

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS MODERNAS COMPOSIÇÕES DE PISOS FLUTUANTES QUANTO AO DESEMPENHO NO ISOLAMENTO AO RUÍDO DE IMPACTO

Miguel Angelo Pedroso (1); Jorge Luiz Pizzutti dos Santos (2);

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS
miguelangelopedroso@gmail.com

(2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS
lmcc@ufsm.br

RESUMO

O ruído de impacto é um desafio para construtores e projetistas pela dificuldade que se encontra para a interrupção das vibrações decorrentes da rigidez dos vínculos entre os elementos estruturais. Diversos estudos científicos visaram o desenvolvimento de métodos para amenizar seus efeitos, dos quais o “piso flutuante”, composto pela interposição de material elástico entre a laje e o revestimento final, tem apresentado vantagens significativas porque apresenta a solução ainda na fase do projeto. O surgimento de novos materiais no mercado ensejou a realização deste trabalho que teve como objetivo medir e comparar o desempenho desses materiais como isolantes, além de determinar a vantagem relativa no critério custo/benefício, na montagem de sistemas com revestimento final de porcelanato e a utilização de lã de vidro, mantas de borracha reciclada (resíduos de E.V.A.), isopor de alta densidade e manta de polietileno como materiais resilientes. Os ensaios realizados no Laboratório de Termo-Acústica (LaTA) da UFSM de acordo com a metodologia preconizada pelas ISO 140/VI e VIII e ISO 717-2 permitiram escalonar os materiais testados quanto aos seus desempenhos como isolantes acústicos ao ruído de impacto e a pesquisa mercadológica possibilitou determinar uma hierarquização no aspecto custo/benefício.

Palavras-chave: isolamento acústico; ruído de impacto; pisos flutuantes.

ABSTRACT

The impact noise is a challenge to builders and designers because of the difficulty in the interruption of vibrations due to the rigidity of the connections between the structural elements. Many previous researches aimed at the development of methods to diminish its effects and among them the “floating floor”, constituted by the interposition of an elastic material between the flagstone and the final covering of the floor, has presented significant advantages in presenting a solution still in the project phase. The introduction of new materials in the market made it possible the development of this study, whose objectives were to measure and to compare the performance of these materials as isolators, as well as to determine the relative advantage to the cost/benefit criterion in the construction of systems with porcelanate final covering, and the utilization of glass wool, recycled blankets of rubber (E.V.A. residues) and high density Styrofoam and polyethylene blanket as resilient materials. The experiments carried out at the Thermo-acoustic laboratory (LaTA) in the university, according to the methodology suggested by ISO 140/VI and VIII and ISO 717-2, permitted the classification of the tested materials in terms of their performance while impact noise acoustic isolators, and the market research made it possible to establish a hierarchy in the cost/benefit aspect.

Key words: acoustic isolation; impact noise; floating floors.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Conforto Acústico e Planejamento

O conforto acústico analisado por qualquer prisma e sob qualquer ponto de vista sugere a sensação de bem estar, de tranqüilidade emocional, de deleite dos momentos de trabalho ou de repouso. O conforto acústico é, pois, a materialização desta situação no que diz respeito à convivência com emissões sonoras que são ou que podem tornar-se desagradáveis. Para isto, estas emissões não deverão, em tempo algum, romper o equilíbrio da tranqüilidade e atravessar a fronteira para o indesejável e compulsório caos da poluição sonora.

A redistribuição do espaço urbano exigida pelo aumento exacerbado da densidade demográfica, determinou uma nova concepção arquitetônica para otimizar o aproveitamento deste espaço, praticamente obrigando à verticalização das estruturas edificadas. Paralelamente a esta evolução desenvolveu-se uma condição de importância vital nos dias atuais: a redução do custo de produção, cuja consequência é caracterizada pela economia de material que por sua vez reflete-se na diminuição das dimensões das estruturas de uma maneira geral e, em particular das espessuras dos painéis separadores de ambientes, dentre estes as lajes de entre piso. O resultado óbvio é a redução drástica da rigidez das estruturas prediais, com o surgimento, inevitável, do desconforto acústico causado por ruídos de impacto.

A inexistência de parâmetros aceitáveis de níveis de transmissão de ruído de impacto nas normas brasileiras desobrigam os projetistas da preocupação com o problema do desconforto de tal maneira que seus trabalhos, de um modo geral não contemplam soluções para o isolamento ao ruído de impacto. O descontentamento do usuário, preocupado com os padrões de conforto e, exigindo uma qualidade de vida compatível com o desenvolvimento tecnológico está fazendo com que esta situação comece a sofrer modificações.

1.2. O estudo desenvolvido neste trabalho

Diversos estudos científicos têm sido realizados com a finalidade de desenvolver métodos que possibilitem a redução dos níveis de transmissão do ruído de impacto. Desses métodos, o “*piso flutuante*” tem apresentado vantagens significativas porque apresenta a solução ainda na fase de projeto e permite a utilização de revestimentos ao gosto do usuário.

Este trabalho foi feito com a intenção de desenvolver um paralelo entre o desempenho de diversos materiais novos lançados no mercado, visando determinar as vantagens relativas para a sua utilização como o material resiliente na composição de pisos flutuantes com os revestimentos finais preferencialmente utilizados atualmente, dentre eles o porcelanato. Para tanto as instalações e os equipamentos do Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC), Setor de Construção Civil e Termo-Acústica (LaTA), proporcionaram a infra-estrutura exigida para o seu desenvolvimento.

1.3. Objetivos

Testar em laboratório, quanto à eficácia no isolamento ao ruído de impacto, pisos de porcelanato em sistemas de pisos flutuantes com os seguintes materiais resilientes:

- a. Placas de lã de vidro produzidas pela Isover do Brasil
- b. Mantas de borracha reciclada – rubberflex – produzidas pela Mercur S.A.
- c. Mantas de borracha reciclada – densiflex – produzidas pela Mercur S.A.
- d. Placas de poliestireno expandido, densidade 25 kg/m³, produzidas pela Knauf-Isopor.
- e. Placas de poliestireno expandido, densidade 30 kg/m³, produzidas pela Knauf-Isopor.
- f. Manta de polietileno produzida pela Sealed Air Brasil Ltda.

Comparar os desempenhos considerando o custo-benefício para estabelecer uma hierarquia econômica entre os materiais a serem testados.

2. METODOLOGIA

2.1. Relação dos materiais analisados

2.1.1. Material: lã de vidro

Apresentação comercial: placas de lã de vidro com dimensões de 1,20mx1,20m, revestidas de material plástico impermeável, com o nome comercial de Optima Piso, produzido pela Isover Brasil, sucursal brasileira da Saint-Gobain Vidros S.A.

2.1.2. Material: manta de borracha reciclada, acelerada com cola- Rubberflex

Apresentação comercial: manta de borracha em rolos de 10,0mx1,0m, com o nome comercial de Rubberflex, produzido pela Mercur S.A.

2.1.3. Material: manta de borracha reciclada, acelerada com cola- Densiflex

Apresentação comercial: manta de borracha em rolos de 10,0mx1,0m, com o nome comercial de densiflex, produzido pela Mercur S.A.

2.1.4. Material: poliestireno expandido – Isopor VI

Apresentação comercial: placas com dimensões com dimensões variáveis, cor branca, com o nome comercial de Isopor produzido pela Kauf-Isopor

2.1.5. Material: poliestireno expandido – Isopor VII

Apresentação comercial: placas com dimensões de 0,50mx1,00m, cor alaranjada, com o nome comercial de Isofoan produzido pela Kauf-Isopor.

2.1.6. Material: espuma de polietileno

Apresentação comercial: mantas laminadas com dimensões de 1,30m x 60,00m, cores variadas, com o nome comercial de Stratocell, produzido pela Sealed Air Brasil Ltda.

2.2. Características dos materiais ensaiados

A tabela 1 relaciona as características físicas e o valor comercial de cada um dos materiais.

Tabela 1 – Características dos materiais ensaiados

Material	Espessura	Densidade	Valor Comercial
Lã de Vidro	15,00 mm	60 kg/m ³	R\$ 14,00 m ²
Rubberflex	8,00 mm	10,40 kg/m ²	R\$ 7,31 m ²
Densiflex	4,00 mm	10,40 kg/m ²	R\$ 6,19 m ²
Isopor VI	27,50 mm	25 kg/m ³	R\$ 9,00 m ²
Isofoan	25,00 mm	32,5 kg/m ³	R\$ 14,56 m ²
Manta de Polietileno	15,00 mm	27,00 kg/m ³	R\$ 7,12 m ²

2.3. Local dos ensaios

Os ensaios foram realizados no laboratório de Termo-Acústica (LaTA) da Universidade Federal de Santa Maria cujo croqui está reproduzido na Figura 1.

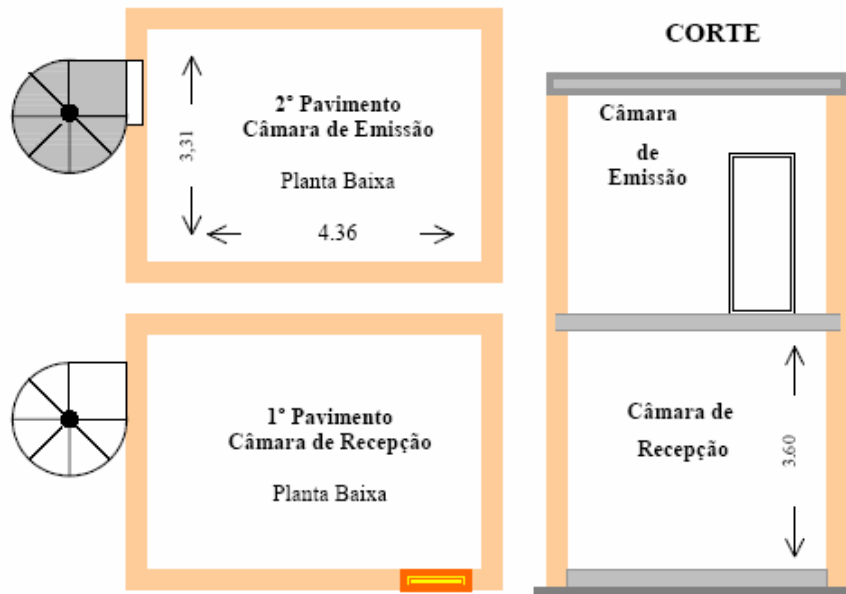


Figura 1 - Croqui das câmaras de medição do ruído de impacto do LATA (HAX, S. 2002 p 54).

O laboratório para medição do Nível de Pressão Sonora do Ruído de Impacto é um conjunto formado por duas câmaras superpostas, separadas por uma laje de concreto armado com 12 cm de espessura. Suas paredes, executadas em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, têm espessura de 14 cm e não têm revestimentos.

Na câmara superior – *câmara de emissão* – é gerado o ruído por uma máquina de impacto normalizada. Na câmara inferior – *câmara de recepção* – o ruído gerado é captado como nível de pressão sonora (NPS) por um microfone instalado sobre um suporte rotativo e acoplado ao analisador acústico que registra as medições realizadas nos diferentes níveis de frequências, em terças de oitavas e finalmente integra em um valor único L_n .

Cada uma das câmaras tem as dimensões de 4,36mx3,31m e o pé direito da câmara de recepção tem 3,6m. A porta da câmara de recepção é dupla, em madeira, com batentes vedados com borracha com a finalidade de isolar o som externo.

2.4. Equipamentos utilizados

Os ensaios foram realizados com a utilização dos seguintes equipamentos:

- Rotating microphone boom, type 3923, marca B&K;(Fig.19)
- Building acoustic analyzer, type 4418, marca B&K;(Fig.20)
- Sound level calibrator, type 4230 - 94 dB - 1000Hz, marca B&K;
- Sound source type 4224, marca B&K;
- Tapping machine type 3204, marca B&K.(Fig.21)

2.5. Procedimento para as medições

2.5.1.Confecção da amostra de revestimento de piso

Para atender às necessidades de elaboração dos sistemas de piso flutuantes confeccionou-se uma placas de argamassa de cimento/areia, traço em volume 1:2, com dimensões de 1,0mx1,0m que foi revestida com porcelanato, assentado com argamassa colante. A amostra ficou com espessura final de 5,0 cm. Para facilitar o manejo a placa de argamassa revestida com porcelanato foi equipada com quatro alças de aço de construção diâmetro 5.0mm.

2.5.2. Montagem dos sistemas de pisos flutuantes

Para a realização dos ensaios foram consideradas oito amostras conforme está descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Descrição dos Sistemas de Pisos Flutuantes Analisados

Conjunto	Amostra	Descrição da Composição
A	1	Laje de entre-piso sem revestimento
	2	Laje de entre-piso + porcelanato
	3	Laje de entre-piso +lã-de-vidro+porcelanato
	4	Laje de entre-piso +ruberflex+porcelanato
	5	Laje de entre-piso +densiflex+porcelanato
	6	Laje de entre-piso +isopor VI+porcelanato
	7	Laje de entre-piso +isopor VII+porcelanato
	8	Laje de entre-piso +polietileno+porcelanato

A amostra nº 1 é a própria laje estrutural de entre piso das câmaras de emissão e recepção do ruído de impacto, sem revestimento, e tem a finalidade de servir como referência para determinar o desempenho de isolamento de cada um dos sistemas montados. A amostra nº 2 é composta pela laje de entre piso e a placa de argamassa revestida com porcelanato que para simplificação será descrita apenas como “porcelanato”. As demais amostras constituem o sistemas de pisos flutuantes montados de acordo com o esquema da Figura 2.

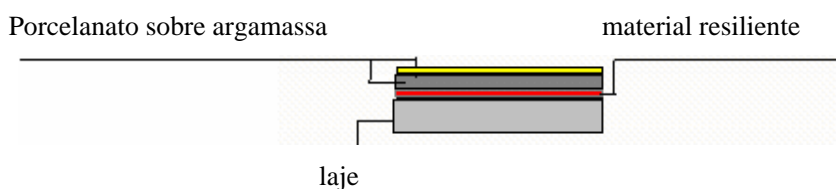


Figura 2 – Esquema da montagem dos sistemas.

2.5.3. Posicionamento do material

Os sistemas a serem ensaiados foram colocados sobre a laje de entre piso no centro da sala de transmissão de ruído na seguinte ordem:

- material resiliente
- placa de argamassa com o respectivo revestimento (porcelanato ou laminado de madeira)
- máquina de produção de ruído

Na câmara de recepção do ruído de impacto foram colocados:

- as caixas acústicas para produção do ruído rosa que terá a finalidade de medir o tempo de reverberação
- microfone montado sobre o boom rotativo

2.5.4. Calibragem do microfone

O microfone foi calibrado, antes e depois de cada ensaio, em 94,0 dB na frequência de 1000 Hz para garantia do controle de qualidade do processo. Essa calibragem tem uma tolerância de 2,0% para mais ou para menos.

2.5.5. Medição do desempenho de cada amostra

Foram feitas, inicialmente, as medições do ruído de fundo e do tempo de reverberação da câmara de recepção. As medidas dos níveis de pressão sonora L_i foram feitas em 1/3 de oitavas, analisados segundo a ISO 140-VI e receberam o tratamento matemático segundo a ISO 717-2.

3. RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DOS DADOS

3.1. Visualização dos resultados dos desempenhos acústicos das amostras

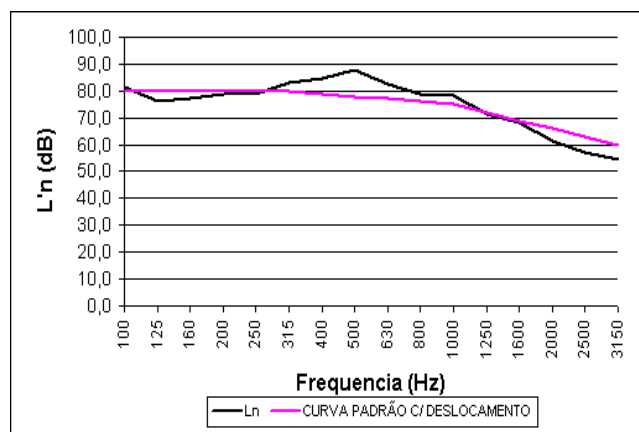
A tabela 3 registra o número único que caracteriza o desempenho acústico individual das amostras.

Tabela 3 – Desempenho acústico individual das amostras.

AMOSTRA	COMPOSIÇÃO	L'n,w (dB)
1	Laje de entre-piso sem revestimento (referência)	78
2	Laje de entre-piso+ porcelanato	73
3	Laje de entre-piso+lã-de-vidro+porcelanato	50
4	Laje de entre-piso+ruberflex+porcelanato	62
5	Laje de entre-piso+densiflex+porcelanato	65
6	Laje de entre-piso+isopor VI+porcelanato	62
7	Laje de entre-piso+Isofoan+porcelanato	64
8	Laje de entre-piso+polietileno+porcelanato	65

Os gráficos numerados de um a oito representam o desempenho acústico individual de cada amostra, medido em terças de oitavas e o Gráfico 9 mostra o conjunto dos desempenhos acústicos medidos em terças de oitavas.

Gráfico 1 - Amostra 1 – L'n,w = 78 dB



Observação: O gráfico representativo da amostra 1 está sendo apresentado com o perfil deslizante para destacar a utilização do tratamento matemático recomendado pela ISO 717-2.

Gráfico 2 - Amostra 2 – L'n,w = 73 dB

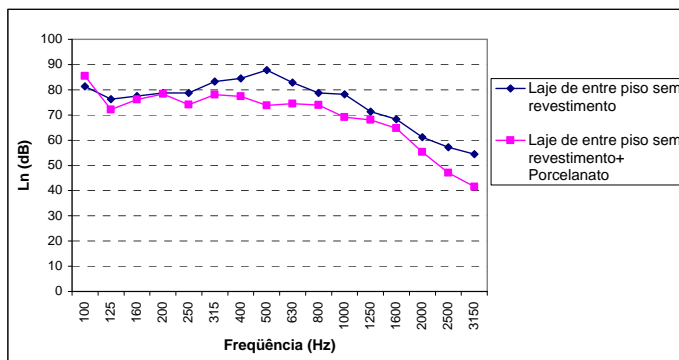


Gráfico 3 - Amostra 3 – $L'n,w = 50$ dB

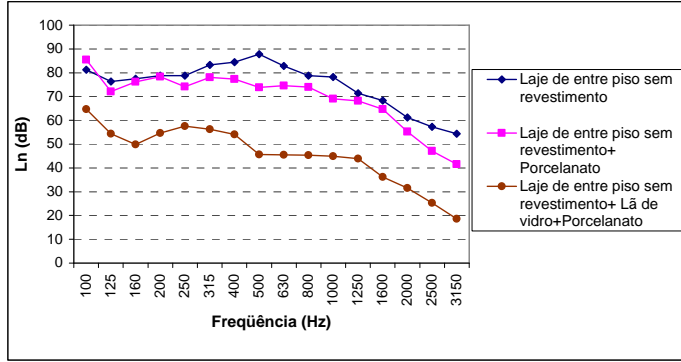


Gráfico 4 - Amostra 4 – $L'n,w = 62$ dB

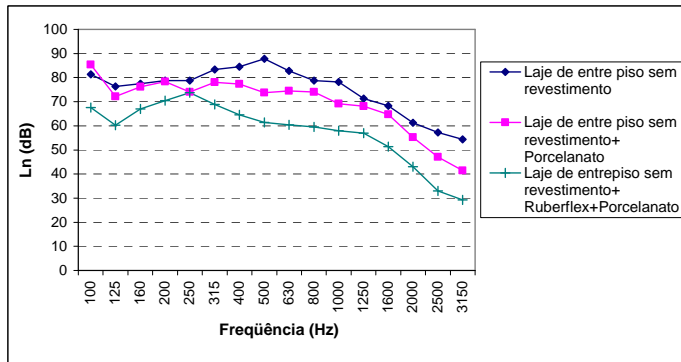


Gráfico 5 - Amostra 5 – $L'n,w = 65$ dB

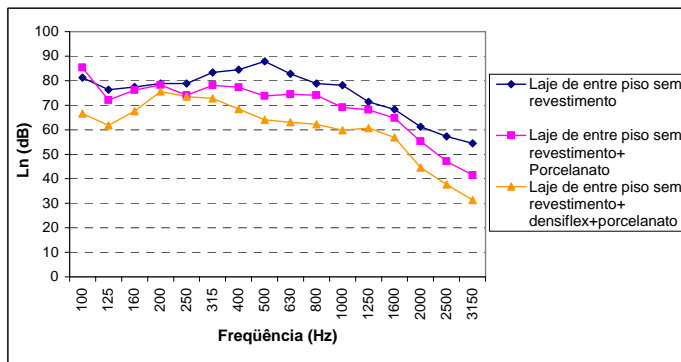


Gráfico 6 - Amostra 6 – $L'n,w = 62$ dB

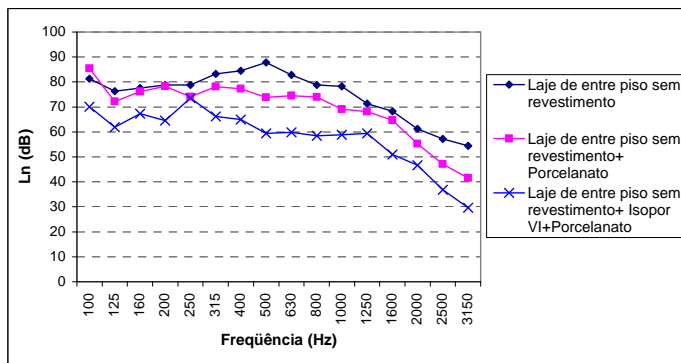


Gráfico 7 - Amostra 7 – $L'_{n,w} = 64$ dB

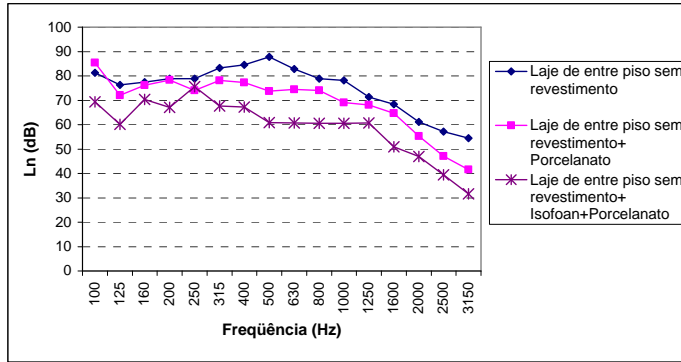


Gráfico 8 - Amostra 8 – $L'_{n,w} = 65$ dB

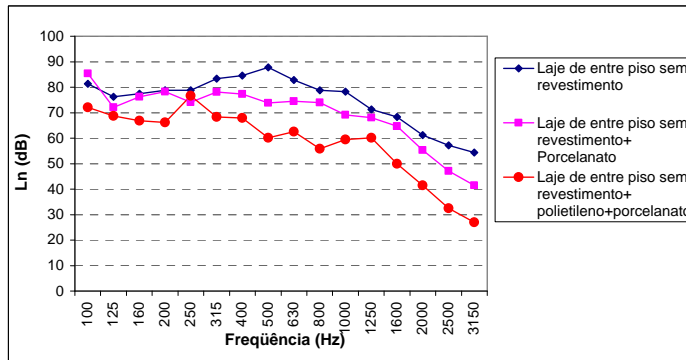
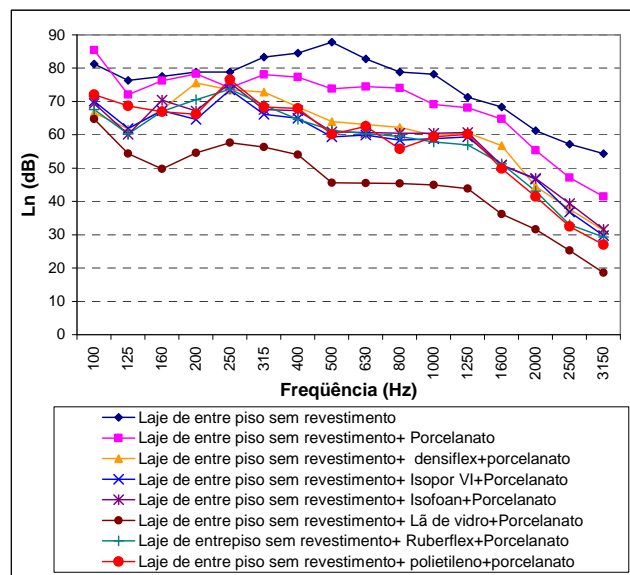


Gráfico 9 – Desempenho acústico das amostras em conjunto.



3.2. Análise descritiva dos desempenhos

Na análise dos perfis de desempenhos individuais conclui-se que:

- a adição do revestimento de porcelanato assentado sobre uma camada de argamassa, com espessura total de 5,0 cm, resulta numa melhoria de desempenho de 5 dB, confirmando a conceituação teórica de que para cada aumento de 1,0 cm na espessura da laje resulta num ganho de isolamento de 1 dB. Esse aumento decorre do aumento da rigidez da laje.

- o traçado do perfil de desempenho do revestimento de porcelanato assentado sobre a camada de argamassa mostra claramente que não há um bom desempenho para a amostra em baixas frequências; pelo contrário, como podemos ver a frequência crítica da amostra está no patamar de 115 Hz, abaixo dos quais há um desempenho negativo no isolamento; para frequências mais altas o rendimento é sempre positivo, chegando a aproximadamente 15 dB em relação à amostra de referência na frequência de 3150 Hz.
- há uma desempenho absolutamente semelhante para as mantas de borracha reciclada com leve vantagem no número único de isolamento para o rubberflex, por dois motivos bastante óbvios: sua espessura além de ser maior o material é também mais resiliente. A mesma semelhança ocorre com as placas de Isopor, com ligeira desvantagem do Isofoan em razão da sua maior densidade, que lhe diminui a resiliência
- o desempenho da manta de polietileno, juntamente com o densiflex apresentou o pior desempenho na faixa de 250 dB e um desempenho acústico de 65dB.
- o desempenho como isolante acústico da fibra de vibro é absolutamente superior a todas as demais composições, havendo uma aproximação apenas na frequência de 100 Hz. Para todas as faixas de frequência a fibra de vidro mantém um desempenho favorável por volta dos 25 dB, atingindo um pico positivo de aproximadamente 42 dB nos 500 Hz e ficando com um desempenho positivo em relação à amostra de referência na ordem de 35 dB na frequência de 3150 Hz, com um desempenho naquele ponto de 20 dB. O número único para o desempenho da amostra com a fibra de vidro é de 50 dB o que representa um ganho de 28 dB em relação à amostra de referência.

3.3. Desempenho econômico dos materiais resilientes

A Tabela 4 mostra o valor de mercado de cada um dos materiais resilientes usados na montagem dos sistemas.

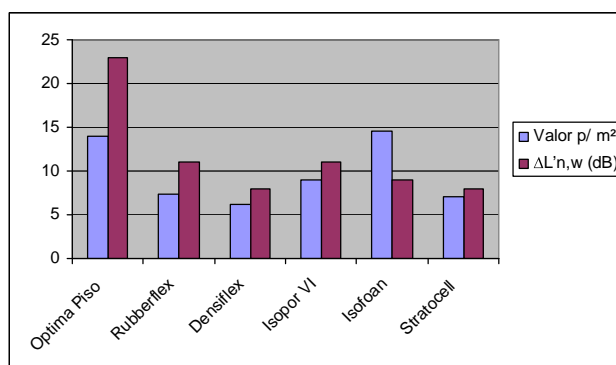
Tabela 4 – Valor comercial dos materiais.

Nº Ordem	Descrição do Material	Preço ao consumidor p/ m ²
01	Placas de lã de vidro – Optima Piso	R\$14,00
02	Manta de borracha reciclada Rubberflex	R\$ 7,31
03	Manta de borracha reciclada Densiflex	R\$ 6,19
04	Placa de poliestireno expandido – Isopor VI	R\$ 9,00
05	Placa de poliestireno expandido - Isofoan	R\$14,56
06	Manta de polietileno – Stratocell	R\$ 7,12

3.4. Gráfico de desempenho físico-financeiro

O Gráfico 10 mostra em conjunto o desempenho de cada um dos materiais com a utilização da cor azul para o valor comercial e da cor vermelha para o desempenho acústico.

Gráfico 10 – Desempenho físico-financeiro dos materiais.



4. CONCLUSÃO

4.1. Metodologia

Alguns trabalhos anteriores, que foram utilizados como preciosa orientação, descreveram a viabilidade da solução do problema que mais expectativa provoca entre os usuários de imóveis residenciais coletivos – a redução do nível de pressão sonora de impacto – para o que se apresenta como plenamente viável a utilização da técnica de pisos flutuantes.

Não há a menor dúvida de que a tecnologia construtiva utilizada por todos, atualmente, não nos deixa outro caminho que não a simples redução do incômodo, pois que a eliminação total dos caminhos para as vibrações que dão origem ao ruído de impacto ainda não está ao nosso alcance.

A técnica já consagrada – do piso flutuante – e que consiste na elaboração de “sanduíches”, onde as partes mais rígidas constituídas pela laje de entre-piso e o revestimento final estão entrepostas por uma camada de material resiliente, testada nos ensaios de laboratório através de um método comparativo de desempenho, nos confirma uma possibilidade preciosa de redução da transmissão dos níveis de ruído de impacto.

Os materiais resilientes utilizados como “recheio” são produtos já testados em outras oportunidades, tendo, no entanto, agora, uma elaboração industrial com novas características. São produtos novos no mercado.

A análise do Gráfico 10 revela que o material mais barato, o Densiflex, com custo de R\$ 6,19 por m² apresenta um ganho de 8 dB no isolamento, enquanto a lâ de vidro com custo de R\$ 14,00 por m² apresenta um ganho de 23 dB no isolamento, o que justifica plenamente sua utilização por apresentar a melhor relação custo-benefício.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HAX, S.P. Estudo do potencial dos resíduos de E.V.A. no isolamento de ruído de impacto nas edificações. Santa Maria, 2002, 111 p. Dissertação de Mestrado (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria. 2002.

INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Acoustic – rating of sound insulation in buildings elements – Part 2 : Impact Sound insulation. ISO 717-2. Genève, 1996. 14 p.

____, Acoustics – measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part VI : Laboratory measurements of impact sound insulation of floor. ISO 140/VI. Genève, 1978, 6 p.

____, Acoustics – measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part VIII : Laboratory measurements of the reduction of transmitted impact noise by floor covering on a standard floor. ISO 140/VIII. Genève, 1978, 8 p.