

Estudo da modelagem vibroacústica analítica e numérica de um violão

Sato, T. H.; Dos Santos, J. M. C.¹

¹Departamento De Mecânica Computacional; Faculdade de Engenharia Mecânica; UNICAMP; Campinas-SP-Brasil. e-mail: zema@fem.unicamp.br

Pibic/Sae

Palavras chave: *vibroacústica ; acoplamento fluido-estrutura; instrumento musical; violão acústico.*

Introdução

Um dos importantes aspectos da pesquisa atual em acústica musical consiste na conexão das propriedades físicas mensuráveis de um instrumento musical com a quantificação subjetiva de sua qualidade sonora ou tonal. Neste sentido é importante obtermos ferramentas de previsão do comportamento vibroacústico dos instrumentos mais precisas, a fim de determinar quais parâmetros objetivos podem ser usados para melhorar a qualidade tonal do instrumento. Neste trabalho estamos preocupados principalmente em determinar estes parâmetros vibroacústicos e sua influência na qualidade tonal de um violão acústico clássico. Modelos 2D analíticos tipo ressonador de Helmholtz (Howard, 1996), implementado em MATLAB, são utilizados para a determinação das frequências naturais da caixa acústica de um violão. Enquanto modelos 3D do método dos elementos finitos (MEF), utilizando o ANSYS, são usados para calcular as frequências naturais e respectivos modos de vibrar da caixa acústica do violão. Neste caso os resultados dos modelos de MEF estrutural, acústico e acústico-estrutural acoplados são analisados.

Materiais e Métodos

Para os modelos 2D analíticos, foram implementados dois modelos com as geometrias simplificadas da caixa acústica do violão. Sendo o primeiro modelo com o tampo móvel e o fundo fixo e o segundo com o tampo e o fundo móvel (Figura 01).

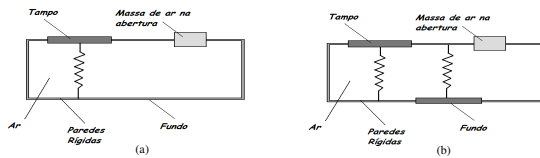


Fig. 01 – Modelos analíticos: (a) com fundo fixo; e (b) com fundo móvel.

Para os modelos do MEF, as medidas da caixa acústica foram retiradas de um violão comercial e o modelo no programa ANSYS (Figura 02). As propriedades da madeira foram usadas as mesmas de Elejabarrieta (2002).



Fig. 02 – Aspecto geral: (a) violão comercial; e (b) modelo da caixa acústica no MEF.

Resultados

Os resultados da simulação analítica podem ser visto nas figuras 03 e 04, onde os gráficos mostram os níveis de pressão sonora e mobilidade para uma faixa de frequências de 0-400 Hz, com os picos das frequências naturais do sistema.

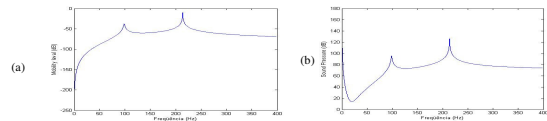


Fig. 03 – Modelo com fundo fixo: (a) mobilidade; e (b) pressão sonora.

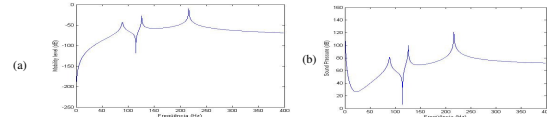


Fig. 04 – Modelo com fundo móvel: (a) mobilidade; e (b) pressão sonora.

As figuras 05 e 06 mostram alguns resultados da simulação por MEF com frequências naturais e modos de vibrar em deslocamento (modelo estrutural), pressão acústica (modelo acústico) e ambos no caso acoplado (modelo acústico-estrutural).

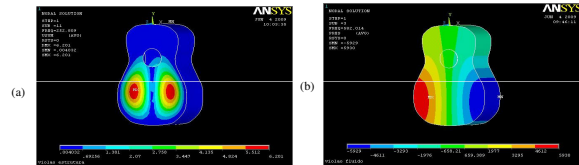


Fig. 05 – Modo: (a) estrutural em deslocamento ($f_1 = 252.8$ Hz); (b) acústico em pressão acústica ($f_2 = 582.0$ Hz).

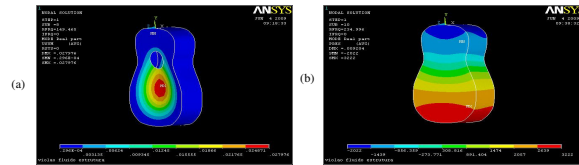


Fig. 06 – Modo acústico-estrutural: (a) em deslocamento ($f_1 = 149.5$ Hz); (b) em pressão acústica ($f_2 = 235.0$ Hz).

Conclusões

Os resultados obtidos com os modelos analíticos se aproximaram daqueles apresentados por Howard (1996) e embora seja uma simplificação 2D do modelo real geram bons resultados das frequências naturais da caixa acústica do violão.

Nos modelos numéricos de MEF, qualitativamente os resultados se aproximam daqueles de Elejabarrieta (2002), mantendo o mesmo padrão de resposta, porém as frequências obtidas diferem, pois embora as propriedades dos materiais sejam as mesmas as dimensões não o são.

Referências Bibliográficas

- W. Howard, The Acoustics and Psychoacoustics of the Guitar. University of Wales, College of Cardiff. Sept. 1996.
- M. J. Elejabarrieta, *at al*, Coupled modes of the resonance box of the guitar, J. Acoust. Soc. Am., 111 (5), May 2002.