

## ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO AMORTECIMENTO NO FENÔMENO DE FLUTTER

**Polliana C. Oliveira Martins e Domingos A. Rade**

UFU, Universidade Federal de Uberlândia, Curso de Engenharia Mecânica  
Campus Santa Mônica - Bloco 1M - CEP 38400-902, Uberlândia - MG  
E-mail para correspondência: polli4ana@gmail.com.br

### Introdução

Dentre os vários problemas e questões oriundos da interação existente entre um fluido e uma estrutura aeronáutica, destaca-se o fenômeno aeroelástico de *flutter*, objeto desse trabalho. Este fenômeno é definido por Bisplinghoff *et al.* (1955) como uma instabilidade aerodinâmica de uma estrutura flexível imersa em um escoamento de ar, na chamada *velocidade de flutter*, em que a elasticidade da estrutura exerce um papel essencial na estabilidade.

### Objetivo

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver e implementar um procedimento numérico para determinar a velocidade de *flutter* de um sistema aerolástico de dois graus de liberdade, constituído de um aerofólio posicionado sobre uma suspensão formada por elementos elásticos e amortecedores viscosos.

### Formulação

O modelo físico adotado reproduz a seção idealizada por Theodorsen e Garrick (1942) (Fig. 1). Trata-se de um modelo aeroelástico submetido a um escoamento de ar, com dois graus de liberdade, flexão ( $y$ ) e torção ( $\theta$ ).

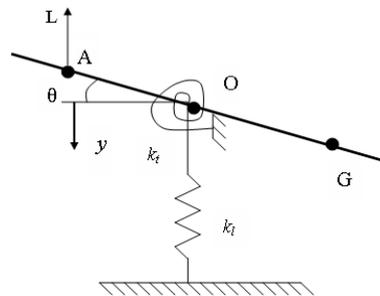


Figura 1 - Modelo aeroelástico de dois graus de liberdade

Para a modelagem matemática são utilizadas a 1ª Lei de Newton para flexão e a 2ª Lei de Newton- Euler para torção (Eq. (1) e Eq. (2), respectivamente).

$$m\ddot{y} + m\ddot{\theta}\overline{OG} + C_f\dot{y} + K_f y + L = 0 \quad (1)$$

$$I_0\ddot{\theta} + m\ddot{\theta}\overline{OG} + C_t\dot{\theta} + K_t\theta + L\overline{AO} = 0 \quad (2)$$

### Resultados obtidos

Para o conjunto de parâmetros físicos e geométricos determinados na tabela 1, a velocidade de *flutter* calculada, para o caso sem amortecimento, foi de 11,52 m/s. Quando foram considerados os mesmos parâmetros anteriores, adicionando apenas amortecimentos torcionais e lineares de 0,01 e 0,02N.s/m respectivamente, observou-se que a velocidade necessária para que o fenômeno se faça presente aumentou para o valor de 15,09 m/s como mostra a Fig.2 (b).

Tabela 1 – Parâmetros do aerofólio

Propriedade	Valor
Massa da asa	0,5 kg
Distância OG	0,06 m
Distância AO	0,015 m
Momento de Inércia $J_o$	0,015 kg.m <sup>2</sup>
Rigidez linear $k_f$	0,5 N/m
Rigidez torcional $k_t$	0,5 N.m
Massa específica do ar	1,225 kg/m <sup>3</sup>
Superfície alar	0,015 m <sup>2</sup>
$\frac{\partial C_l}{\partial \theta}$	2,8

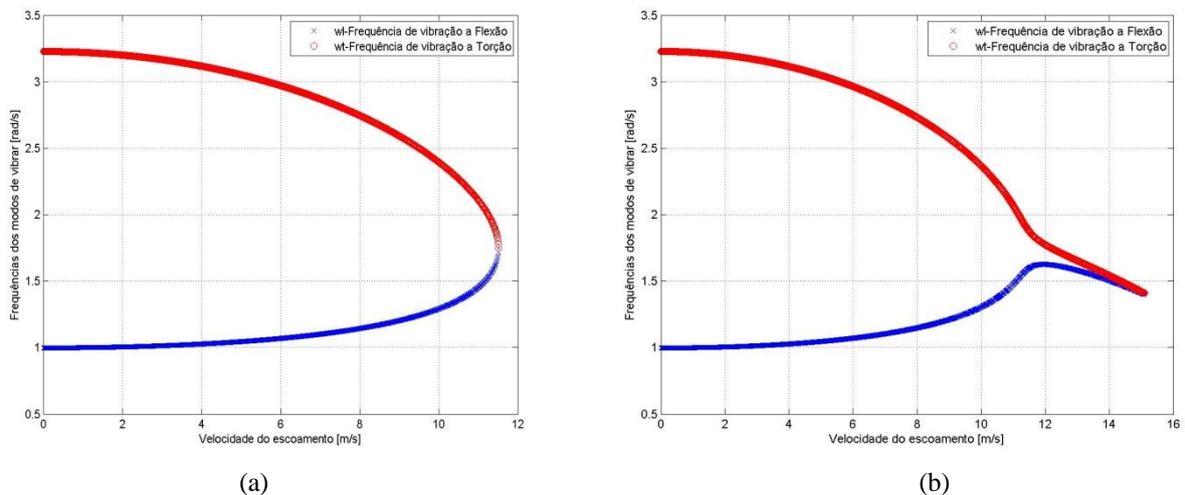


Figura 2 – Colaescimento das frequências naturais de flexão e torção evidenciando o *flutter*, para casos sem amortecimento (a) e com amortecimento (b).

Se aumentarmos o fator de amortecimento torcional para 0,1N.s/m e o linear para 0,2N.s/m a nova velocidade de *flutter* calculada é de 16,69 m/s.

### Considerações Finais

As simulações numéricas realizadas permitiram evidenciar o *flutter* e observar a influência do amortecimento em tal sistema. O próximo passo a ser seguido é a otimização dos parâmetros de um aerofólio para uma dada velocidade de *flutter*, que tornará possível o dimensionamento e conseqüentemente a construção de uma nova bancada experimental para ensaios quantitativos em túnel de vento disponível.

### Referências

- Bisplinghoff, R.L., Ashley, H. and Halfman, R. L. 1955, “*Aeroelasticity*”, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.
- Theodorsen, T.; Garrick, I.E, 1942. “*Mechanism of Flutter – a Theoretical and Experimental Investigation of the Flutter Problem*”. NACA Report 685.