

Análise estrutural dinâmica do tampo de um violão acústico de material compósito usando o método dos elementos finitos

Vinicius D. Lima¹, José M. C. Santos²

¹Bolsista, FEM/UNICAMP vinidiaslima@gmail.com

²Orientador, FEM/UNICAMP zema@fem.unicamp.br

DEPARTAMENTO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL – FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

PIBITI/CNPq

PALAVRA-CHAVE: Instrumento musical, Acústica, Elementos finitos.

INTRODUÇÃO

Um dos importantes aspectos da pesquisa atual em acústica musical consiste na conexão das propriedades físicas mensuráveis de um instrumento musical e sua qualidade sonora ou tonal. Um melhor entendimento das relações entre qualidade tonal e a resposta vibroacústica do instrumento permitirá aos fabricantes de instrumentos o ajuste das características tonais do mesmo alterando seus materiais, geometrias e padrões de construção usados.

Um dos métodos promissores na solução de problemas acústica musical tem sido o uso de modelos computacionais que simulem o comportamento de instrumentos reais. Aliado aos modelos computacionais, materiais compósitos permitem um controle amplo de suas propriedades, alcançando grande flexibilidade na escolha de suas características.

O objetivo deste trabalho é implementar e verificar o problema do comportamento dinâmico (modal) do tampo de um violão acústico clássico construído com material compósito tipo fibra de carbono reforçada com polímero (*Carbon Fiber Reinforced Polymer – CFRP*), utilizando o método dos elementos finitos.

METODOLOGIA

Inicialmente, foi feita a validação dos métodos computacionais através da comparação com os métodos analíticos de determinação da frequência natural de placas planas de característica isotrópicas e ortotrópicas. Isso foi feito através da implementação dos métodos analíticos e comparação dos resultados com os resultados obtidos através do *Abaqus®* com os resultados obtidos por métodos analíticos e experimentais da literatura. Constatando a validade do software de elementos finitos, estendeu-se seu uso para a obtenção dos modos de vibração e das frequências naturais do tampo do violão feito de material compósito.

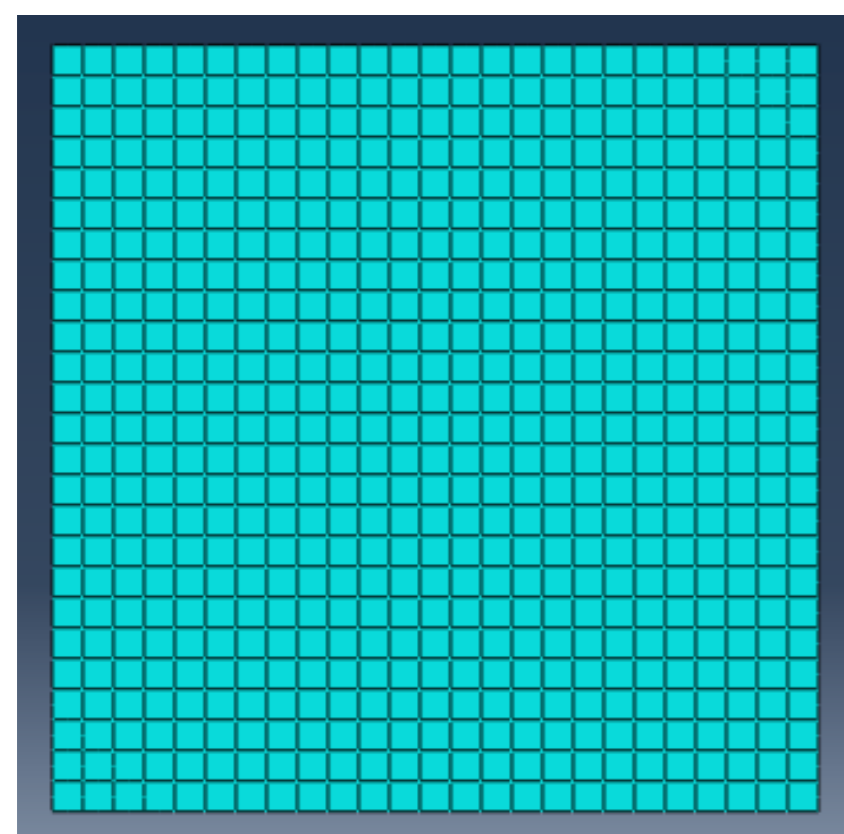


Figura 1: placa quadrada discretizada.

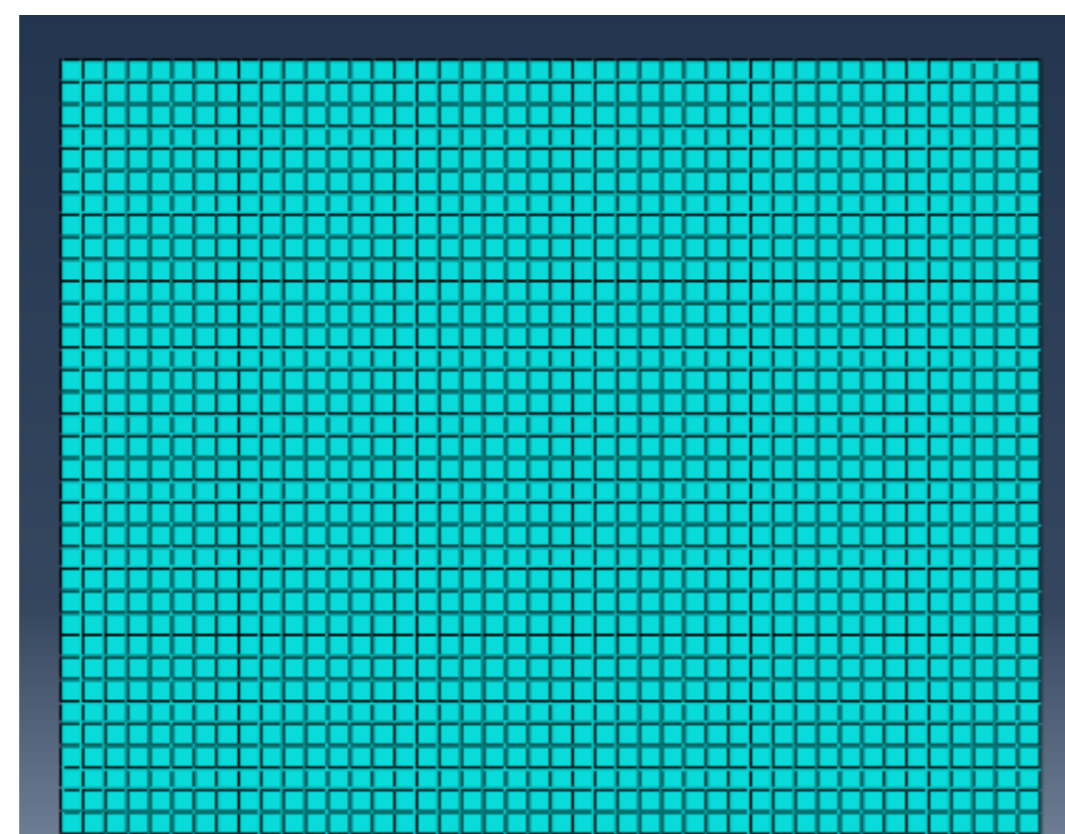


Figura 2: placa de CFRP discretizada.



Figura 3: tampo do violão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A precisão do método computacional em obter as frequências naturais foi testada com os valores obtidos através do método analítico, determinando-se o erro entre os dois processos. Depois de averiguar a precisão dos modelos computacionais de placa com os modelos analíticos, o modelo computacional para placa de material compósito foi comparado com o modelo experimental. Valores de frequência natural foram comparados e averiguou-se a efetividade do programa de elementos finitos em reproduzir o caso real, extraindo-se as frequências naturais para o tampo do violão.

Tabela 1: Frequências naturais para placa isotrópica quadrada. Tabela 2: Frequências naturais para placa ortotrópica quadrada.

Frequência Natural Analítica (Hz)	Frequência Natural Simulada (Hz)	Erro (%)
10,4559	10,4365	0,19
13,6488	12,7018	6,94
28,8132	27,8783	3,24
29,6297	28,7667	2,91
50,1912	48,2147	3,94
52,9455	52,8208	0,24

Frequência Natural Analítica (Hz)	Frequência Natural Simulada (Hz)	Erro (%)
10,4559	10,4365	0,19
13,6488	12,7018	6,94
28,8132	27,8783	3,24
29,6297	28,7667	2,91
50,1912	48,2147	3,94
52,9455	52,8208	0,24

Tabela 3: Frequências naturais para placa experimental.

Frequência Natural Experimental (Hz)	Frequência Natural Simulada (Hz)	Erro (%)
41,38	42,3	2,20
99,75	108,5	8,08
126,5	138,3	8,52
166,8	176,7	5,60
184,0	195,8	6,01

Tabela 4: Frequências naturais do tampo do violão.

Modo	Frequência Natural (Hz)
1	32,67
2	58,42
3	97,22
4	119,82
5	166,36

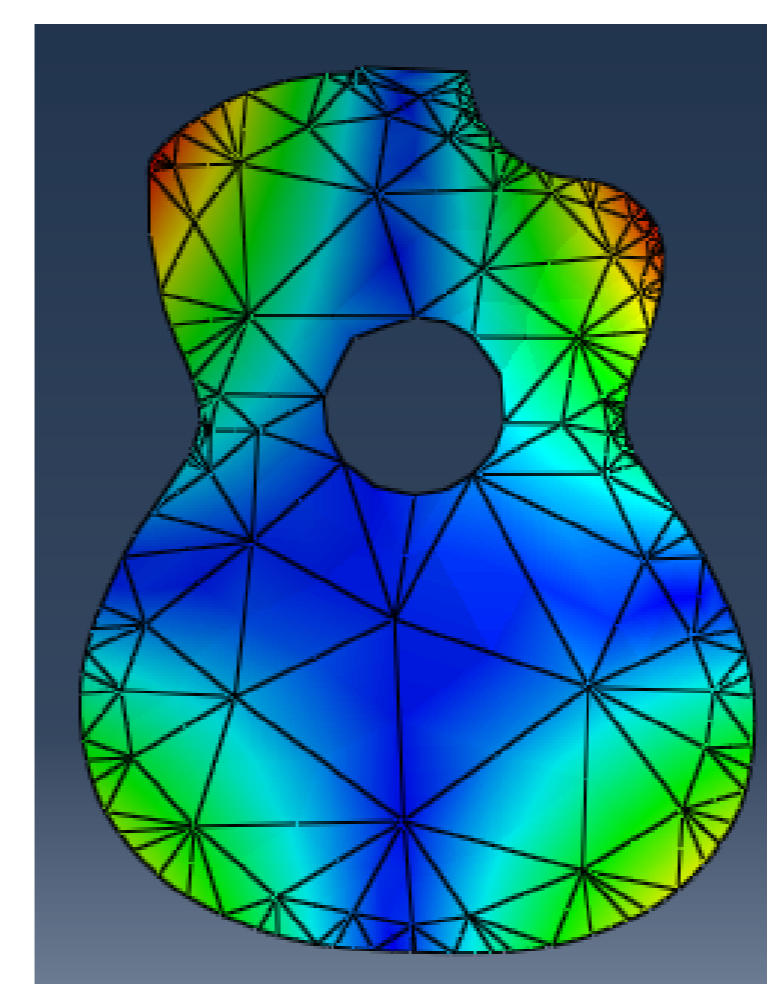


Figura 1: modo 1.

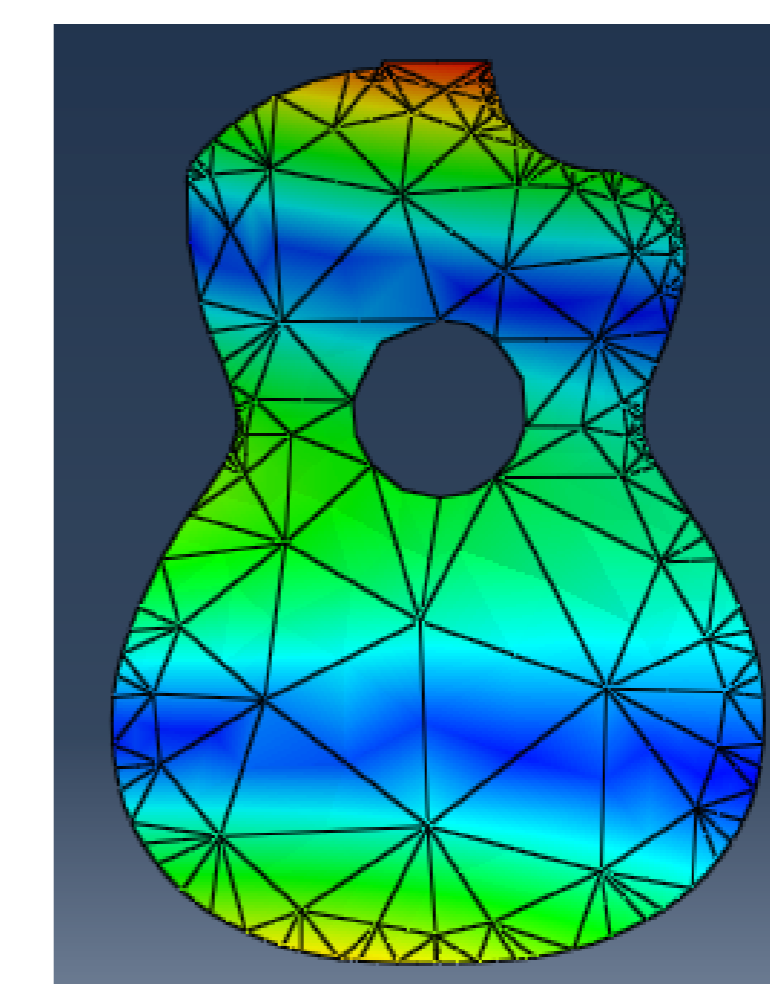


Figura 2: modo 2.

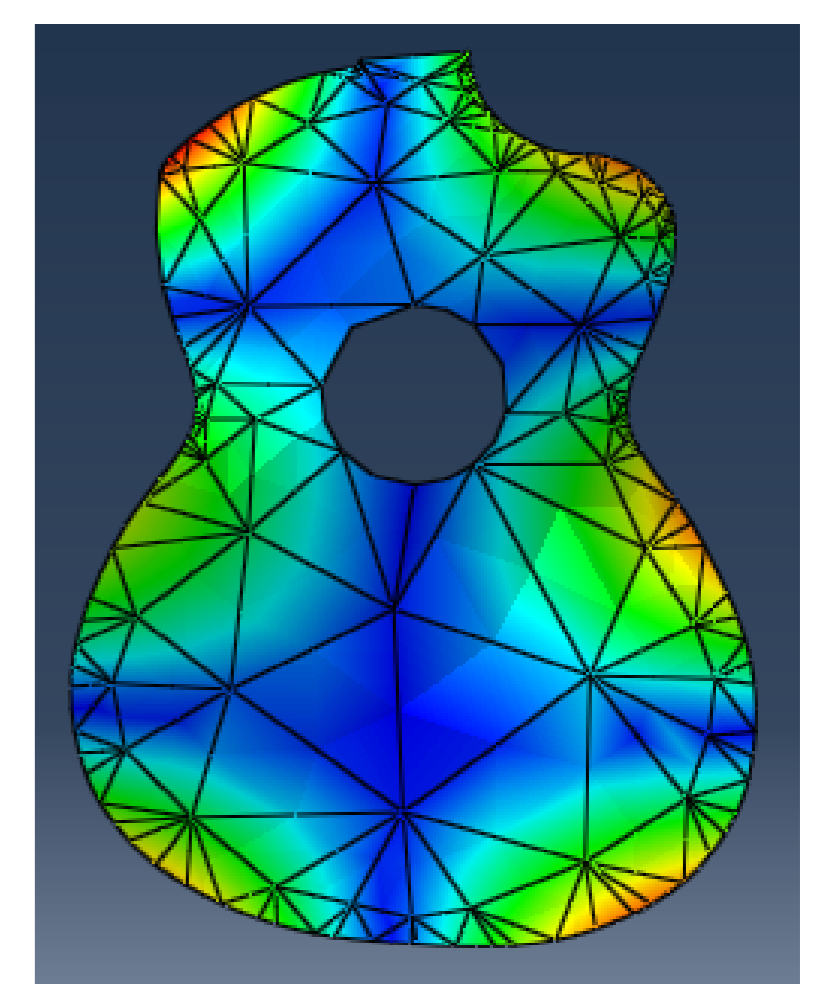


Figura 3: modo 3.

CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi implementar e verificar o problema do comportamento dinâmico (modal) do tampo de um violão construído com material compósito CFRP, utilizando o método dos elementos finitos. Foram feitos modelos numéricos em *Abaqus®* de placas planas e do tampo do violão e seus resultados comparados com modelos analíticos. Constatou-se que o software consegue reproduzir de maneira satisfatória o comportamento de placas planas de material compósito. Os resultados mostram que não é possível reproduzir de maneira exata esse fenômeno, mas proporcionam boa diretriz para a obtenção dos requisitos necessários para a construção de violões acústicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blevins, Robert D. *Formulas for Natural Frequency and Mode Shape*. Krieger Pub Co, 1995, 503pp.
- Da Mota, Gabriela Machado *Análise modal em placas de materiais compósitos usando Vibrometro Laser Doppler* Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Relatório Final de Iniciação Científica (2006), 19pp