



xi ebramem

XI ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA LONDRINA – JULHO 2008

A TÉCNICA DE SUBESTRUTURAÇÃO PARA AVALIAR O EFEITO DE ENTALHES EM LIGAÇÕES DE ESTRUTURAS DE MADEIRA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

Paulo Afonso Azevedo Dorça (paulodorca@yahoo.com.br), **Francisco Antonio Romero Gesualdo** (gesualdo@ufu.br), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: Mesmo com os poderosos recursos computacionais disponíveis no mercado, ainda pode ser difícil analisar estruturas pelo método dos elementos finitos, quando o modelo detalhado resulta em significativo número de nós e elementos. Isto dificulta a manipulação dos dados, em termos de tempo de processamento e espaço para armazenamento. Com a técnica da subestruturação é possível reduzir o tempo e a memória usados para a resolução de uma estrutura quando comparada com a sua resolução de forma direta. Assim, este trabalho tem o objetivo de divulgar a técnica e também apresentar resultados importantes relativos ao efeito de ligações por dentes no encontro dos banzos em tesouras do tipo duas águas. A técnica mencionada foi usada no programa computacional ANSYS®, para o qual é mostrado o procedimento de entrada e saída de dados, bem como as respostas produzidas por sistema global de tesouras duas águas feita de madeira.

Palavras chave: subestruturas, estruturas de madeira, tesouras, ligações por dente.

THE SUBSTRUCTURING TECHNIQUE TO EVALUATE THE ENGRAVING CONNECTIONS EFFECT IN WOODEN STRUCTURES BY FINITE ELEMENTS METHOD

ABSTRACT: Even the powerful of the computational resources available in the market, it is still difficult to solve great systems using finite elements method. It is because the detailed model demands a significant number of nodes and elements, what becomes difficult the data manipulation, in terms of processing time and storage space. The substructure analysis reduces computer time and memory used for solving the structure when compared with its resolution of direct form. Thus, this work aim is to disseminate the substructure technique and also to introduce results about the effect of engraving connections between top and bottom chords. The technique has been used in the ANSYS® computer program, which is shown the procedure for input and output data, as well as the answers resulted by the global system of wooden trussed rafter.

Key words: substructure, wooden structure, trussed rafter, engraving connections.

1. INTRODUÇÃO

O uso das subestruturas é uma das mais vantajosas técnicas que podem ser aplicadas em estruturas complexas, grandes e ou com muitos graus de liberdade (PRZEMIENIECKI, 1968; RUBINSTEIN, 1966; ANSYS, 2005).

Ela consiste na divisão da estrutura global de modo a formar vários segmentos, subestruturas, que podem ser analisadas como se fossem únicas e independentes.

A análise da subestrutura usa a técnica da redução da matriz de rigidez da estrutura global em um grupo de matrizes menores. Com essa redução o número de equações é reduzido consideravelmente quando comparado com a solução direta da estrutura.

O uso da subestrutura em programas computacionais permite a redução do tempo da solução da estrutura e permite também a análise de estruturas de grande porte que não poderiam ser processadas em máquinas cujos recursos são limitados devido à exigência de grande capacidade de memória e armazenamento de dados no computador.

Apesar dos poderosos recursos computacionais hoje disponíveis no mercado, o uso da técnica se justifica, pois ainda é difícil resolver grandes sistemas usando o método dos elementos finitos. Isto porque o modelo detalhado exige um significativo número de nós e elementos, o que dificulta a manipulação dos dados, em termos de tempo de processamento e espaço para armazenamento.

Computacionalmente, a redução da ordem da matriz de rigidez representa redução exponencial do tempo de processamento e armazenamento de informações. Portanto, a idéia do uso da técnica das subestruturas leva ao acoplamento de diversas matrizes menores relativas à região das ligações para compor o todo. Desta forma, o processo se torna mais rápido e mais abrangente, permitindo o mapeamento completo das tensões em todos os pontos de estruturas de grande porte.

Em estruturas com partes geométricas repetidas e estruturas que excedem a quantidade limite de nós imposta por programas computacionais são exemplos típicos em que a aplicação da subestrutura traz grandes vantagens.

2. ANÁLISE DE LIGAÇÕES

Uma situação muito comum é a necessidade de se avaliar ligações isoladamente, mesmo que esta faça parte de uma estrutura completa. Seja na análise numérica ou experimental, a pergunta é *quais as condições de contorno a serem impostas nas extremidades das barras da ligação isolada?* Trabalhos em diferentes áreas enfrentam o mesmo problema como pode ser visto em LIU et al. (1998), LEE et al. (1995), CAIXETA et al. (2002), dentre outros. Existem sugestões, mas estas não são convincentes.

Do ponto de vista numérico a técnica da subestruturação permite avaliar a estrutura como um todo, dando um enfoque a uma ligação específica, sem introduzir nenhuma simplificação. Desta forma, uma ligação isolada será analisada com as condições reais, como parte da estrutura. Suas extremidades irão se deslocar de forma real e, portanto, as respostas serão