

MODELAGEM E SIMULAÇÃO VIRTUAL DA INTERAÇÃO FLUIDO-ESTRUTURA EM UM ELEMENTO DE PÁ FLEXÍVEL¹

Guilherme Neves Marchi², Leonardo Augusto Chaves Rebello³, Karla Beatriz Vivian Silveira⁴, Marcus Vinicius Canhoto Alves⁵, Ricardo de Medeiros³

¹ Vinculado ao projeto “Modelagem Computacional e Experimental de Estruturas de Material Compósito”

² Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica – CCT – Bolsista PROBITI/UDESC.

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica – CCT.

⁴ Acadêmica do Curso de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Material – PGECEM – CCT.

⁵ Professor, Departamento de Engenharia Mecânica – CCT.

⁶ Orientador, Departamento de Engenharia Mecânica – CCT – ricardo.medeiros@udesc.br

Interações entre fluidos e estruturas ocorrem de maneira natural e também são comuns em ambientes industriais, tais como na aerodinâmica de veículos, em usinas eólicas e marmotrizas, assim como na construção civil. Os estudos desta área se destacam devido à complexidade de prever as vibrações inerentes geradas pelos fenômenos fluidodinâmicos do escoamento. Esse fluxo, caracterizado pela geração de vibrações induzidas por vórtices, ocorre em diferentes planos nas três dimensões físicas. Isso leva ao desenvolvimento de oscilações que, por sua vez, exercem influência sobre a formação dos vórtices. Por outro lado, os compósitos são amplamente empregados devido à sua excelente relação entre resistência e peso. Esses materiais consistem na combinação de dois ou mais elementos, frequentemente compreendendo uma matriz e um reforço, este último geralmente constituído por fibras. Diante do exposto, o objetivo deste estudo é desenvolver uma simulação de Interação Fluido-Estrutura (FSI) utilizando o *software* Ansys Workbench. Essa simulação visa integrar os dois domínios, a fim de determinar a sequência de empilhamento ideal da estrutura. Essa sequência busca mitigar a ocorrência do primeiro modo de vibração torcional.

Inicialmente foram definidas as condições de contorno, as quais foram estabelecidas por meio de relações que envolvem a vazão mássica e a área (Figura 1). Essas condições abrangem variáveis como a velocidade de entrada do ar, o diâmetro hidráulico da superfície de entrada do domínio, bem como as frequências dos modos de vibração da estrutura. Além disso, foi determinado o período de simulação.

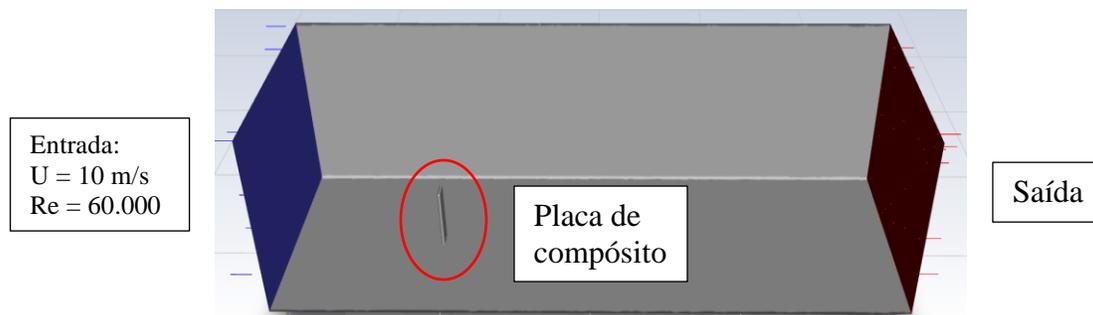


Figura 1 – Setup computacional e condições de contorno.

Posteriormente, foi modelada uma representação geométrica para o domínio e a estrutura. No ambiente do software Ansys, foram integrados os seguintes módulos: *Transient Structural*, *Fluent*, *System Coupling*, ACP (Pré-processamento), ACP (Pós-processamento) e, Modal. Para a realização da simulação, foram selecionados os algoritmos SST k- ω e o modelo de

tensões de Reynolds. Com esse arranjo, é possível alcançar uma simulação abrangente e precisa da interação fluido-estrutura, que considera de maneira completa e precisa os fenômenos de interesse.

Para determinação do *Timestep*, uma análise modal foi conduzida com o objetivo de identificar a frequência do modo de torção. Essa frequência foi então dividida por quatro, considerando que se trata de uma função senoidal, onde a precisão mínima exige a divisão em quatro segmentos distintos. As simulações do modo de torção foram realizadas utilizando diversas geometrias, todas mantendo-se no intervalo de 100 a 300 Reynolds, que é a faixa onde ocorre a formação da esteira de von Kármán, responsável pela indução do modo de torção das vibrações. No entanto, devido a sensibilidade da malha quando as regiões do domínio atingem o regime turbulento, o algoritmo tende a amortecer as velocidades discretizadas para uma média, especialmente na região da extremidade da placa, onde os vórtices determinam esse modo de torção. Esse comportamento resulta em discrepâncias entre as simulações em três dimensões e as realizadas em duas dimensões (Figura 2a). Como alternativa, foram conduzidas simulações para o modo longitudinal, com um número de Reynolds de 60.000. A placa foi modelada com elementos *shells*, a fim de utilizar o módulo ACP que representa o material compósito. A geometria adotada assemelha-se a uma viga caixão em material compósito com sequência de empilhamento [90/0/90/0/90], e propriedades retiradas da literatura. Entretanto, o mesmo fenômeno que amortecia as velocidades no modo de torção também impactou o vórtice responsável pelo modo longitudinal (Figura 2b), resultando na não previsão da vibração desejada na placa durante a simulação.

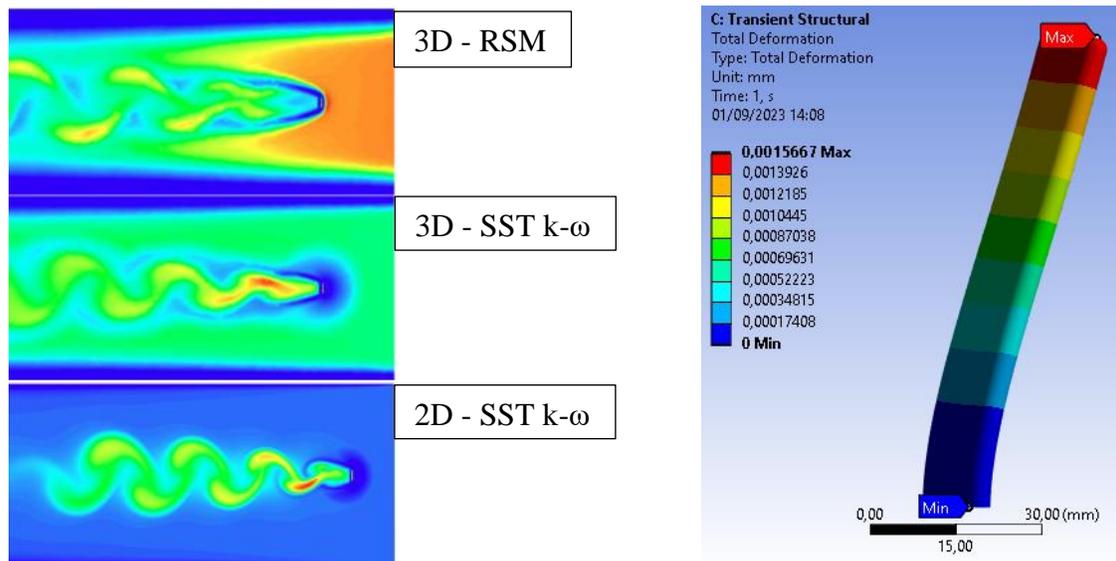


Figura 2 – (a) Comparação entre as análises bi e tridimensionais e (b) Placa de compósito em modo 1

Por fim, os resultados obtidos não reproduzem adequadamente as vibrações desejadas, tanto no modo de torção quanto no modo longitudinal. Isso se deve ao amortecimento numérico das velocidades que ocorre quando o sistema entra no regime turbulento. Esse fenômeno resultou em uma grande sensibilidade à qualidade da malha utilizada e, conseqüentemente, em resultados que não condizem com as condições de contorno especificadas durante a simulação. Portanto, inúmeros estudos foram conduzidos para aplicar os fundamentos ao design prático. A indicação clara é que há uma necessidade para o estudo detalhado das interações entre fluidos e estruturas utilizando algoritmos mais robustos.

Palavras-chave: Simulação de Fluido Estrutura, compósito, vibração induzida por vórtices.