

## CONSTRUÇÃO DO TIGaD (TUBO DE IMPEDÂNCIA DO GAMA DEMONSTRATIVO) – DETALHES CONSTRUTIVOS E PRIMEIROS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Noé Geraldo R. de Melo Filho<sup>1</sup>, Marcus Vinícius de Girão Morais<sup>2</sup>, Maria Alzira Araújo Nunes<sup>2</sup> e  
Alessandro Borges Souza Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília – Depto. de Engenharia Mecânica (UnB/FT/EnM) Campus Universitário Darcy Ribeiro  
Faculdade de Tecnologia, Bloco G – 70.910-900 Brasília - DF

<sup>2</sup>Universidade de Brasília – Faculdade de Engenharia Campus Gama (UnB/FGA); Antigo Forum - Área Especial 02  
lote 14 Setor Central – 72.405-610 Gama – DF

### Introdução

A qualidade sonora e vibracional de automóveis desempenha um papel importante para permitir percursos calmos e confortáveis. Porém os materiais usados para isso em geral, possuem fontes de referências escassas, nem sempre contêm materiais nacionais empregados no dia a dia e ainda não existe por parte dos fabricantes, a preocupação em informar ao usuário sobre as características de seus materiais. Logo, a necessidade de caracterização acústica de materiais impulsiona o desenvolvimento e melhoria de técnicas de caracterização acústica.

A necessidade de um instrumento destinado à determinação do coeficiente de absorção de materiais acústicos não catalogados motivaram o desenvolvimento do projeto CarAcous (Morais, 2008). Este equipamento determina a impedância acústica de materiais absorvedores pela técnica de função de transferência.

O presente trabalho apresenta a determinação experimental das características vibroacústicas do tubo de impedância TIGaD. A necessidade de verificar os limites em baixa frequência função das características vibracionais do sistema mecânico-acústico acoplado (Nunes, 2001) levou a investigação do comportamento vibratório, acústico e vibroacústico do tubo de impedância. As funções de resposta em frequência (FRFs) do comportamento acústico e vibratório devido a excitações de pressão/impacto foram realizadas. Os presentes ensaios experimentais determinaram o comportamento vibroacústico do tubo de impedância e proporcionaram informações úteis sobre os limites em baixa frequência.

Os resultados apresentados correspondem a fase inicial de construção e primeiros testes de validação do tubo de impedância TIGaD (Morais, 2008). A próxima fase consiste em realizar uma série controlada de ensaios para determinar os coeficientes de absorção de materiais catalogados / não catalogados.

### Visão Geral do Projeto

O tubo é de acrílico com 0.8m de comprimento e 0.088m em média de diâmetro. As junções feitas para se colocar a caixa de som e a amostra foram feitas de tecnil. Os microfones usados possuem diâmetro de 0.0106m. O projeto está na Fig. 1.

A norma ISSO 10534 e a IBM recomendam algumas fórmulas para que algumas características do tubo possam ser selecionadas. As do TIGaD foram: frequência superior de 2200Hz, frequência inferior 215Hz, espaço entre os microfones de 0,075m, espaço entre o microfone mais próximo da amostra e amostra de um diâmetro por ser recomendado para materiais intermediários.

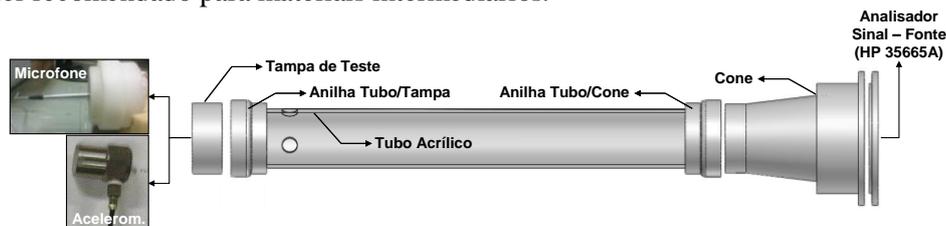


Figura 1– Projeto esquemático do tubo

### Primeiros Resultados

Figura 2 compara os resultados de frequências naturais experimentais em função dos modos harmônicos. A Figura 2a apresenta os resultados experimentais classificados conforme os diversos caminhos

de transferência, ou seja pela fonte de excitação (acústica - altofalante - ou mecânica - martelo de impacto-) e pelo transdutor de vibração (acústico – microfone – ou mecânico – acelerômetro –). Enquanto a Figura 2b compara os melhores resultados experimentais (por excitação acústica) com relação aos resultados de simulação numérica.

A partir da Figura 2a, obtemos melhores resultados para frequências mais altas com excitações por meios acústicos (altofalante). Já para as mais baixas, obtemos melhores resultados experimentais com a excitação mecânica. Os resultados experimentais na Figura 2a mostram a discrepância dos resultados:

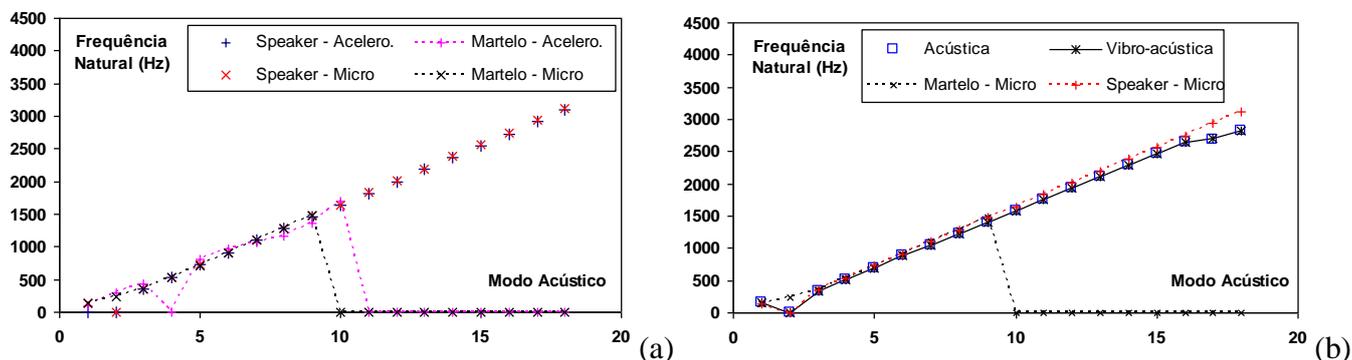


Figura 2 — Evolução das frequência natural em função dos harmônicos da cavidade acústica obtidas pelos ensaios experimentais (a) e comparação dos resultados numérico de frequência natural com relação aos ensaios experimentais da resposta acústica em função dos harmônicos (b).

Percebe-se que os resultados foram bem próximos, porém de acordo com os gráficos de coerência que serão apresentados no artigo as medições com o microfone foram mais confiáveis. A análise da velocidade do som para o sinal do microfone com fonte de excitação por altofalante resulta numa  $c = 366\text{m/s}$  com coeficiente  $R^2 = 0.9999$ . O resultado experimental apresenta 6% percentual médio de erro com relação a velocidade do som a  $25^\circ\text{C}$  conforme a expressão da velocidade do som  $v_s = (331 \pm 3) + (0.60 \pm 0.06)T [^\circ\text{C}] = 346 \pm 4.5\text{ m/s}$  (García, 2006; Velasco et all, 2004). Esta diferença é atribuída ao faixa de resposta do alto-falante para baixa frequência.

### Considerações Finais

Esses são resultados preliminares já obtidos, no momento estamos em trabalho com o tubo e espera-se que até a data da entrega do artigo final os primeiros resultados de absorção sonora possam ser publicados nesse congresso.

### Referências Bibliográficas

C L.L. Beranek (1988) Noise and vibration control. Institute of Noise Control Engineering; Revised edition (June 1988) ISBN 0-9622072-0-9.

International Standard Organization. ISO 10534-1:1996 Acoustic – Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes – Part 1: Method using standing wave ratio”. first edition 1996-12-15, 22 pp., 1996.

\_\_\_\_\_. ISO 10534-2:1998 Acoustic – Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes – Part 2: Transfer-function method”. first edition 1998-12-15, 27 pp., 1998.

Nobile, M.A. & Yeager, D.M. (1983) Measuring Absorption Coefficients of Acoustical Materials Using the Transfer Function Method, IBM Technical Report, November 23.

García, Á. F. (2006) Velocidade de propagação do som em um gás. Página Eletrônica visualizada em 25 de março de 2010. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/acustica/sonido/sonido.htm>

Oliveira, A.B.S (1997). Caracterização por Análise Modal Experimental do Comportamento Dinâmico de Painéis Solares de Satélites, Publicação DM-024, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, DF, 136p.

Velasco, S., Román, F. L., González, A e White, J. A. (2004) A computer-assisted experiment for the measurement of the temperature dependence of the speed of sound in air. American Journal of Physics -- February 2004 -- Volume 72, Issue 2, pp. 276-279.