

5 Considerações Finais

5.1. Conclusões

Este trabalho teve por objetivo a análise estática e dinâmica de placas planas retangulares e a proposição de um método de controle de vibrações nessas estruturas através da aplicação de forças de compressão. Para as análises estática e dinâmica foi utilizado o reconhecido método de Lévy para encontrar as soluções para as condições de contorno mais simples, ou seja, placas simplesmente apoiadas nos quatro lados ou em dois lados opostos. Para os demais tipos de apoio foi proposta uma modificação do método de Galerkin, o método de Galerkin Iterativo, que se mostrou bastante eficiente, permitindo a obtenção de soluções analíticas através de um método numérico. Este método foi utilizado nas análises seguintes que consistiram na verificação da influência do carregamento axial nas placas sobre as frequências naturais e modos de vibração.

Todos os resultados foram obtidos a partir de rotinas geradas no programa MAPLE© e, no caso das análises dinâmicas, foi também utilizada uma rotina programada na linguagem C para resolução de um sistema de equações ordinárias através do método de Runge-Kutta. Estes resultados coincidiram com os encontrados na literatura, confirmando a qualidade dos algoritmos utilizados.

Para placas simplesmente apoiadas ou com pelo menos dois lados opostos com esta condição de apoio o método de Lévy é o mais indicado, permitindo se obter a solução analítica para todos os casos. Para as demais condições de contorno foi utilizado o método de Galerkin Iterativo, que, para o caso estático, permite atingir a solução com apenas uma iteração, utilizando como função inicial a função obtida após quatro iterações preliminares do método.

Na análise dinâmica das placas foram calculadas as frequências naturais e modos de vibração para as diversas condições de contorno. O método de Galerkin Iterativo teve sua maior utilidade na determinação dos modos de vibração, permitindo a obtenção de uma família de autofunções ortogonais,

facilitando a resolução do problema dinâmico. Todos os valores obtidos para as frequências naturais coincidem com resultados encontrados na literatura usando-se outras metodologias de análise.

Para se analisar o comportamento dinâmico das placas sob vibração livre e forçada foram utilizados os modos ortogonais obtidos pelo método de Galerkin Iterativo e encontradas as equações de movimento para a placa. A ortogonalidade dos modos permitiu obter um sistema de equações diferenciais ordinárias desacopladas. Estes sistemas foram resolvidos analiticamente ou através do método de Runge-Kutta, determinando-se assim os deslocamentos, velocidades e acelerações máximas para cada caso.

A partir das ferramentas desenvolvidas anteriormente, foi possível determinar a influência do carregamento axial sobre a vibração da placa. Verificou-se que, com o aumento do carregamento de compressão, o quadrado da frequência natural decresce de forma linear até atingir um valor nulo quando o carregamento se iguala à carga crítica da estrutura. Esta redução da frequência associada a um carregamento axial permitiu avaliar o comportamento de uma placa com várias condições de carregamento. Os resultados mostram uma redução significativa nos deslocamentos, velocidades e acelerações proporcional ao aumento da carga axial.

Para a consideração de um carregamento axial excêntrico foi realizada uma análise não-linear utilizando a equação de compatibilidade e a equação de equilíbrio de placas. A fim de facilitar os cálculos algébricos, as variáveis foram normalizadas. Verificou-se que a frequência cresce significativamente com o aumento da excentricidade e, em menor grau, com o aumento da carga. Este fato se mostra favorável a execução do controle de vibrações utilizando este método, pois o aumento da excentricidade possui uma viabilidade maior do que o acréscimo da carga.

Finalmente, pode-se concluir que ambos os métodos de carregamento estudados ajudam na redução das amplitudes de vibração através da alteração das frequências naturais da placa, devendo-se apenas fazer um estudo mais detalhado de cada caso para decidir quanto ao método empregado.

5.2. Sugestões

Sugere-se o prosseguimento dos estudos nesta área de pesquisa, enfocando, dentre outros, os seguintes tópicos:

- Estudo de lajes protendidas, com destaque para a análise da influência da protensão interna parabólica nas propriedades de vibração;
- Estudo experimental dos métodos aqui propostos para testar sua eficácia na prática.