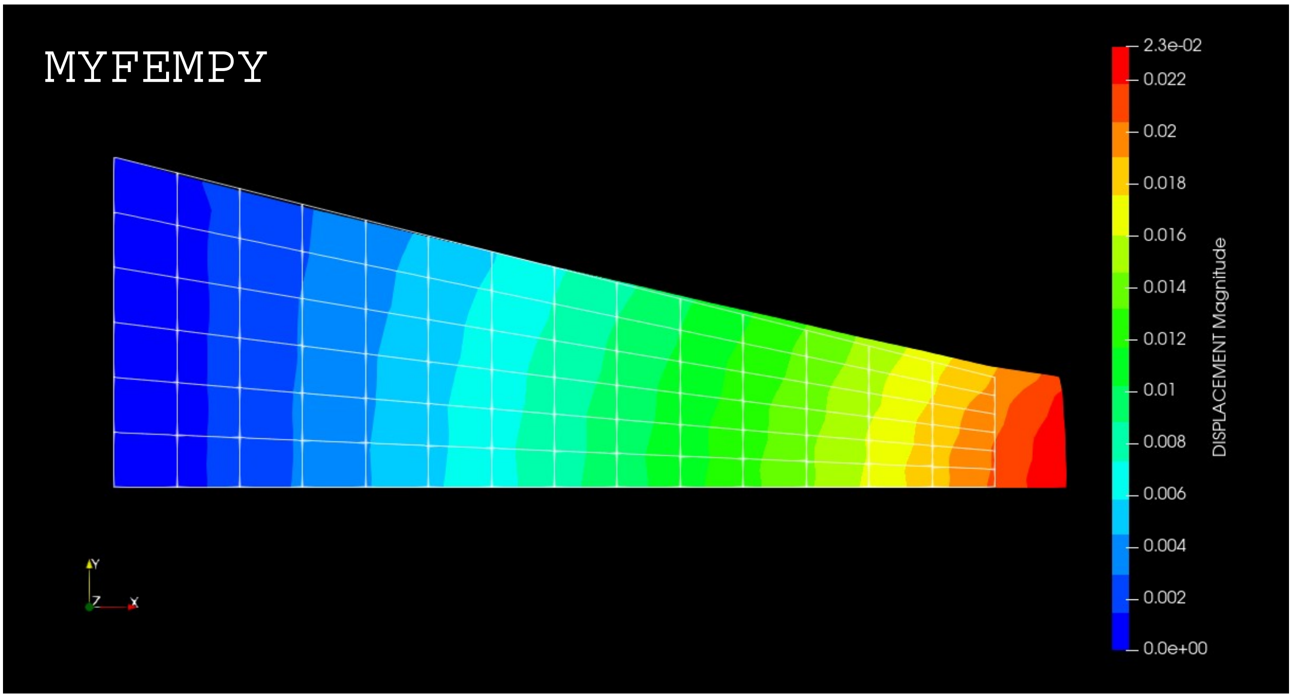
5. Section 1.2.1: HUTTON, David. Fundamentals of finite element analysis. 2004.

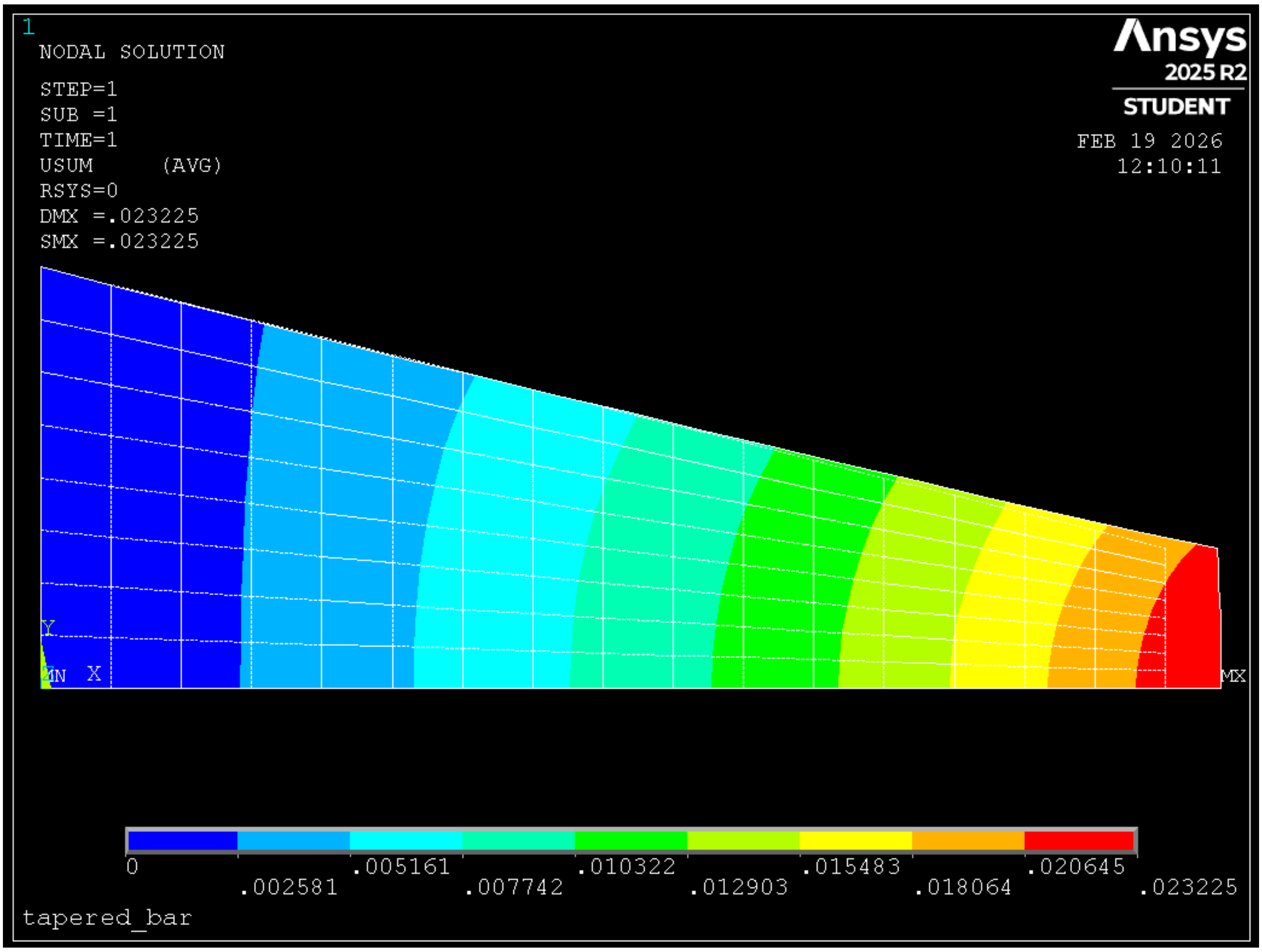
6. Anexos





Testes de calibração e validação do programa MYFEMPY
ANÁLISE ESTÁTICA





Resposta pelo Método Analítico: Barra Linear Homogênea com Seção Variável

A equação diferencial do modelo de barra para seção não contante e material homogêneo, E constante, é definido como,

$$E\frac{d}{dx}\left[A(x)\frac{du(x)}{dx}\right] = -f(x) \tag{1}$$

Conforme apresentado para a resolução pelo Método Analítico, tem-se os passos,

1 - Equação diferencial

$$E\frac{d}{dx}\left[A(x)\frac{du(x)}{dx}\right] = 0 \tag{2}$$

2 - Condições de contorno

- $u(x=0) = 0$
- $Nx(x=L) = \frac{du(x=L)}{dx} = F$

3 - Função de carregamento

$$f(x) = 0 \tag{3}$$

4 - Integração da EDO no domínio

Integrando a função diferencial do problema

$$\int\left[E\frac{d}{dx}\left[A(x)\frac{du(x)}{dx}\right]\right]dx = 0$$

$$E.A(x)\frac{du(x)}{dx} = Nx(x) = C1$$

$$\frac{du(x)}{dx} = \frac{C1}{E.A(x)}$$

Integrando mais uma vez, tem-se

$$u(x) = \int\left[\frac{C1}{E.A(x)}\right] + C2$$

$$u(x) = \int\left[\frac{C1}{E.A0\left(3-\frac{2x}{L}\right)}\right]dx + C2$$

$$u(x) = \frac{C1}{E.A0}.\int\frac{dx}{3-\frac{2x}{L}} + C2$$

$$u(x) = \frac{-C1.L}{2.E.A0}.\ln\left(3-\frac{2x}{L}\right) + C2$$

5 - Determinação das contantes de integração

Para determinar as constantes de integração é preciso aplicar as condições de contorno conhecidas do problema,

Aplicando $Nx(x=L) = \frac{du(x=L)}{dx} = F$, tem-se,

$$C1 = F$$

Aplicando $u(x=0) = 0$, tem-se,

$$\frac{-F.L}{2.E.A0}.\ln\left(3-\frac{2.0}{L}\right) + C2 = 0$$

$$C2 = \frac{F.L}{2.E.A0}.\ln(3)$$

6 - Equação final

Deslocamento da barra,

$$u(x) = \frac{F.L}{2.E.A0}.\ln\left(1-\frac{2x}{3.L}\right) \tag{4}$$