AVALIAÇÃO DO USO DE EMULSÃO ANTIRRUÍDO EM SISTEMAS DE PISO NO ISOLAMENTO AO RUÍDO DE IMPACTO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS LOCALIZADAS EM PAULISTA-PE

Romero Wanderley (1); José Veríssimo (2); Pedro Góis (3); Silva Júnior (4); Ângelo Just (5).
(1) Graduando em Engenharia Civil, r.cwfilho@hotmail.com, Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Rua General Luís Mallet, 140, Boa Viagem, Recife-PE, (81) 99965-0718
(2) Bacharel em Engenharia Civil, victorpoliupe@gmail.com, Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Rua Guedes Pereira, 36, Casa Amarela, Recife-PE, (81) 99594-7012
(3) Mestre em Engenharia Civil, pedro@tecomat.com.br, Universidade Católica de Pernambuco, Av. Boa Viagem, 6836, Recife-PE, (81) 99661-1219
(4) Doutor em Engenharia Civil, otavio@tecomat.com.br, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Afonso Olindense, 1436, Várzea, Recife-PE, (81) 99798-3461
(5) Doutor em Engenharia Civil, angelo@tecomat.com.br, Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Rua Vitória Régia, Paiva, Cabo de Santo Agostinho-PE, (81) 99142-3003

RESUMO
O ruído de impacto em habitações tem se tornado alvo de um crescente número de estudos devido a sua interferência na saúde e no bem-estar dos moradores. Nesse ínterim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de emulsão antirruído em sistemas de piso no isolamento ao ruído de impacto em edificações residenciais localizadas na cidade de Paulista-PE. Para isso, foram realizados ensaios acústicos em quatro sistemas de piso de três edifícios para fins de análise comparativa do desempenho acústico com e sem o uso da emulsão antirruído como material resiliente. Como resultado, verificou-se que o uso de uma camada de emulsão antirruído acima da laje maciça de concreto contribuiu, em média, para uma redução de 5 dB do nível de pressão sonora de impacto, e se constatou que usar esta mesma camada em um sistema de piso composto por laje maciça de concreto, por contrapiso e por revestimento cerâmico contribuiu, em média, para uma redução de 3 dB do nível de pressão sonora de impacto. Portanto, o uso de materiais resilientes em edificações residenciais, a exemplo da emulsão antirruído, pode ser uma estratégia eficiente em proporcionar um maior desempenho acústico aos sistemas de piso.

Palavras-chave: ruído de impacto, desempenho acústico, emulsão antirruído.

ABSTRACT
The impact noise in residential buildings has become the subject of an increasing number of studies due to its interference with the health and well-being of residents. In this regard, the objective of this study was to evaluate the use of anti-noise emulsion in floor systems for impact noise insulation in residential buildings located in the city of Paulista, Pernambuco, Brazil. To achieve this, acoustic tests were conducted on four floor systems in three buildings for the purpose of comparative analysis of the acoustic performance with and without the use of the anti-noise emulsion as a resilient material. As a result, it was found that the use of a layer of anti-noise emulsion on top of the solid concrete slab contributed, on average, to a reduction of 5 dB in the impact sound pressure level. It was also observed that using this same layer in a floor system composed of solid concrete slab, underlayment, and ceramic coating contributed, on average, to a reduction of 3 dB in the impact sound pressure level. Therefore, the use of resilient materials in residential buildings, such as the anti-noise emulsion, can be an effective strategy to provide better acoustic performance for floor systems.

Keywords: impact noise, acoustic performance, anti-noise emulsion

1. INTRODUÇÃO

O ruído em habitações evidencia-se como uma questão relacionada ao cotidiano devendo ser avaliado sobre todos os aspectos que possam interferir na qualidade de vida de todos, especialmente no ambiente urbano por ser um local com grande concentração de pessoas e de fontes sonoras, sendo assim, um dos maiores desafios a serem superados (VAN RENTERGHEM, 2018).

Além disso, o ruído em habitações tornou-se uma celeuma ainda maior após a pandemia de COVID-19 devido ao risco de contaminação em ambientes de trabalho compartilhados. Desse modo, a escolha pelo home office foi uma estratégia necessária e eficaz de combate a proliferação do vírus, tornando-se as moradias não só lugares de descanso, mas também locais laborativos, modelo esse que se consolidou como uma prática efetiva dentro das organizações no momento pós pandemia. (SOUZA, 2021).

Um levantamento realizado por Persson et al. (2007) demonstra que os impactos de ruídos nas moradias podem ir além de meros incômodos, interferindo no nível de ansiedade e depressão. Sons de impacto no chão, por exemplo, estão entre as fontes mais frequentes de irritação sonora de vizinhos em apartamentos com estrutura de concreto (HONGISTO et al., 2013).

Sons de impacto típicos são, por exemplo, caminhar, pular, deixar cair objetos, som de água no vaso sanitário e no chuveiro e arrastar objetos. Portanto, é importante entender como diferentes construções de piso ou especialmente as coberturas de piso são percebidas subjetivamente para orientar os projetistas a escolher coberturas de piso que levem a uma satisfação residencial melhorada (HONGISTO et al., 2020).

Também, segundo Zuchetto (2016), o ruído de impacto é produzido a partir de uma excitação mecânica que origina uma vibração que é irradiada pela estrutura dos edifícios, normalmente essas excitações são produzidas por passos, arrastar de móveis e queda de objetos.

Neste sentido, os pisos flutuantes são altamente eficazes na redução do nível de pressão sonora de impacto, uma vez que isolam o nível superior (laje) da estrutura da construção. Esse sistema de massa-mola-massa é capaz de moderar significativamente a transmissão sonora através das paredes (CANIATO et al., 2016).

Os materiais resilientes que servem como "mola" para esse sistema de pisos flutuantes, possuem funções singulares, tornando importante avaliar seu comportamento elástico, sua capacidade de resistir ao estresse ao longo do tempo e sua resposta a cargas inesperadas (CANIATO et al., 2016).

Acrescenta-se, por fim, que a norma NBR 15575-3 (ABNT, 2021) apresenta os requisitos e critérios de desempenho acústico para sistemas de piso, critérios esses adotados como referência neste trabalho para a avaliação dos sistemas de pisos em estudo.

2. OBJETIVO

Avaliar o uso de emulsão antirruído em sistemas de piso no isolamento ao ruído de impacto em edificações residenciais localizadas em três bairros da cidade de Paulista-PE.

3. MÉTODO

Para a avaliação do uso de emulsão antirruído em sistemas de piso no isolamento ao ruído de impacto, foram realizados ensaios em três edificações residenciais com e sem o uso da emulsão antirruído em sistemas de piso constituídos das mesmas camadas.

Na edificação A, no ano de 2023, foi avaliado o sistema de piso composto apenas por laje maciça de concreto de 100 mm e na edificação B, no ano de 2021, foi avaliado esse mesmo sistema com a inclusão de uma camada de emulsão antirruído de 3 mm.

Já na edificação C, no ano de 2021, foram avaliados dois sistemas de piso, um composto por laje maciça de concreto de 100 mm, por um contrapiso de 40 mm e por um revestimento cerâmico de 10 mm e outro composto por essas mesmas camadas com a inclusão da camada de emulsão antirruído de 3 mm.

3.1. Caracterização da emulsão antirruído

A emulsão antirruído utilizada neste estudo é caracterizada por um produto disponível no mercado nacional produzido a base de asfalto composto com cargas de borracha reciclada emulsionado em água. A Tabela 1 reúne as principais características técnicas desta emulsão.

Tabela 1 – Descrição das características técnicas da emulsão antirruído

Propriedades	Unidade	Valor
Viscosidade	cps	20.000 – 40.000
Densidade	g/cm³	0,900
Teor de Sólidos	% massa	63,0

3.2. Descrição dos empreendimentos

A edificação A, localizada no bairro de Pau Amarelo, Paulista-PE, é caracterizada por um edifício multifamiliar composta por 8 pavimentos e por 8 apartamentos por andar. A Figura 1 ilustra a planta baixa do pavimento tipo da edificação A.

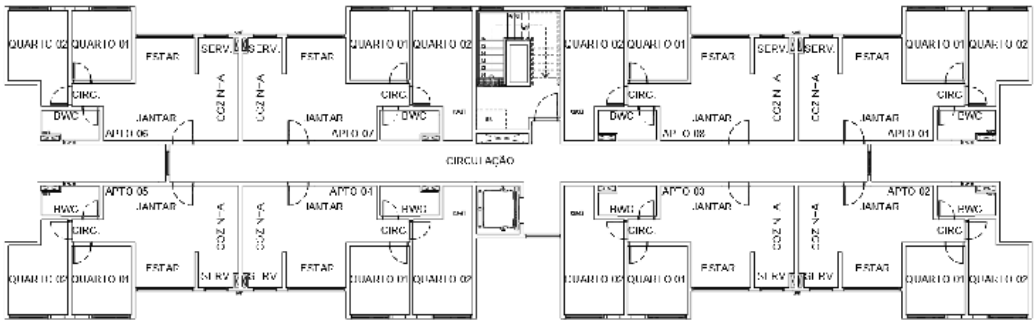


Figura 1 – Planta baixa do pavimento tipo da edificação A (AUTOR, 2023).

A edificação B, localizada no bairro de Maranguape I, Paulista-PE, é caracterizada por um edifício multifamiliar composta por 5 pavimentos e por 8 apartamentos por andar. A Figura 2 ilustra a planta baixa do pavimento tipo da edificação B.



Figura 2 – Planta baixa do pavimento tipo da edificação B (AUTOR, 2023).

A edificação C, localizada no bairro da Aurora, Paulista-PE, é caracterizada por um edifício multifamiliar composta por 7 pavimentos e por 4 apartamentos por andar. A Figura 3 ilustra a planta baixa do pavimento tipo da edificação C.

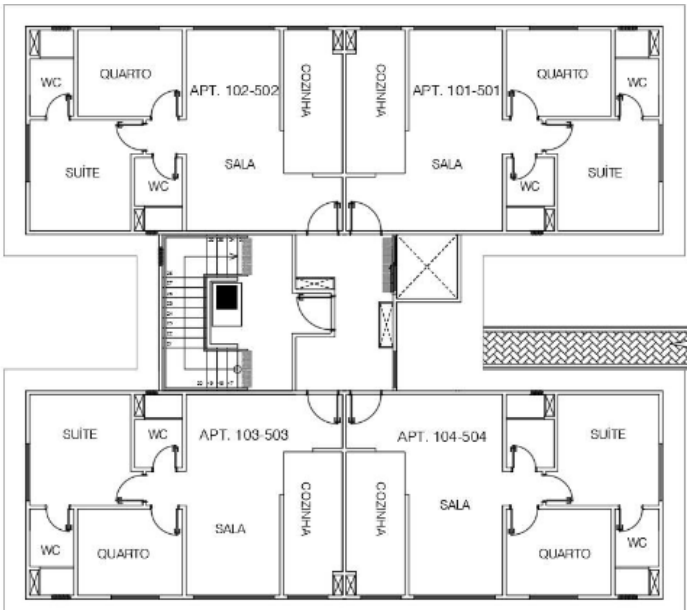


Figura 3 – Planta baixa do pavimento tipo da edificação C (AUTOR, 2023).

3.3. Procedimentos normativos de ensaio

Os ensaios de desempenho acústico dos sistemas de piso avaliados foram realizados utilizando o método de engenharia conforme prescrito na NBR 15575-3 (ABNT, 2021).

Os procedimentos de ensaio também foram realizados em conformidade com a norma NBR ISO 16283-2 (ABNT, 2021) e o cálculo da curva de referência para os resultados obtidos foi realizado em conformidade com a NBR ISO 717-2 (ABNT, 2022).

Para a realização desses ensaios foram utilizados equipamentos de medição de acordo com as solicitações e recomendações normativas conforme indicado na Tabela 2.

Tabela 2 – Descrição dos equipamentos utilizados nos ensaios.

Equipamento	Fabricante	Modelo	Nº de série / Versão	Certificado de Calibração
Medidor de nível de pressão sonora (Sonômetro) – Classe 1	Acoem	Fusion Smart Sound & Vibration Analyzer	12841	RBC-11484-398
Fonte sonora omnidirecional com gerador de ruído e amplificador	Acoem	S103AC / S103ACDC	LS04 / S.n. 1010	´-
Calibrador Acústico – Classe 1	Acoem	-	34113649 (2011)	RBC2-11195-417
Tapping Machine	01dB	-	CALP04/07-11/193	-

3.4. Critérios de desempenho acústico para sistemas de piso

A NBR 15575-3 (ABNT, 2021) estabelece os critérios para avaliação do desempenho acústico de vedações horizontais (sistemas de piso) ao ruído de impacto entre unidades habitacionais autônomas e entre uma unidade habitacional autônoma e áreas de uso coletivo.

A Tabela 3 apresenta, para cada elemento de vedação, o nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ($L'_{nT,w}$) requerida em cada nível de desempenho.

Tabela 3 – Critérios de níveis de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ($L'_{nT,w}$)

Elemento	$L'_{nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre dormitório	66 a 80	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	≤ 55	Superior
Sistema de piso de unidades habitacionais autônomas sobre sala	Não se aplica	Mínimo
	56 a 65	Intermediário
	≤ 55	Superior
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e corredores) sobre dormitório de unidades habitacionais autônomas	51 a 55	Mínimo
	46 a 50	Intermediário
	≤ 45	Superior
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas, lavanderias coletivas e corredores) sobre sala de unidades habitacionais autônomas	Não se aplica	Mínimo
	46 a 50	Intermediário
	≤ 45	Superior

3.5. Sistemas de piso avaliados

Foram realizados ensaios em quatro sistemas de piso com o objetivo de avaliar a influência da emulsão antirruído no isolamento ao ruído de impacto.

Estes ensaios foram realizados em sistemas de piso que separam dormitórios das unidades habitacionais autônomas.

O sistema de piso da edificação A (SVH-01) é constituído apenas por uma laje maciça de concreto de 100 mm, conforme a Figura 4.



Figura 4 – Sistema de vedação horizontal (SVH-01)

O sistema de piso da edificação B (SVH-02) é constituído por uma laje maciça de concreto de 100 mm e por emulsão antirruído de 3 mm, conforme a Figura 5.

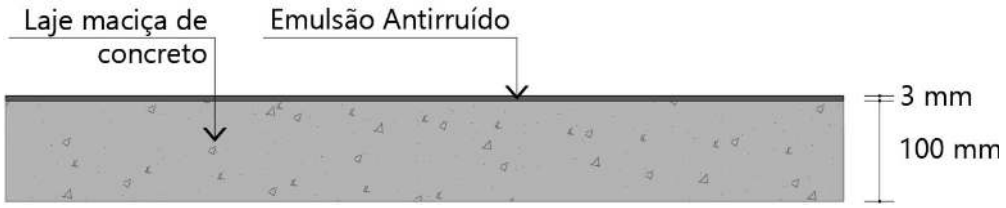


Figura 5 – Sistema de vedação horizontal (SVH-02)

O primeiro sistema de piso da edificação C (SVH-03) é constituído por uma laje maciça de concreto de 100 mm, por um contrapiso de 40 mm e por um revestimento cerâmico de 10 mm, conforme a Figura 6.

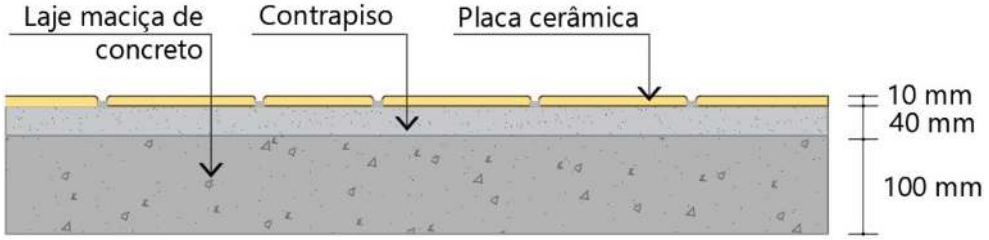


Figura 6 – Sistema de vedação horizontal (SVH-03)

E o segundo sistema de piso da edificação C (SVH-04) é constituído por uma laje maciça de concreto de 100 mm, por emulsão antirruído de 3 mm, por um contrapiso de 40 mm e por um revestimento cerâmico de 10 mm, conforme a Figura 7.

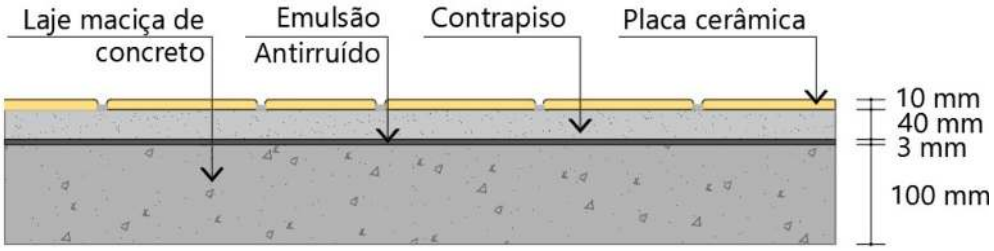


Figura 7 – Sistema de vedação horizontal (SVH-04)

4. RESULTADOS

Foram realizados 3 ensaios no sistema de piso da edificação A (SVH-01) e 3 ensaios no sistema de piso da edificação B (SVH-02). Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados de níveis de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ($L'_{nT,w}$) – Edificação A e B

Ambiente Avaliado		**Nível de Pressão Sonora de Impacto-Padrão Ponderado ($L'_{nT,w}$)**				
Emissão	**Recepção**	**Ensaio / Sistema de Piso**	**Critério mínimo (dB)**	**Resultado (dB)**	**Incerteza (dB)**	**Avaliação de desempenho**
Quarto 01 Apt. 701 Edificação A	Quarto 01 Apt. 601 Edificação A	1 / (SVH-01)	80	78	1,9	Atende ao nível mínimo de desempenho
		2 / (SVH-01)	80	79	1,9	Atende ao nível mínimo de desempenho
		3 / (SVH-01)	80	78	1,9	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apt. 201 Edificação B	Quarto 01 Apt. 101 Edificação B	1 / (SVH-02)	80	74	2,0	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 01 Apt. 204 Edificação B	Quarto 01 Apt. 104 Edificação B	2 / (SVH-02)	80	73	1,9	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto 02 Apt. 204 Edificação B	Quarto 02 Apt. 104 Edificação B	3 / (SVH-02)	80	72	1,9	Atende ao nível mínimo de desempenho

Como observado na Tabela 4, a inclusão da camada de emulsão antirruído de 3 mm em um sistema de piso composto apenas por laje maciça de concreto de 100 mm proporcionou, em média, uma redução de 5 dB do nível de pressão sonora de impacto, acima da incerteza da medição, ou seja, resultando em um ganho no desempenho acústico.

A comparação dos resultados por bandas de frequência dos 3 ensaios do sistema de piso da edificação A (SVH-01) e dos 3 ensaios do sistema de piso da edificação B (SVH-02) são apresentados na Figura 8.

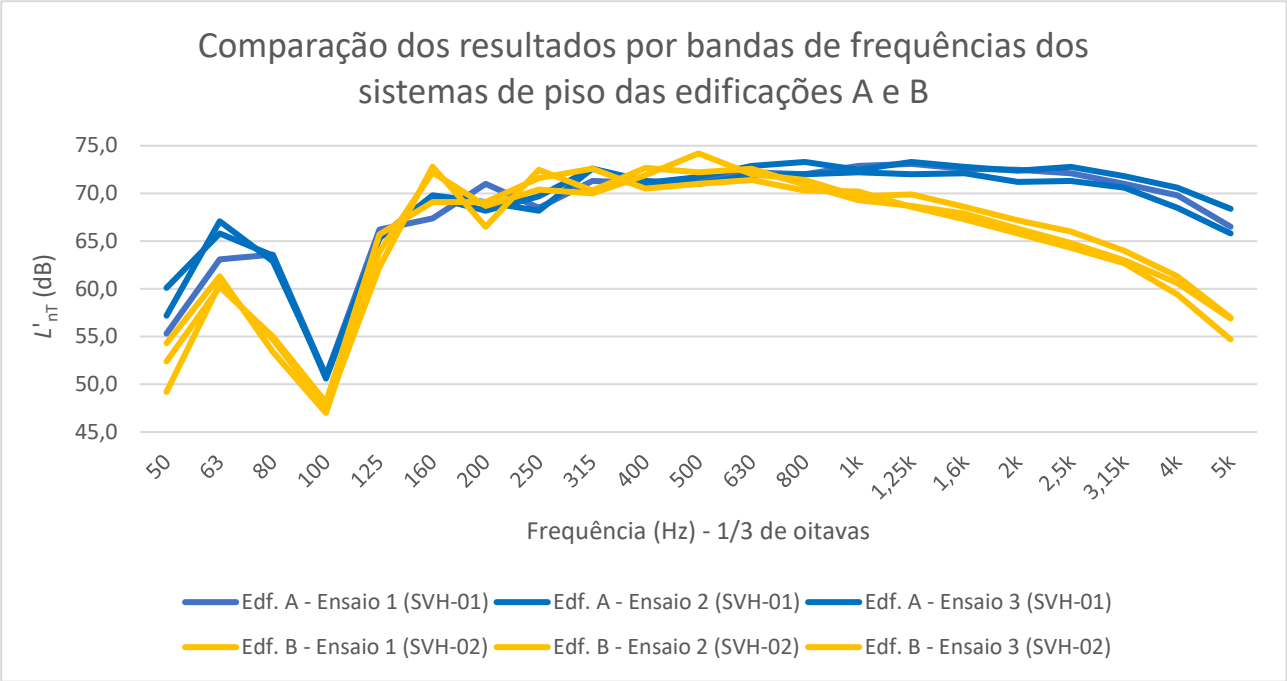


Figura 8 – Comparação dos resultados por bandas de frequências dos sistemas de piso das edificações A e B

Constatou-se que nas bandas de frequências de 160 Hz a 630 Hz, os dois sistemas de piso apresentaram nível de pressão sonora de impacto similares. E verificou-se também que a inclusão da camada de emulsão antirruído de 3 mm na laje maciça de concreto de 100 mm contribuiu para uma maior redução do nível de pressão sonora de impacto nas bandas de frequências de 50 Hz a 160 Hz e nas bandas de frequências superiores a 630 Hz.

Também foram realizados 2 ensaios no sistema de piso SVH-03 e 2 ensaios no sistema de piso SVH-04 da edificação C. Os resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados de níveis de pressão sonora de impacto-padrão ponderado ($L'_{nT,w}$) – Edificação C

Ambiente Avaliado		**Nível de Pressão Sonora de Impacto-Padrão Ponderado ($L'_{nT,w}$)**				
Emissão	**Recepção**	**Ensaio / Sistema de piso**	**Critério mínimo (dB)**	**Resultado (dB)**	**Incerteza (dB)**	**Avaliação de desempenho**
Quarto Apto 103	Quarto Apto 03	1 / (SVH-03)	80	76	2,0	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto Apto 104	Quarto Apto 04	2 / (SVH-03)	80	75	1,9	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto Apt. 204	Quarto Apt. 104	3 / (SVH-04)	80	72	1,9	Atende ao nível mínimo de desempenho
Quarto Apt. 402	Quarto Apt. 302	4 / (SVH-04)	80	72	2,1	Atende ao nível mínimo de desempenho

De acordo com a Tabela 5, a inclusão da camada de emulsão antirruído de 3 mm em um sistema de piso composto por laje maciça de concreto de 100 mm, por um contrapiso de 40 mm e por um revestimento cerâmico de 10 mm, proporcionou, em média, uma redução de 3 dB do nível de pressão sonora de impacto, acima da incerteza de medição, ou seja, resultando em um ganho no desempenho acústico.

A comparação dos resultados por bandas de frequência dos 2 sistemas de piso da edificação C (SVH-03 e SVH-04) são apresentados na Figura 9.

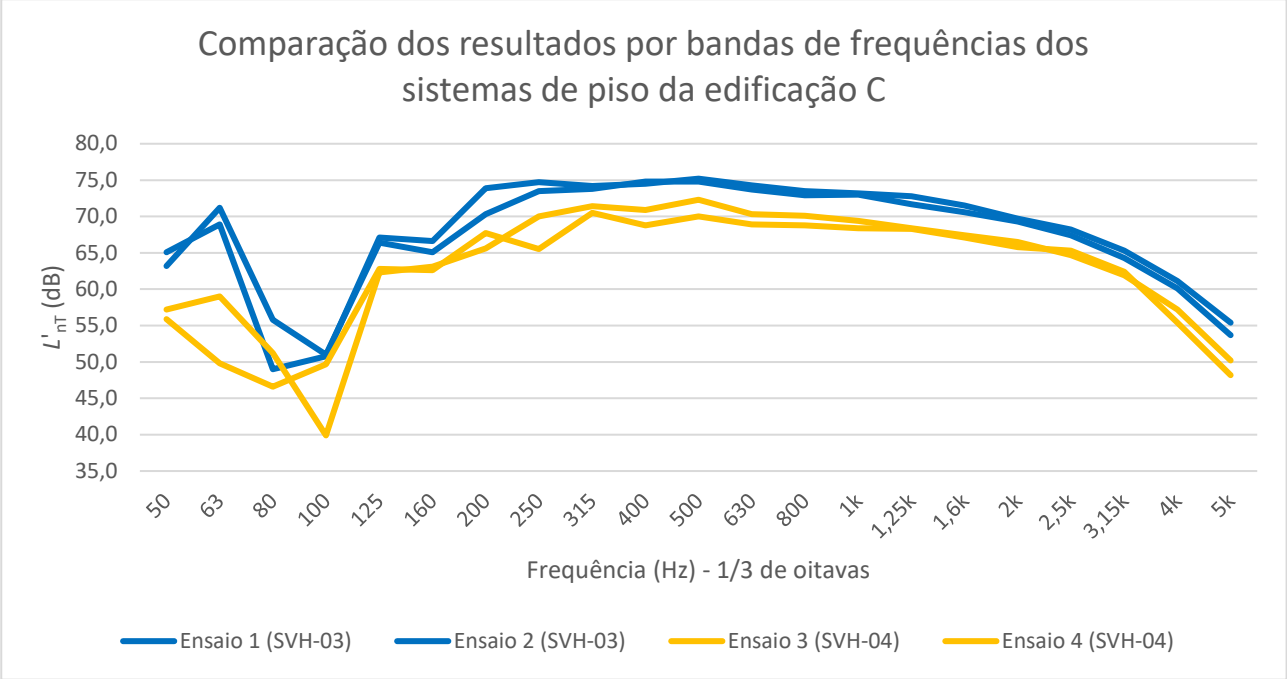


Figura 9 – Comparação dos resultados por bandas de frequências dos sistemas de piso da edificação C

Observou-se que a inclusão da camada de emulsão antirruído de 3 mm no sistema de piso constituído por laje maciça de concreto de 100 mm, por um contrapiso de 40 mm e por um revestimento cerâmico de 10 mm contribuiu para uma maior redução do nível de pressão sonora de impacto nas bandas de frequências de 50 Hz a 5k Hz.

5. CONCLUSÕES

Na primeira situação comparativa entre os sistemas de piso das edificações A e B, constatou-se que o uso de uma camada de emulsão antirruído acima da laje de concreto reduz, em média, o nível de pressão sonora de impacto em 5 dB, acima da incerteza da medição, representando um ganho no desempenho acústico do sistema de piso, principalmente nas bandas de frequências de 50 Hz a 160 Hz e nas bandas de frequências superiores a 630 Hz.

Já na segunda situação comparativa entre os sistemas de piso da edificação C, também foi constatado que o uso dessa emulsão contribui para a redução do nível de pressão sonora de impacto em 3 dB, acima da incerteza de medição, caracterizando um ganho no desempenho acústico nas bandas de frequências de 50 Hz a 5k Hz.

É importante mencionar que uma redução de 3 dB a 5 dB de nível de pressão sonora de impacto não necessariamente corresponde a uma melhora no conforto e na avaliação subjetiva dos usuários, e destaca-se também a importância de que sejam desenvolvidos novos estudos sobre a vida útil desta emulsão antirruído, e que o desempenho desta camada resiliente pode variar ao longo do tempo.

Portanto, observou-se que o uso de materiais resilientes, a exemplo da emulsão antirruído, em edificações residenciais pode ser uma estratégia eficiente em proporcionar um maior desempenho acústico aos sistemas de piso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 717-2: Acústica – Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações – Parte 2: Isolamento a ruído de impacto.** Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-3: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos**. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 16283-2: Acústica – Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações – Parte 2: Isolamento a ruído de impacto.** Rio de Janeiro, 2021.

CANIATO, Marco et al. Time-depending performance of resilient layers under floating floors. **Construction and Building Materials**, v. 102, p. 226-232, 2016.

HONGISTO, Valtteri et al. Acoustic satisfaction in multi-storey buildings built after 1950: preliminary results of a field

survey. In: **Proceedings of Inter-Noise 2013, the 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Innsbruck, Austria, 15.-18. September 2013.** ÖAL-Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, p. 1-8, 2013.

HONGISTO, Valtteri et al. Impact sound insulation of floating floors: A psychoacoustic experiment linking standard objective rating and subjective perception. **Building and Environment**, v. 184, p. 107225, 2020.

PERSSON, Roger et al. Trait anxiety and modeled exposure as determinants of self-reported annoyance to sound, air pollution and other environmental factors in the home. **International archives of occupational and environmental health**, v. 81, p. 179-191, 2007.

SOUZA, Marcela Adriana Fernandes de. **Análise do desempenho acústico entre sistemas construtivos de concreto moldado in loco e alvenaria estrutural: estudo de caso.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Paraná, 2021.

VAN RENTERGHEM, Timothy. Green roofs for acoustic insulation and noise reduction. In: **Nature based strategies for urban and building sustainability**. Butterworth-Heinemann, 2018. p. 167-179.

ZUCHETTO, Letícia K.; NUNES, MF de O.; PATRÍCIO, Jorge V. Influence of the compression conditions in the acoustic performance of resilient layers of floors. In: **International Congress on Acoustics**. 2016.