

Eixo Temático ET-03-012 - Gestão de Resíduos Sólidos

COMPÓSITO CIMENTÍCIO COM RESÍDUOS DE EVA COMO ALTERNATIVA PARA ATENUAÇÃO DE RUÍDOS DE IMPACTOS ENTRE LAJES DE PISO NAS EDIFICAÇÕES

Fabianne Azevedo dos Santos^{1,a}; Aluísio Braz de Melo^{2,b}; Roberto Leal Pimentel^{3,c}; Elisângela Pereira da Silva^{4,d}

¹Universidade Federal da Paraíba, PPGAU, UFPB, João Pessoa-PB; ²Universidade Federal da Paraíba, PPGAU, PPGECA, UFPB, João Pessoa-PB; ³Universidade Federal da Paraíba, PPGECA, UFPB, João Pessoa-PB; ⁴Universidade Federal da Paraíba, PPGAU, UFPB, João Pessoa-PB; ^afabianne_as@hotmail.com; ^baluisiobmelo@hotmail.com; ^cr.pimentel@uol.com.br; ^delisangellapereira@yahoo.com.br.

RESUMO

A destinação final para os resíduos de polímeros de EVA (Etileno Acetato de Vinila) descartados pelas indústrias calçadistas tem sido reconhecida como um problema crescente de impacto no meio ambiente. Contudo, estudos têm comprovado que esses resíduos possuem características adequadas para propósitos de reciclagem transformando-os em agregados leves, que podem trazer benefícios ao ambiente construído, como por exemplo, o seu aproveitamento visando à atenuação de problemas de ruídos de impactos nos pisos, que são muito comuns nas edificações multi pavimentos. Esse artigo apresenta parte de um estudo que tem como objetivo avaliar o desempenho acústico de placas cimentícias, executadas com agregados de resíduos de EVA (placas de EVA), aplicadas como material resiliente na composição de sistemas de piso flutuante. Nesse estudo foram desenvolvidas placas de EVA com espessura de 2,5 cm e duas geometrias diferentes, uma delas com todas as superfícies planas (Tipo A) e a outra contemplando uma das superfícies com baixo relevo (Tipo B). Tais placas foram analisadas quanto a capacidade de isolamento acústico, seguindo as diretrizes das normas ISO 140-7:1998 e a ISO 717-2:2013, procurando comparar seu desempenho com a de uma manta acústica de polietileno, material sintético encontrado no mercado para uso em pisos flutuantes. A avaliação do nível de isolamento acústico para atenuar os ruídos de impacto foi realizada em protótipo em laboratório, simulando uma situação entre dois pavimentos sobrepostos. Com base nos resultados parciais pode-se afirmar que o desempenho das placas de EVA tem potencial para se classificar como um material alternativo utilizado para atenuação de ruído de impacto entre os pisos de edificações multi pavimentos.

Palavras-chave: Resíduos de EVA; Ruído de impacto; Acústica arquitetônica.

1. INTRODUÇÃO

A partir da NBR 15.575-3 (ABNT, 2013) as novas construções terão que atender os requisitos de desempenho, entre os quais aqueles relativos ao nível de isolamento de ruído de impacto entre pisos de edificações multi pavimentos. Sabe-se que esse ruído se propaga pela laje, alcança as paredes e chega até os ambientes do pavimento inferior, mas que ele pode ser atenuado a partir da elaboração de um projeto de sistema de piso flutuante¹. De acordo com Hax (2002), o aproveitamento do resíduo de EVA² na moldagem de placas cimentícias com diferentes espessuras e composições, com objetivo de atenuar ruído de impacto em pisos, demonstra potencial de bom

desempenho como material resiliente. Em seu estudo, para a placa cimento/EVA, no traço 1:5, com 2,5 cm de espessura o ganho na atenuação desses ruídos, quando comparado à laje sem material resiliente, foi de 12 dB (valor inferior à lã de vidro).

2. OBJETIVO

Ampliar o conhecimento sobre piso flutuante, utilizando placas de EVA para atenuação dos ruídos de impactos em edifícios de multi pavimentos, considerando sistemas de aplicação simplificados, que possibilite a configuração de uma camada de ar entre tal placa e a laje estrutural, sendo essa uma característica distinta dos estudos referenciais. Além disso, alcançar um desempenho acústico para as placas de EVA comparável a um material sintético.

3. METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados no LABEME-CT-UFPB³, num protótipo composto por câmara de emissão (piso superior) e câmara de recepção (piso inferior). Os resíduos de EVA foram processados em moinho de facas rotativas para a obtenção de agregados com diâmetro máximo característico igual a 4,8 mm. As placas de EVA (35 cm x 35 cm x 2,5 cm) foram fabricadas com cimento CP II-Z 32, adotando a dosagem 1:5 (cimento: EVA) em volume. Após a homogeneização da mistura o conteúdo foi colocado em fôrmas e passaram por um processo de vibração e prensagem. Visando ao comparativo, foi definida a amostra referencial (Figura 01) composta pelo contrapiso (4 cm) e a laje pré-moldada convencional (espessura = 10 cm), sem material resiliente entre eles.

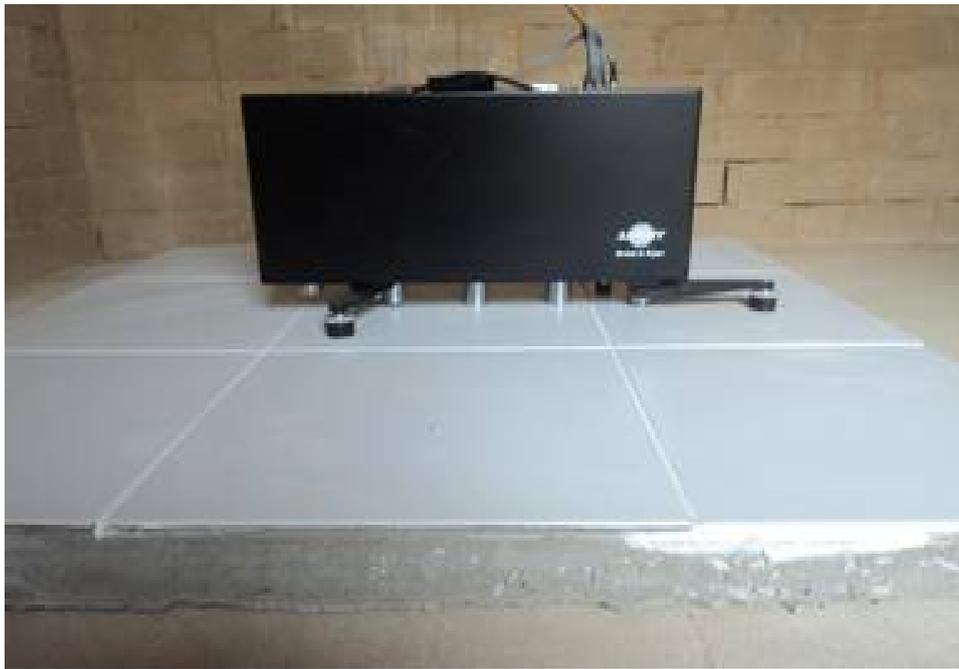
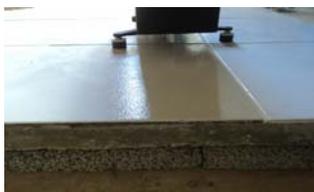


Figura 1. Amostra referencial composto por contrapiso (4 cm) revestido com cerâmica sobre laje pré-moldada convencional (espessura = 10 cm).

Para testar o desempenho das placas de EVA foram feitas comparações entre sistemas de piso flutuante com placas do Tipo A, Tipo B e com manta sintética, de acordo com as configurações apresentadas na Tabela 01:

Tabela 1. Identificação das amostras com diferentes sistemas de piso flutuante.

Sistema de piso flutuante Tipo A



- contrapiso com acabamento em cerâmica;
- placas tipo A (planas nas duas faces) com espessura de 2,5 cm e densidade aparente de 841,60 kg/m³;
- laje pré-moldada convencional (espessura = 10 cm).

Sistema de piso flutuante Tipo B



- contrapiso com acabamento em cerâmica;
- placas tipo B (a face inferior com partes em baixo revelo, gerando camadas de ar de 1 cm entre ela e a laje) com espessura de 2,5 cm e densidade aparente de 841,60 kg/m³;
- laje pré-moldada convencional (espessura = 10 cm).

Sistema de piso flutuante Manta Sintética



- contrapiso com acabamento em cerâmica;
- material resiliente (manta acústica de polietileno) com espessura de 1 cm e densidade de 30 kg/m³
- laje pré-moldada convencional (espessura = 10 cm).

Nos ensaios os procedimentos obedeceram a ISO 140-7:1998, posicionando na câmara de emissão a máquina de impacto⁴ sobre as amostras ensaiadas. Com o analisador acústico (Tipo 2270 da marca Brüel & Kjær), posicionado na câmara de recepção, foram feitas medições do nível de ruído de impacto (L_i), que foram aplicados na fórmula para calcular os níveis de ruído de impacto padronizado (L'_{nT}), em dB, para cada frequência (Hz). Os resultados foram tratados de acordo com os parâmetros estabelecidos na ISO 717-2:2013, determinando o número único ($L'_{nT,w}$) em dB, que representa o desempenho acústico do sistema.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aplicando-se os valores dos níveis de ruído de impacto (L_i) e os respectivos tempos de reverberação⁵ (T) na fórmula abaixo, descrita na ISO 140-7:1998, foram calculados os níveis de pressões sonoras padronizadas (L'_{nT}) para cada amostra, sendo os resultados apresentados na Tabela 2.

$$L'_{nT} = L_i - 10 \text{ Log} \left(\frac{T}{T_0} \right) \text{ dB}$$

(Equação 1)

Onde: L'_{nT} - nível de ruído de impacto padronizado, em dB; L_i - nível de ruído de impacto medido na câmara de recepção, em dB; T - tempo de reverberação medido na câmara de recepção, em segundos; T_0 - tempo de reverberação de referência = 0,5 segundos.

Tabela 2. Níveis de pressões sonoras padronizadas das amostras no ensaio do ruído de impacto.

Frequências (Hz)	Níveis de pressões sonoras padronizadas das amostras (L'_{nT})			
	Amostra Referencial	Manta sintética	Placa EVA Tipo A	Placa EVA Tipo B
	dB	dB	dB	dB
50	71,9	60,8	71,8	72,5
63	78,6	64,4	75,5	75,2
80	74,6	62,4	72,3	73,6
100	74,3	56,3	63,1	59,7
125	72,1	54,0	61,3	55,5
160	79,3	61,9	72,7	67,2
200	75,2	67,1	69,7	73,1
250	82,5	66,7	68,6	74,7
315	79,7	62,0	70,3	68,1
400	81,3	54,0	63,9	58,8
500	77,6	57,5	63,8	65,1
630	80,2	60,3	66,5	67,7
800	74,2	46,9	56,2	56,3
1000	79,5	58,4	66,1	64,6
1250	76,9	56,2	62,1	59,7
1600	75,8	57,3	61,0	59,6
2000	70,1	50,5	58,0	54,1
2500	71,3	54,7	58,2	52,9
3150	69,4	54,7	54,5	49,3
4000	69,5	52,4	53,2	46,3
5000	62,0	44,7	43,8	38,9

Com os valores da Tabela 2 foi construído o gráfico (Figura 2) que apresenta a comparação dos níveis de ruído de impacto padronizados (L'_{nT}) das amostras, nas frequências de 100 a 3150 Hz, na banda de um terço de oitava.

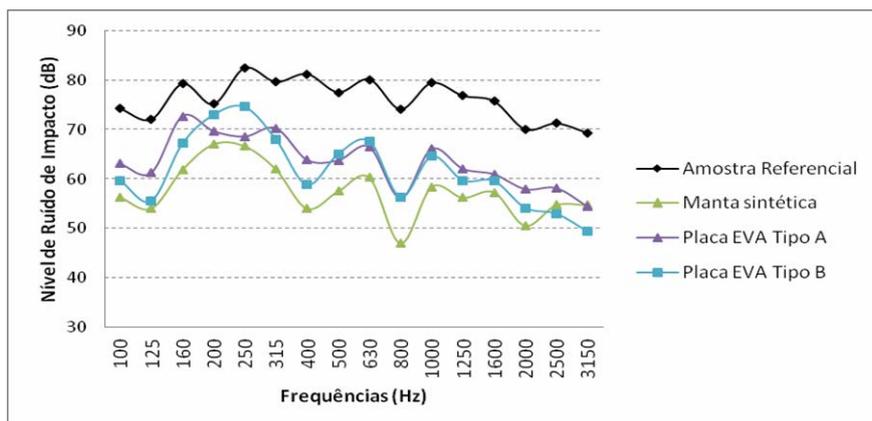


Figura 2. Comparativo dos níveis de ruído de impacto dos sistemas ensaiados.

De acordo com a Figura 2 a amostra referencial se comporta com os níveis de ruído de impacto mais elevados, sendo a manta sintética disponível no mercado a que se comportou melhor na maioria das frequências. A placa de EVA Tipo B é a que tem os valores mais aproximados aos obtidos pela manta sintética (produto comercial), inclusive apresentando nas frequências de 2500 a 3150 níveis mais baixos de ruídos medidos. Comparando o desempenho das placas de EVA, pode-se observar que a amostra Tipo B, que apresenta o baixo relevo na face inferior, formando pequenas camadas de ar no sistema de piso flutuante, se comporta um pouco melhor do que a amostra Tipo A (faces planas). Destaca-se a placa de EVA Tipo A, que tem a mesma configuração estudada por Hax (2002), a qual só apresentou melhores níveis de isolamento de ruído de impacto em piso, comparado à placa de EVA Tipo B, nas frequências de 160 a 315 Hz. Em seguida, para classificar os sistemas de pisos flutuante analisados quanto ao seu desempenho acústico foi obtido o número global ($L'_{nT,w}$) em decibéis, segundo a ISO 717-2:2013, como demonstrado na Tabela 03.

Tabela 3. Números globais ($L'_{nT,w}$) dB, de sistemas de piso analisados.

Amostras	Descrição	$L'_{nT,w}$ (dB)
Amostra Referencial	Contrapiso com acabamento em cerâmica + laje pré-moldada convencional (espessura = 10 cm), sem material resiliente.	80
Manta sintética	Contrapiso com acabamento em cerâmica + material resiliente (manta acústica de polietileno; espessura de 1 cm e densidade de 30 kg/m ³ + laje pré-moldada convencional.	62
Placa de EVA Tipo A	Contrapiso com acabamento em cerâmica + placas tipo A (espessura de 2,5 cm e densidade aparente de 841,60 kg/m ³) + laje pré-moldada convencional.	67
Placa de EVA Tipo B	Contrapiso com acabamento em cerâmica + placas tipo B (a face inferior com partes em baixo relevo, gerando camadas de ar de 1 cm entre ela e a laje) com espessura de 2,5 cm e densidade aparente de 841,60 kg/m ³) + laje pré-moldada convencional.	66
Amostra Referencial Hax (2002)	Contrapiso com acabamento em cerâmica + laje maciça (espessura = 12 cm), sem material resiliente.	69
Placa de EVA Hax (2002)	Contrapiso com acabamento em cerâmica+ placas tipo A (espessura de 2,5 cm) + laje maciça	57

A partir dos resultados obtidos para os sistemas comparados, pode-se constatar, de acordo com a NBR 15.575-3:2013, que para a amostra de referência o valor do número global ($L'_{nT,w}$) obtido foi de 80 dB, que é considerado como nível de desempenho mínimo. O resultado está de acordo com a afirmação feita por Pereyron (2008), quando concluiu que a laje pré-moldada convencional classifica-se com este desempenho.

Como esperado, a manta sintética de polietileno foi a amostra que se apresentou como melhor desempenho acústico. O número global de 62 dB se classifica como de nível de desempenho intermediário, isto é $L'_{nT,w}$ entre 56 a 65 dB. Ao comparar com a amostra referencial, a manta sintética obteve um ganho de isolamento de 18 dB.

As placas de EVA do Tipo A e Tipo B tiveram seus números globais muito próximos, entre 67 dB e 66 dB respectivamente. Essas placas se classificam como de nível de desempenho mínimo, mas atingiram um ganho de isolamento de 13 dB e 14 dB, respectivamente, em relação a amostra referencial. A diferença entre os ganhos de isolamento, comparando a placa de EVA Tipo B e a manta sintética foi de apenas 4 dB. Destaca-se o pequeno efeito da camada de ar presente na placa de EVA Tipo B na melhoria na atenuação do ruído de impactos medidos, mas é possível que com camadas de ar maiores do que 1 (um) centímetro poderá se conseguir maiores ganhos de isolamento.

Ao comparar o $L'_{nT,w}$ dessas placas de EVA com a placa confeccionada por Hax (2002) é preciso ter em conta que há diferença entre as lajes utilizadas em cada sistema de piso flutuante, laje pré-moldada (presente estudo) e laje maciça (Hax, 2002). Então, a diferença entre os números globais foi de 10 dB ao comparar os desempenhos das placas de EVA semelhantes - Tipo A (presente estudo) e Hax (2002). No estudo de Hax (2002), apesar de o número global ter sido 57 dB, o ganho de isolamento foi de apenas 12 dB em relação a sua amostra referencial (contrapiso sem material resiliente sobre a laje maciça com 12 cm; $L'_{nT,w} = 69$ dB), valor este que se aproxima do encontrado na presente pesquisa para a mesma placa de EVA (Tipo A), de 13 dB.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos estão coerentes com os desempenhos esperados para a amostra referencial e para a manta sintética de polietileno, que se apresentou com melhor desempenho acústico. Com respeito ao desempenho acústico das placas de EVA, considerando o sistema de piso flutuante adotado nos experimentos, pode-se concluir que elas têm potencial para se classificar como um material alternativo, a ser utilizado para atenuação de ruído de impacto entre os pisos de edificações multi pavimentos. Os resultados indicam ainda que com eventuais camadas de ar maiores do que 1 (um) centímetro entre as placas de EVA e a laje pré-moldada pode ser possível conseguir maiores ganhos de isolamento de ruído de impacto no piso.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT – **Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – desempenho – parte 3 – requisitos para os sistemas de pisos internos**. NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT – **Reverberação - Análise do tempo de reverberação em auditórios - Método de ensaio**. NBR 11957 (ABNT, 1988).

HAX, S. P. **Estudo do potencial dos resíduos de E.V.A. no isolamento de ruído de impacto nas edificações**. 2002. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2002.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO – **Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors.** ISO 140-7:1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Acoustic – rating of sound insulation in building elements – Part 2: Impact sound insulation.** ISO 717-2:2013.

PEREYRON, Daniel. **Estudo de tipologias de lajes quanto ao isolamento ao ruído de impacto.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2008.

¹Piso flutuante é uma concepção baseada em utilizar um material resiliente entre o contrapiso e a laje estrutural do edifício.

²O EVA (Etileno Acetato de Vinila) é um polímero muito utilizado na indústria calçadista para a confecção de solados e palmilhas internas de calçados. As grandes placas de EVA expandidas são cortadas para produzir os formatos calçados e neste processo são gerados retalhos, que são pouco reaproveitados na própria indústria.

³Laboratório de Ensaio de Materiais e Estruturas, do Centro de Tecnologia, da Universidade Federal da Paraíba.

⁴Maquina (tipo 3207 da marca Bruel Kja&r) que simula o ruído de impacto.

⁵Ensaio de Tempo de Reverberação realizado de acordo com a NBR 11957:1988.