



ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE GARRAFAS DO TIPO “PET” COMO ABSORVENTES ACÚSTICOS

Minéia Johann Scherer (1); Jorge Luiz Pizzutti dos Santos (2)

(1) Autora. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Laboratório de Termo-Acústica, RS, Rua Marechal Floriano Peixoto, 1839-apto 201, Bairro Centro – Santa Maria, RS CEP 97015-373, Telefone: 0xx55.217.3060 ou 0xx55.9993.1288

e-mail: mineiascherer@hotmail.com

(2) Orientador. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Estruturas e Construção Civil, Prédio 7, Campus, Bairro Camobi – Santa Maria, RS CEP 97105-900, Telefone: 0xx55.220-8144, Fax: 0xx55.220-8608

RESUMO

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas sobre os possíveis usos de materiais recicláveis, alternativos ou de baixo custo na construção civil. Muitos destes estudos visam aplicações na acústica arquitetônica, destacando-se as pesquisas sobre materiais absorventes acústicos. Sabe-se que as altas frequências são facilmente absorvidas por materiais esponjosos ou fibrosos. Já as médias e baixas frequências necessitam de dispositivos mecânicos para absorção, como os ressonadores de Helmholtz. Neste sentido, este trabalho tem o objetivo de investigar o comportamento como absorvente acústico de garrafas do tipo “pet” de 2 litros, ensaiadas inteiras e cortadas a aproximadamente 25cm da base. Trata-se de um material encontrado facilmente em grande quantidade, reciclável, de baixo custo e que, com criatividade, pode oferecer propriedades estéticas interessantes. O procedimento de medição do coeficiente de absorção sonora segue as recomendações da norma internacional ISO 354, sendo que o ensaio foi realizado em câmara reverberante no Laboratório de Termo Acústica da UFSM. Com base nos resultados, verifica-se que as garrafas do tipo “pet” possuem alto potencial como absorvente sonoro, respondendo com eficiência em todas as frequências, de acordo com a composição utilizada, com garrafas inteiras ou cortadas.

ABSTRACT

Several researches have been done about the possible uses of alternatives or low cost recyclable materials in building. Many of these studies aim applications in architectural acoustic, having special emphasizing researches about acoustic absorbent materials. It is known that the high frequencies are easily absorbed by spongy or fibrous materials. Nevertheless the medium and low frequencies need mechanical devices for absorption, as the Helmholtz resonators. Thus, this work has the objective to investigate the behavior as acoustic absorbent of “pet” type bottles with capacity of 2 liters, tested entire and cutted at about 25 cm from the base. It consists on a material easily found in big quantity, recyclable, of low cost and with creativity it can offer interesting aesthetic properties. The procedure of mensuration of the sonorous absorption coefficient follows the recommendations of the international standard ISO 354, thus the essay was done in reverberation chamber of the thermo-acoustic laboratory of UFSM. Based on the results, we verify that the type “pet” bottles has high potential as sonorous absorbent, responding with efficiency in all frequencies, according with the used composition, either entire or cutted bottles.

1. INTRODUÇÃO

As questões relacionadas com a proteção ambiental estão ocupando cada vez mais espaço e tornando-se alvo de inúmeras pesquisas nas mais variadas áreas de conhecimento. Na construção civil, é crescente a busca por alternativas para substituição de produtos industrializados por materiais naturais biodegradáveis ou de reaproveitamento por reciclagem de produtos descartados como “lixo”.

Dentre esses estudos, tem merecido destaque os realizados pelo Laboratório de Termo Acústica da Universidade Federal de Santa Maria - LaTA, onde, já há alguns anos, diversos materiais alternativos, de baixo custo, recicláveis ou naturais estão sendo testados como soluções para projetos acústicos, especialmente na correção do tempo de reverberação de ambientes fechados. SANTOS (1993) realizou ensaios com blocos cerâmicos, casca de arroz, embalagens de ovos; KUDIESS (1998) testou tubos de off-set, garrafas do tipo “pet”, balões infláveis; PICADA (2002) verificou o potencial das sobras de porongos. Todos os trabalhos revelaram a ótima capacidade desses materiais alternativos como absorventes sonoros, passíveis de utilização em correções acústicas de ambientes com custo reduzido.

Sabe-se que a adequação acústica de um local para determinada atividade depende das dimensões do ambiente e da capacidade de absorção sonora das superfícies e objetos que o compõe. “A adição de absorção num ambiente melhora suas características acústicas internas, tais como redução da reverberação e aumento da inteligibilidade, que são fatores ligados à qualidade do som e sua distribuição em salas” (GERGES, 1992).

No entanto, a absorção de cada material depende da frequência de onda incidente, sendo que as altas frequências são facilmente absorvidas por materiais esponjosos ou fibrosos. Neste caso, a absorção ocorre por transformação de parte da energia sonora em energia térmica. Já para a absorção das médias e baixas frequências, necessitamos de dispositivos mecânicos chamados ressonadores, que “são sistemas absorventes que se baseiam na propriedade física dos ressonadores de Helmholtz de dissipar energia em torno de uma determinada frequência de ressonância, a qual varia em função das características geométricas do mesmo” (MÉNDEZ et al, 1994). Essa frequência depende, basicamente, do volume interno do ressonador e das características da abertura por onde entra o ar.

Assim, o estudo aqui apresentado tem o objetivo de verificar a performance como absorvente sonoro de garrafas do tipo “pet” de 2 litros, que possuem as características geométricas dos ressonadores, ensaiadas inteiras e cortadas a aproximadamente 25cm da base.

1.1 Justificativas

Trata-se de uma material reciclável, encontrado facilmente em grande quantidade, descartado como “lixo”, e por isso de baixo custo. Pela sua forma e facilidade de manuseio na composição de arranjos, pode, com criatividade, oferecer propriedades estéticas interessantes no momento de aplicação na correção da sonoridade de ambientes. O baixo custo favorece a aplicação em locais públicos, como escolas ou ginásios, onde, geralmente os escassos recursos impossibilitam um tratamento adequado com materiais industrializados.

Além disso, a possibilidade de uma nova forma de utilização das garrafas do tipo “pet”, contribuirá no sentido da proteção do meio ambiente, retirando da natureza um material nocivo e dando-lhe um uso nobre e de fundamental importância.

2. MATERIAL E METODOLOGIA

2.1 Material Ensaiado

O material utilizado para o ensaio foram as garrafas plásticas do tipo “pet” de 2 litros. Foram dispostas cerca de 1100 garrafas numa área de amostra de 11,40m², em pé e encostadas umas às

outras, no piso da câmara reverberante para ensaios de absorção sonora do Laboratório de Termo Acústica da UFSM – LaTA, de acordo com as recomendações da norma ISO-354.

No primeiro arranjo para ensaio, as garrafas foram dispostas inteiras, com o gargalo para cima e sem tampa, conforme a Figura 1. Para o segundo e terceiro ensaios, todas as garrafas foram cortadas a aproximadamente 25cm da base, com o auxílio de uma serra circular. Procedeu-se então o segundo ensaio, com o arranjo das garrafas cortadas, com a cavidade de abertura voltada para cima. No terceiro arranjo para ensaio, as mesmas garrafas cortadas foram dispostas com a abertura voltada para baixo, o que é ilustrado na figura 2.



Figura 1 – Garrafas “pet” inteiras, dispostas para ensaio na câmara reverberante.



Figura 2 – Garrafas “pet” cortadas e com a abertura voltada para baixo, dispostas para ensaio na câmara reverberante.

2.2 Equipamentos Utilizados

Foram utilizados para a realização do ensaio que determina o coeficiente de absorção sonora do material, os seguintes equipamentos, conforme especificações do fabricante (BRÜEL & KJAER, 1989):

- Fonte sonora tipo 4224
- Microfone rotativo tipo 3923
- Analisador acústico tipo 4418
- Calibrador

2.3 Metodologia do Ensaio

O ensaio para determinação do coeficiente de absorção sonora - α_s , foi realizado na câmara reverberante para ensaios de absorção do LaTA, que possui volume de 200m³, com piso, paredes e teto de concreto armado com 30cm de espessura, totalmente apoiada sobre coxins de borracha especial antivibração.

O procedimento de medição segue as determinações da norma ISO-354:

- Disposição da área de amostra do material de 11,40m², respeitando o afastamento mínimo de 1,0m das paredes;
- Posição do microfone rotativo no centro da área de amostra, respeitando o afastamento mínimo de 1,0m das paredes e da amostra e de 2,0m da fonte sonora;
- Posição da fonte sonora em dois cantos diferentes da câmara, respeitando o afastamento mínimo de 1,0m das paredes e da amostra, com emissão do ruído em direção oposta a esta;
- Geração de ruído do tipo rosa, filtrado em 1/3 de oitavas;
- Para cada posição da fonte sonora, o analisador acústico realiza 3 medições em cada uma das 3 posições do microfone, processando a média aritmética dos resultados;
- O resultado final do tempo de reverberação para cada faixa de frequência de terços de oitava, de 100Hz até 4000Hz, é obtido pela média aritmética das duas posições da fonte sonora;
- Este procedimento de ensaio é realizado novamente com a câmara vazia;

Com os resultados finais dos tempos de reverberação da câmara com a amostra e vazia, calcula-se o coeficiente de absorção sonora - α_s do material. Este cálculo é obtido com o auxílio de um programa de computador, com base nas fórmulas:

$$A = 56,3 \frac{V}{c} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad [\text{Eq. 01}]$$

$$\alpha_s = \frac{A}{S} \quad [\text{Eq. 02}]$$

3. RESULTADOS

Os resultado dos ensaios com as garrafas do tipo “pet” de 2 litros, inteiras e cortadas, fornece o potencial como absorvente sonoro desse material, conforme os gráficos abaixo. Estes gráficos relacionam os coeficientes de absorção sonora - α_s alcançados para cada faixa de frequência de terços de oitava.

O gráfico da Figura 3 apresenta o resultado do ensaio com as garrafas inteiras. Pode-se observar que a capacidade de absorção do arranjo se manifesta com altos índices em praticamente em todo o espectro de frequências. A absorção nas médias frequências é característico dos ressonadores de Helmholtz, cujo formato clássico é justamente o de uma garrafa (com um volume interno e um gargalo por onde entra o ar). Neste ensaio foi atingindo um α_s de 0,82 em 250Hz. Já a absorção nas altas frequências, que chegou a um α_s de 0,87 em 1000Hz, deve-se, principalmente, às cavidades do arranjo, ou seja, aos espaços de ar entre as garrafas encostadas.

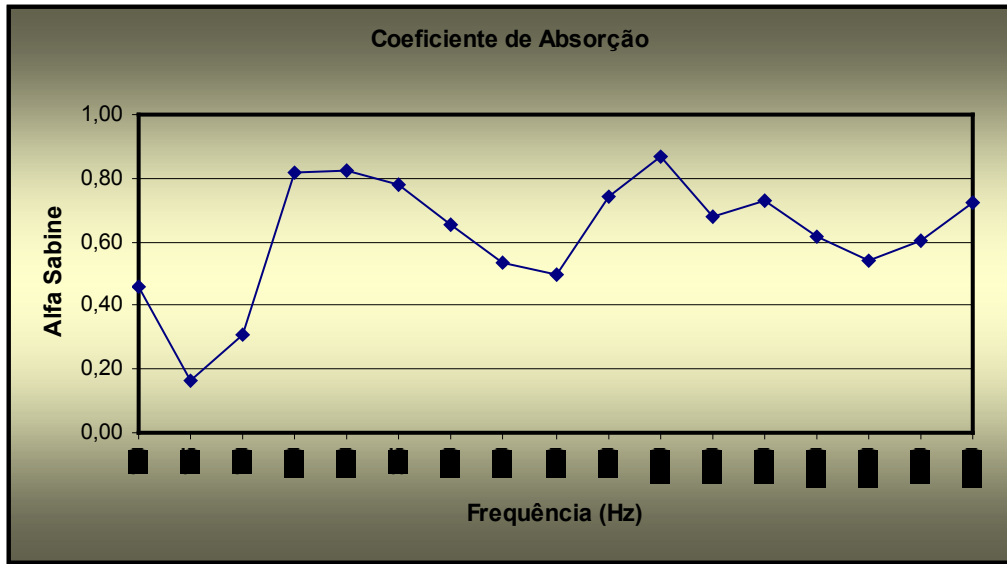


Figura 3 – Gráfico dos coeficientes de absorção sonora das garrafas inteiras

Na Figura 4, é demonstrado o resultado do segundo ensaio, com as garrafas cortadas e com a cavidade de abertura voltada para cima. Este gráfico é importante como comparação com os outros arranjos, já que o comportamento como ressonador perde força, devido ao aumento da abertura e a menor possibilidade do ar vibrar e dissipar energia. A absorção que ocorre, principalmente nas altas frequências, é resultado das cavidades de ar entre as garrafas, semelhante ao que ocorre com as inteiras.

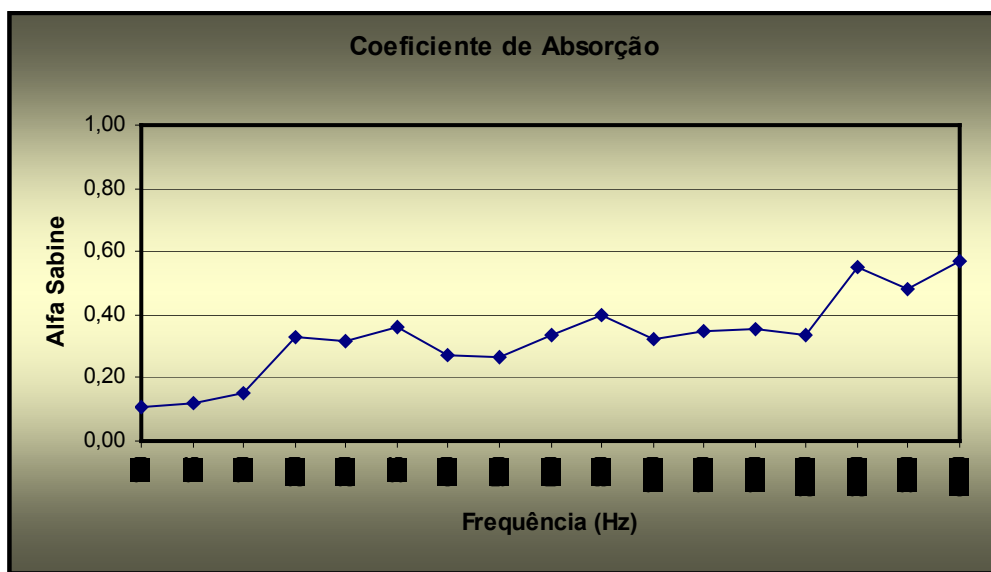


Figura 4 – Gráfico dos coeficientes de absorção sonora das garrafas cortadas e com cavidade de abertura voltada para cima

Já na Figura 5, representa-se graficamente o resultado do ensaio com as garrafas cortadas e com a abertura voltada para baixo. Neste caso, as garrafas cortadas voltam a funcionar como ressonadores, com um ótimo pico de desempenho em 125Hz, atingindo um α_s de 0,93. Isto ocorreu devido à imprecisão no corte das garrafas, o que gerou passagens de ar entre as mesmas e o plano de apoio. Da mesma forma que nos casos anteriores, a absorção nas altas frequências deve-se às cavidades de arranjo entre as garrafas.

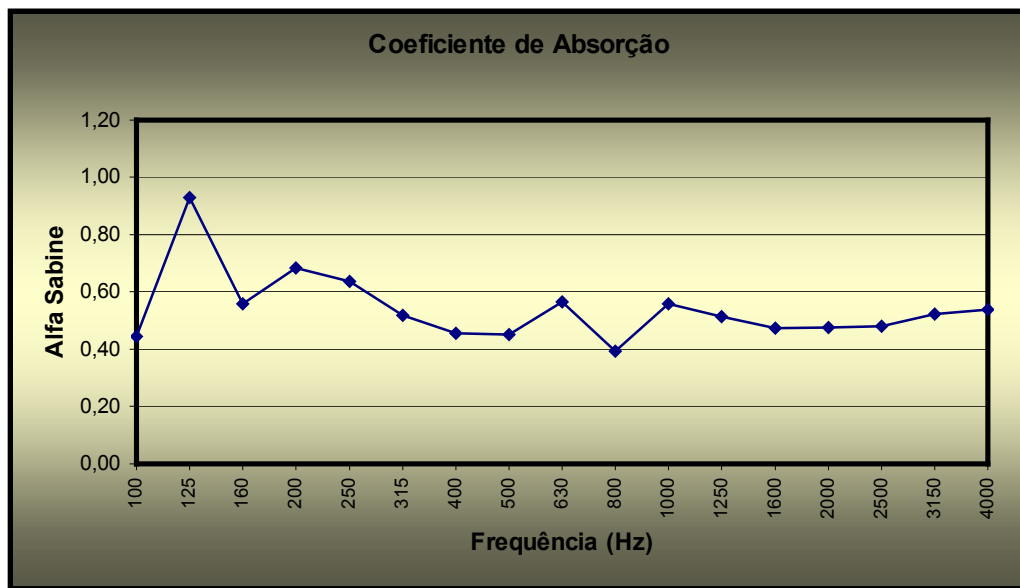


Figura 5 – Gráfico dos coeficientes de absorção sonora das garrafas cortadas e com cavidade de abertura voltada para baixo

4. CONCLUSÕES

Com a realização dos ensaios normalizados e conseqüente obtenção dos resultados, atinge-se o objetivo de verificar a potencialidade de absorção acústica das garrafas do tipo “pet” de 2 litros, inteiras e cortadas.

Verificou-se que os melhores desempenhos ocorrem no arranjo com as garrafas inteiras, uma vez que há boa absorção em praticamente todas as frequências. Nas médias, a absorção ocorre devido ao comportamento das garrafas como ressonadores de Helmholtz, enquanto nas altas frequências, são os espaços de ar que garantem a absorção. No caso das garrafas cortadas, quando voltadas para baixo, continuam funcionando como ressonadores, com um pico de absorção em 250Hz, ou seja, em baixa frequência. Já voltadas para cima, perdem a função de ressonador e ocorre absorção somente devido às cavidades de arranjo entre as garrafas.

Deste modo, fica evidente o grande potencial deste material para utilização em correções acústicas de ambientes fechados. Com a realização de combinações com garrafas inteiras e cortadas, pode-se atingir absorção em todo o espectro de frequências, inclusive nas baixas e médias, que são as mais difíceis de serem corrigidas por outros tipos de materiais. Além disso, é uma alternativa de baixo custo, que favorece as questões relacionadas com a proteção ambiental e reaproveitamento de materiais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRÜEL & KJAER COMPANY. (1982) *Instruction manual building acoustics analyzer type 4418*. Denmark, 125 p.

GERGES, S. N. Y. (1992) *Ruído: fundamentos e controle*. Florianópolis: S. N. Y. Gerges.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (1985) *Acoustics – Measurement of sound absorption in a reverberation room: ISO 354*.

KUDIESS, D., SANTOS, J.P., (1998) *Desenvolvimento de absorventes sonoros alternativos para aplicação em ambientes de grandes dimensões e em correções acústicas temporárias*. In: 18º Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Florianópolis, Anais, Florianópolis, Associação Brasileira da Tecnologia do Ambiente Construído, 1998.

MÉNDEZ, A., et al (1994) *Acustica arquitectonica*. Buenos Aires: UMSA.

PICADA, G. S. (2002) *Potencial das sobras de porongos da fabricação de cuias como absorventes sonoros*. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

SANTOS, J.P., ALVES, C.C.S., SIMÕES, M.R., (1993) *Estudo de materiais alternativos para uso em absorção acústica*. In: II Encontro Nacional do Conforto no Ambiente Construído, Florianópolis, Anais, Florianópolis, Associação Brasileira da Tecnologia do Ambiente Construído, 1993.