

APS 3: ANÁLISE DE TRELIÇAS PLANAS

OBJETIVO GERAL

O objetivo da atividade é desenvolver um software para análise de treliças planas.

CRONOGRAMA

- 11/05 – Apresentação e introdução a análise matricial de estruturas.
- 18/05 – Liberação da estrutura para análise. Cada grupo receberá uma estrutura específica, que deverá ser analisada usando o código elaborado. Os resultados devem ser colocados no “Poster Final”.
- 25/05 – Validação final do software e relatório.
- **28/05 – Prova 4 - Será necessário usar o programa desenvolvido na APS 3.**

RUBRICA PARA DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE – APS 3

Com base nos conceitos e temas discutidos na disciplina, os alunos deverão:

1. Desenvolver um software para análise de tração/compressão em treliças planas. O código deverá ser desenvolvido em *Python* de modo que os dados de entrada possam ser facilmente alterados a partir de uma planilha como descrito no “Exemplo de validação”, disponibilizado em anexo.
2. Aplicar técnicas numéricas para solução de sistemas de equações (Método de Jacobi e Gauss-Seidel).
3. Utilizar as ferramentas do pacote *Numpy* quando possível.
4. Reduzir ao máximo o uso de laços de repetição ou recursão.
5. O software deverá gerar um arquivo de saída com o pós-processamento dos dados de acordo com modelo descrito no “Exemplo de validação”, disponibilizado em anexo.
6. O grupo deverá validar os dados de saída para análise de treliças planas de modo que o software desenvolvido tenha a confiabilidade de análise reconhecida para aplicação em problemas reais de engenharia, considerando as limitações de aplicação do software.

IMPORTANTE: As funções para leitura do arquivo *.xlsx*, criação do gráfico para visualização da treliça e do arquivo de saída serão fornecidas. Todos os grupos deverão utilizar o mesmo modelo padrão fornecido.

RUBRICA DE AVALIAÇÃO FINAL DA APS 3

Cada grupo deverá preparar e enviar um poster com o tema “Desenvolvimento de software e aplicações na análise de treliças planas”, até às 23hs59 do dia 28/05 no formato “PDF” via blackboard. Entregas atrasadas serão aceitas até o último dia da semana de Avaliações Finais com a penalidade de 2 pontos descontados da nota final da APS 3.

1. Título do trabalho: Deve ser diferente do tema.

2. Introdução: Faça uma pesquisa e apresente uma breve revisão bibliográfica sobre o tema proposto (Use artigos e livros como referência).
3. Estrutura do software: Apresente uma descrição da arquitetura do software.
4. Validação dos resultados: Apresente resultados de simulação (gráficos, tabelas, imagens...) para validar os resultados obtidos com o software desenvolvido pelo grupo. Compare os resultados usando um outro software (Exemplo: Lisa). Justifique e comente os resultados.
5. Conclusão: Apresente uma conclusão objetiva indicando os principais resultados do trabalho. Indique possibilidade futuras de melhorias.
6. Referências bibliográficas: Apresente as referências utilizadas no trabalho.

Critério avaliado
(20%) Objetividade e simplificações. <ul style="list-style-type: none">Itens 1 a 3.
(60%) Resultados e discussão. <ul style="list-style-type: none">Itens 4
(20%) Conclusão <ul style="list-style-type: none">Itens 5 e 6

EXEMPLO PARA VALIDAÇÃO

A seguir apresentamos um modelo de arquivo de entrada para análise da treliça ilustrada na figura 1.

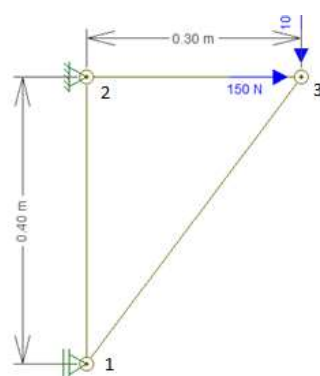


Figura 2 – Treliça com três elementos de barra.

Nesse exemplo, cada barra possui uma área de seção transversal $A = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, $E = 210 \text{ GPa}$, a carga pontual aplicada ao nó três na direção y é $P_y = -100 \text{ N}$. Na direção x a carga pontual aplicada é igual a $P_x = 150 \text{ N}$. A tensão última a tração e compressão são iguais a $\sigma_{\text{tração}} = \sigma_{\text{compressão}} = 1570 \cdot 10^6 \text{ Pa}$.

Arquivo de entrada:

Coordenadas dos nós:

	A	B	C	D
1	x [m]	y [m]		Número de nós
2	0	0		3
3	0	0.4		
4	0.3	0.4		

Incidência e materiais:

	A	B	C	D	E	F
1	nó 1	nó 2	E [Pa]	A [m²]		Número de membros
2	1	2	2.10E+11	2.00E-04		3
3	2	3	2.10E+11	2.00E-04		
4	3	1	2.10E+11	2.00E-04		
5						

Carregamento:

	A	B	C	D	E
1	nó	1 = x 2 = y	Carga [N]		Número de cargas
2	3	1	150		2
3	3	2	-100		

Restrições:

	A	B	C	D
1	nó	1 = x 2 = y		Número de apoios
2	1	1		3
3	2	1		
4	2	2		

Arquivo de saída:

Após a análise, o programa deverá escrever um arquivo de saída como o indicado abaixo para o exemplo da treliça ilustrada na Figura 2.

```
Reacoes de apoio [N]
[[ 75.]
 [-225.]
 [ 100.]]

Deslocamentos [m]
[[ 0.00000000e+00]
 [-9.52380952e-07]
 [ 0.00000000e+00]
 [ 0.00000000e+00]
 [ 1.60714286e-06]
 [-4.01785714e-06]]

Deformacoes []
[[ 2.38095238e-06]
 [ 5.35723254e-06]
 [-2.97617094e-06]]

Forcas internas [N]
[[ 100.          ]
 [ 225.00376672]
 [-124.99917969]]

Tensoes internas [Pa]
[[ 499999.99999911]
 [ 1125018.83359206]
 [-624995.89843168]]
```

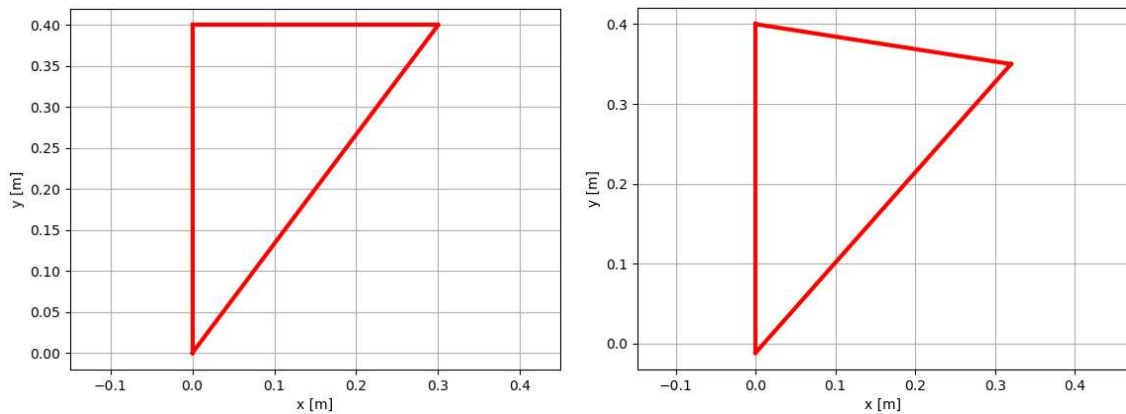


Figura 3 - A figura ilustra o pós-processamento para a análise da treliça plana com três elementos.

BIBLIOGRAFIA:

- ✓ BITTENCOURT, M.L. COMPUTATIONAL SOLID MECHANICS: VARIATIONAL FORMULATION AND HIGH ORDER APPROXIMATION, 6A EDIÇÃO, CRC PRESS, 2014.
- ✓ CHAPRA, STEVEN C.; CANALE, RAYMOND P. NUMERICAL METHODS FOR ENGINEERS. 6TH ED. NEW YORK: MCGRAW-HILL HIGHER EDUCATION, C2010. 968 P. ISBN 9780073401065 (ENC.)
- ✓ NOTAS DE AULA E TEXTOS FORNECIDOS AO LONGO DO SEMESTRE.