

FORMULAÇÃO NUMÉRICA EM ELEMENTOS DE FINITO DE VIGAS COMPÓSITAS

João Vinício Campos de Souza ¹; Adriana Amaro Diacenco ²

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, 6º período; Centro Universitário de Itajubá –FEPI, Itajubá, MG; joao_emec@yahoo.com.br.

² Professora Pesquisadora; Núcleo de Pesquisa Institucional da FEPI; Centro Universitário de Itajubá – FEPI, Itajubá, MG; adriana_aadiacenco@yahoo.com.br.

RESUMO

O presente trabalho propõe-se a analisar os procedimentos para a modelagem de elementos finitos de vigas compósitas. A análise numérica é desenvolvida utilizando a Teoria das Vigas Timoshenko, que é implementado o elemento contendo dois nós e dois graus de liberdade por nó. Para tanto, é empregada uma técnica de modelagem baseada em elementos finitos. As respostas são representadas por funções de resposta em frequência.

Palavras-chave: Estruturas. Elementos finitos. Timoshenko.

INTRODUÇÃO

Os materiais compósitos vêm sendo utilizados cada vez mais em vários tipos de sistemas de engenharia, especialmente em estruturas aeroespaciais, nos quais componentes estruturais devem ser concebidos para resistir condições de carga estática e dinâmica duras, com níveis tipicamente de alta confiabilidade. A grande variedade de propriedades dos materiais e configurações estruturais faz com que a modelagem numérica do comportamento mecânico de estruturas compostas seja uma tarefa complexa. Esta é uma razão para que, nas últimas décadas, uma grande quantidade de esforços vem sendo dedicado ao desenvolvimento de modelos de elementos finitos para caracterizar o comportamento mecânico de tais materiais, representando as suas variações típicas das construções e orientações de diversas possibilidades. Grande parte do conhecimento disponível até o momento é compilado nos trabalhos de Reddy (1997).

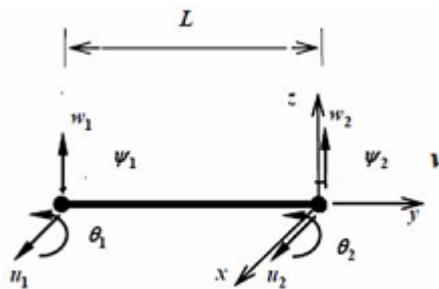
MATERIAL E MÉTODOS

O comportamento mecânico da viga de estrutura compósita pode ser o modelo que caracteriza como referência a Teoria Timoshenko, em que os deslocamentos num ponto arbitrário, de tal composto é expressa como se segue:

$$\begin{aligned} u &= -y\theta_x \\ w &= w_0 \end{aligned} \quad (1)$$

onde u e w denotam os deslocamentos nas direções x e z , respectivamente, e θ_x é a seção transversal de rotação e y direção.

A formulação da viga Timoshenko corresponde à deformação de cisalhamento transversal. Por isso, é capaz de modelar vigas finas e grossas. A figura mostra o elemento de viga Timoshenko com dois nós.



As relações tensão-deformação de deslocamento são utilizadas e as tensões resultantes são separadas em flexão e tensões de cisalhamentos transversais, e ϵ_b e ϵ_s , respectivamente, como se segue:

$$\epsilon_b(x, y, z, t) = [D_1] v = D_b v \quad (2)$$

$$\epsilon_s(x, y, z, t) = [D_2] v = D_s(y) v \quad (3)$$

A Discretização das variáveis de deslocamento é feita usando as funções de interpolação adequadas. Assim, para o elemento de 2 nós, as duas variáveis mecânicas incluídas no vetor v são interpoladas a partir de seus 4 valores nodais correspondentes através da seguinte relação:

$$v(\xi, t) = N(\xi) v(t) \quad (4)$$

Onde:

$N(\xi)$ de dimensões 2×2 é a matriz formada por elementos de vigas formuladas por funções de forma de interpolação no sistema de coordenadas locais (ξ) , $-1 \leq \xi \leq 1$.

RESULTADOS

Para esta aplicação, o primeiro número é considerado uma viga discretizada em 20 elementos e considerou-se que as fibras do material compósito são orientadas com um ângulo de 30° .

Dados	Valor
Comprimento	2 m
Espessura	0.1 m
Momento de inércia	$(h^3)/12$
Densidade	1566 kg/m ³
Coefficiente de Poisson	0.30
Módulo de elasticidade	6,89 GPa
Módulo de cisalhamento	3,45 GPa

Tabela 1 - Características geométricas e as propriedades das Vigas

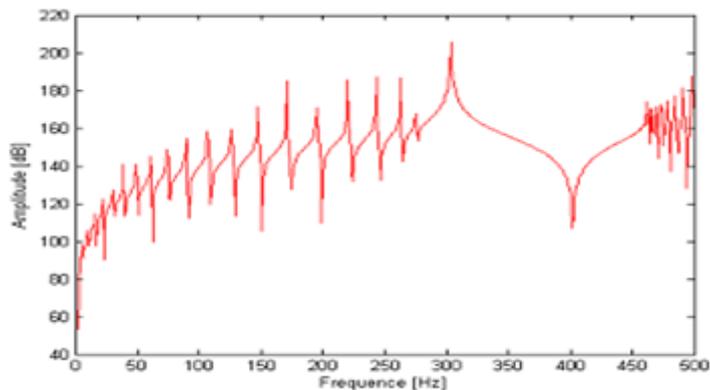


Figura 3 -amplitudes FRF para h = 0,1 m.

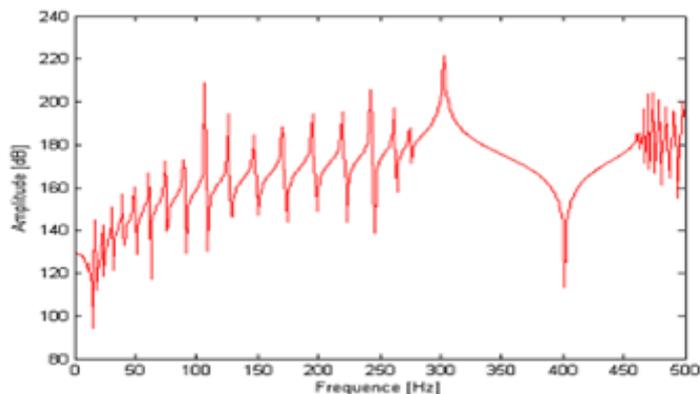


Figura 2. FRF amplitudes for h=0.1m.

As Figuras 2 e 3 mostram as amplitudes FRF (Função de Resposta em Frequência) do material compósito obtido. Nota-se que a teoria usada satisfatoriamente descreve as amplitudes FRF. A espessura da viga é um parâmetro de influência sobre a análise de vigas que podem ser vistos através da FRF da Figura 3, que mudou o valor da espessura de 0,01.

CONCLUSÕES

A formulação numérica permitiu calcular as funções de resposta em frequência, demonstrando a eficiência e a importância do desenvolvimento de métodos numéricos para representar comportamentos mecânicos estruturais.

REFERÊNCIA

- 1 LEE, J.; SCHULZ, W.W. *Eigenvalue Analysis of timoshenko beams and axisymmetricmindlin plates by the pseudospectral method*. Journal of Sound and Vibration, 269(3-4):609-621,2004.
- 2 DIACENCO A.A. *Modelagem por Elementos Finitos Incorporando Material Viscoelástico para o Controle Passivo de Vibrações e Ruído*, Itajubá, Brasil, dissertação de mestrado, 2010.

3 HUEBNER, K.H. AND THORNTON, E.A. The finite element method for engineers, John Wiley & Sons, New York, USA, 1982.

4 Reddy, J. N. Mechanics of Laminated Composite Plates: Theory and Analysis. 2.ed. Florida: CRC Press, 1997.