

Otimização da Disposição das Fibras de Material Compósito em Termos de Rigidez e Frequência Natural

UFRGS, Dept. Eng. Mecânica, GPRIQI-Grupo de Pesquisa em Risco, Identificação e Quantificação de incertezas,
Autor: Pedro Bühner Santana, e-mail: pedrobs66@gmail.com
Orientador: Herbert Martins Gomes, e-mail: herbert@mecanica.ufrgs.br

INTRODUÇÃO:

Um material composto consiste na combinação de dois ou mais materiais em escala macroscópica. Quando bem projetado, ele exibe as melhores qualidades de seus componentes ou ainda outras inexistentes nestes.

Dentre os vários tipos de compostos disponíveis, existe o reforçado por fibras longas dispostas no interior de uma matriz que pode ser composta por materiais orgânicos, metálicos, cerâmicos ou derivados de carbono.

As fibras são caracterizadas pela sua razão entre comprimento e diâmetro e pela proximidade do diâmetro ao tamanho da estrutura cristalina do material e são o principal reforço do composto. A forma como elas se encontram dispostas na matriz define diversas propriedades do material como rigidez, frequências naturais e resistência a esforços.

METODOLOGIA:

Para a formulação em elementos finitos utilizou-se um elemento degenerado de 4 nós com efeitos de flexão, torção e combinação entre ambos juntamente com um modelo que incorpora a teoria de corte de 1ª ordem para o efeito cisalhante em placas laminadas.

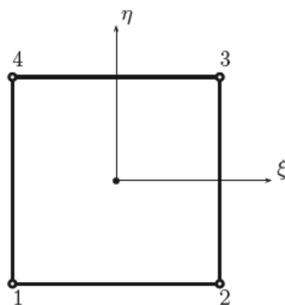


Figura 1: Elemento finito de 4 nós em coordenadas naturais

Visando reduzir o número de variáveis de projeto a serem otimizadas e manter certa continuidade das fibras em toda extensão da placa, distribuiu-se pontos de controle equidistantes no comprimento e na largura desta. Posteriormente estes pontos foram utilizados para gerar duas curvas de interpolação através de *splines* cúbicas.

O ângulo da fibra dentro do elemento é definido pelo valor da derivada da curva gerada ao longo do comprimento aplicada na coordenada x do ponto central do elemento modulada pelo valor obtido pela aplicação da curva gerada ao longo da largura na coordenada y do mesmo ponto.

Como método de otimização foi utilizado o algoritmo metaheurístico PSO (Particle Swarm Optimization), inspirado no comportamento social de seres como em cardumes de peixes e enxames de abelhas.

RESULTADOS:

Como exemplo, foi utilizada uma placa quadrada de 45 por 45 centímetros composta por duas camadas com 10 milímetros de espessura cada. As condições de contorno e modos de vibração da estrutura estão indicadas na Figura 2(a).

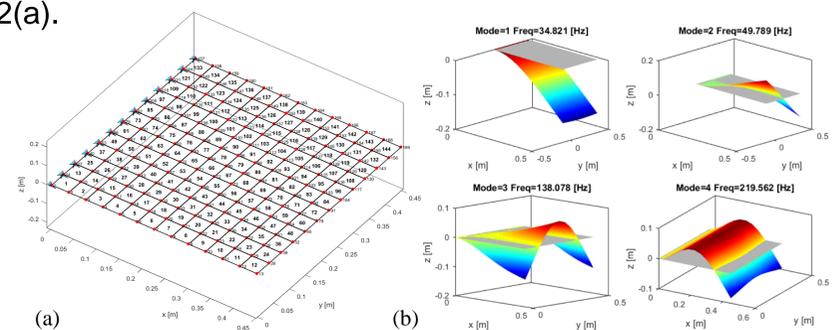


Figura 2: (a) Geometria da placa composta e (b) Modos de vibração original.

Foram estudados dois casos. No primeiro, tomou-se como função objetivo irrestrita a ser minimizada a primeira frequência natural da placa enquanto o segundo caso consiste em realizar o afastamento entre a primeira e a segunda frequências naturais. Os resultados obtidos para o primeiro caso foram comparados a uma configuração geradora de uma maior primeira frequência, onde todas as fibras se encontram perpendiculares ao engaste, e a uma configuração geradora de um valor menor, com todas as fibras paralelas ao engaste (Tabela 1).

Fibras perpendiculares	34.82 Hz
Fibras paralelas	17.96 Hz
Configuração otimizada	17.25 Hz

Tabela 1: Primeiras frequências naturais.

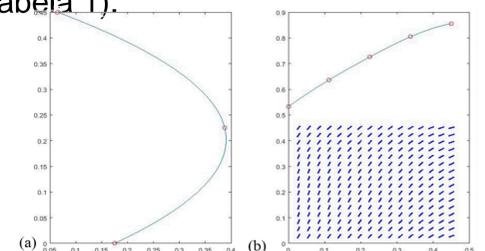


Figura 3: (a) *Spline* em função da largura, (b) *spline* em função do comprimento e disposição das fibras na primeira camada.

Já o segundo caso resultou em uma razão de frequências de 0,3198, correspondente a 1ª frequência natural de 17,76 Hz e a 2ª. frequência natural de 55,54 Hz.

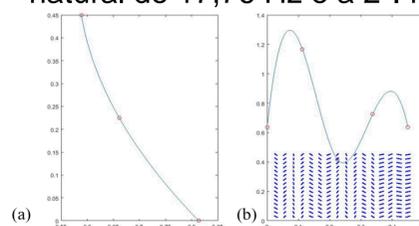


Figura 4: (a) *Spline* em função da largura, (b) *spline* em função do comprimento e disposição das fibras na primeira camada (afastamento das frequências).

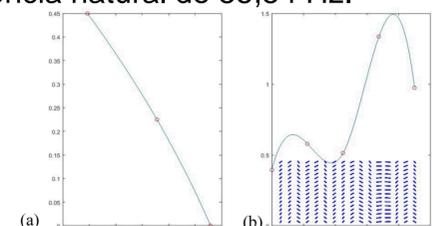


Figura 5: (a) *Spline* em função da largura, (b) *spline* em função do comprimento e disposição das fibras na segunda camada (afastamento das frequências).

CONCLUSÕES:

O método desenvolvido neste trabalho permite a criação de configurações de fibras otimizadas com relativa continuidade entre as mesmas. Futuramente, pode-se implementar um método de otimização multiobjetivo onde a configuração das fibras reflita as propriedades mais adequadas a aplicação desejada.