

## 5 Considerações finais

### 5.1 Conclusões

Neste trabalho desenvolveu-se um tratamento numérico para problemas estáticos, de vibrações e de flambagem estática e dinâmica de placas circulares e anulares finas e espessas. As funções utilizadas para aproximação através do método de Rayleigh-Ritz têm como característica especial a combinação de funções polinomiais básicas, do tipo nodal, que se encarregam de atender às condições de contorno na direção radial, com funções adicionais que são usadas para enriquecer o campo de deslocamentos (polinômios radiais e funções trigonométricas circunferenciais) de forma simples sem afetar as condições de contorno. Foram considerados termos de energia de placas finas (teoria de Kirchhoff) e placas espessas (teoria de Reissner-Mindlin) e feitas diversas comparações com a literatura, além de serem produzidos novos resultados de interesse.

Os resultados para a análise de esforços e deslocamentos mostraram que o procedimento aqui implementado é bastante eficiente em prover uma descrição de esforços e deslocamentos de forma rápida e simples, com boa concordância com os resultados analíticos, quando disponíveis para comparação.

No caso de vibrações livres da placa circular foi também possível validar o procedimento aqui desenvolvido e mostrado sua conveniência de aplicação. Os resultados aqui apresentados mostram o efeito do aumento da relação espessura/raio nas frequências, em associação com a inclusão de deformações de cisalhamento e inércia rotacional no modelo.

A análise de flambagem estática, sob carga radial constante, da placa espessa e fina com diferentes condições de contorno para placas circulares e para placas circulares anulares, mostrou resultados muito aproximados aos valores de referência, no caso de placas finas.

O problema de flambagem dinâmica (flutter ou drapejamento) sob ação de carga radial constante ao longo da borda externa e mantendo-se tangente à superfície média durante a flambagem foi abordado com alguns resultados interessantes e aparentemente inéditos. Em particular, foi apresentada a variação da relação entre a carga crítica estática (para carga de direção constante) e a carga crítica dinâmica (para carga seguidora), em função da relação espessura/raio. Isto é explicado pela coalescência de dois modos de vibração no caso dinâmico, diferentemente afetados pela deformação de cisalhamento e pela inércia rotatória.

## 5.2

### **Sugestões para trabalhos futuros**

A seguir apresentam-se algumas sugestões para a continuidade desta pesquisa:

- Ampliar o estudo fazendo diferentes considerações para apoiar os bordos em diferentes porções do contorno ou na superfície interior da placa.
- Considerar a placa circular com um material compósito laminado com diferentes materiais.
- Ampliar o estudo a problemas com não linearidade geométrica e de materiais.
- Considerar o efeito de amortecimento na análise dinâmica da placa
- Estender a aplicação da análise dinâmica, para uma análise não linear de placas circulares.
- Realizar um estudo de otimização da placa circular e circular anular.

- Analisar o efeito da inércia rotacional e do cisalhamento em placas alveolares e com gradação das propriedades.
- Aplicação deste procedimento a problemas de anteprojeto e avaliação de projetos de estruturas em que placas circulares têm importante aplicação, como bases de fundação de geradores eólicos.