

INTRODUÇÃO

O estudo da aeroelasticidade trata das consequências de forças de origem aerodinâmica, atuando sobre sistemas estruturais mecânicos. Esse estudo é particularmente importante na indústria aeronáutica devido a busca de materiais mais leves para a construção de aeronaves, que por consequência leva a estruturas mais flexíveis, suscetíveis à fenômenos de ressonância aeroelástica.

Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) se encaixam na categoria descrita acima, sendo que um dos grandes problemas durante o voo é o *flutter*. Este é um fenômeno causado pela excitação da estrutura quando exposta a um escoamento de ar que pode causar uma falha catastrófica, se o sistema estiver em ressonância com a frequência de excitação. O *flutter* está ligado diretamente à velocidade em que o VANT opera.

O objetivo deste trabalho é estudar o fenômeno de *flutter* em uma asa de um VANT e desenvolver uma rotina para otimização da orientação das fibras presentes no laminado da estrutura, de forma buscar a maximização da velocidade em que o *flutter* pode ocorrer durante a operação da aeronave.

METODOLOGIA

Estrutura estudada trata-se da asa de um dos VANTs da equipe de Aerodesign da UFRGS. Devido a característica multifísica do fenômeno em questão, é necessário usar ferramentas de cálculo apropriadas para a análise estrutural e para análise aeroelástica desta estrutura.

O modelo numérico da asa, para análise estrutural, foi construído no software ABAQUS com elementos de cascas, onde as propriedades dos materiais inicialmente foram definidas a partir dos relatórios dos ensaios feitos pela equipe Aerodesign. Para tornar o modelo mais representativo, pois algumas propriedades informadas poderiam ser diferentes das reais, foi realizada a calibração das densidades e rigidezes dos materiais através da comparação das frequências naturais da asa, obtidas experimentalmente. Os dados experimentais foram obtidos com acelerômetros nas pontas da asa durante ensaio de vibração sobre um *shaker*. Com o modelo calibrado, é possível obter as frequências naturais finais e seus modos de vibração, necessários para a análise aeroelástica. Para o procedimento de otimização, as orientações do laminado são parametrizadas a fim de estudar a resposta de *flutter* para diferentes orientações do laminado original.

Por sua vez, para a análise aeroelástica, foi utilizado o software ZAero, que é baseado no método dos painéis. Este permite obter a velocidade de *flutter* para os modos de vibração da estrutura, que são obtido pela análise modal realizada no ABAQUS.

Por fim, para construir uma rotina para a otimização, que representa a função a ser extremizada, é implementada uma rotina em MATLAB que cria os arquivos e executa os softwares necessários para obter a menor velocidade de *flutter* para os diferentes modos de vibração. Esta rotina tem como entrada as orientações das camadas do laminado, que são os argumentos a serem encontrados na otimização. A rotina é apresentada esquematicamente na Fig.1.

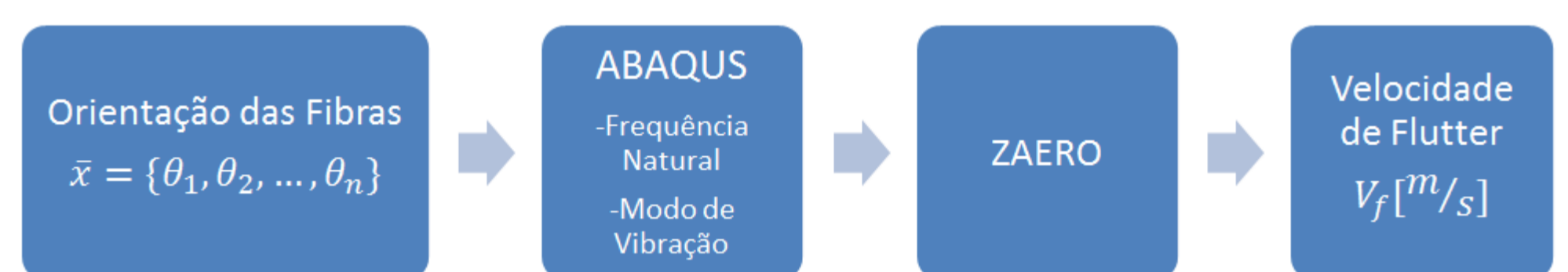


Figura 1. Fluxograma da avaliação da velocidade de *flutter*.

RESULTADOS

Os principais modos de vibração, relacionados às frequências de interesse, obtidos nas análise modal estrutural, são apresentados na Fig. 2.

Na análise aeroelástica, o primeiro modo de *flutter* encontrado é apresentado na Fig. 5. A velocidade de *flutter* da asa estudada é de 45 m/s, indicando que esta não pode alcançar esta velocidade durante o voo.

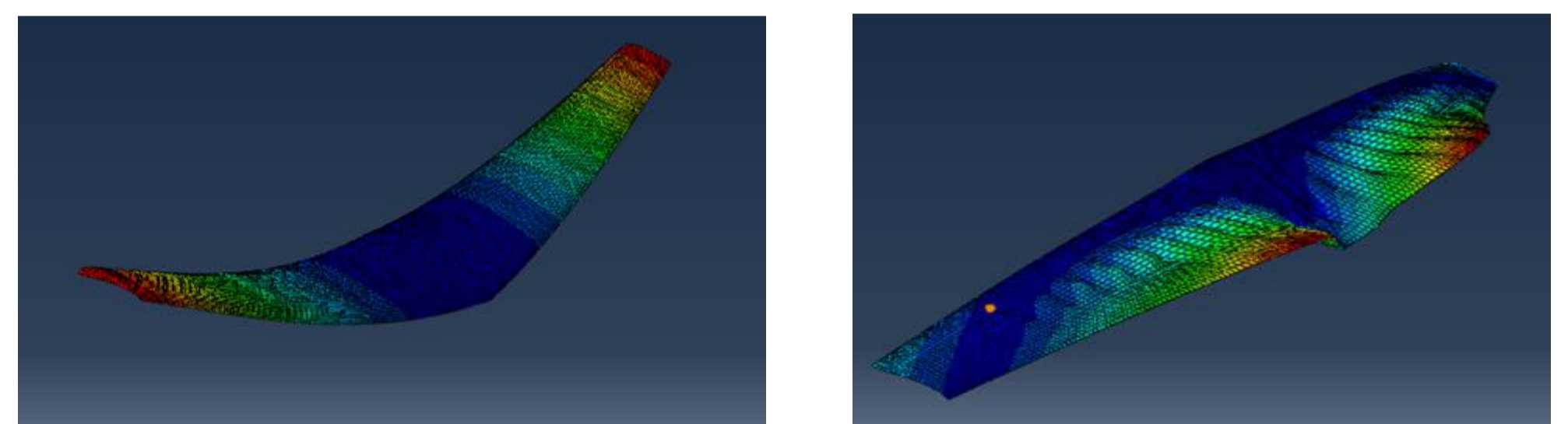


Figura 2 - 2º e 5º modo de vibração, respectivamente.

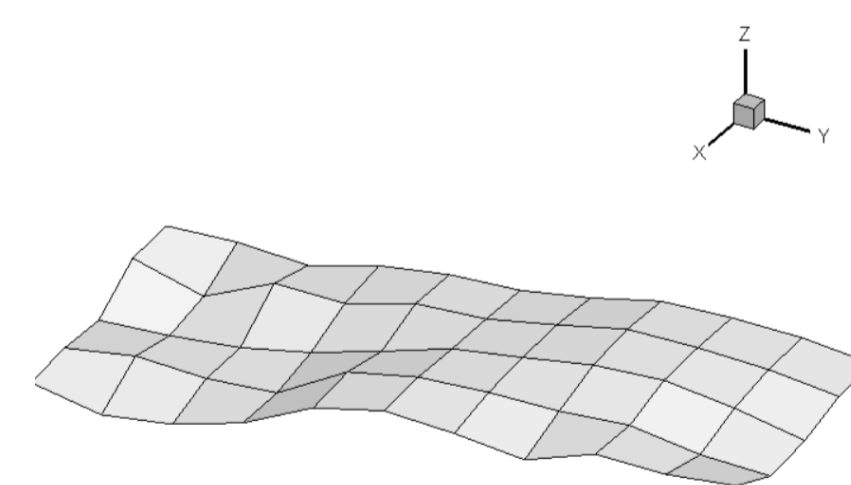


Figura 3 - 1º Modo de Flutter

CONCLUSÕES

Com este trabalho foi possível realizar a análise de *flutter* em uma asa real de um VANT e obter a velocidade no qual deve ocorrer o fenômeno de ressonância aeroelástica. Também foi possível desenvolver uma rotina em MATLAB que calcula a velocidade de *flutter* para diferentes orientações das camadas do laminado. Esta rotina pode ser facilmente utilizada na otimização das orientações inicialmente definidas usando um algoritmo de otimização, ou mesmo facilmente adaptada para outras geometrias e/ou construções de asas, bastando apenas adaptar o modelo numérico desta.