

Efeitos dinâmicos do Vento em Edifícios Altos

Byl Farney Rodrigues da CUNHA JR¹; Frederico Martins Alves da SILVA²;

³Zenón José Guzmán Nuñez DEL PRADO

^{1,2,3}Escola de Engenharia Civil – UFG

¹farneyjr@hotmail.com, ²silvafma@eec.ufg.br, ³zenon@eec.ufg.br

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios do engenheiro estrutural é a busca pela representação precisa das estruturas com a utilização de modelos matemáticos para análise e dimensionamento.

Associados ao indiscutível avanço computacional iniciado no século XX pode-se mencionar o avanço na tecnologia dos materiais utilizados na engenharia, o que garante resistências cada vez mais elevadas e o avanço do conhecimento na área de mecânica das estruturas que vem possibilitando a crescente utilização dos métodos numéricos de análise via computador. Este conjunto de avanços proporciona maior liberdade e confiança ao engenheiro para projetar estruturas mais arrojadas com vãos cada vez maiores e elementos estruturais cada vez mais esbeltos.

Estas estruturas esbeltas de edifícios altos são mais suscetíveis ao efeito do vento por serem fracamente amortecidas diferentemente das estruturas projetadas no passado. Uma análise dinâmica, portanto, se torna cada vez mais necessária para a correta avaliação do comportamento da estrutura viabilizando projetos seguros e econômicos.

Os modelos simplificados presentes nas normas de vento não envolvem no cálculo: o efeito de rajadas isoladas ou sucessivas; a interferência das edificações situadas na vizinhança da edificação no estudo da distribuição das pressões de vento sobre esta; e, a contribuição dos modos de vibração mais altos.

O objetivo principal é realizar uma análise dinâmica de um edifício alto da cidade de Goiânia pelo Método dos Elementos Finitos utilizando o programa ANSYS 6.0 e comparar os valores das freqüências naturais e variação dos deslocamentos no tempo com os obtidos pelo modelo discreto da norma NBR6123.

Vale ressaltar que a presente pesquisa está em andamento e, pela análise dos resultados pretende-se perceber em que medida o modelo simplificado da norma é capaz de representar adequadamente o comportamento de um pórtico tridimensional. Até o momento um pórtico plano foi analisado por um modelo *shear building* e pelo Método dos Elementos Finitos e suas freqüências naturais bem como a resposta no tempo foram comparadas.

2 METODOLOGIA

Neste trabalho foi analisado um pórtico plano representado na figura 1 utilizando dois modelos distintos: pórtico tipo *shear building* (PAZ 1985) e Método dos Elementos Finitos. O primeiro modelo apresenta como características principais a concentração das massas dos pilares, vigas e lajes referentes a cada pavimento concentradas em cada nível do pavimento e a desconsideração dos graus de liberdade rotacionais e da deformação axial dos pilares.

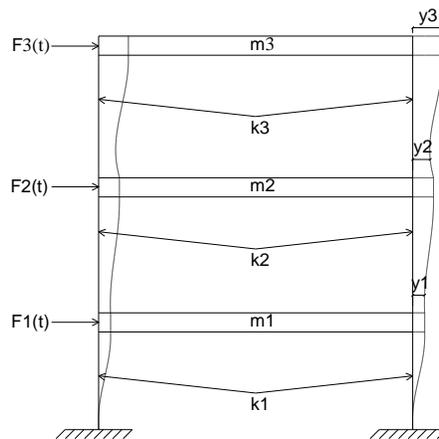


Figura 1 – Modelo de análise tipo *shear building*

Para este modelo de análise desenvolveu-se um código computacional utilizando o programa de álgebra simbólica MAPLE 12 com objetivo de determinar as frequências naturais e modos de vibração do pórtico bem como sua resposta no tempo quando submetido a um carregamento dinâmico.

O mesmo pórtico plano foi analisado com o uso do Método dos Elementos Finitos no programa ANSYS 6.1 possibilitando a consideração da real flexibilidade de todas as suas peças componentes da estrutura. Este método consiste basicamente na divisão das peças estruturais em elementos menores que são analisados individualmente e suas respostas contribuem para a resposta global da estrutura.

O elemento finito escolhido para análise foi o BEAM3, representado que é um elemento de pórtico com três graus de liberdade por nó, sendo duas translações e uma rotação, utilizado na resolução de problemas bidimensionais.

3 RESULTADOS

Para realizar um estudo comparativo entre os modelos, um pórtico plano de dois pavimentos e um vão foi inicialmente analisado utilizando o modelo *shear building*. O pórtico é constituído por pilares retangulares com dimensões 20 cm x 40 cm e lajes com espessura de 10 cm constituídos em concreto com módulo de elasticidade $E = 2,6 \times 10^9 \text{ kgf/m}^2$ e densidade igual a 2500 kgf/m^3 .

| | Pórtico <i>shear building</i> | Método dos Elementos Finitos |
|------------|-------------------------------|------------------------------|
| f_1 (Hz) | 1,001 | 0,980 |
| f_2 (Hz) | 3,957 | 3,885 |

Tabela 1 – Frequências naturais da estrutura

Na tabela 1 são apresentados os resultados das freqüências naturais calculadas utilizando o modelo *shear building* e utilizando o Método dos Elementos Finitos.

Para a obtenção da variação dos deslocamentos no tempo, os dois modelos foram submetidos a uma vibração forçada amortecida com um carregamento de vento escolhido de $1000\cos(50t)$ aplicado em cada pavimento, e taxa de amortecimento crítico igual a 1%. Na figura 2 estão apresentadas as variações dos deslocamentos com o tempo dos dois modelos.

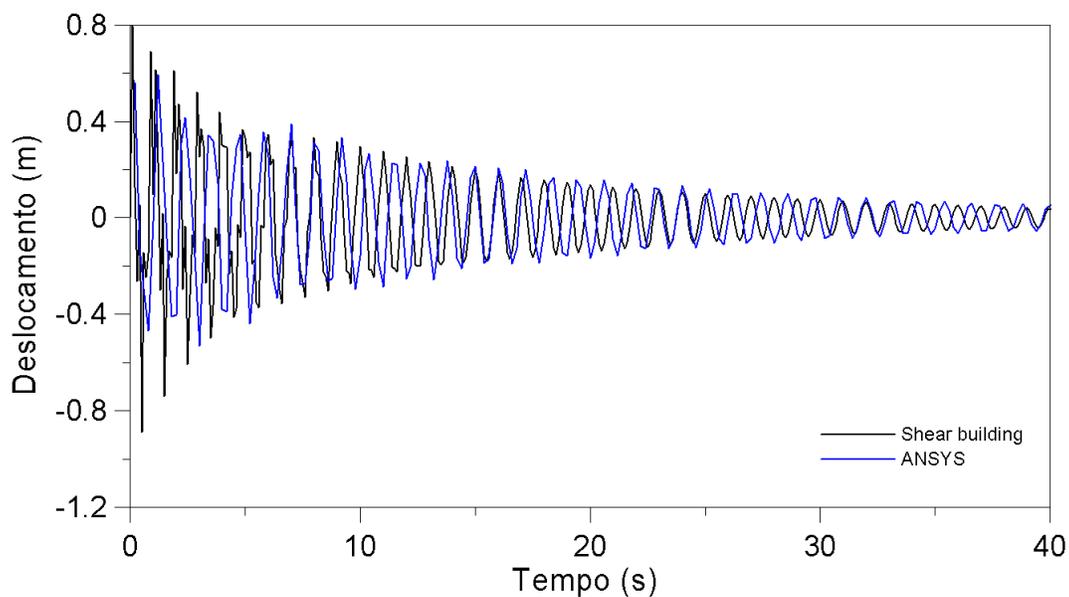


Figura 2 – Variação dos deslocamentos nos modelos de análise

4 CONCLUSÕES

Comparando as freqüências naturais da estrutura determinadas para os dois modelos de análise, nota-se uma pequena diferença, cerca de 2% maior quando o pórtico foi analisado pelo modelo *shear building*.

Avaliando as respostas no tempo dos dois modelos pode-se notar que as variações dos deslocamentos são praticamente idênticas. As pequenas discrepâncias são devidas à uma maior flexibilidade do modelo analisado pelo Método dos Elementos Finitos.

Conclui-se, portanto, que para estruturas simples as hipóteses simplificadoras presentes na formulação do modelo tipo *shear building* não exercem grande influência na resposta e no comportamento global da estrutura quando esta é excitada por um carregamento dinâmico, podendo representar satisfatoriamente o comportamento real da estrutura.

Na seqüência desta pesquisa o carregamento de vento será gerado pelo procedimento do modelo discreto da norma e também por um método probabilístico denominado Método do Vento Sintético que torna possível a consideração da natureza aleatória do vento. Estes carregamentos serão aplicados a um pórtico tridimensional de um edifício real da cidade de Goiânia e as respostas da estrutura serão comparadas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações.** Rio de Janeiro, 1988.

ANSYS, **Release 6.1.** U.S.A.: SAS IP, Inc., 2002, Windows XP.

LAZANHA, E. C. **Análise dinâmica elasto-plástica de estruturas metálicas sob excitação aleatória do vento.** 2003. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PAZ, M. **Structural Dynamics: Theory and Computation.** 2. ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1985. 561 p.