ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Desempenho de isolamento ao ruído de impacto de diferentes tipos de revestimentos vinílicos

Impact noise insulation performance of different types of vinyl floors

Willian Magalhães de Lourenço
UFSM | Santa Maria | Brasil | willian.lourenco@ufsm.br
Camila Taciane Rossi
UFSM | Santa Maria | Brasil | camilatacianerossi@gmail.com
Viviane Suzey Gomes de Melo
UFSM | Santa Maria | Brasil | viviane.melo@eac.ufsm.br
Gihad Mohamad
UFSM | Santa Maria | Brasil | gihad@ufsm.br

Resumo

O habitar contemporâneo traz diferentes questões quanto ao desempenho acústico de edificações, o ruído de impacto é um deles. Os revestimentos de pisos possuem cada vez mais variedades, diferindo material, instalação e composição, deste modo, também a sua capacidade de isolamento. Esta pesquisa objetiva investigar o desempenho de isolamento ao ruído de impacto de três tipos de revestimentos vinílicos: régua, placa e manta, sob uma laje nervurada com vigotas protendidas e lajotas cerâmicas. A metodologia é descrita pela NBR 15575, sendo os ensaios realizados pela ISO 16283-2 e o tratamento de dados pela ISO 717-2. Os resultados obtidos para o nível de impacto padrão ponderado ($L'_{nT,w}$) foi de 67 dB para o revestimento vinílico em placa, 64 dB para manta e 77dB para a amostra em réguas. Portanto, este estudo evidencia que a tipologia pode influenciar no desempenho requisitado, entretanto, salienta que a densidade do tipo de revestimento é um fator preponderante para ser investigado, contudo, contribui para a caracterização de desempenho de diferentes materiais e alerta aos profissionais e usuários da construção civil.

Palavras-chave: Ruído de impacto. Desempenho acústico. Revestimentos vinílicos.

Abstract

Contemporary living brings different issues regarding the acoustic performance of buildings, impact noise is one of them. Floor coverings come in more and more varieties, differing in material, installation and composition, thus also their insulation capacity. This research aims to investigate the impact noise insulation performance of three types of vinyl coverings: ruler, plate and blanket, under a ribbed slab with prestressed joists and ceramic tiles. The methodology is described by NBR 15575, with tests carried out by ISO 16283-2 and data processing by ISO 717-2. The results obtained for the weighted standard impact level ($L'_{nT,w}$) were 67 dB for the vinyl covering on sheets, 64 dB for the blanket and 77 dB for the plank sample. Therefore, this study

Como citar:
LOURENÇO, W. M. et. al. Desempenho de isolamento ao ruído de impacto de diferentes tipos de revestimentos vinílicos ENTAC2024. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

shows that the typology can influence the required performance, however, it highlights that the density of the type of coating is a preponderant factor to be investigated, however, it contributes to the characterization of the performance of different materials and alerts professionals and users of the construction.

Keywords: Impact noise. Acoustic performance. Vinyl floors.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional e os fenômenos urbanos de expansão das cidades, a verticalização tem sido uma alternativa para atender as demandas de habitações e comércio nos centros das urbes. Deste modo, a NBR 15575: todas as partes [1], [2], [3], [4], [5], [6], tem sido uma das ferramentas que visam estimular melhores condições para as habitações, estabelecendo os requisitos mínimos de desempenho para diversos fatores, sendo um deles, o desempenho acústico.

O desempenho acústico dos diversos sistemas que compõem uma habitação são uma resposta às questões ambientais em que estas estão expostas: poluição sonora, mudanças climáticas e às diferentes demandas dos usuários. A Organização Mundial da Saúde (OMS), define que a poluição sonora é, desde 2009, até atualmente, a segunda maior fonte poluidora do planeta, evidenciando que esta temática é um caso de saúde pública, visto que, pode causar disturbios do sono, alteração na pressão sanguínea, estresse, dentre outros [7].

O ruído de impacto é causado por meio de uma vibração mecânica, que é transmitida pelo meio sólido, ou seja, pela via estrutural, neste caso, podem ser pelos sitemas de vedação vertical interno, externo, pelo sistema de cobertura e também pelo sistema de piso. O sistema de piso, mais especificamente, é um dos limites entre unidades habitacionais autônomas, caracterizado pelo conjunto, minimamente de laje e revestimento de piso [1].

Contudo, as investigações para desempenho acústico de sistemas de piso tornam-se cada vez mais complexas, visto que, há cada vez mais, novas materialidades e técnicas construtivas empregadas na construção civil [8]. Deste modo, cada material que compõe o sistema de piso, impacta diretamente no espectro sonoro do isolamento ao ruído de impacto, por conseguinte, o isolamento varia de acordo com o revestimento de piso, com a espessura do contrapiso e também com o tipo de laje adotada [9].

A caracterização do desempenho de isolamento ao ruído de impacto de pisos cerâmicos demonstra que, a rigidez destes revestimentos afeta diretamente às baixas frequências, sendo necessário a utilização de materiais resilientes aliados à técnica de piso flutuante para mitigar a transmissão sonora se a proposta for atingir os níveis superiores recomendados pela NBR 15575-3 [10]. Entretanto, quando o revestimento de piso for laminado de madeira, há composições possíveis que atingem melhores desempenhos sem a técnica de piso flutuante, pois trata-se de revestimentos que possuem maior amortecimento das baixas frequências, devido a sua densidade superficial [11].

A escolha do sistema de laje também é um fator importante, não só pelo viés estrutural, como vão a vencer, mas também para o desempenho acústico, as lajes de composição homogênea (lajes maciças) apresentam maior massa, deste modo,

auxiliam no isolamento, se comparados às lajes de composição heterogênea (lajes com preenchimento de lajotas cerâmicas, isopor, etc.) [12].

Os pisos vinílicos, por sua vez, são um tipo de revestimento que possui fácil instalação, manutenção e são apropriados para todas as tipologias de uso, até para ambientes hospitalares por sua facilidade de substituição de peças, e limpeza [13]. Quanto ao desempenho acústico, as mantas vinílicas mesmo não sendo tão rígidas quanto outros revestimentos, não apresentaram suficientemente atenuação sonora em uma amostra com laje de concreto armado, tendo desempenho inferior a pisos laminados, por exemplo [14]. Há também, investigações que demonstram a capacidade de toxicidade neste tipo de revestimento, especialmente por resinas provenientes do petróleo, aditivos químicos e compostos orgânicos que podem afetar a saúde humana [15].

Esta pesquisa objetiva investigar o desempenho de isolamento ao ruído de impacto de três tipos de revestimentos vinílicos: régua, placa e manta, sob uma laje nervurada com vigotas protendidas e lajotas cerâmicas.

METODOLOGIA

A Norma Brasileira ABNT NBR 15.575-1 [1] foi um marco na construção civil brasileira, lançada em 2013, e atualizada em 2021, estabeleceu os requisitos mínimos de desempenho das edificações. Para o desempenho acústico, especificamente em sistemas de pisos, o ruído de impacto, os critérios de desempenho exigidos são divididos em três categorias: mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) [3]. Além disso, a metodologia de medições é descrita pela norma ISO 16.283-2 [16]. Foram utilizados os valores previstos na NBR 15.575-3 [3] para classificar o desempenho dos sistemas de piso em termos de ruído de impacto, para casos de separação de unidades habitacionais autônomas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Critérios de desempenho para Nível de pressão sonora de Impacto Padrão Ponderado ($L'_{nT,w}$)

Elemento de separação	$L'_{nT,w}$ (dB)	Desempenho
O sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre dormitório	66 a 80	Mínimo (M)
	56 a 65	Intermediário (I)
	≤ 55	Superior (S)
Sistemas de pisos para áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportes, como home theater, academia, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e circulações) sobre dormitórios de unidades habitacionais autônomas	51 a 55	Mínimo (M)
	46 a 50	Intermediário (I)
	≤ 45	Superior (S)

Fonte: [3].

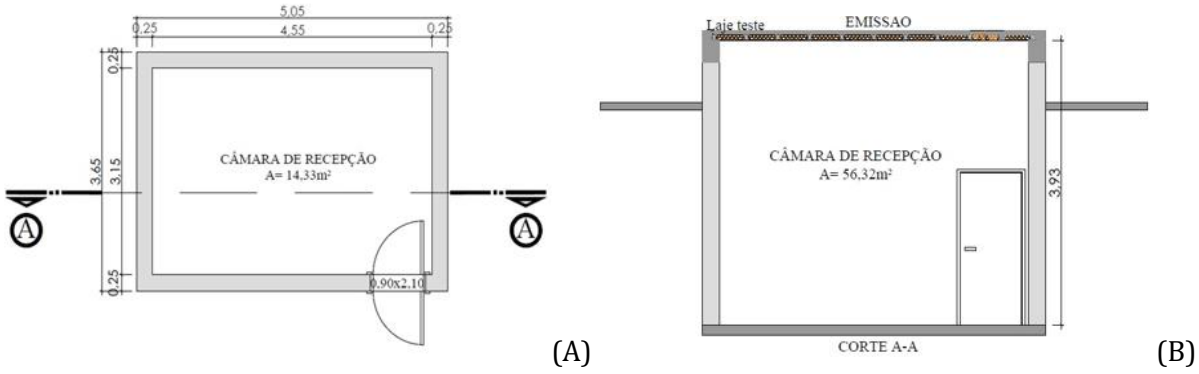
LOCAL DO ENSAIO

Os testes foram realizados no (informação suprimida para avaliação às cegas), em câmara construída especificamente para ensaios de medição do ruído de impacto. O conjunto é composto por duas câmaras adjacentes sobrepostas e separadas por uma laje pré-fabricada nervurada composta de vigotas protendidas e lajotas cerâmicas, com 13,5 cm de espessura. As paredes são de alvenaria estrutural de blocos de

concreto com 19 cm de espessura, sendo que, os septos dos blocos foram preenchidos com argamassa de traço 1:4 (cimento:areia). As paredes apresentam reboco de 3 cm em ambos os lados, tendo como espessura final 25 cm.

A câmara é composta por um ambiente de emissão, com área de 14,33 m² e, por uma sala de recepção, com área de 14,33 m² e volume de 56,32 m³, verticalmente adjacentes. A Figura 1 ilustra a planta baixa (A), o corte (B) do laboratório, utilizado nos ensaios.

Figura 1: Planta baixa (à esquerda) e Corte AA' (à direita)



Fonte: Os autores.

As medições de isolamento ao ruído de impacto em sistemas de pisos foram feitas simulando a situação de campo, pois o laboratório possui os eletrodutos na laje e paredes, e não desvincula as estruturas do edifício para com relação às câmaras.

EQUIPAMENTOS DE TESTE

A norma ISO 10140-3 e ISO 10140-4 [17], determina que as dimensões mínimas do contrapiso devem ultrapassar 0,35 por 0,35 metro, deste modo, utilizou-se placas de 1 por 1 metro. As placas de contrapiso foram produzidas com argamassa e as proporções volumétricas de cimento e areia foram de 1:4, atingindo resistência média à compressão de 20 MPa.

Os equipamentos utilizados nas medições estão descritos na Tabela 2. O fabricante define o sonômetro (medidor de nível de pressão sonora) como classe 1, deste modo, é um medidor para campo livre (áreas abertas), mas possui correção para utilizá-lo em campo difuso (ambientes fechados), o qual foi usado para as medições em ambiente como o do laboratório.

O calibrador utilizado segue o procedimento CETAC-LCA-PC06 “calibração do medidor de nível de pressão sonora” e CETAC-LCA-PC-03 “calibração do medidor de nível de pressão sonora” encontrado em IEC 61672-3:2013 [18] e IEC 60942:2017 [19] para calibração de medidor de nível de pressão sonora e calibrador de nível sonoro, e o equipamento foi calibrado antes de seu uso por um instituto credenciado. A demonstra a fonte omnidirecional dodecaédrica (A), a máquina de impacto padrão (B) e o medidor de nível de pressão sonora (sonômetro) (C).

Tabela 2: Equipamentos utilizados nas medições

Equipamento	Fabricante	Modelo
Amplificador	01 dB	AMPLI 12
Calibrador de nível sonoro	01 dB	4230, classe 1
Fonte acústica dodecaédrica	01 dB	OMNI 12
Máquina de impacto padrão	01 dB	CALPEST-one
Medidor de nível de pressão sonora	01 dB	Black Solo, classe 1
Microfone capacitivo	GRAS	MCE 212
Pré-amplificador de microfone	Metravib	PRE 21 S
Termo-higrobarômetro digital	Instruterm	THB 100

Fonte: Os autores.

PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO

A NBR 15575-3 [1] explicita que os ensaios para determinação do desempenho ao ruído de impacto em sistemas de piso devem seguir a norma ISO 16283-2 [16]. A qual define os procedimentos de medições para definir o nível de impacto padrão (L'_{nT}) e bandas de frequência em terço de oitava, entre 100 e 3150 Hertz (Hz), e o nível de impacto padrão ponderado (L'_{nTw}) com o tratamento dos dados por meio da ISO 717-2 [20]. A Tabela 3 determina, por meio da ISO 16283-2 (ISO, 2020), o número de posições da máquina de impacto padrão e do microfone fixo na sala de recepção para os ensaios em salas com volume menor que 20 m².

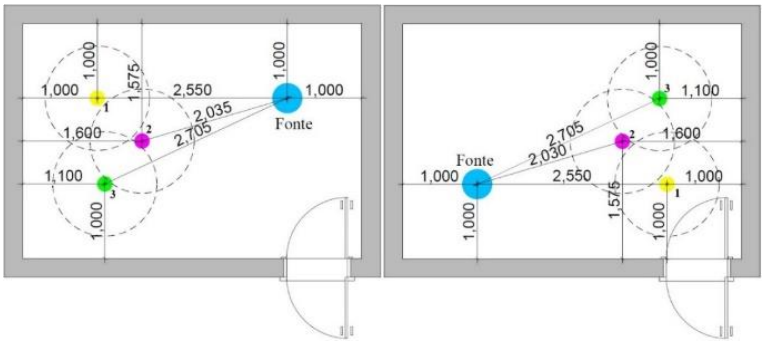
Tabela 3: Número de posições para fonte e microfone nos ensaios

Área da sala de emissão (m²)	Equipamento	Número de posições
< 20 m²	Máquina de impacto padrão	4
	Microfone fixo	4

Fonte: [20].

A norma ISO 16283-2 [20] define que são necessárias medições do tempo de reverberação, ruído residual e o nível de pressão sonora de impacto padronizado.
Deste modo, o tempo de reverberação foi medido pelo método de ruído interrompido descrito pela NBR ISO 3382-2 [21]. Três posições de microfone foram utilizadas para as medições para cada posição da fonte sonora. Foram feitas duas medições para cada posição do microfone para determinar o tempo de reverberação, totalizando 12 pontos. A altura do microfone utilizada nos testes foi de 1,30 m; 1,90 m e 2,3 m para microfones M1 e M6; M2 e M5 e M3 e M4, respectivamente. A distância do microfone e da fonte sonora utilizada na medição do tempo de reverberação está representada na Figura 2.

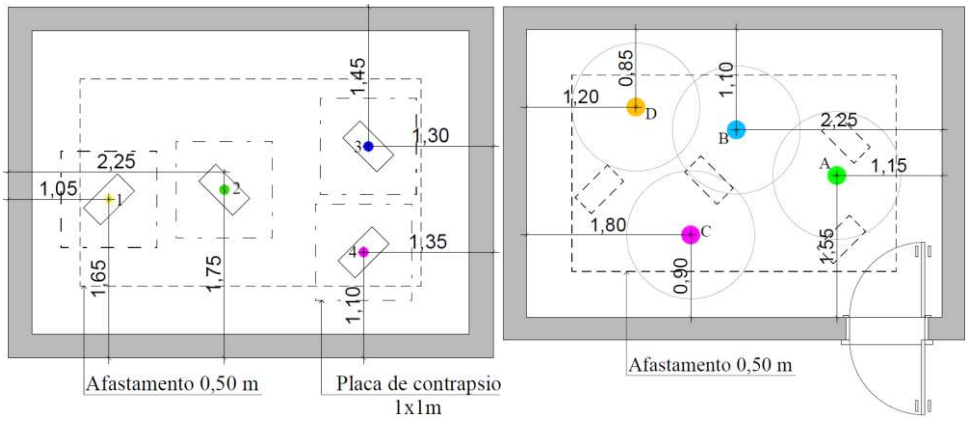
Figura 2: Posicionamento de fonte e microfone para tempo de reverberação.



Fonte: Os autores.

A Figuras 4 demonstra o posicionamento da máquina de impacto padrão na sala de emissão (a 45º em relação às vigotas) e o posicionamento dos microfones fixos na sala de recepção, respectivamente.

Figura 3: Posicionamento da máquina de impacto padrão (à esquerda) e do microfone fixo (à direita)



Fonte: Os autores

AMOSTRAS DE TESTE DE PISOS VINÍLICOS

Primeiramente, testou-se o sistema da laje em osso (sistema estrutural bruto), após, testou-se o sistema de laje + contrapiso argamassado de 4 cm. As amostras de revestimento vinílico estão descritas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

Tabela 4: Definições dos revestimentos de piso vinílico

Piso vinílico (PV)	Modelo	Espessura (mm)	Dimensão (m)	Densidade (kg/m³)	Reação ao fogo (Classe)
1	Placa	5	0,5x0,5	1039	III A
2	Manta	2,4	2x25	895,93	III A
3	Régua	4	0,2x1,22	1763	II A

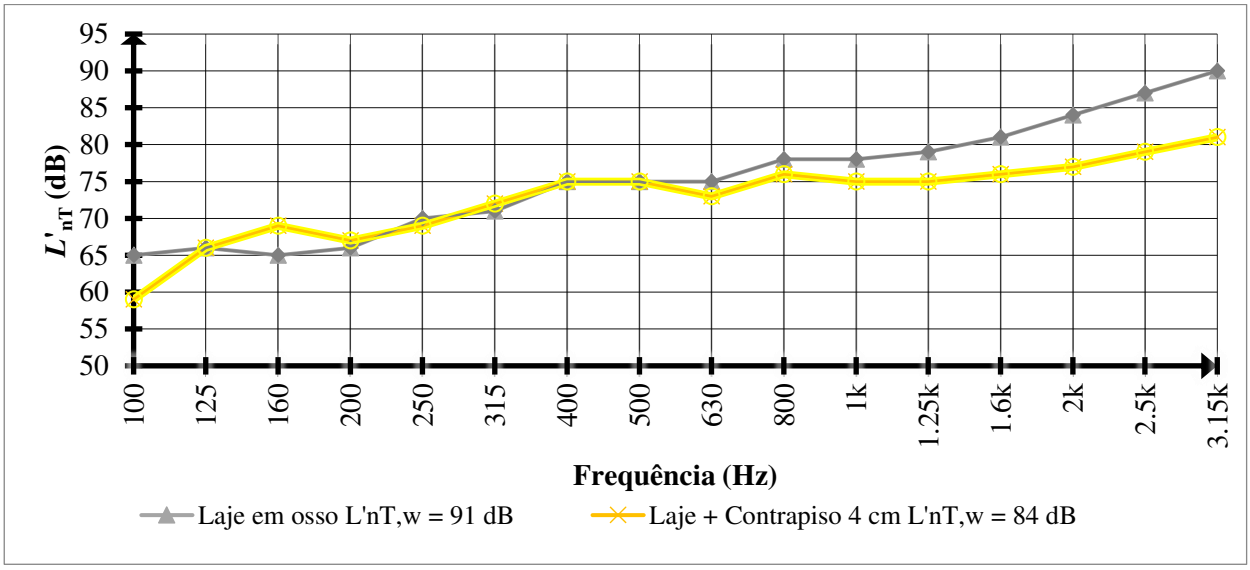
Fonte: Os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A amostra “Laje em osso” corresponde ao sistema estrutural bruto, sem contrapiso. A Figura 5 apresenta o gráfico de isolamento ao ruído de impacto em uma laje em osso, o desempenho se mantém abaixo dos 70 dB nas baixas frequências e tendo um pico de isolamento na faixa de 160 Hz. Nas faixas seguintes, a curva mantém-se crescente, chegando próximo aos 90 dB nas altas frequências. O $L'_{nT,w}$ é de 91 dB, muito acima do nível mínimo de 80 dB exigido pela NBR 15.575-3 [3].

Na amostra com contrapiso, é possível observar um comportamento semelhante à laje em osso, ficando abaixo de 70 dB nas baixas frequências, com um pico de isolamento na faixa de 100 Hz, mantendo-se crescente nas faixas seguintes chegando próximo aos 80 dB nas bandas de altas frequências. O $L'_{nT,w}$ é de 84 dB, ficando acima do mínimo determinado pela norma.

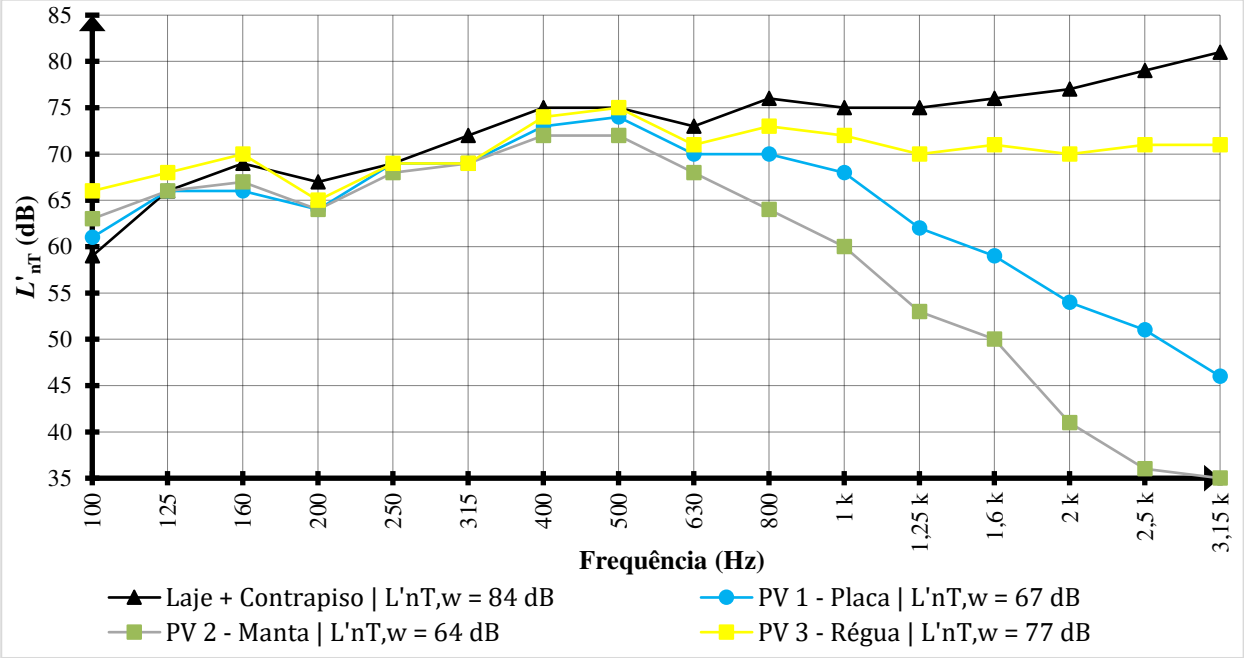
Figura 5: Gráfico das amostras de referência



Fonte: Os autores.

Na Figura 6 observa-se o desempenho acústico para isolamento ao ruído de impacto do sistema de piso constituído por laje, contrapiso e com revestimentos vinílicos.

Figura 6: Gráfico das amostras de piso vinílico



Fonte: Os autores.

A amostra de placa vinílica foi ensaiada (PV 1 – placa vinílica de 5 mm) possui curva crescente até 500 Hz, a partir da faixa de frequência de 630 Hz, o gráfico é decrescente, sendo que os melhores resultados ocorrem nas bandas de altas frequências. O $L'_{nT,w}$ é 67 dB, enquadrando-se no nível mínimo pela NBR 15.575-3 [3].

Ao levar em consideração a curva de referência (laje + contrapiso) verifica-se que até 630 Hz as curvas apresentam valores similares em quase todas as frequências, já, a partir disso, a diferença entre os valores aumenta, sendo que a curva de referência é crescente e a do PV 1 é decrescente.

Para a amostra de piso vinílico 2 (PV 2 – manta vinílica de 2,4 mm), a curva apresenta o mesmo comportamento da amostra anterior, curva crescente até 500 Hz, e após isso, apresenta aumento no isolamento para as altas frequências. A manta apresentou o melhor resultado dos ensaios testados, com $L'_{nT,w}$ de 64 dB, classificado em intermediário pela NBR 15575-3 [3].

Já a amostra de piso vinílico 3 (PV 3 – régua vinílica 4 mm), demonstra ainda o mesmo comportamento, curva crescente até 500 Hz e decrescente após isso. Neste caso, destaca-se que a régua vinílica apresentou o pior desempenho para isolamento ao ruído de impacto, com $L'_{nT,w}$ de 77 dB, classificado em mínimo pela NBR 15575-3 [3].

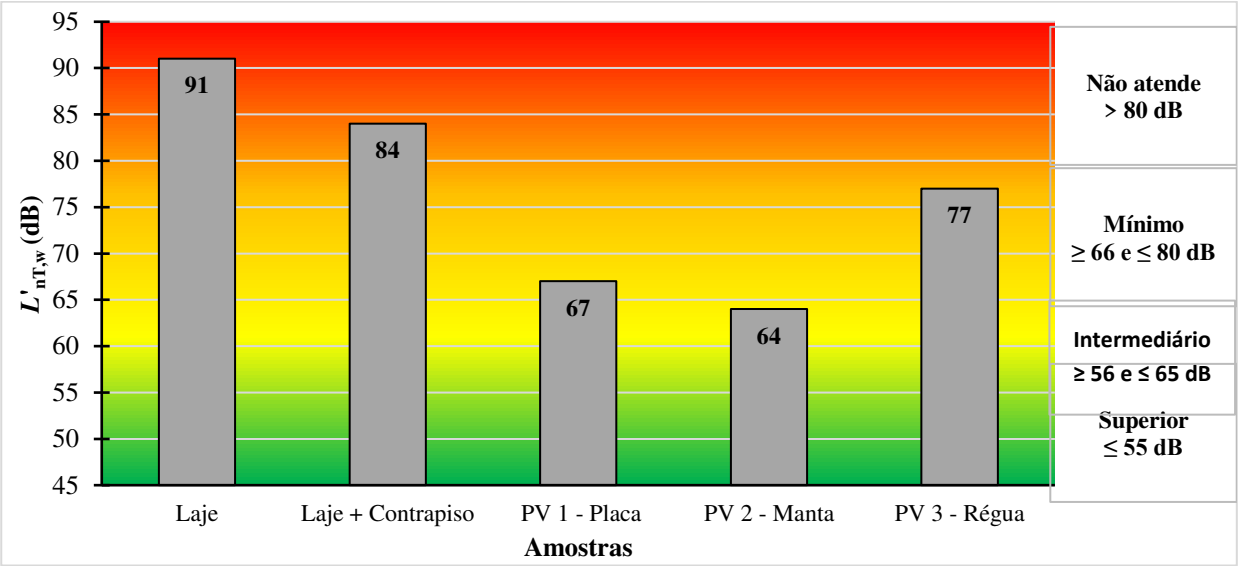
Além disso, pode-se perceber que a combinação da espessura de 2,4 cm e a densidade superficial de 895,93 kg/m³ (PV2), contribuíram para o piso vinílico em manta apresentar o melhor desempenho dos testes. A capacidade de atenuar impactos por amortecimento dos revestimentos vinílicos contribuem para isolar, principalmente, as altas frequências.

Demonstra-se que o revestimento vinílico em régua (PV 3), que possui 4 cm de espessura e, principalmente, a maior densidade superficial (1763kg/m³), apresentou o pior desempenho dos testes. Este resultado evidencia que, quanto mais rígido, menor

o amortecimento, sendo assim, as altas frequências são menos isoladas do que as demais amostradas testadas.

A Figura 7 apresenta a classificação das amostras testadas nos requisitos da norma de desempenho NBR 15575-3 [3].

Figura 7: Classificação das amostras nos requisitos de desempenho da NBR 15575-3



Fonte: Os autores.

CONCLUSÕES

A escolha do tipo de revestimento impacta diretamente no isolamento sonoro ao ruído de impacto em sistemas de pisos. Além do projetista definir em projeto, qual é a materialidade do revestimento (cerâmico, vinílico, laminado de madeira...), deve-se atentar que, ainda há especificidades que vão além da composição do material, mas também da forma de instalação, espessura e densidade superficial.

Esta pesquisa demonstra alguns parâmetros importantes para caracterizar a capacidade de isolamento sonoro em revestimentos vinílicos. Os resultados denotam que a amostra de piso vinílico em manta apresentou melhor desempenho para isolamento ao ruído de impacto.

A densidade superficial de 895,93 kg/m³ possibilitou ao revestimento em manta, uma maior capacidade de amortecimento, o que contribuiu para o aumento do isolamento sonoro para ruído de impacto nas amostras testadas. Todavia, todas as composições de sistemas de pisos testadas estão dentro dos requisitos normativos para isolamento acústico de sistemas de pisos, estabelecidos pela NBR 15575-3 [3], demonstrando que os revestimentos vinílicos são uma boa opção para contribuir à qualidade acústica em habitações.

REFERÊNCIAS

[1] ABNT. **NBR 15575-1 Edificações habitacionais — Desempenho.** Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, RJ. 2021a.

[2] ABNT. **NBR 15575-2 Edificações habitacionais — Desempenho. Parte** 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, RJ. 2021b.

[3] ABNT. **NBR 15575-3 Edificações habitacionais — Desempenho.** Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, RJ. 2021c.

[4] ABNT. **NBR 15575-4 Edificações habitacionais — Desempenho.** Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro, RJ. 2021d.

[5] ABNT. **NBR 15575-5 Edificações habitacionais — Desempenho.** Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, RJ. 2021e.

[6] ABNT. **NBR 15575-6 Edificações habitacionais — Desempenho.** Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitarios. Rio de Janeiro, RJ. 2021f.

[7] WHO**. World Health Statistics**. 2009.

[8] SANTOS, E. H. L. et al. Análise das tipologias construtivas em diferentes padrões de edificações residenciais: levantamento em santa maria/RS. In: 2018. **Anais do 10o SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO -** SIEPE Universidade Federal do Pampa | Santana do Livramento, 6 a 8 de novembro de 2018. p. 8–11.

[9] LOURENÇO, W. M. et al. A influência da espessura de contrapiso argamassado no desempenho ao ruído de impacto em laje pré-fabricada nervurada de tavelas cerâmicas com vigotas protendidas. In: 2022, Florianópolis, SC. FIA - **XII Congresso Ibero-Americano de Acústica.** Florianópolis, SC. 2022. p. 1–8.

[10] HAAS, A. et al. Isolamento ao ruído de impacto de laje pré-fabricada nervurada com vigotas protendidas e lajotas cerâmicas. **Ambiente Construído**, v. 22, n. 1, p. 105–123, 2022.

[11] LOURENÇO, W. M. de et al. Floor impact noise performance of prefabricated prestressed joists and block slabs with wooden laminate floors. **Ambiente Construído,** v. 22, n. 4, p. 335–353, 2022.

[12] LOURENÇO, W. M. de et al. Comparativo acústico e do consumo de materiais sob o viés sustentável de diferentes tipologias de lajes na construção civil. **In: 2019. 8o FÓRUM INTERNACIONAL ECOINOVAR.** 2019. p. 1–13.

[13] BRAGANÇA, V. G**. Estudo de caso: critérios de decisão para especificação de revestimentos de piso para estabelecimento assistencial de saúde.** 2019.

[14] HEISSLER, R. F. et al. Análise crítica do desempenho acústico de sistemas de revestimentos de pisos. In: 2017, Brasília, DF. XXVII **Encontro da SOBRAC.** Brasília, DF. 2017. p. 1–10.

[15] CHAVES, A. L. de O. et al. Sustentabilidade na arquitetura e o estudo dos compostos orgânicos voláteis emitidos por pisos vinílicos em residências. Risco - **Revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo**, v. 20, n. 2, p. 1–16, 2014.

[16] ABNT. **ISO 16283-2 Acoustics** – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 2: Impact sound insulation. 2020b.

[17] ISO. **ISO 10140-3 Acoustics** — Laboratory measurement of sound insulation of building elements — Part 3: Measurement of impact sound insulation. 2010.

[18] IEC. **IEC 61672-3 - Electroacoustics** - Sound level meters - Part 3: Periodic tests. 2013.

[19] IEC. **IEC 60942 - Electroacoustics** - Sound calibrators. 2017.

[20] ABNT. **ISO 717-2 Acoustics** — Rating of sound insulation in buildings and building elements — Part 2: Impact sound insulation. 2020a.

[21] ABNT. **NBR ISO 3382-2 Acústica** - Medição de parâmetros de acústica de salas Parte 2: Tempo de reverberação em salas comuns. 2017.