



ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE UMA TENSOESTRUTURA

Eduardo Henrique Guimarães, Sonia A. G. de Oliveira

Com o crescimento do setor de telecomunicação, a demanda por estruturas que sirvam como antenas e como suporte para essas, exigiu que as torres fossem mais altas e confiáveis. A maioria dessas torres altas estaiadas são flexíveis e aerodinamicamente sensíveis ao vento natural. Existem relatos de falhas de torres estaiadas devido a problemas no projeto, na construção ou na manutenção, onde estas ocorreram devido a negligência dos efeitos dinâmicos (Sparling, 1995).

Torres estaiadas constituem um sistema estrutural não linear no qual o mastro, é constituído de uma única coluna ou múltiplos membros, sendo suportado elasticamente através de vários pontos ao longo de sua altura por cabos (estais) inclinados e pretensionados com suas extremidades ancoradas no solo. Como resultado da esbeltez e flexibilidade global do sistema, estas estruturas exibem um alto grau de não linearidade e sensibilidade dinâmica a excitações de vento turbulento (Kewaisy, 2001).

A concepção estrutural de torres estaiadas exige um conhecimento cada vez maior das variáveis de projeto e da influência de cada uma dessas no comportamento global. Com o avanço dos métodos numéricos surge a possibilidade de realizar simulações mais realísticas do sistema em serviço e por consequência, determinar quais são as principais variáveis que influenciam o comportamento dessas estruturas.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a sensibilidade de torres estaiadas quanto a influencia de quatro importantes parâmetros de projeto, sendo eles: pré-tensão e ângulo de inclinação dos estais, largura da base e altura dos sub-módulos. Para tal foi utilizado o método dos elementos finitos conjuntamente com a técnica de Taguchi para determinar a influência de cada um dos parâmetros de projeto na resposta da estrutura em termos dos valores máximos de tensões de Von Mises.

A tabela 1 apresenta os parâmetros de projeto e os seus respectivos níveis a serem utilizados nas simulações utilizando o método dos elementos finitos. O planejamento experimental utilizando a técnica de Taguchi deu origem a oito simulações.

Tabela 1. Parâmetros de Projeto e seus Respectivos Níveis

Parâmetro de Projeto	Níveis	
	1	2
Pré-Tensão (%)	8	15
Ângulo de Inclinação dos Estais (°)	20	30
Largura da Base (m)	0.70	1.00
Altura dos Sub-Módulos (m)	0.70	1.00

Para realização destas análises foi utilizado uma torre estaiada padrão com 30 módulos, sendo cada módulo composto por 10 sub-módulos, sendo o mastro treliçado, de seção transversal quadrada, base piramidal e constituído de dois dispositivos anti-torção.

Com relação a discretização do modelo estrutural foram utilizados elementos finitos do tipo BEAM 188 (Ansys) para o mastro e LINK 10 (Ansys) para os estais, e como condições de carregamento utilizou-se o vento atuando a 45° (NBR 6123/1988), pré-tensão nos estais e o peso próprio da estrutura.

Os resultados mostram uma variação significativa na distribuição e na intensidade das tensões de Von Mises máximas. A figura 1 mostra os resultados obtidos com as duas primeiras simulações (Tab. 2).

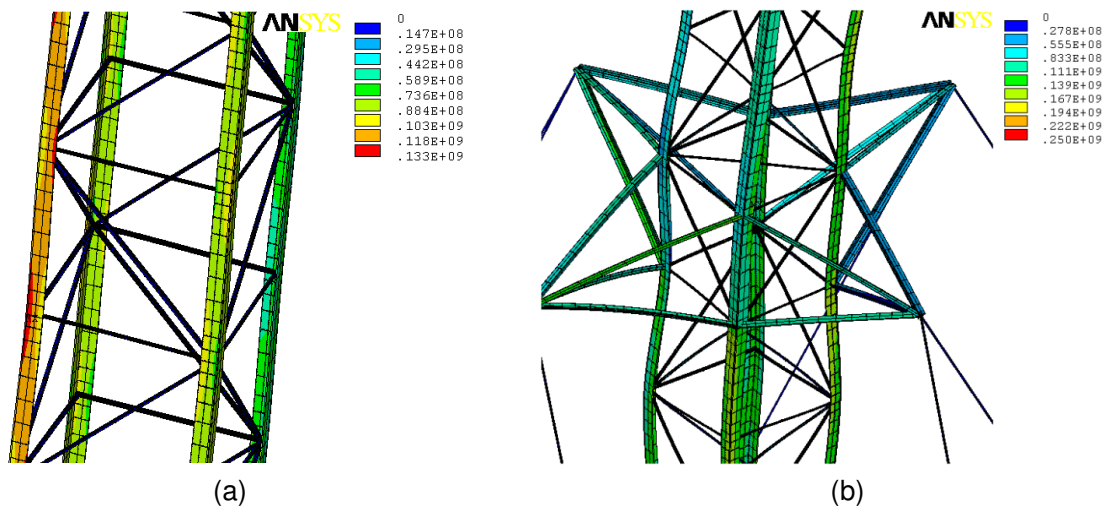


Figura 1. Tensões de Von Mises [Pa]. a) Simulação 1 e b) Simulação 2.

Tabela 2. Parte do arranjo ortogonal de Taguchi (L8)

Numero do Experimento	Parâmetros de Projeto			
	Pré-Tensão	Inclinação dos Estais	Largura Base	Altura Sub-Modulos
1	1	1	1	1
2	1	1	1	2

Os valores dos parâmetros de projeto e da contribuição destes na resposta de torres estaiadas são apresentados na Tab. 3.

Tabela 3. Contribuição dos parâmetros de projeto no valor da tensão de Von Mises máxima.

Parametros de Projeto	C [%]
Pré-tensão	62.56
Inclinação Estais	9.44
Largura Base	21.33
Altura Sub-Módulo	6.68

Conforme mostrado na Tab. 3 a pré-tensão nos estais foi a variável de projeto que teve maior influência na resposta do sistema estrutural (tensão de Von Mises). Portanto, a utilização do método dos elementos finitos conjuntamente com a técnica de planejamento experimental de Taguchi mostrou-se uma ferramenta eficaz e rápida para análise de sensibilidade de torres estaiadas.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 6123: Forças Devidas ao Vento em Edificações. Rio de Janeiro, 1988. 66p.
- KEWAISY, T. H. **Nonlinear Dynamic Interaction Between Cables and Mast of Guyed-Tower Systems Subjected to Wind-Induced Forces**. 2001, Ph. D. Dissertation, Texas Tech University, USA.
- SPARLING, B. **The Dynamic Behavior of Guys and Guyed Masts in Turbulent Winds**. 1995, Ph. D. Dissertation, University of Western Ontario, Canadian.