

## DESEMPENHO DE PISOS FLUTUANTES COM APLICAÇÃO DE CARGA ESTÁTICA

Silva E. L.<sup>1</sup>, Patrício J. V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT  
ellemos@ipt.br

<sup>2</sup>Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC  
jpatricio@lneec.pt

### Resumo

Neste trabalho são apresentados os resultados de ensaios de ruído de impacto em pisos com aplicação de carga estática sobre dois sistemas de piso flutuante de dimensões reduzidas. O objetivo do estudo é avaliar a possível degradação do desempenho acústico de pisos flutuantes quando há aumento de carga proporcionado por móveis e outros objetos.

Os sistemas avaliados são formados por uma camada de material resiliente disposta sobre a laje padrão com uma pedra mármore plana, de 60 x 60 cm, como revestimento final. As camadas resilientes são diferentes quanto à constituição, espessura e valor de rigidez dinâmica. Com o aumento de peso sobre o sistema, o nível de redução sonora diminui significativamente, entre as bandas de terços de oitava de 125Hz e 250Hz. A degradação de desempenho foi mais expressiva para o sistema A: para este material (rigidez dinâmica de 36,8MN/m<sup>3</sup>), com a carga aumentada em quatro vezes, o desempenho do sistema foi reduzido em 3dB; para o sistema B, com material de rigidez dinâmica de 7,3MN/m<sup>3</sup>, o desempenho foi reduzido em 2dB para um aumento de carga de aproximadamente cinco vezes.

**Palavras-chave:** piso flutuante, redução sonora, ruído de impacto.

### Abstract

This paper presents the results of the impact sound tests exerted on floors with static loading on two floating floor systems of reduced dimensions. The objective of the study is to discuss the possible degradation of acoustic performance of the floating floor, whenever there is an increment of load provided by furniture or other objects.

The tested prototypes are composed by a layer of resilient material lying on the structural slab, over which a tile of marble, 60 x 60 cm, is placed as the final floor covering. The resilient layers are different in terms of their composition, thickness and dynamic stiffness. When the load is increased, the noise reduction provided by the system decreases significantly in the third octave bands of 125Hz and 250Hz. The deterioration of system performance was more significant for the system A: for this material (36.8 MN/m<sup>3</sup> dynamic stiffness), when the load is increased four times, the performance of the system is reduced in 3 dB; for system B, with material having dynamic stiffness of 7.3 MN/m<sup>3</sup>, the performance is reduced in 2 dB when the load is increased by approximately five times.

**Keywords:** Floating floor, sound reduction, impact sound.

PACS n°. 43.55.Ti, 43.40.Kd

## 1 Introdução

A atenuação ao ruído de impacto de pisos, produzida por pisos flutuantes, tem sido amplamente estudada, principalmente no que diz respeito às características dos materiais resilientes utilizados nesses sistemas e sua relação com o desempenho acústico dos pisos [1-5]. Schiavi [3] mostra que alguns materiais podem se degradar após um tempo de exposição a carga estática, fazendo com que os níveis de pressão sonora de percussão diverjam dos níveis previstos pelo modelo empírico da norma EN 12354 [6].

António [5] observa que é importante que se conheça o efeito do tempo sobre o desempenho dos pisos flutuantes, ou seja, que se verifique se ao longo dos anos em que a camada resiliente fica submetida ao peso da lajeta, as propriedades desses materiais não se alteram a ponto de reduzirem significativamente o isolamento ao ruído de percussão. Schiavi [7] indica, ainda, que o aumento de carga sobre um material resiliente altera sua resistividade ao fluxo de ar, alterando, conseqüentemente, sua rigidez dinâmica.

A determinação dos níveis de ruído de impacto é realizada, normalmente, quando a construção do edifício é finalizada, mas raramente é feita com a configuração final de uso, ou seja, não são considerados os efeitos das cargas produzidas por mobília, por exemplo. Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o comportamento de pisos flutuantes quando submetidos a cargas estáticas durante os testes. Esta investigação é importante pois, nas situações reais, os pisos flutuantes são submetidos a carga estática de modo permanente e a degradação do desempenho dos sistemas pode ocorrer imediatamente após a aplicação da carga.

## 2 Metodologia

Neste trabalho foram testados dois sistemas de pisos flutuantes de dimensões reduzidas [8] compostos por uma camada de material resiliente disposta sobre uma laje padrão e uma placa de pedra mármore colocada sobre o material resiliente.

As características dos materiais resilientes utilizados são apresentadas na Tabela 1.

A amostra de material resiliente tem dimensão de 65cm x 65cm e as dimensões da pedra mármore sobre ela disposta são de 60cm x 60cm (Figura 1).

Tabela 1 – Características dos materiais resilientes.

Material	Descrição	Rigidez dinâmica (MN/m <sup>3</sup> )	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Espessura (mm)
A	Manta de polietileno reticulado	36,8	30	5
B	Manta de polietileno reticulado com uma camada de feltro agulhado em cada uma das faces	7,3	40	12



Figura 1 – Ilustração de um dos sistemas de piso flutuante; neste caso, com o material tipo B.

Primeiramente, foram determinadas as rigidezes dinâmicas dos materiais, através de ensaios realizados conforme a norma ISO 9052-1 [9]. Em seguida, esses materiais foram aplicados aos sistemas flutuantes e ensaiados no Laboratório de Acústica do Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC, com procedimentos baseados nas partes 1, 3 e 4 da norma ISO 10140 [10-12]. Utilizando uma máquina de impacto padronizada, foram determinados os níveis de pressão sonora de impacto ponderado atribuídos à laje de referência,  $L_{n,r,w}$ , e os respectivos níveis de redução sonora de impacto ponderado,  $\Delta L_w$ , de acordo com a norma ISO 717-2 [13], para os sistemas compostos pelos materiais A e B.

Em seguida, foram determinados os parâmetros  $L_{n,r,w}$  e  $\Delta L_w$  para os mesmos sistemas submetidos à aplicação de carga estática. Para aumentar a carga sobre os sistemas foram utilizados blocos de concreto de 190 N, cada um, colocados de dois em dois sobre os sistemas de pisos flutuantes. O material A foi ensaiado com dois e quatro cubos e o material B foi ensaiado com dois, quatro e seis cubos.

A título de exemplo, a Figura 2 mostra os seis cubos sobre o material B.

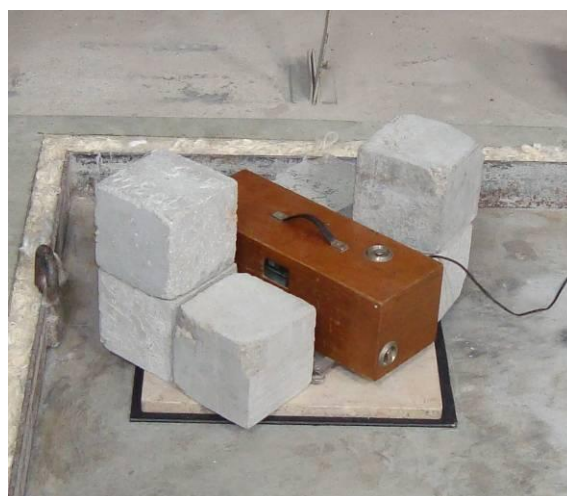


Figura 2 – Sistema de piso flutuante, com material tipo B, submetido a carga estática.

### 3 Resultados

São apresentados, nas Figuras 3 e 4, os gráficos de  $L_{n,r}$ , por bandas de frequências de terços de oitava, e nas Tabelas 2 e 3, os valores de  $L_{n,r,W}$  e  $\Delta L_W$ , obtidos para os materiais A e B, respectivamente, com todas as configurações de aplicação de carga.

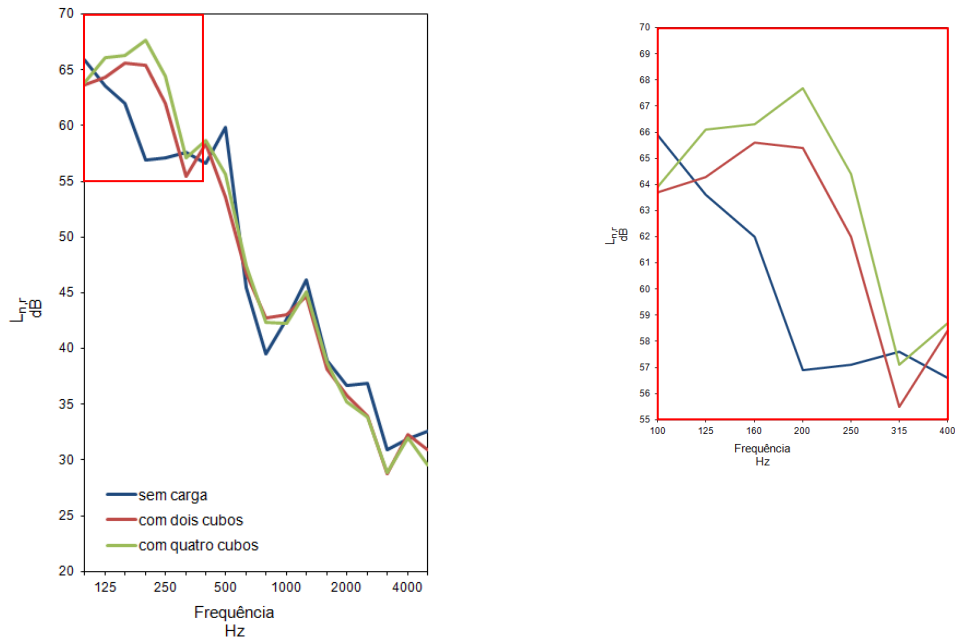


Figura 3 –Valores de  $L_{n,r}$ , por bandas de terços de oitava, para os ensaios realizados com material A. (No detalhe, vê-se o aumento dos níveis de pressão sonora no intervalo de 125Hz a 250Hz)

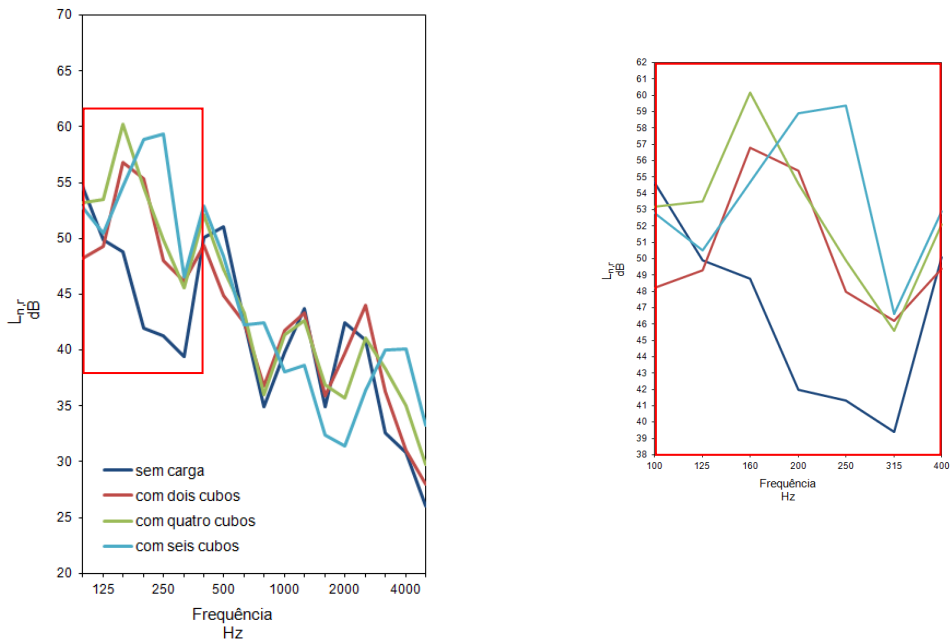


Figura 4 –Valores de  $L_{n,r}$ , por bandas de terços de oitava, para os ensaios realizados com material B. (No detalhe, vê-se o aumento dos níveis de pressão sonora no intervalo de 125Hz a 250Hz)

Tabela 2 – Valores de  $L_{n,r,w}$  e de  $\Delta L_w$ , para o material A.

Parâmetro	Sem carga 0,76 kN/m <sup>2</sup>	Dois blocos 1,82 kN/m <sup>2</sup>	Quatro blocos 2,88 kN/m <sup>2</sup>
$L_{n,r,w}$	55	57	58
$\Delta L_w$	23	21	20

Tabela 3 – Valores de  $L_{n,r,w}$  e de  $\Delta L_w$ , para o material B.

Parâmetro	Sem carga 0,76 kN/m <sup>2</sup>	Dois blocos 1,82 kN/m <sup>2</sup>	Quatro blocos 2,88 kN/m <sup>2</sup>	Seis blocos 3,93 kN/m <sup>2</sup>
$L_{n,r,w}$	48	49	50	50
$\Delta L_w$	30	29	28	28

A diminuição das reduções sonoras, quando do aumento de carga sobre os sistemas de pisos flutuantes, foi mais expressiva com o material A (mais rígido e de menor espessura) do que com o material B. Com o material A, obteve-se uma redução de 3dB no desempenho do piso com um aumento da tensão de cerca de quatro vezes. No caso do material B, com um aumento de carga de até cerca de cinco vezes, obteve-se uma redução de 2dB. Em todos os casos nota-se, nos resultados por bandas de frequências, uma perda significativa dos desempenhos nas baixas frequências, entre 125Hz e 250Hz. As maiores diferenças encontradas foram de 11dB na banda de 160Hz, para o material A, e de 18dB na banda de 250Hz, para o material B.

## 4 Conclusões

Embora se tenha verificado uma redução de apenas 3dB no nível de pressão sonora de impacto, com uma tensão de 2,8kN/m<sup>2</sup>, visto que é uma tensão muito superior à existente em uma residência típica, pode-se perceber a importância de continuar o estudo do tema.

Sugere-se que sejam realizados testes com materiais de constituições e propriedades diferentes, com amostras de dimensões maiores e ensaios de rigidez dinâmica com aumento de carga. As relações entre as características dos materiais resilientes, principalmente no que diz respeito à rigidez dinâmica, e a degradação do desempenho quando do aumento de peso sobre os sistemas, devem ser exploradas.

## Agradecimentos

Agradecimentos à investigadora Julieta António que, gentilmente, disponibilizou equipe e a estrutura do Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção – IteCons, em Coimbra – Portugal, para a realização dos ensaios de rigidez dinâmica.

## Referências

- [1] Lee J. W., Jeong G. C., Kwon Y. P. - Correlation between dynamic characteristics of isolation material and impact sound reduction of lightweight impact source. *Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference*, 2003, 191-5.
- [2] Kim K. W., Jeong G. C., Yang K. S., Sohn J. Y. - Correlation between dynamic stiffness of resilient materials and heavyweight impact sound reduction level. *Building and Environment* 44, 2009, 1589-1600
- [3] Schiavi A., Belli A. P., Russo Francesco. - Estimation of Acoustical Performance of Floating Floors from Dynamic Stiffness of Resilient Layers. *Building Acoustics*, Vol. 12, N. 2, 2005, 99-113.
- [4] Maderuelo-Sanz R., Martín-Castizo M., Vílchez-Gómez R. T - he performance of resilient layers made from recycled rubber fluff for impact noise reduction. *Applied Acoustics* 72, 2011, 823-828
- [5] António J., António T., Nossa A. - Modelação da Rigidez Dinâmica de Materiais Resilientes Versus Resultados Experimentais
- [6] EN 12354-2:2000. Building acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements.–Part 2: Impact sound insulation between rooms.
- [7] Schiavi A., Guglielmone C., Miglietta P. - Effect and importance of static-load on airflow resistivity determination and its consequences on dynamic stiffness. *Applied Acoustics* 72, 2011, 705-710
- [8] Silva E.L., Patrício J. V., António J. - Impact sound reduction provided by current Portuguese and Brazilian floating floors: Comparison between lab tests and EN 12354 results. *Euronoise* 2012
- [9] ISO 9052-1:1989. Acoustics – Determination of dynamic stiffness–Part 1: Material used under floating floors in dwellings.
- [10] EN ISO 10140-1:2010. Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 1: Application Rules for Specific Products.
- [11] EN ISO 10140-3:2010. Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements –Part 3: Measurement of Impact Sound Insulation.
- [12] EN ISO 10140-4:2010. Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements–Part 1: Measurement procedures and requirements.
- [13] EN ISO 717-2:1996. Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements–Part 2: Impact sound insulation.