

# Uso da lã de PET para a absorção sonora e o isolamento acústico

Klippel Filho, S. \*; Labres, H. S. \*; Pacheco, F. \*; Christ, R. \*; Pires, J. R. \*;  
Heissler, R. F. \*+; Oliveira, M. F. \*+

\*Instituto Tecnológico de Desempenho e Construção Civil – itt Performance, Unisinos, São Leopoldo, RS,  
{sergioklip, hlabres, fernandapache, rchrist, josianerp, mariaon}@unisinos.br

+Mestrado Profissional em Arquitetura e Urbanismo – MPArqUrb, Unisinos, São Leopoldo, RS

## Resumo

O aumento da procura por soluções para se atingir o desempenho acústico em edificações é uma necessidade crescente na construção civil brasileira, com uma demanda por ensaios de caracterização de novos materiais, muitos deles, confeccionados a partir de resíduos, com vistas ao atendimento de questões ambientais, com a redução de materiais encaminhados a aterros sanitários. Neste contexto, o uso de materiais fibrosos fabricados com resíduos poliméricos pode atender às demandas específicas no uso para o isolamento e o condicionamento acústico de ambientes internos. Este artigo objetiva apresentar a caracterização da lã de PET quanto ao isolamento acústico ao som aéreo, isolamento ao som de impacto e para a absorção sonora, a partir de testes em laboratório, com variações de espessura e de densidade do material. Os ensaios para determinação do índice de redução sonora foram realizados conforme os procedimentos da norma ISO 10140: 2010, com a lã de PET utilizada no preenchimento de dois tipos de divisórias drywall. O isolamento ao som de impacto foi determinado para o material antes e após a compressão durante a vida útil do piso, a partir de modelos teóricos da norma ISO 12354: 2017, tendo como base ensaios em laboratório de rigidez dinâmica, conforme a norma ISO 9052-1: 1989, e de fluência à compressão, de acordo com os procedimentos da norma ISO 20392:2007. Para as estimativas de isolamento ao som de impacto foi considerado o uso da lã na forma de camada elástica de pisos flutuantes. Os procedimentos da norma ISO 354:2003 foram utilizados na determinação do coeficiente de absorção sonora em câmara reverberante. Os resultados indicam que o material apresenta potencial de uso no isolamento e no condicionamento acústico de ambientes, destacando-se que: o aumento na densidade dos materiais não aumenta consideravelmente o isolamento ao som aéreo em sistemas drywall; após 10 anos de uso em pisos flutuantes o material com maior densidade terá mantido o desempenho acústico inicial; a capacidade de absorção sonora dos materiais utilizados neste estudo está diretamente relacionada com sua densidade.

**Palavras-chave:** Isolamento ao som aéreo, isolamento ao som de impacto, absorção sonora, rigidez dinâmica, fluência à compressão, resíduo polimérico.

## 1. INTRODUÇÃO

O ambiente construído vem sofrendo um gradual aumento na quantidade de fontes sonoras, devido à crescente disponibilidade de equipamentos de áudio mais potentes e o aumento da mecanização, mesmo nos ambientes residenciais. Mesmo as fontes sonoras utilizadas no ambiente doméstico podem afetar a saúde mental e física das pessoas, dependendo da atividade realizada e da quantidade de ruído gerado, exigindo

melhores condições acústicas dos ambientes (HANSEN, 2005; HONG, 2007).

Sabe-se que o conforto acústico em um edifício está diretamente relacionado às propriedades de isolamento acústico dos sistemas construtivos, que atuam na perda de transmissão do som gerado tanto externa como internamente ao edifício. O som originado de instrumentos, equipamentos, conversas e qualquer outra fonte comum de som, necessitam do uso de materiais adequados para

garantir os requisitos de conforto aos usuários (MAEKAWA et al., 2011; GUILLEN, 2008).

Os materiais que possam atenuar o efeito negativo do ruído excessivo nas pessoas estão presentes em temas de diversas pesquisas, com o intuito de se verificar o potencial de materiais com espessura reduzida, mais leves e de baixo custo, atuando no controle de ruídos através do isolamento acústico e da absorção sonora. Isso exige o desenvolvimento composições de materiais para atender a essa necessidade e contribuir para o uso de sistemas mais eficientes. Além disso, no atual contexto, no desenvolvimento dessas composições também deve ser considerado o impacto ambiental da matéria-prima utilizada para a sua fabricação, bem como o seu desempenho como um todo (HONG, 2007; HUANG, 2013; ASDRUBALI, 2012; TUTIKIAN et al., 2017).

Um dos materiais indicados para atender o controle do ruído tanto pelo isolamento, como pela absorção sonora é o material do tipo fibroso, como aqueles compostos por resíduos poliméricos de tereftalato de polietileno (PET), utilizados amplamente na indústria de embalagens, principalmente em garrafas de plástico. Esses materiais têm como características serem resistentes, hipoalergênicos e inofensivos para a saúde do operador em sua instalação, ao contrário das lãs de rocha e vidro que liberam partículas no ar. Estes ainda podem ser lavados e têm o apelo de ser um material reciclado. (HUANG, 2013; ARENAS; CROQUER, 2010; LOU et al., 2008; REY, 2011).

Devido às suas propriedades físicas, além do baixo custo de industrialização, a produção dos produtos de PET apresentou um aumento expressivo nos últimos anos e, atualmente, é um dos poliésteres mais produzidos no mundo, utilizado principalmente na fabricação de embalagens de alimentos (30%), filmes (5 %) e fibras têxteis (65%). No entanto, apesar do aumento na produção e no uso deste material, seus métodos de reciclagem e de descarte ainda não são totalmente eficientes, deixando uma parte significativa do material desperdiçado em condições de armazenamento ruins ou

levado para aterros sanitários (UYCIEC, 2016; MACDONALD, 2002; PACHECO; HEMAIS, 1999).

Nesse sentido, o desenvolvimento de novas soluções para o aproveitamento dos resíduos deste material constitui uma forma de se contribuir para a redução do impacto dos resíduos poliméricos no meio ambiente. Os materiais confeccionados a partir de resíduos de PET podem ter sua aplicação como preenchimento de divisórias, em camadas resilientes de pisos flutuantes e em revestimentos de superfícies internas, desde que tenham um potencial considerável para tratar salas requisitos de conforto acústico (REY, 2011; SIMÕES et al., 2014).

Os dispositivos utilizados para o condicionamento acústicos apresentam coeficientes de absorção sonora variáveis, conforme o tipo de dispositivo a ser utilizado. Brandão (2016) classifica esses dispositivos em três tipos básicos. Os materiais porosos, ou fibrosos, apresentam maior eficiência em altas frequências; os dispositivos confeccionados com chapas perfuradas têm maior absorção nas médias frequências e; os absorvedores de membrana são mais eficientes nas baixas frequências. O autor complementa ainda que com o aumento da espessura, os materiais porosos podem aumentar sua absorção nas baixas frequências, mas a maior absorção sempre será nas altas frequências.

O isolamento ao som aéreo pode ser alcançado com base em dois princípios: na massa do sistema ou na utilização do sistema massa-mola-massa. Conforme Egan (2014), o sistema massa-mola-massa utilizado nas divisórias leves, do tipo drywall, funciona a partir de duas placas rígidas separadas por uma cavidade a ser preenchida com material para absorção da parcela do som transmitido. O autor ressalta ainda que nas divisórias leves, formadas por chapas duplas, o isolamento acústico pode ser mais eficiente a partir do aumento da capacidade de amortecimento do material de amortecimento e/ou do aumento da rigidez das placas de seu fechamento.

Os sistemas de pisos apresentam maior diversidade na combinação dos materiais que podem constituir as camadas de um sistema de piso e as estimativas de isolamento ao som de impacto podem apresentar algumas complexidades, decorrentes da caracterização dos materiais utilizados nessas camadas (ZUCHETTO et al., 2016). A principal característica que define a eficiência de um material resiliente é a rigidez dinâmica, que apresenta correlação com a capacidade de redução do som de impacto de um sistema de piso flutuante (HOPKINS, 2012). Para um mesmo material a rigidez dinâmica é inversamente proporcional à espessura, sendo que os valores até 10 MN/m<sup>3</sup> são encontrados em materiais caracterizados como eficientes na utilização em bases elásticas (CRIPPS; FOVARGUE, 2004). No entanto, por estarem submetidos a cargas acidentais ao longo de toda a sua vida útil, as camadas resilientes sofrem deformações e consequentes reduções na sua espessura inicial, o que pode comprometer sua eficiência no amortecimento das vibrações (ZUCHETTO et al., 2016).

Devido ao aumento no interesse de usar este material de resíduos pelos fabricantes, este trabalho objetiva avaliar o desempenho da lã composta por resíduos de PET, no isolamento acústico quando usado como preenchimento em sistemas de drywall, na absorção sonora e no isolamento de som de impacto quando usado camadas resilientes de pisos flutuantes.

## 2. MÉTODO

Para obter os resultados da caracterização dos materiais, foram realizados ensaios de laboratório no itt Performance da Unisinos em São Leopoldo, Brasil - seguindo, para cada análise, os métodos de procedimento descritos a seguir.

### 2.1 Materiais e amostras

As amostras foram compostas por diferentes composições de lãs de PET, como mostra a Tabela 1, com variações na espessura e na densidade. Na escolha dessas variações foram considerados o potencial de aplicação final do material e a relação entre o processo de fabricação e o custo do material. Para os ensaios de isolamento acústico ao som aéreo, as amostras foram instaladas na forma de preenchimento interno em um sistema de construção a seco composto por estrutura metálica e fechamento com placas de gesso acartonado de 12,5 mm e placa OSB, com densidades variando entre 0,35 e 1,50 kg / m<sup>2</sup>.

Nos ensaios para a determinação do isolamento sonoro ao de impacto não houve variação na espessura do material, pois os sistemas de pisos com variações em sua espessura acabam por influenciar no pé-direto dos ambientes internos. As variações nesse ensaio foram na densidade das amostras.

**Tabela 1:** Características das amostras utilizadas em cada tipo de ensaio

Denominação	Isolamento ao som aéreo				Isolamento ao som de impacto				Absorção sonora			
	R1	R2	R3	R4	I1	I2	I3	I4	A1	A2	A3	A4
Densidade superficial (kg/m <sup>2</sup> )	0,35	1,50	1,50	1,0	0,18	0,22	0,24	0,32	0,35	1,50	1,50	1,0
Espessura (mm)	50	50	75	100	10	10	10	10	50	50	75	100

Para a determinação da absorção sonora, utilizaram-se as mesmas variações de espessura e de densidade do ensaio de isolamento ao som aéreo. As condições específicas de cada ensaio estão descritas a seguir.

## 2.2 Isolamento ao som aéreo $R_w$

Os testes realizados para obter o índice de redução sonora ( $R_w$ ) das amostras foram realizados em laboratório, onde as amostras foram construídas em escala real, com área de  $10,8 \text{ m}^2$ , em um pórtico de concreto armado e depois transportadas para uma instalação em conformidade com os requisitos presentes no ISO 10140-5: 2010 (ISO, 2010a).

A Figura 1 mostra as etapas de construção da amostra, com a estrutura, o preenchimento de lã e fechamento final com placa de gesso acartonado.



(a)



(b)



(c)

**Figura 1:** Etapas de construção de amostras, com instalação da estrutura metálica (a), preenchimento com a lã de PET (b) e o fechamento final com placa de gesso acartonado (c).

Para determinar o  $R_w$  de cada amostra, o ensaio seguiu os procedimentos descritos nas normas ISO 10140-2: 2010 (ISO, 2010b) e ISO 10140-4: 2010 (ISO, 2010c), com as medições dos níveis de pressão sonora em bandas de um terço de oitava de 100 a 5000 Hz. Os níveis de pressão sonora nas salas de emissão e de recepção foram medidos em dez posições diferentes, durante o período de dez segundos, a partir da geração do ruído rosa.

Os equipamentos utilizados nas medições foram da Bruel & Kjaer, sendo eles: analisador de som 2270 com microfone 4189, fonte sonora Omnipower 4292-L, calibrador sonoro 4231 e amplificador de potência 2734.

O tempo de reverberação foi medido de acordo com os requisitos da norma ISO 3382-2: 2008 (ISO, 2008).

O índice de redução sonora  $R$  foi calculado para cada banda de frequência analisada e, em seguida, os valores únicos ponderados foram obtidos a partir dos procedimentos da norma ISO 717-1: 2013 (ISO, 2013).

## 2.3 Absorção sonora

Os ensaios para a obtenção dos coeficientes de absorção sonora ( $\alpha_s$ ) foram realizados em laboratório, em uma reverberante com volume de  $200 \text{ m}^3$ , com 25 difusores convexas, conforme os requisitos apresentados na norma ISO 354: 2003 (ISO, 2003). As amostras foram testadas com a montagem do Tipo A, sendo

posicionadas diretamente no chão da sala, em uma área de 10 m<sup>2</sup>, seguindo uma relação de largura para comprimento de 0,6 (Figura 2). As juntas entre as peças foram seladas com fita adesiva, seguindo as prescrições normativas para evitar a absorção nas bordas laterais das peças.



**Figura 2:** Montagem da amostra para os ensaios de determinação do coeficiente de absorção sonora

O tempo de reverberação foi obtido pelo método interrompido, em 12 posições distintas, com 3 decaimentos por posição, em bandas de frequências de um terço de oitava de 100 a 5.000 Hz. Os equipamentos utilizados foram da Bruel & Kjaer, sendo eles: analisador sonoro 2270 com microfone 4189, fonte sonora Omnipower 4292-L, calibrador sonoro 4231 e amplificador de potência 2734.

Além dos coeficientes de absorção sonora para cada banda de terço de oitava, calculou-se também o coeficiente de absorção sonora ponderado ( $\alpha_w$ ) pelo método descrito na ISO 11654: 1997 (ISO, 1997), que compara os valores de cálculo com uma curva de referência.

## 2.4 Estimativa do isolamento ao som de impacto

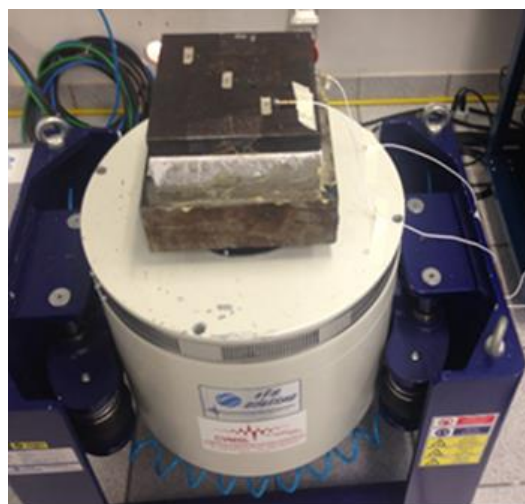
O isolamento ao som de impacto foi estimado a partir das duas principais características dos materiais resilientes utilizados como camada elástica em sistemas de piso flutuante: a rigidez dinâmica e a fluência à compressão. Os

métodos para obter esses parâmetros para as amostras são mencionados a seguir.

### 2.4.1 Rigidez dinâmica

A rigidez dinâmica das amostras foi obtida a partir da sua frequência de ressonância, conforme prescrito na norma ISO 9052-1: 1989 (ISO, 1989) e, em seguida, o isolamento acústico ao som de impacto foi estimado pela ISO 12354-2: 2017 (ISO, 2017).

Para a determinação da frequência de ressonância, a amostra foi colocada entre uma placa de carga de 200 kg/m<sup>2</sup> e uma placa de base, na qual foi exercida uma vibração vertical feita por shaker ETS Solution, modelo L315M. Foram utilizados dois acelerômetros da Dytran, modelo 3035B2 (Figura 3), um acelerômetro colocado na placa de base e o outro na placa de carga, para a obtenção da transmissibilidade vibracional. A amplitude da excitação adotada foi constante, 0,5 mm, com a utilização de um sinal senoidal. Esses testes foram realizados nas amostras antes e após os 122 dias de compressão.



**Figura 3:** Equipamento utilizado nos ensaios para a obtenção da frequência de ressonância das amostras

A rigidez dinâmica foi utilizada para a estimativa da redução no isolamento do som de impacto, conforme a Eq. 1, fornecido pela ISO 12354-2: 2017 (ISO, 2017):

$$\Delta L = 30 \log \frac{f}{f_0} \quad [\text{Eq. 1}]$$

Sendo que:  $f$  é a frequência, em Hz;  $f_0$  é a frequência de ressonância do sistema, in Hz.

Para obter a frequência de ressonância de um sistema de piso flutuante, a norma fornece outra equação:

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}} \quad [\text{Eq. 2}]$$

Sendo que:  $s'$  é a rigidez dinâmica do material resiliente, em MN/m<sup>3</sup>;  $m'$  é a massa da placa de carga, em kg/m<sup>2</sup>.

#### 2.4.2 Fluência à compressão

Os testes de fluência à compressão foram realizados com a finalidade de se verificar a influência das cargas aplicadas nas amostras ao longo do tempo de uso de um sistema de piso e forma feitos de acordo com ISO 20392: 2007 (ISO, 2007). Os testes consistiram na aplicação de cargas de 4 e 8 kg (Fig. 4) em amostras de 20 x 20 cm. A norma prescreve que a deformação deve ser verificada com um relógio comparador em determinados períodos de tempo. As medidas foram feitas no mesmo lugar para todas as amostras, em uma sala com temperatura controlada, com as amostras posicionadas acima de uma base robusta para evitar interferências relacionadas à dilatação do material, bem como à vibrações externas. Os testes foram realizados durante 122 dias para todas as amostras e os resultados foram extrapolados em 30 vezes, conforme indicado na norma ISO 20392 (ISO, 2007). Esse procedimento permite a avaliação do desempenho das amostras em uma condição de carregamento lento, ao longo do tempo de vida útil do sistema de piso.



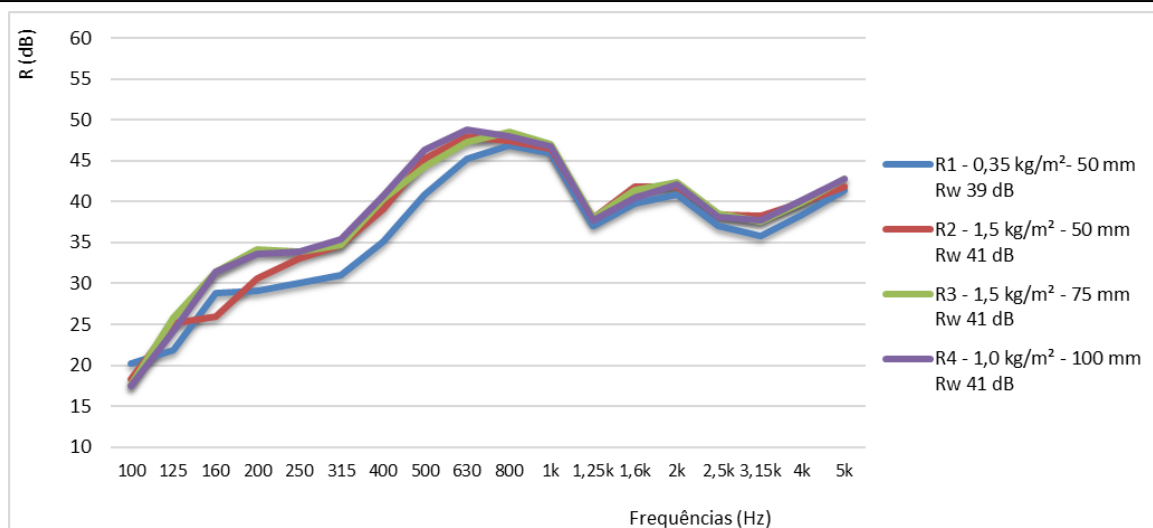
**Figura 4:** Ensaio de fluência à compressão com carregamentos de 4 e 8 kg aplicados nas amostras de 20x20

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Isolamento ao som aéreo

Os índices de redução sonora por bandas de frequências, bem como o valor ponderado para cada uma das amostras em sistemas de vedação vertical com fechamento em gesso acartonado, são mostrados na Fig. 5.

A partir dos resultados é possível observar que as amostras têm um comportamento semelhante nas bandas de frequências analisadas, com perfil gráfico ascendente até a banda de 500 Hz e decaimentos nas bandas de frequências de 1.250 Hz e entre 2.500 e 3.150 Hz. A amostra R1 apresenta menores valores de isolamento acústico nas baixas e médias bandas de frequências, com resultado menor de  $R_w$ , quando comparado às outras três amostras. O resultado menor pode estar relacionado à menor densidade da lã de PET. Nas bandas de frequências mais baixas, nota-se que a perda de transmissão sonora aumenta em função do aumento da espessura de lã, mas essas diferenças não foram significativas, e as amostras R2, R3 e R4 tiveram o mesmo resultado de  $R_w$ .

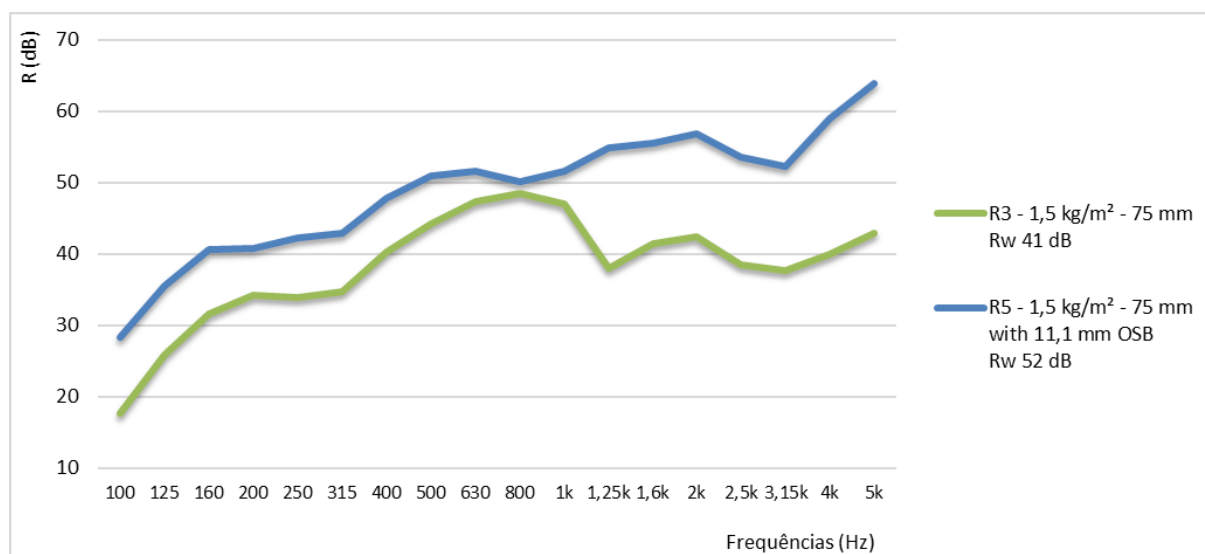


**Figura 5:** Redução sonora das quatro amostras

Para a verificação da influência do aumento da massa e da rigidez no isolamento acústico do sistema, foi escolhida a amostra R3, com preenchimento com lã de PET com densidade de 1,5 kg / m<sup>2</sup> e espessura de 75 mm. Para esta escolha, conforme indicação do fabricante, foram analisados o processo de fabricação e o custo, considerando-se a facilidade e a quantidade de matéria-prima necessária versus o desempenho da composição determinada. Desta forma, ficou definida uma quinta amostra, na qual foi adicionada uma placa em OSB de 11,1 mm em cada lado da parede. É

possível comparar os resultados das duas amostras na Fig. 6, na qual pode-se verificar uma diferença significativa no comportamento da parede confeccionada com a adição das placas em OSB.

O aumento de isolamento proporcionado pela adição das placas de OSB é fundamentado na relação entre aumento da massa superficial e da rigidez do conjunto de fechamentos cujo sistema atende o comportamento do tipo massa-mola-massa.



**Figura 6:** Comparação entre amostras com gesso acartonado (R3) e com gesso acartonado e chapas em OSB (R5)

O resultado do quinto teste confirmou que o uso de duas camadas diferentes de materiais

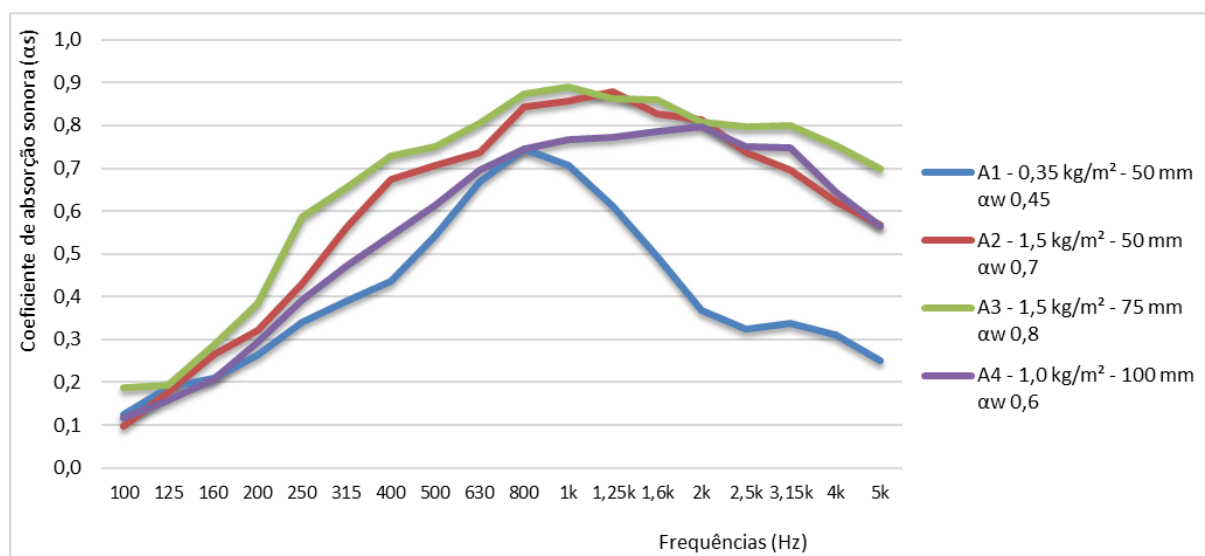
altera a frequência crítica do sistema, bem como melhora o isolamento em todas as

bandas analisadas, resultando em aumento de 11 dB no índice de redução de som ponderado. Analisando o espectro dos sistemas, o comportamento de ambos é semelhante até a banda de frequências de 800 Hz, mas a frequência crítica foi deslocada de 1.250 para 3.150 Hz com a adição das placas OSB.

### 3.2 Absorção sonora

Os coeficientes de absorção sonora obtidos para cada amostra nos testes na câmara reverberante indicam que o material tem um comportamento satisfatório dependendo da densidade e da espessura. Analisando o gráfico mostrado na Fig. 7, pode-se verificar que a densidade tem uma grande influência no desempenho geral do material, bem como a sua

espessura. As amostras, excluindo-se a A1, têm uma maior absorção sonora nas bandas de médias e altas frequências, com o comportamento típico de materiais porosos conforme indicado por Brandão (2016). Destaca-se que a amostra A3 apresentou maior valor ponderado ( $\alpha_w = 0,8$ ), com a maioria dos valores por bandas de terços de oitava acima das demais amostras estudadas. A amostra A1, com menor densidade e espessura de 50 mm, apresentou maior absorção na banda de frequências de 800 Hz, com um decaimento na absorção tanto nas bandas de frequências maiores como nas abaixo desses 800 Hz, apresentando um comportamento semelhante à um absorvedor de membrana. Os decaimentos acima da banda de 800 Hz foram responsáveis pelo baixo valor ponderado ( $\alpha = 0,45$ ).



**Figura 7:** Coeficientes de absorção sonora das quatro amostras

### 3.3 Estimativa do isolamento ao som de impacto

A Tabela 2 mostra os resultados da rigidez dinâmica, bem como a deformação estimada dos materiais sob carga após 10 anos, obtida a partir da extrapolação dos valores medidos de fluência à compressão. As espessuras das amostras foram medidas antes e depois dos 122 dias de carregamento. Com os resultados estimados de compressão, é possível verificar

se a densidade do material fibroso tem influência na deformação.

A deformação estimada após 10 anos de uso dos materiais sob carga mostrou variações de 11 a 39%. As amostras I3 e I4, com maior densidade, como esperado, mostraram as deformações menores, enquanto que nas amostras I1 e I2, com menor densidade, as deformações foram maiores. Neste caso, pode-se observar que a deformação sofre uma dependência na densidade, mesmo que as



composições tenham a mesma espessura da fibra. Ressalta-se que quanto maior for a densidade, menor será a deformação durante o tempo de uso do material como a camada resiliente de um piso flutuante sob carga permanente.

Após os 122 dias do teste de compressão, a rigidez dinâmica foi calculada como função da frequência de ressonância das mesmas amostras após o carregamento. Para todas as

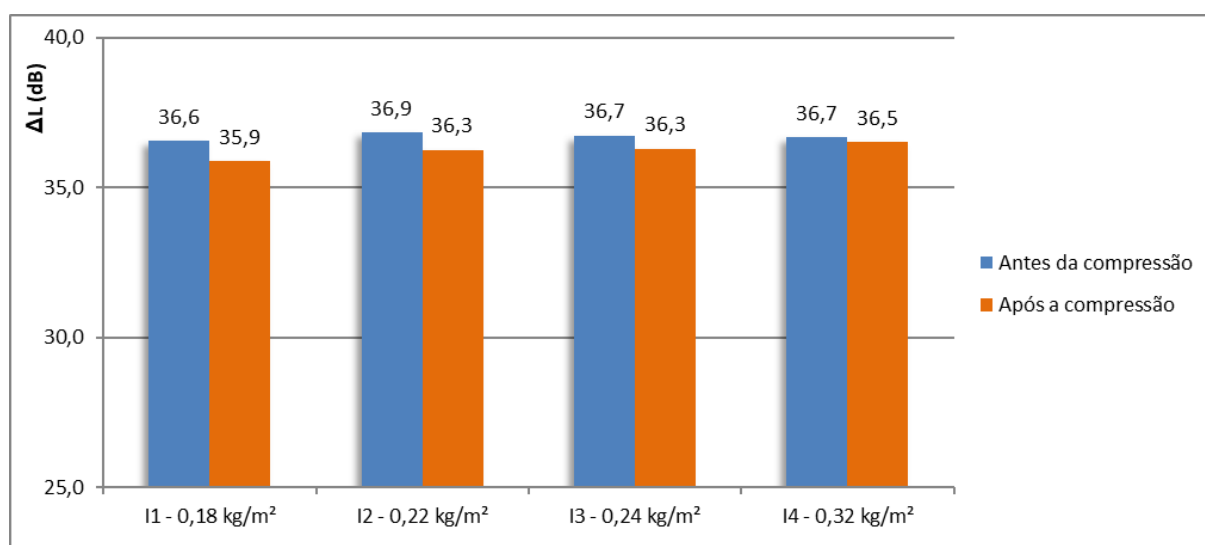
amostras, os valores de rigidez dinâmica aumentaram quando comparadas com as mesmas do teste de compressão. O aumento da rigidez dinâmica foi de aproximadamente 18% para a amostra I3 e 94% na amostra I4. Além da diferença na modificação da rigidez dinâmica, os valores estimados podem ser adequados, pois são menores que 10 MN / m<sup>3</sup>, que é o valor máximo para materiais utilizados como camadas resilientes em pisos flutuantes de acordo com Cripps e Fovargue (2004).

**Tabela 2:** Rigidez dinâmica (s') das amostras antes e depois do carregamento

Amostra	s' antes da compressão (MN/m <sup>3</sup> )	Deformação estimada para 10 anos (mm)	s' depois da compressão (MN/m <sup>3</sup> )
I1	2,5	3,9	4,3
I2	1,7	3,8	3,3
I3	2,0	1,5	3,2
I4	2,2	1,1	2,6

O isolamento acústico ao som de impacto ( $\Delta L$ ) estimado pela rigidez dinâmica das amostras deste estudo está indicado na Fig. 8. As diferenças nos valores de rigidez dinâmica após os 122 dias sob carga permanente indicaram perdas inferiores a 1 dB em todas as amostras, sendo que, na amostra I4, com maior densidade, a redução estimada na capacidade

de isolamento ao som de impacto é muito baixa, com 0,2 dB. Pode-se indicar que após 10 anos de uso, sob uma carga de 200 kg/m<sup>2</sup> em um sistema de piso flutuante espera-se uma perda na eficiência no isolamento ao som de impacto de, no máximo 1 dB nos materiais testados.



**Figura 8:** Estimativa da redução do isolamento ao som de impacto antes e após o carregamento

#### 4. Considerações finais

Devido ao aumento recente do uso de produtos poliméricos reciclados na construção civil, são verificados problemas causados pelas formas de depositar e/ou de se reutilizar este material. Neste contexto, novas utilizações foram propostas para a utilização dos resíduos de PET na forma de materiais fibrosos ou lãs, com indicações de uso para o isolamento e o condicionamento acústico de ambientes, a partir de novas composições, com propostas de substituição de materiais atualmente disponíveis no mercado.

Neste estudo, os materiais testados apresentaram variações de densidade e de espessura, para a caracterização de seu comportamento para o isolamento ao som aéreo, absorção sonora e isolamento ao som de impacto.

Resumidamente, em relação ao uso da lã de PET, pode-se indicar que:

- o aumento na densidade dos materiais utilizados como preenchimento em sistemas de vedação vertical do tipo drywall não aumenta consideravelmente o isolamento ao som aéreo;
- as estimativas após 10 anos de uso da lã de PET como camada elástica de pisos flutuantes indicam que no material com maior densidade a deformação será menor, com a consequente manutenção do desempenho acústico ao longo da vida útil do sistema de piso;
- a absorção sonora apresentou valores típicos de materiais fibrosos, com maior absorção nas bandas de médias e altas frequências;
- a capacidade de absorção sonora dos materiais utilizados neste estudos está diretamente relacionada com sua densidade, sendo que, para a densidade superficial de 1,5 kg/m<sup>2</sup> os valores de  $\alpha_w$  foram de 0,7 e 0,8 nas amostras de 50 e de 75 mm, respectivamente;

Este estudo permitiu um desenvolvimento de um produto de acordo com critérios técnicos, fornecidos pela equipe do laboratório, e a

viabilidade de produção, definida pelo fabricante, para a verificação do potencial pouco conhecido no setor da construção civil brasileira. Os testes mostraram que o material tem um comportamento satisfatório para a aplicação em situações que demandem isolamento e/ou condicionamento acústico de ambientes internos.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Planalto Têxtil do Brasil pela disponibilidade dos materiais utilizados no trabalho e pela autorização para a publicação dos resultados.

#### REFERENCES

- ARENAS, J. P.; CROCKER, M. J. Recent trends in porous sound-absorbing materials. *Sound and vibration*, 2010. v. 44, p. 12–17.
- ASDRUBALI, F.; SCHIAVONI, S.; HOROSHENKOV. A review of sustainable materials for acoustic applications. *Building Acoustics*, 2012. v. 19, n. 4, p. 283-311.
- BRANDÃO, E. *Acústica de salas*. São Paulo: Edgard Blucher, 2016.
- CRIPPS, A; FOVARGUE, J. *Crops in Construction Handbook*. London: CIRIA, 2004. 112 p.
- EGAN, D. *Architectural Acoustics*. New York: McGraw-Hill, 2014.
- GUILLEN, I. *et al.* On the sound insulation of masonry wall façades. *Building and environment*, 2008. v. 43, n. 4, p. 523–529.
- HANSEN, C. *Noise control - from concept to application*. London: Taylor & Francis, 2005.
- HONG, Z. *et al.* A novel composite sound absorber with recycled rubber particles. *Journal of sound and vibration*, 2007. v. 304, n. 1–2, p. 400–406.
- HUANG, C.-H. *et al.* The efficacy of coconut fibers on the sound-absorbing and thermal-

insulating nonwoven composite board. *Fibers and polymers*, 2013. v. 14, n. 8, p. 1378–1385.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 12354 – Building acoustics: Estimation of acoustic performance of buildings from the performance elements – Part 2: Impact sound insulation between rooms. 2017.

\_\_\_\_\_. ISO 10140 - Acoustics: laboratory measurement of sound insulation of buildings elements - Part 5: Requirements for test facilities and equipment. 2010a.

\_\_\_\_\_. ISO 10140 - Acoustics: laboratory measurement of sound insulation of buildings elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation. 2010b.

\_\_\_\_\_. ISO 10140 - Acoustics: laboratory measurement of sound insulation of buildings elements - Part 4: Measurement procedures and requirements. 2010c.

\_\_\_\_\_. ISO 11654 - Acoustics: Sound absorbers for use in buildings – Rating of sound absorption. 1997.

\_\_\_\_\_. ISO 20392 – Thermal-insulating materials: Determination of compressive creep. 2007.

\_\_\_\_\_. ISO 3382 - Acoustics: Measurement of room acoustic parameters - Part 2: Reverberation time in ordinary rooms. 2008.

\_\_\_\_\_. ISO 354 - Acoustics: Measurement of sound absorption in a reverberant room. 2003.

\_\_\_\_\_. ISO 717 - Acoustics: Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation. 2013.

\_\_\_\_\_. ISO 9052 - Acoustics: Determination of dynamic stiffness – Part 1: Materials used under floating floors in dwellings. 1989.

LOU, C. W.; CHEN, P.; LIN, J. H. Manufacturing process and property analysis of sound absorption sandwich board.

*Advanced materials research*, 2008. v. 55–57, p. 393–396.

MACDONALD, W. A. New advances in poly(ethylene terephthalate) polymerization and degradation. *Polymer international*, 2002. v. 51, n. 10, p. 923–930.

MAEKAWA, Z.; RINDEL, J. H.; LORD, P. *Environmental and architectural acoustics*. 2. ed. New York: Spon Press, 2011.

PACHECO, E. B.; HEMAIS, C. A. Mercado para produtos reciclados à base de pet/hdpe/ionômero. *Polímeros: ciência e tecnologia*, 1999. p. 59–64.

REY, R. DEL *et al.* Nuevos materiales absorbentes acústicos obtenidos a partir de restos de botellas de plástico. *Materiales de Construcción*, 2011. v. 61, n. 304, p. 547–558.

SIMÕES, M. F.; OLIVEIRA, B. D.; BECKER, R. R. Isolamento e condicionamento acústico do Auditório Araújo Vianna em Porto Alegre, RS. In: *ENCONTRO SOBRAC*, XXV, p. 336–343, 2014.

TUTIKIAN, B. F.; ZUCHETTO, L. K.; SOUZA, R. P.; OLIVEIRA, M. F. Uso de agregado leve de EVA em contrapiso argamassado para isolamento ao ruído de impacto em edificações residenciais. *Ambiente Construído*, 2017. v. 17, n. 3, p. 295–306.

UYCIEC – UNIVERSITY OF YORK CENTRE FOR INDUSTRY EDUCATION COLLABORATION. *Polyesters (on line version)*. UK. Last update in 25<sup>th</sup> August 2016.

ZUCHETTO, L. K.; NUNES, M. F. O.; PATRÍCIO, J. V. Influence of the compression conditions in the acoustic performance of resilient layers of floors. In: *22nd International Congress on Acoustics – ICA 2016*. Buenos Aires: Asociación de Acústicos Argentinos, 2016.