

1 Introdução

O tornado é um dos mais espetaculares, severos e destrutivos fenômenos da natureza. Apesar de sua ocorrência ser mais comum em regiões de clima temperado do Hemisfério Norte, especialmente nos Estados Unidos e Canadá, tem sido observado com mais frequência em outras regiões do globo, incluindo-se o continente sul-americano. Em território nacional, o fenômeno vem sendo registrado sistematicamente nas regiões Sul e Sudeste, incluindo tornados de intensidade considerável, classificados como F3 na escala de Fujita (1970). Ao longo dos últimos anos, constrói-se, como nunca antes, a idéia de que os tornados constituem uma realidade brasileira. Preocupação especial deve ser destinada a estruturas cujos eventuais danos gerariam conseqüências graves ao ambiente e à vida humana, como, por exemplo, instalações industriais de geração e transmissão de energia.

Os primeiros estudos sobre o fenômeno datam de 1884 (Dutta et al, 2002). No início, os trabalhos davam maior ênfase aos aspectos meteorológicos. Hoecker (1960) apresenta proposta de modelo de campo de vento através de observações de campo. Kuo (1971) sugere modelo teórico do vórtice do tornado, onde as componentes de velocidade são obtidas a partir da distância radial do centro e da altura sobre o solo. A análise dos efeitos mecânicos causados pelos mesmos sobre sistemas estruturais inicia-se em meados da década de 60. Poucos estudos têm sido reportados, devido principalmente ao limitado conhecimento existente sobre os perfis de campo de vento e de pressão no tornado. Wen (1975) adapta o modelo de Kuo (1971) e apresenta a análise dinâmica de um edifício alto em estrutura de aço, incluindo efeitos convectivos. O autor conclui que tal efeito é bastante relevante, principalmente na direção radial. Eberline et al (1991) reportam a resposta estrutural não-linear de um sistema condutor de carvão, mostrando grande sensibilidade da estrutura à velocidade de translação do tornado incidente. Respostas estruturais de torres de transmissão de energia elétrica são mostradas por Savory et al (2001). Os autores apontam a direção tangencial, perpendicular à

trajetória do centro do tornado, como crítica. Dutta et al (2002) mostram que o efeito combinado do carregamento lateral de vento com a componente vertical é mais danoso do que o primeiro tomado isoladamente. Não se tem conhecimento de estudo brasileiro algum com vistas à avaliação de efeitos mecânicos de tornados sobre sistemas estruturais.

Objetiva-se estudar respostas estáticas, cinemáticas e dinâmicas, e avaliar momentos e esforços cortantes globais de pórticos tridimensionais quando incididos por um tornado, considerando a pressão direta de vento. Para isso, utiliza-se o modelo proposto por Wen (1975) a partir dos trabalhos de Kuo (1971) e três modelos estruturais, com alturas de 20, 60 e 100 m. No capítulo 2, apresenta-se a revisão bibliográfica, onde se discorre sobre o estado da arte. Descreve-se o fenômeno sob o ponto de vista meteorológico e comenta-se sobre as metodologias existentes para avaliação de efeitos mecânicos. O modelo de campo de vento de Kuo/Wen utilizado é detalhado no capítulo 3. No capítulo 4, os cenários adotados para o tornado e os modelos estruturais são apresentados e justificados.

Analisa-se os resultados obtidos através de simulações numéricas no capítulo 5. Conclusões importantes sobre o comportamento dinâmico são inferidas. Análise comparativa entre os efeitos de inércia e arrasto é apresentada, além da proposta de espectro de resposta cinemática, ferramenta interessante por condensar o efeito de parâmetros marcantes dos modelos do tornado e da estrutura. Os esforços globais são comparados aos previstos pela norma brasileira, NBR 6123, para o máximo vento. A consideração da estrutura como ponto material perante o tornado, simplificação geralmente adotada na literatura, é avaliada, sob o prisma dos efeitos mecânicos globais. As conclusões e recomendações encontram-se no capítulo 6.