

Noções do Método dos Elementos Finitos: TP

Humberto Monteiro
humbertomonteiro@gmail.com

Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas – Newton

Orientações gerais

Este trabalho prático configura o projeto final da disciplina. Conforme acordado em sala de aula, optou-se pela realização de um exercício um pouco mais simples através de duas estratégias: **(1) realização dos cálculos manuais e (2) modelagem do problema num software de finitos (recomendando-se aqui o SAP2000)**.

O exercício foi baseado em duas obras: o livro de Logan (2007) e a dissertação de Samarra (2007) – enviada com o presente texto. Como poderão ver no segundo trabalho, o autor modela computacionalmente um protótipo de um novo sistema estrutural, usando o SAP2000 e um conjunto de normas específicas às naturezas material e geométrica da estrutura. Inspirado na cobertura simulada por Samarra e no conjunto de exercícios acadêmicos de Logan, proponho o seguinte trabalho prático: **realização de uma análise estrutural de um módulo simplificado do contraventamento de um banzo superior da cobertura**.

Para efeito de simplificação, serão consideradas ligações rotuladas (ou seja, os elementos finitos utilizados serão elementos de dois nós, com duas translações por nó, e resistentes à deformação axial somente), os perfis escolhidos não terão o rigor do projeto original e as condições de contorno serão um tanto arbitrárias. O trabalho prático somente emula um cenário minimamente mais próximo de um trabalho real (e com considerável distanciamento deste).

Pede-se um relatório minimamente coeso e bem feito com um breve comentário sobre os comportamentos estrutural e numérico (modelo do MEF) observados e o registro de deformadas, deslocamentos máximos, reações, esforços etc.

Bom trabalho!



Atenção! O material produzido deverá ser entregue até 31/08/2019.

1 O modelo

O problema alvo construído por Samarra (2007), tem a seguinte conformação:

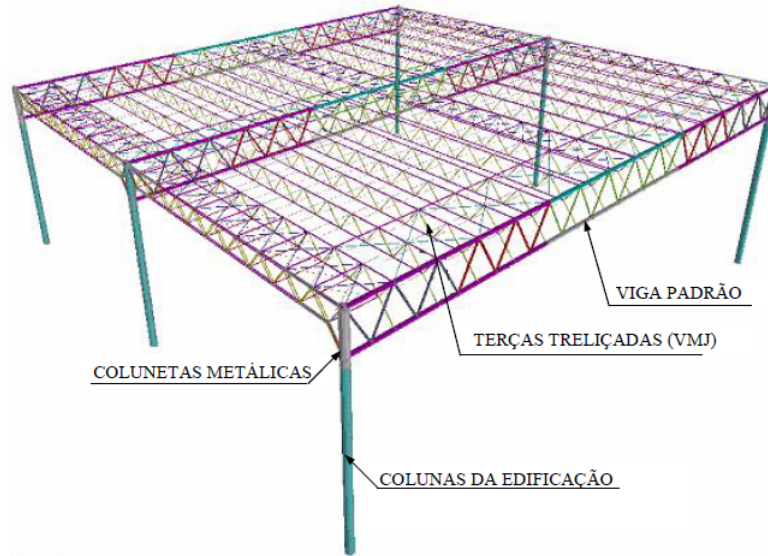


Fig. 1: Modelo computacional (Samarra, 2007).

Em planta, os banzos superiores das vigas principais e terças têm a seguinte disposição:

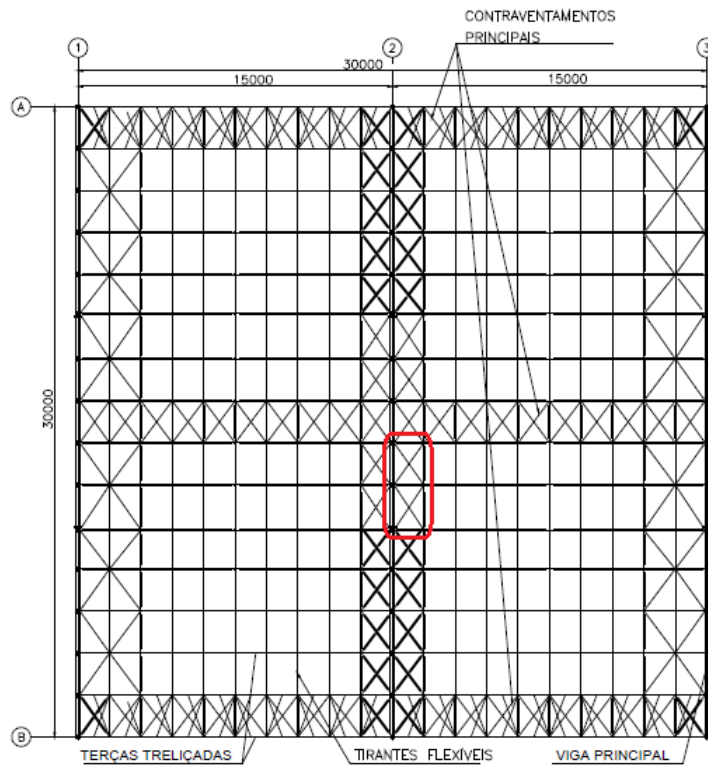


Fig. 2: Banços superiores (Samarra, 2007).

O problema proposto para o presente TP é a resolução do trecho destacado em vermelho na figura 2, de tal forma que se pede para analisar o seguinte modelo reduzido:

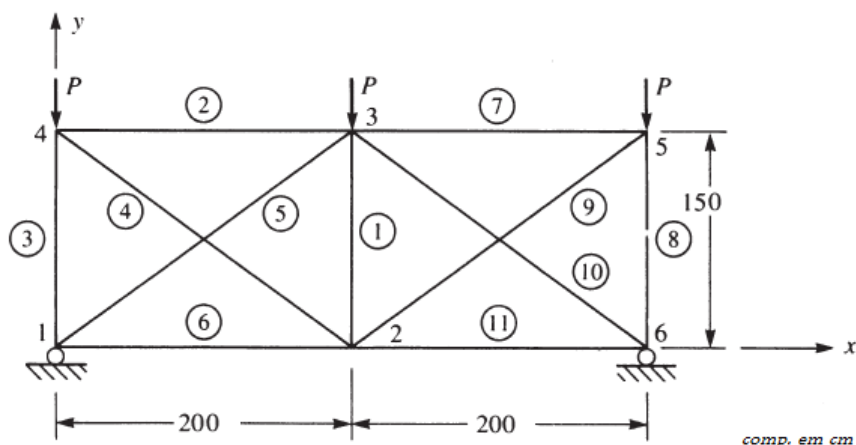


Fig. 3: Modelo do TP (comprimentos em cm).

Um conjunto de simplificações é aqui imposto, a saber:

1. As *condições de contorno* (deslocamentos prescritos/restrições e forças) são *totalmente arbitrárias* e não guardam relação unívoca com o projeto em que o modelo reduzido foi inspirado (ainda que tenham relativa coerência).
2. Considere *constantes* para todas as barras do modelo reduzido as *propriedades geométricas* da seção e *propriedades materiais* necessárias.
3. Para o modelo numérico do SAP2000, inicialmente considere unitários os parâmetros de entrada de forças, propriedades geométricas de seção e propriedades materiais. Em seguida, utilize os seguintes parâmetros: Banzo Superior – 48.3 x 3.7; Banzo Inferior – 48.3 x 3.7; Diagonais – 33.4 x 3.4 (diâm. externo x espessura – em mm); Aço VMB 350 ($E \approx 200 \text{ GPa}$); $P = 10 \text{ kN}$; desconsidere peso próprio.

2 Para aqueles com mais recurso computacional e vontade!

Para os estudantes que reúnam condições para um desafio maior, proponho a reprodução do estudo numérico realizado em Samarra (2007). Nos capítulos 3 e 4, o autor apresenta uma explicação do sistema estrutural proposto, em conjunto com a descrição do modelo computacional desenvolvido. Nesses capítulos, tem-se a indicação do projeto geométrico, a apresentação dos materiais, dos perfis utilizados, dos carregamentos e especificação de demais hipóteses aplicadas na análise.

Este é um exercício extra e, por isso, não é obrigatório! Contudo, será avaliado com pontuação complementar para aqueles que fizerem total ou parcialmente algo semelhante ao realizado na referência indicada. Por ser relacionado a um problema real (com uma escala maior), de fato, possuirá mais dificultadores. Em contrapartida, auxiliará aquele que estiver disposto à reflexão e ao estudo a melhorar suas habilidades com o software indicado. Os exercícios da LE-SAP pavimentam um caminho para que consigam processar este modelo mais complexo (acreditem: do ponto de vista de entrada de dados para o modelo numérico, os comandos básicos foram vistos; a dificuldade maior aqui está na construção da geometria e arremate de pequenos detalhes, que aparecerão ao longo da análise).

Por simplificação, sugiro que desconsiderem a inclinação da cobertura e hipóteses mais detalhadas de ancoragem na interação entre pilares e vigas, usem uma seção constante (média) para todos os elementos tubulares, se valham de simetria e não se preocupem com dimensionamento, nem com cálculo de ligações. Dou-me por satisfeito com a execução da análise estrutural (onde mora a nossa disciplina). Caso sintam-se com energia suficiente para explorar mais quesitos, sigam em frente!

Não irei corrigir ou me ater à simulação completa do modelo original (infelizmente não temos tempo). Proponho a atividade como ferramenta didática apenas.

Referências

LOGAN, D. L. A First Course in the Finite Element Method. 4 ed. Canadá: Thomson, 2007.

SAMARRA, F. A. Estudo Numérico-Experimental de Treliças Tubulares Planas para Coberturas Padronizadas para Grandes Vãos. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2007.