

6 Conclusões

Foi analisada nesta dissertação a estabilidade estática e dinâmica de um modelo simplificado de torre estaiada. Atenção especial foi dada à modelagem dos estais. Foram usados três modelos de mola e um modelo de cabos, em concordância com os modelos mais empregados na literatura.

A análise estática mostrou que torres estaiadas podem exibir tanto bifurcação simétrica estável como bifurcação simétrica instável, em alguns casos levando a uma grande sensibilidade a imperfeições. A existência de bifurcações instáveis torna necessário um estudo paramétrico para determinar a influência dos parâmetros físicos e geométricos da torre na carga crítica e na curvatura inicial do caminho pós-crítico.

Com base na análise estática, verifica-se também que o colapso de um estai pode levar a configurações altamente instáveis e a grandes deslocamentos. Também, o colapso de um estai pode levar a saltos dinâmicos, em virtude da mudança brusca da configuração de equilíbrio, o que pode provocar danos a estrutura.

Cabe ressaltar que a curvatura inicial do caminho pós-crítico, como mostra a teoria assintótica da estabilidade elástica, é uma boa medida da sensibilidade a imperfeições iniciais e, em consequência, uma informação importante sobre o comportamento das estruturas reais, sempre imperfeitas. Quando o caminho pós-crítico apresenta elevada curvatura inicial, a imperfeição só causa grandes deslocamentos para cargas superiores à crítica. Quando o caminho apresenta pequena curvatura inicial, como se observou no modelo de cabos e em alguns modelos de mola, a estrutura passa a exibir grandes deslocamentos quando a carga se aproxima do valor crítico. Quando a curvatura inicial é negativa (sistema instável), como em várias situações aqui analisadas, a estrutura pode apresentar uma capacidade de carga bem inferior ao valor crítico.

No que se refere à análise da estabilidade dinâmica, observou-se que os parâmetros físicos e geométricos influenciam a frequência natural de uma forma similar a aquela observada na análise da carga crítica. Da análise das vibrações livres e forçadas, observa-se que o sistema apresenta um comportamento eminentemente não linear. Assim, o sistema poderá exibir vários fenômenos

típicos de sistemas não-lineares como escape de um vale potencial (perda de estabilidade por salto), bifurcações e até mesmo caos, dependendo dos parâmetros adotados, parâmetros estes que devem ser evitados em projeto.

Também por ser um primeiro trabalho dentro desta linha de pesquisa, a discussão não pode ser muito aprofundada, porém acredita-se que os objetivos tenham sido alcançados.

6.1. Sugestões para continuidade desta pesquisa

Verifica-se nesta tese que existe uma série de fatores que influenciam bastante a estabilidade do sistema. Entretanto, o modelo aqui proposto deve ser necessariamente melhorado para que se possa chegar, como desejado, a recomendações que tornem a estrutura mais econômica e segura. Para continuar este trabalho de pesquisa, verifica-se que as principais necessidades apontadas durante este trabalho são melhorar a modelagem da torre e considerar os diversos carregamentos existentes na prática, em particular o efeito de vento. Algumas sugestões para futuros trabalhos são apresentadas a seguir:

1. Considerar um modelo flexível de viga coluna e que leve em conta a real geometria da torre, que é reticulada na maioria dos casos ou de seção tubular.
2. Considerar na modelagem da torre a não-linearidade geométrica e a possível plastificação de elementos na presença de cargas elevadas.
3. Considerar no modelo de cabos as deformações dos mesmos, pois o modelo inextensível leva a cargas bem superiores às reais quando se têm grandes oscilações.
4. Consideração das forças devidas aos ventos, que, juntamente com as cargas estáticas, são as principais forças que agem neste tipo de sistema estrutural.
5. Modelagem do problema real em três dimensões. As conclusões advindas do modelo plano permanecem verdadeiras, porém poderia ser simulado um real comportamento da torre sob a ação do vento, considerando este com amplitude e direção aleatórias.
6. Estudo detalhado do comportamento dinâmico não linear, incluindo a influência do colapso de um dado estai nas vibrações da estrutura.