



MEDIÇÃO DA PERDA DE TRANSMISSÃO SONORA PELO MÉTODO DE DUAS CARGAS UTILIZANDO A NORMA ASTM E 2611-09

Julia Maria Sales de Assis¹, Marlipe Garcia Fagundes Neto²

RESUMO: Este estudo apresenta medições da perda de transmissão sonora (PT) em silenciadores acústicos utilizando o método de duas cargas conforme a norma ASTM E 2611-09. Os ensaios foram realizados em tubo de impedância no LABMEC/UFG, com diferentes configurações de cargas acústicas. Os resultados mostraram que combinações de cargas com impedâncias mais distintas (II-IV e I-IV) aproximam-se melhor dos valores teóricos até 2000 Hz. Observou-se divergência em baixas frequências devido à menor diferença de absorção sonora. O trabalho contribui para a avaliação de materiais aplicados em projetos de isolamento acústico.

Palavras-chave: perda de transmissão sonora; método de duas cargas; isolamento acústico; tubo de impedância.

INTRODUÇÃO

No período das Revoluções Industriais os ruídos, sons indesejáveis, aumentaram nos ambientes urbanos e rurais. Segundo Schafer (1977, p.107), “A Revolução Industrial introduziu uma multidão de novos sons, com consequências drásticas para muitos dos sons naturais e humanos que eles tendiam a obscurecer”, com o impacto gerado pela industrialização torna-se necessária a busca por materiais que apresentem eficiência em projetos de isolamento acústico visando melhorar a saúde sonora dos espaços. Todavia, para identificar esses materiais são realizados ensaios baseados em normativas possibilitando comparações e possíveis validações.

Além disso, para efetuar ensaios para averiguar as propriedades acústicas de um composto é adotado o tubo de impedância. No presente estudo foi utilizado o tubo de impedância do Laboratório de Mecânica Aplicada LABMEC- Controle de ruído e Acústica no prédio da Engenharia mecânica na UFG situado em Goiânia/Goiás, para obter medições de perda de transmissão sonora PT utilizando o método de duas cargas. Esse aparato experimental foi produzido anteriormente por discentes e docentes da Universidade Federal de Goiás, por meio de iniciações científicas, projetos de pesquisa e trabalhos de conclusão de curso.

De acordo com o engenheiro acústico e professor da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Bistafa (2011, p.323), “a perda de transmissão sonora é a diferença, em decibéis, entre o nível de pressão sonora incidente sobre uma superfície e o nível transmitido através dela para o recinto adjacente”, ou seja, é a parcela do som que percorreu a amostra e não foi absorvido ou refletido por ela. Para auferir essa propriedade foi utilizada uma matriz transferência e uma função matemática com base na norma ASTM E 2611-09, entretanto, para obter essa matriz foi utilizado o método de duas cargas, que consiste em medir a perda de transmissão com diferentes cargas acústicas e com os dados do ensaio comparar os resultados.

Portanto, tendo conhecimento do contexto e das definições apresentadas o objetivo desse resumo é comparar e apresentar a melhor combinação de cargas acústicas aplicadas para a medição de perda de transmissão sonora em silenciadores acústicos, sendo a transmissão sonora uma propriedade extremamente relevante para identificar compostos com bom desempenho acústico para projetos de isolamento sonoro.

¹ Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e Computação, estudante de graduação

² Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e Computação e docente do curso de Engenharia Mecânica

Na Figura 1 é apresentada a configuração de um tubo de impedância segundo a norma ASTM E 2611-09, com o posicionamento dos equipamentos. A norma ASTM E 2611-09 informa recomendações de dimensões do tubo, equacionamento baseado em diferentes configurações e sugestões da metodologia a ser aplicada em um ensaio de perda de transmissão sonora. O espaçamento entre os microfones aplicado s_1 e s_2 é de 20 cm. O “test specimen” é o silenciador acústico, sendo esse um filtro que ameniza os ruídos de máquinas sem influenciar no desempenho delas.

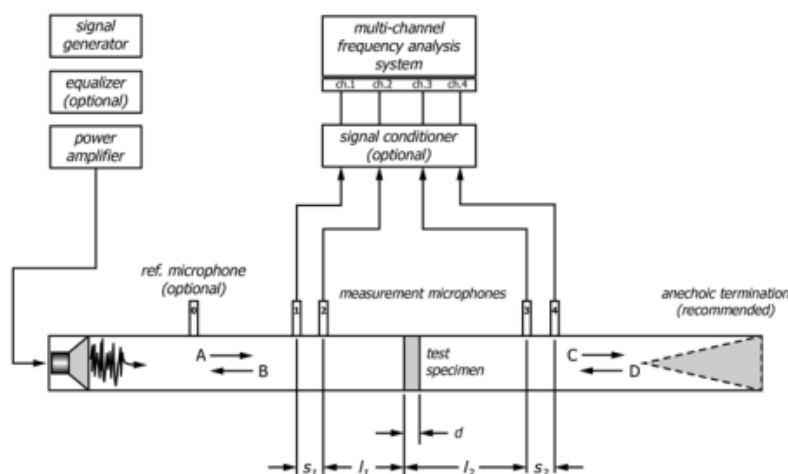


Figura 1: Configuração tubo de impedância segundo ASTM E 2611-09.

A Figura 2 mostra o tubo de impedância do LABMEC – Controle de ruído e Acústica, com dois microfones e dois canais, montado na configuração “34”, ou seja, os microfones nas entradas três e quatro. O microfone na entrada 3 é fixo e o outro microfone varia de posição.



Figura 2: Tubo de impedância LABMEC UFG.

As cargas acústicas apresentadas na Figura 3, são espumas que foram distribuídas como Carga I (conjunto de A, B, C e o tarugo de cobre), Carga II (conjunto B, C e tarugo de cobre), Carga III (conjunto C e tarugo de cobre) e Carga IV (apenas o tarugo de cobre). No ensaio os dados obtidos para cada configuração de entradas microfones foi realizado para cada uma das cargas.

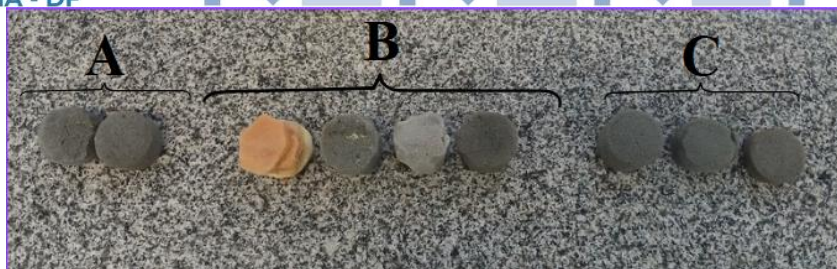


Figura 3: Espumas utilizadas na configuração das cargas acústicas.

A Equação 1 mostra o cálculo do coeficiente de transmissão sonora t adicionado no código do MATLAB para medição de perda de transmissão sonora. Sendo p a densidade do ar, c a velocidade do som no ar, d espessura da amostra, k número de onda no ar e T_{ij} elementos da matriz de transferência acústica do material.

$$t = \frac{2 \times e^{jkd}}{T_{11} + \left(\frac{T_{12}}{p \times c}\right) + p \times c \times T_{21} + T_{22}} \quad (1)$$

O cálculo da frequência inferior segundo a ASTM E 2611-09, é demonstrado pela Equação 2.

$$f < \frac{c}{10 \times s} \quad (2)$$

Onde c é a velocidade do som no ar e s é distância entre os microfones.

RESULTADOS E DISCUSÕES

Analisando a Figura 4, por meio de uma comparação gráfica nota-se que as configurações de cargas II-IV e I-IV apresentaram funções mais próximas dos valores teóricos para o método de duas cargas que é válido para frequências próximas de 2000 Hz. Portanto, utilizar cargas acústicas com impedâncias mais distintas apresenta melhores resultados de perda de transmissão sonora.

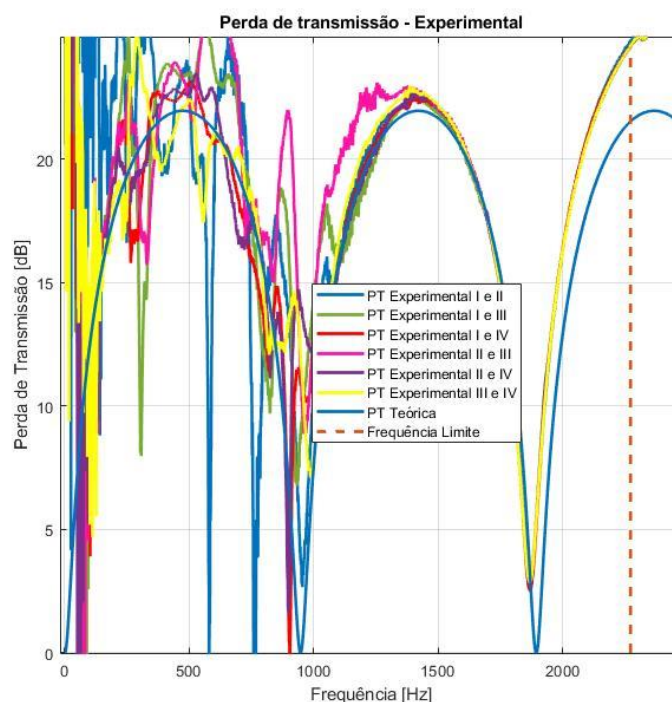


Figura 4: Gráfico PT todas as cargas.

Todavia, pode-se observar na Figura 4 que em baixas frequências os valores experimentais divergem dos valores teóricos. Esse fato é justificado por dois fatores pela menor absorção sonora em baixas frequências pela terminação do aparato evidenciadas pela Figura 5 e pela limitação do método de medição de PT da norma ASTM E 2611-09 para espaçamento de 20 cm entre os microfones ser de frequência inferior limite igual a 171,5Hz. Além disso, verifica-se que a Carga I com mais espumas tem o maior coeficiente de absorção e a Carga IV com apenas o tarugo de cobre tem menor absorção sonora.

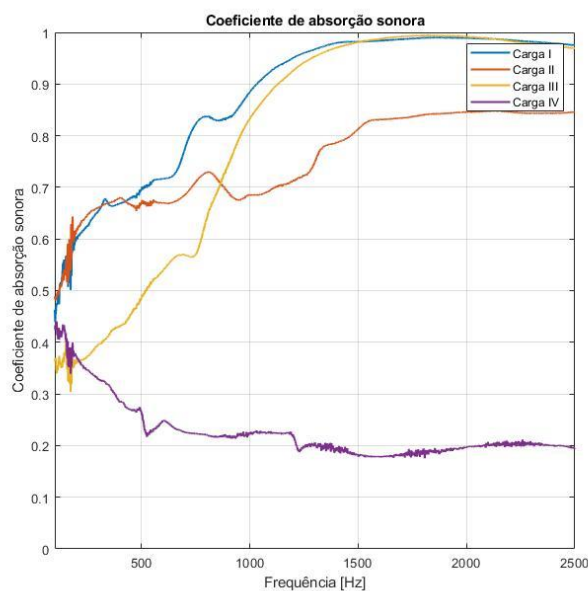


Figura 5: Absorção sonora para terminações com diferentes cargas.

CONCLUSÕES

Os ensaios demonstraram que combinações de cargas acústicas com impedâncias distintas, especialmente II-IV e I-IV, resultam em medições mais próximas dos valores teóricos da perda de transmissão sonora. A divergência observada em baixas frequências está relacionada não apenas à menor absorção sonora nas terminações do aparato experimental, mas também à limitação do método da ASTM E 2611-09, que para espaçamento de microfones de 20 cm estabelece frequência inferior de 171,5 Hz. Dessa forma, o estudo confirma a relevância da escolha adequada das cargas e evidencia a necessidade de ajustes metodológicos para ampliar a precisão em faixas de baixa frequência, contribuindo para a caracterização de silenciadores e materiais de isolamento acústico.

REFERÊNCIAS

ASTM INTERNATIONAL. *ASTM E 2611-09: Standard Test Method for Measurement of Normal Incidence Sound Transmission Loss of Acoustical Materials Based on Transfer Matrix Method*. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2009

BISTAFA, Sylvio R. *Acústica aplicada ao controle de ruído*. São Paulo: Blucher, 2011.

SCHAFER, R. Murray. *The tuning of the world*. New York: Alfred A. Knopf, 1977.