



## **CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES ACÚSTICAS DE PELÍCULA PRODUZIDA COM APLICAÇÃO DE NANOTECNOLOGIA**

Carla Luíza Becker Bonetti (PIBIC/CNPq/Uem), Aline Lisot (Orientadora), e-mail: carlalbbonetti@gmail.com, alinelisot@gmail.com.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

### **Engenharia Civil – Construção Civil**

**Palavras-chave:** Absorção sonora, Tempo de reverberação, Inteligibilidade.

#### **Resumo:**

As edificações devem ser capazes de produzir condições favoráveis ao desenvolvimento das atividades de seus usuários. Em especial, as salas de aula devem ser, pelo menos, capazes de permitir a inteligibilidade, ou seja, a compreensão do que está sendo falado. No caso do Brasil, parte-se de uma estrutura educacional antiga e acusticamente precária e a utilização dos materiais disponíveis hoje no mercado pode ajudar, ou até solucionar esses problemas. Dessa forma, a presente pesquisa visa analisar as características acústicas de película dotada de nanotecnologia, aplicada na forma de pintura, através da comparação da absorção acústica de uma sala de aula sem e com o material. Verificou-se, então, que esse proporciona um pequeno aumento da absorção sonora na sala, sendo esse, portanto, uma alternativa ao que hoje está disponível no mercado.

#### **Introdução**

As edificações escolares brasileiras podem ter a qualidade acústica das suas salas de aula classificada como ruim, sendo essa qualidade diretamente relacionada ao desempenho acadêmico dos seus ocupantes. Desta forma, as edificações devem ser capazes de produzir condições favoráveis ao desenvolvimento das atividades de seus usuários, satisfazendo diferentes necessidades ambientais.

Assim, observa-se a importância do investimento na qualidade acústica das edificações escolares, tanto no que se refere à proteção contra ruídos intrusivos, como à garantia da inteligibilidade do que se discursa, para o crescimento não só do nível de instrução dos jovens brasileiros, mas também do seu aproveitamento acadêmico.



Segundo Bistafa (2011), “a capacidade de determinado material ou estrutura em absorver e isolar o ruído é a principal medida de seu desempenho acústico”. Em se tratando de edificações, observa-se que a mesma correlação pode ser aplicada. O som, quando incide sobre uma superfície, tem uma parte de sua energia sonora refletida e outra, a que desaparece atrás dessa, descomposta em duas parcelas: em energia sonora dissipada – transformada em calor pelo movimento das partículas do ar no interior do material - e transmitida.

A absorção acústica é associada à relação entre a energia sonora incidente e a refletida e, portanto, à perda de energia das ondas sonoras. Em geral, para que um material exerça essa função, é necessário que apresente uma estrutura fibrosa ou porosa, sendo assim, eficiente no controle do tempo de reverberação (TR) de um determinado recinto, determinante para a inteligibilidade da fala numa sala de aula, por exemplo.

Entretanto, é recente a preocupação com o conforto acústico dos usuários das edificações. Foi somente com a NBR 15575/2013: Edificações Habitacionais – Desempenho, que os parâmetros de desempenho acústico de uma edificação foram, de fato, estabelecidos em nível nacional. O mercado teve o seu portfólio incrementado com novos produtos e técnicas para o tratamento acústico de ambientes. Nesse contexto, surgiu uma película dotada de nanotecnologia aplicada na forma de pintura, afirmando possuir propriedades absorvedoras, mas sem ser uma estrutura porosa fibrosa.

Assim, para a compreensão do fenômeno e verificação do desempenho do material, propôs-se a análise das suas características acústicas de uma sala de aula com e sem a película, conforme determina a ISO 354/2003.

## **Materiais e métodos**

De acordo com os procedimentos especificados pela norma ISO 354/2003, determinou-se a absorção sonora de uma sala de aula – com duas posições de fonte sonora e seis posições de recepção - do Bloco C67 da Universidade Estadual de Maringá sem e com a aplicação da película dotada de nanotecnologia.

Elevou-se, assim, o nível o sonoro da sala a cada combinação fonte-receptor através da emissão de ruído rosa por uma fonte dodecaédrica da marca 01dB que, quando cessado, tendo sido monitorado por um microfone omnidirecional da marca Behringer com um amplificador S-Phantom conectado ao *software* Dirac 3.1, permitiu a obtenção dos tempos de reverberação para um decaimento de 60 dB.

Dessa forma, obtiveram-se doze decaimentos sonoros que, processados pelo *software* Dirac, resultaram no tempo de reverberação da sala.



O tempo de reverberação ainda pode ser matematicamente aproximado, conhecendo-se as dimensões e os componentes do ambiente avaliado, por meio da Equação 1, a Fórmula de Sabine.

$$T_{60} = \frac{0,161 * V}{A_{recint o}}, \text{ com } A_{recint o} = \sum_{i=1}^n \alpha_i * S_i \quad (1)$$

Onde "T<sub>60</sub>" é o tempo de reverberação, em s; "V" é o volume do recinto, em m<sup>3</sup>; "A" é a absorção sonora do recinto, em m<sup>2</sup>Sabine; "α<sub>i</sub>" é o coeficiente de absorção sonora do recinto; e "S<sub>i</sub>" é a área do recinto, em m<sup>2</sup>.

Calculou-se, através da aplicação da Equação 1 em uma planilha Excel, o TR da sala sem a aplicação da tinta e calibrou-se esse valor de acordo com o valor monitorado. A seguir, substituiu-se uma parcela da pintura convencional por pintura com tinta dotada de nanotecnologia por meio da substituição dos coeficientes de absorção sonora da tinta por aqueles fornecidos pela empresa fabricante da tinta especial.

## Resultados e Discussão

Apresentam-se na Tabela 1 os coeficientes de absorção sonora adotados para a superfície sem película (com tinta convencional) e para a superfície com película (com tinta dotada de nanotecnologia).

**Tabela 1** – Coeficientes de absorção sonora de superfície sem e com película dotada de nanotecnologia

FREQUÊNCIA (Hz)	125	250	500	1k	2k
α (superfície sem película)	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
α (superfície com película)	0,06	0,11	0,12	0,10	0,12

Na Tabela 2 se apresenta o TR monitorado *in loco*, bem como o TR calculado para a situação sem película e com película. E, nesse caso, apresenta-se o resultado para a aplicação somente na parede de fundo da sala e para a aplicação na parede de fundo e no terço final do teto.

**Tabela 2** – Tempos de reverberação

FREQUÊNCIA (Hz)		125	250	500	1k	2k
TRmedido (s)	sem película	2,912	2,231	1,838	1,750	1,757
TRcalculado (s)	sem película	2,952	2,191	1,792	1,762	1,771
TRcalculado (s)	com película na parede de fundo	2,794	1,971	1,642	1,651	1,624
TRcalculado (s)	com película na parede de fundo e no terço final do teto	2,654	1,793	1,517	1,555	1,502



Após a aplicação da película, observou-se uma diminuição do TR do recinto, sendo essa um pouco mais acentuada para a situação com película na parede de fundo e no terço final do teto, devido ao aumento da absorção proporcionado à sala pela película. Evidencia-se que a introdução de materiais absorvedores em locais adequados auxilia na diminuição da reverberação, contribuindo para a inteligibilidade da sala. Entretanto, o TR esperado para uma sala de aula, da ordem de 0,5s na frequência de 500Hz, não foi atingido. E, no caso estudado, para se obter uma sala acusticamente adequada em relação ao TR seria necessário utilizar outros materiais em conjunto com a tinta.

## Conclusões

Os resultados, de fato, demonstraram que a tinta dotada de nanotecnologia permite o aumento da absorção sonora do ambiente em que é aplicada. O seu efeito, mesmo que sutil, salienta a importância de um material de aplicação relativamente simples para esse fim, já que os disponíveis no mercado, em geral, necessitam de mão de obra especializada. Destaca-se, ainda, a importância de investimentos no projeto e implementação de edificações escolares com melhores condições, adequadas ao ensino e pesquisa. Escolas destinadas ao ensino infantil merecem especial atenção, já que as crianças, por ainda não terem o raciocínio lógico plenamente desenvolvido, não têm condições de entender a sobreposição de sons, o que ocorre em salas com TR muito elevado. Em tal condição, o processo ensino-aprendizagem é efetivamente prejudicado.

Pretende-se, então, para atestar a veracidade dessas aproximações, prosseguir com a pesquisa com a aplicação da película, de acordo com as simulações citadas, para posterior monitoramento da sala.

## Agradecimentos

Agradeço à Fundação Araucária que, através da concessão de uma bolsa de estudos, permitiu a presente pesquisa.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – Desempenho: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.
- BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2011. 380 p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 354**: Acoustics – Measurement of sound absorption in a reverberation room. Geneva, Switzerland: 2003.