

ANÁLISE DO MODELO DE SECÇÃO TÍPICA AEROELÁSTICA BIDIMENSIONAL PARA O CÁLCULO DA VELOCIDADE DE *FLUTTER*

Carneiro, L. H. T. e Dos Santos, J. M. C.

Contato: lucashtc7@gmail.com

Palavras-Chaves: Mecânica dos Sólidos - Aeroelasticidade - *Flutter*

FACULDADE DE ENGENHARIA
MECÂNICA

Agência: PIBIC/CNPq

Introdução

O cálculo da velocidade de *flutter* de uma seção típica ou de uma superfície sustentadora tridimensional pode ser feito através da análise da estabilidade dinâmica de um sistema MCK sujeito a cargas não-conservativas oriundas de interação fluido-estrutura. Estas são bem determinadas através do uso da aerodinâmica não-estacionária.

Os determinantes do flutter não podem ser resolvidos convencionalmente pois há um acoplamento entre as forças externas e o movimento do corpo. Nesse caso foi utilizado um método de solução no domínio da frequência, desenvolvido por Theodorsen e de baixo custo computacional.

Metodologia

Foram usados dois modelos dinâmicos, com dois e três graus de liberdade. O primeiro consiste em uma seção típica onde se permite rotação e translação da superfície (Fig. 1a). No segundo há também a rotação de uma superfície de controle adicional (Fig. 1b), porém é utilizado o método das faixas (Fig. 1c) para se discretizar as propriedades geométricas e inerciais ao longo da envergadura de uma asa de comprimento finito.

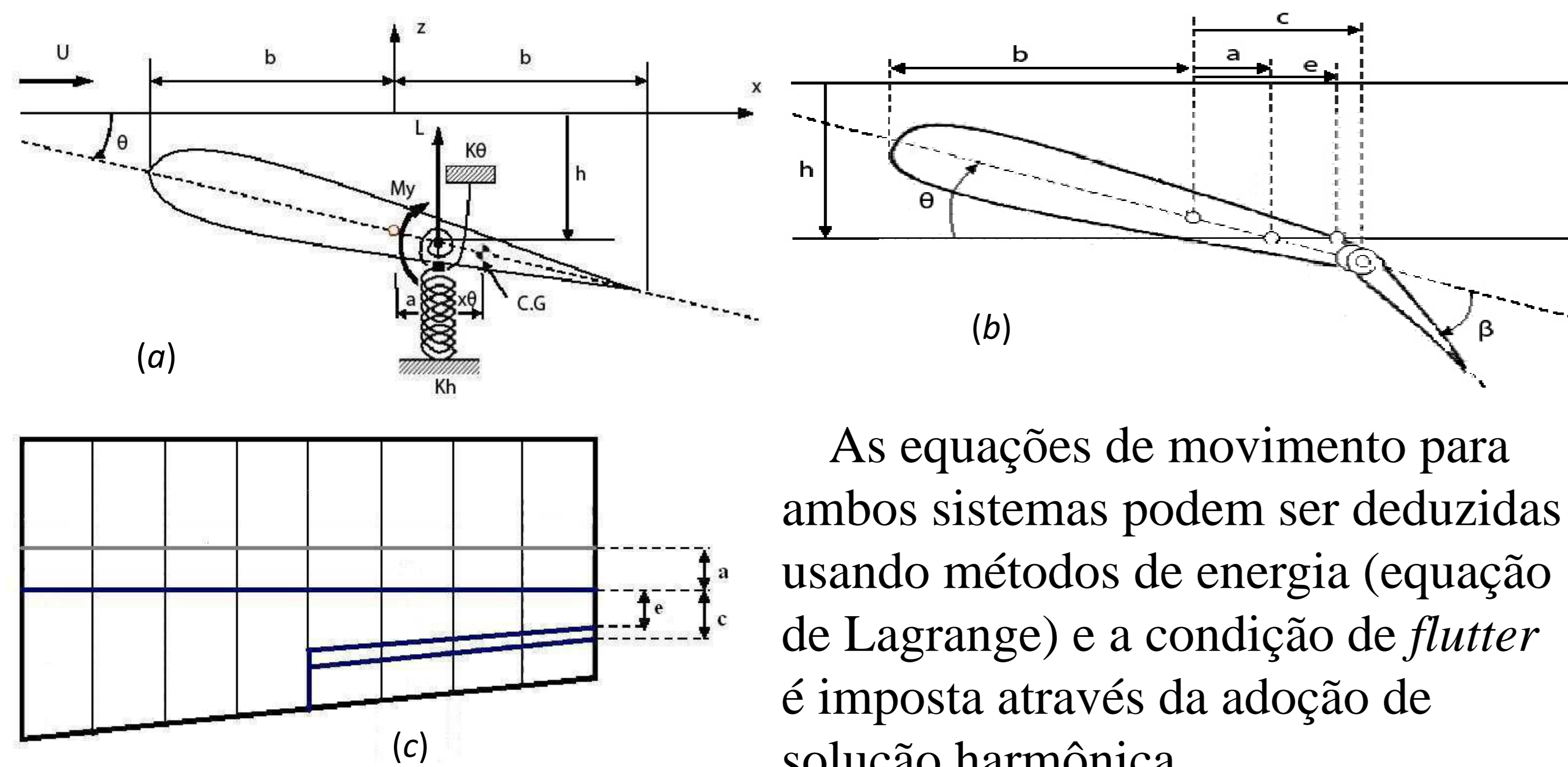


Fig. 1 – Modelagem Dinâmica

As cargas são escritas analiticamente em função de coeficientes aerodinâmicos tabulados segundo a frequência reduzida do movimento.

$$\begin{bmatrix} \left[1 - \left(\frac{\omega\theta}{\omega} \right)^2 \right] \left(\frac{\omega h}{\omega\theta} \right)^2 (1 + ic_h) \mu + L_h & \mu x_\alpha + L_\alpha - L_h g \\ \mu x_\alpha + \frac{1}{2} - L_h g & \mu r_\alpha^2 \left[1 - \left(\frac{\omega\theta}{\omega} \right)^2 (1 + ic_\alpha) \right] + L_h g^2 + M_\alpha - L_\alpha g - \frac{1}{2} g \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \frac{h_0}{b} \\ \theta_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

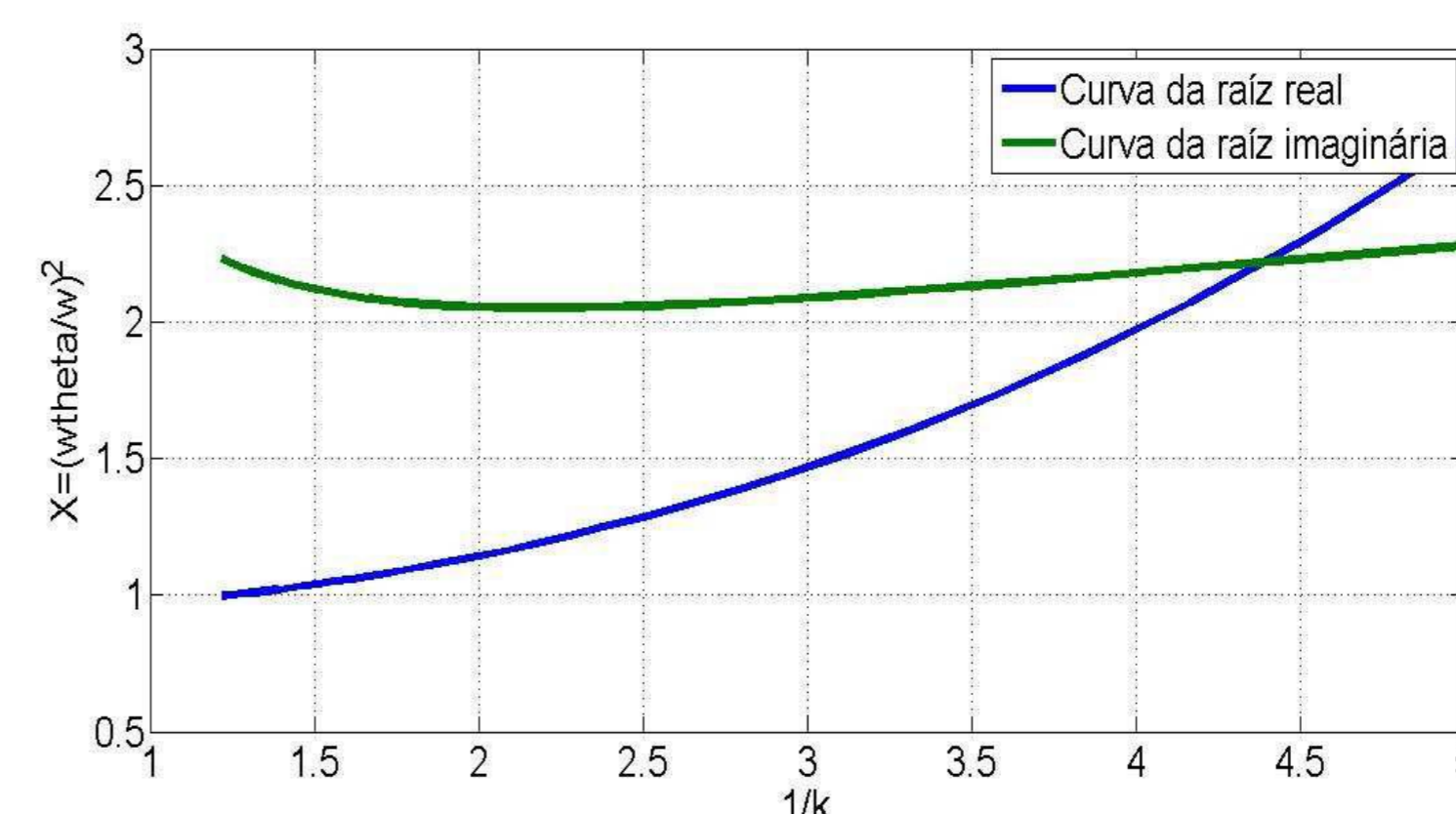


Fig. 2 – Diagrama Frequências

O *flutter* acontece quando o determinante de flutter é anulado para uma dada frequência reduzida. Ela é dada pelo ponto onde as soluções para as partes real e imaginária do determinante de flutter se cruzam no diagrama de frequências (Fig. 2).

Resultados e Conclusões

Com o modelo da seção típica de dois graus de liberdade foi possível estimar a velocidade crítica de flutter de uma aeronave radio-controlada. Foi feito também um estudo paramétrico da sensibilidade de vários parâmetros geométricos e estruturais na velocidade crítica calculada (Fig. 3 e Fig. 4).

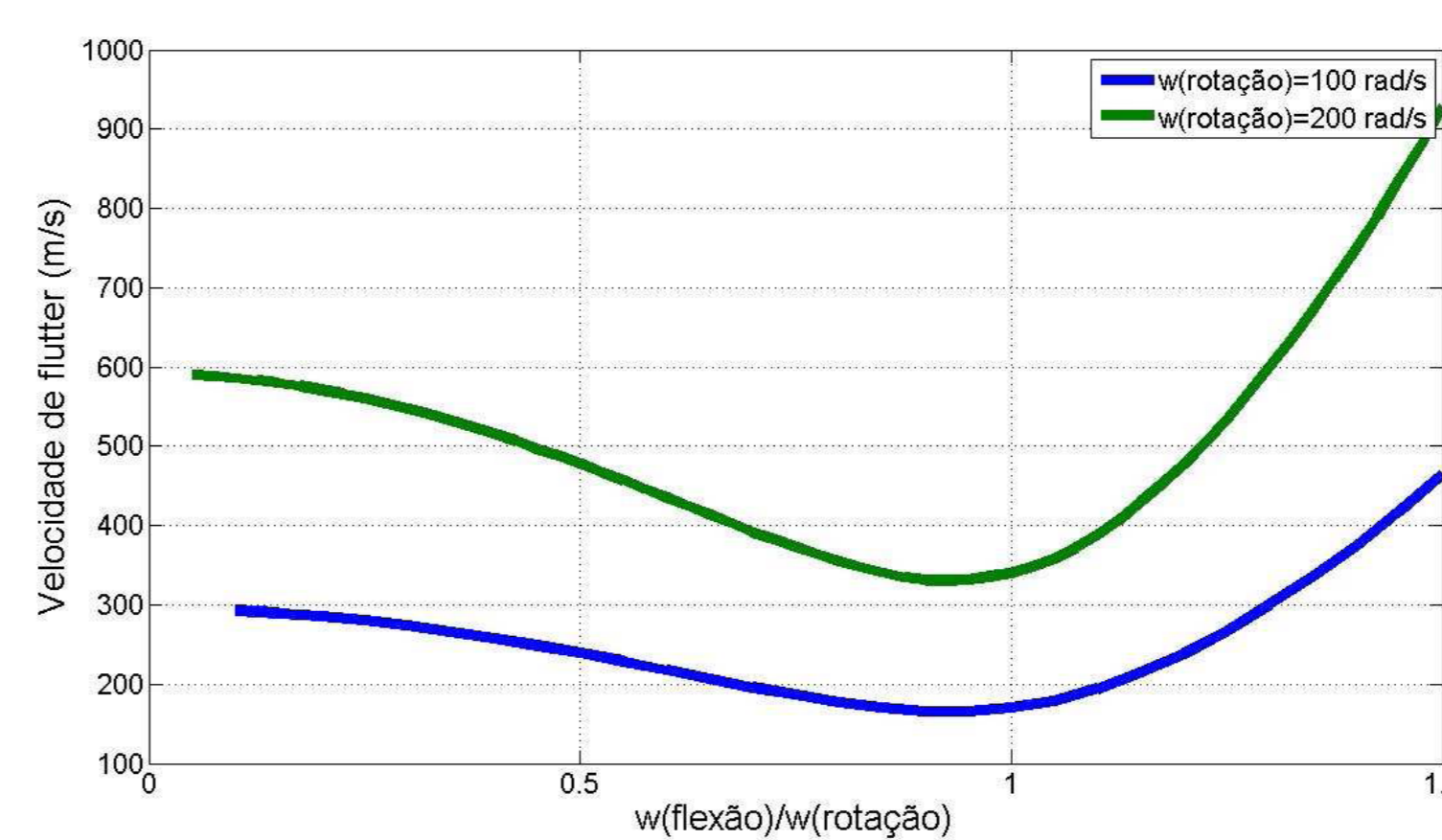


Fig. 3 – Acoplamento entre Frequências Naturais

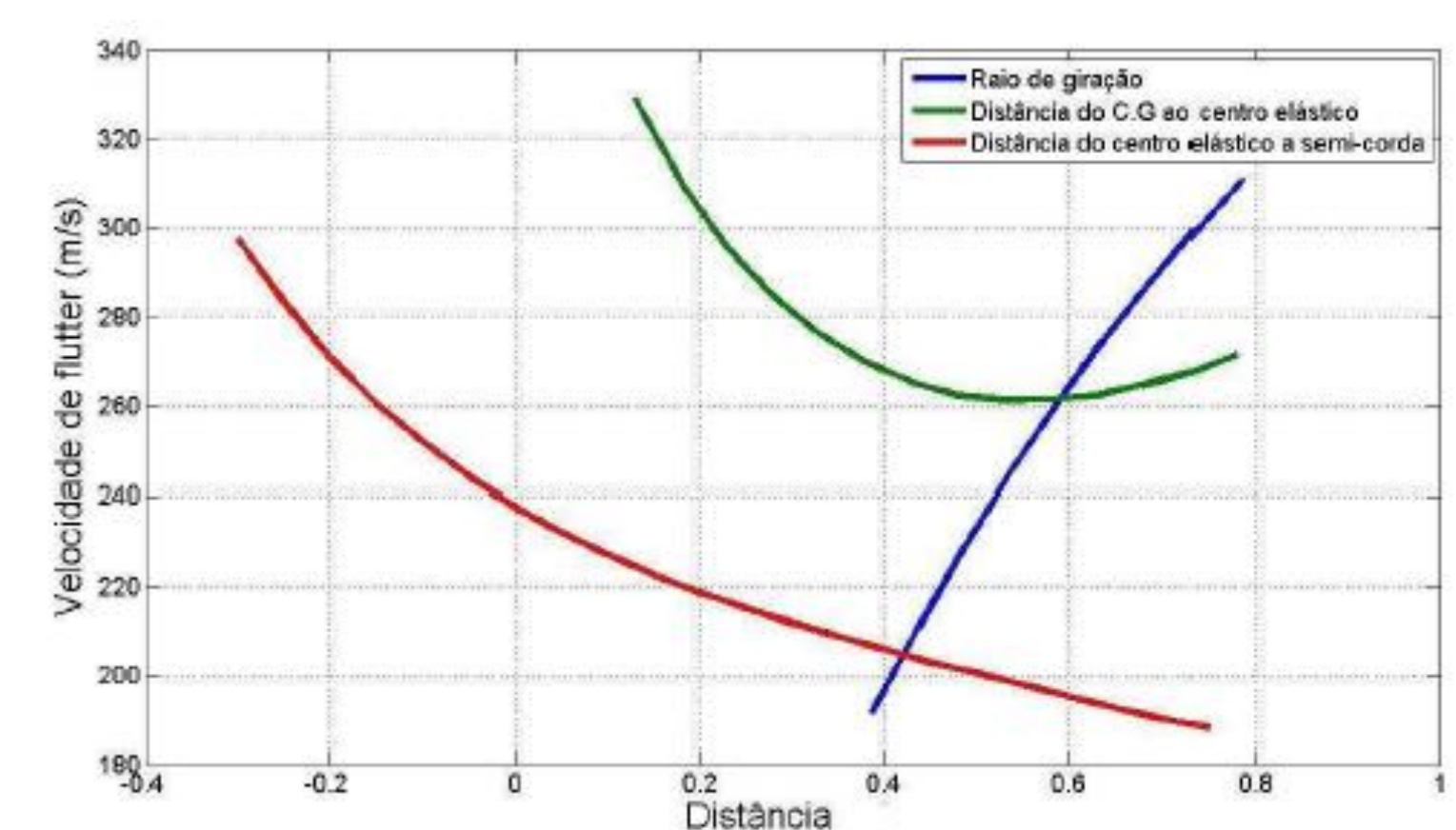


Fig. 4 – Parâmetros Geométricos

O segundo modelo (Fig. 5) foi validado junto a casos presentes na literatura (Tab. 1) porém se mostrou de aplicabilidade restrita, visto serem necessários dados somente obtidos de uma análise modal da asa analisada. Para tanto foi sugerido um modelo de vibração da asa usando o Método das Matrizes de Transferências, não finalizado.

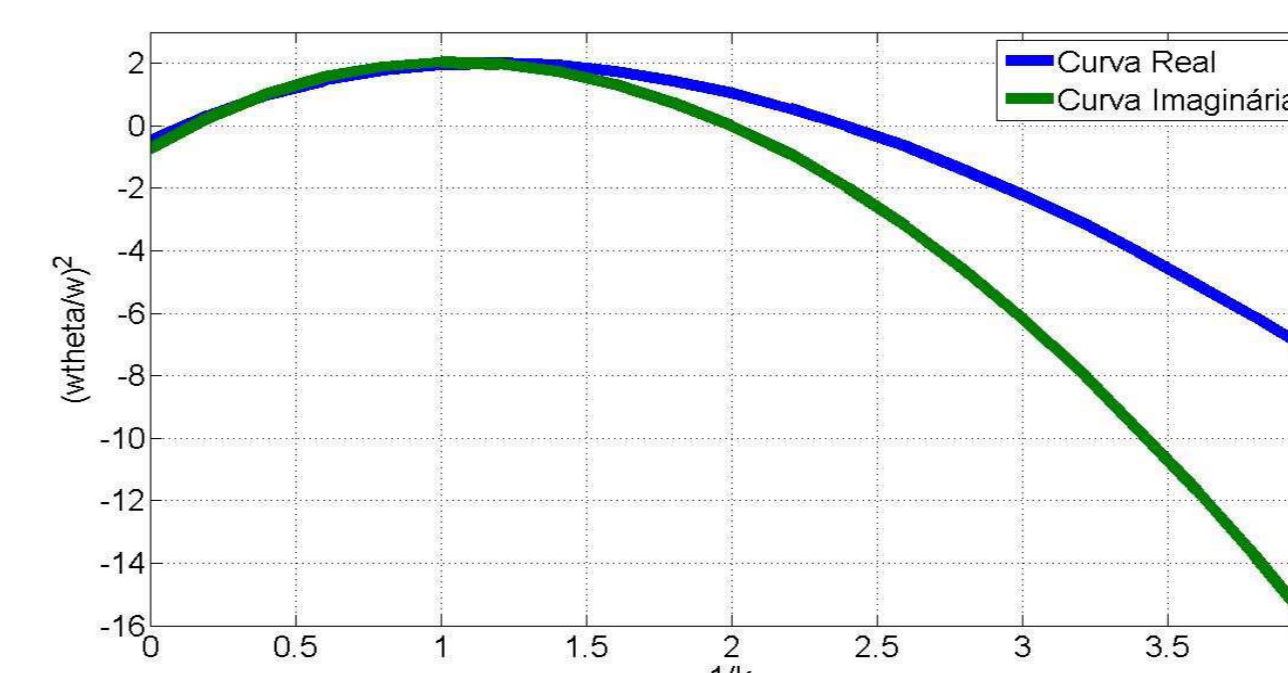


Fig. 5 – Velocidade de *Flutter*

	Literatura	Algoritmo desenvolvido
X	1.2	1.95
$1/k$	1	1.25
V_{cr} (m/s)	115.36	117.74

Tab. 1 – Validação

Em linhas gerais os modelos foram bem implementados e validados, embora tenha ocorrido problema na determinação das cargas aerodinâmicas e extrapolação de resultados. Futuramente poderão ter uma aplicação mais direta e precisa quando acoplados ao algoritmo de análise modal a ser finalizado.

Referências Bibliográficas

[1] BISMARCK-NARS, Maher N.; Structural Dynamics in Aeronautical Engineering, AIAA Educational Series, Estados Unidos, 1999.

[2] PORTELA, Marcelo Luiz de Oliveira; "Aeroelasticidade da Seção Típica com Quatro Graus de Liberdade", 2004.57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São Jose dos Campos.