ANÁLISE DE MATERIAIS PARA DESEMPENHO ACÚSTICO EM SISTEMAS DE PISOS QUANTO AO ISOLAMENTO DE RUÍDO DE IMPACTO[1]

Martins, S., Universidade de Santa Cruz do Sul, e-mail: dani_s.martins@hotmail.com, Santos F., Universidade de Santa Cruz do Sul, e-mail:marcusds@unisc.br, Scherer T., Universidade de Santa Cruz do Sul, e-mail:claudio@mmcprojetos.com.br, Kist L., Universidade de Santa Cruz do Sul, e-mail:lidi_kist@hotmail.com

ABSTRACT

The challenge of the acoustical comfort of the buildings for the designers is to implement a solution in which the materials used in the floor system can simultaneously reduce the sound and be economically viable, according to the minimum, intermediate or higher level as stated in NBR 15575-3: 2013. This work aimed to analyse the mechanical properties of different materials, their weighted standardized impact sound pressure level ($L'_{nt,w}$) as well as their financial cost for the implantation of a floor system that absorbs the sound. Therefore, the impact noise test was performed in loco according to ISO 16383-2: 2015 and ISO 717-2: 2013.The tested floor systems consist of the following acoustic insulation materials: acoustic insulation adhered to slabs without subfloor, acoustic blanket under the self-levelling mortar, self-levelling mortar for subfloor, and corrugated blanket with subfloor formed by cement, sand and water. It was verified that the system composed of acoustic insulation for underlayment with self-levelling mortar presented worse performance and lower cost, while the floor system formed by slab with 5cm underlayment and 8 / 4mm mantle presented better performance, but higher cost.

Keywords: *Acoustic Insulation. Mechanical properties. Cost.*

1 INTRODUÇÃO

As mudanças na estrutura das cidades e o consequente aumento da densidade demográfica levaram à otimização e aproveitamento do espaço urbano, com a verticalização das estruturas edificadas (REZENDE; RODRIGUES; VECCI, 2014, p. 2).

A convivência diária de famílias próximas umas das outras em prédios geram reclamações pelos usuários com relação ao conforto acústico de sua edificação.

"Tradicionalmente no Brasil, têm sido usual desconsiderar a adequação acústica de edificações, a qual é, em geral, negligenciada desde o projeto arquitetônico" (REZENDE; RODRIGUES; VECCI, 2014, p. 2).

A falta de isolamento acústico no sistema de piso, conforme Boufleur (2013, p. 13), "é causado, pela negligência com a importância do desempenho acústico, no momento da escolha do sistema de atenuação do ruído, sendo

[1] MARTINS, Daniele dos S.; SANTOS, Marcus Daniel F.; SCHERER, Cláudio T; KIST, Lidiane. Análise de materiais para desempenho acústico quanto ao ruído de impacto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17. ,2018, Foz do Iguaçu. **Anais**...Porto Alegre: Antac, 2018.

não raro, analisado somente pelos aspectos econômicos e de praticidade de execução".

A NBR 16313 (p.3, 2014), denomina o ruído de impacto como "som resultante do impacto entre materiais". Conforme Bistafa (2011), o ruído em níveis elevados, pode provocar perda da audição, elevação da pressão arterial (efeitos fisiológicos), incômodos (efeitos psicológicos), tais como, perturbação do sono, stress, tensão, queda de desempenho, interferência com a comunicação oral, causando irritação.

Este artigo tem o objetivo de estudar alguns materiais que atenuem o ruído de impacto no sistema de pisos em edificações de múltiplos pavimentos a fim de atender a Norma de Desempenho NBR 15575:2013 - Parte 3, obtidos através de ensaio em campo, bem como as propriedades mecânicas dos materiais analisados e estabelecer uma relação custo - benefício de alguns tipos de materiais para isolamento acústico disponíveis no mercado da construção civil.

2 METODOLOGIA

Para avaliar o desempenho acústico dos sistemas de pisos, os parâmetros de medições devem atender a NBR 15575-3:2013, com a realização do ensaio de isolamento de ruído de impacto. A norma do ensaio é a ISO 16283-2:2015 e através da ISO 717-2:2013, obtém-se o nível de pressão sonora de impacto padrão-ponderado ($L'_{nT,w}$). Além do ensaio, foi estabelecida através de um gráfico a relação custo-benefício comparando o valor do $L'_{nt,w}$ com R$/m², a fim de obter o material de melhor desempenho e menor custo. No quadro 1, descreve os sistemas de pisos ensaiados o que compõe cada um deles.

QUADRO 1 – Descrição dos sistemas de pisos ensaiados

Identificação do sistema de piso	Descrição do material	Laje	Composição do sistema de piso	Área (m²)	Volume (m³)
Sistema de piso A					
A1	Isolamento Acústico aderido para lajes sem contrapiso e sem revestimento cerâmico	Laje maciça pré-moldada de 11cm	Emulsão Acústica de 4mm e proteção mecânica e massa corrida aplicada direto na laje (3mm)	9,17 m²	23,10m³
A2	Isolamento Acústico aderido para lajes sem contrapiso com revestimento cerâmico	Laje maciça pré-moldada de 11cm	Emulsão Acústica de 4mm, proteção mecânica, argamassa colante ACI,piso cerâmico e massa corrida aplicada direto na laje (3mm)	9,17 m²	23,10m³
Sistema de piso B					
B1	Isolamento acústico formado por contrapiso com traço 1:5 (cimento: areia), manta de 5 mm e porcelanato	Laje macica de 9 cm	Manta acústica de 5mm, contrapiso de 6 cm com traço 1: 5 (cimento:areia). Além de argamassa colante ACII, porcelanato, e reboco de gesso com acabamento em massa corrida PVA e pintura com tinta emborrachada.	7,65 m²	20,27 m³
B2	Isolamento acústico formado por contrapiso com argamassa autonivelante e manta de 5mm	Laje maciça de 9 cm	Manta acústica de 5mm, contrapiso com argamasssa autonivelante de 6 cm, argamassa colante ACII, porcelanato, reboco de gesso com acabamento em massa corrida PVA e pintura com tinta emborrachada.	7,65 m²	20,27 m³
Sistema de piso C					
C1	Isolamento acústico com contrapiso de traço 1:5 (cimento: areia)	Laje pré-moldada com vigotas protendidas+ tavelas cerâmicas (8cm) e capa de concreto (5cm)	Contrapiso 4,5 cm, cimento cola ACIII e porcelanato. O forro possui rebaixo com gesso em placas + massa corrida e pintura PVA.	9,31 m²	24,20 m³
C2	Isolamento acústico para contrapiso com argamassa autonivelante	Laje pré-moldada com vigotas protendidas+ tavelas cerâmicas (8cm) e capa de concreto (5cm)	Contrapiso de 4,5 cm com argamassa autonivelante, cimeneto cola ACIII e porcelanato. O forro possui rebaixo com gesso em placas + massa corrida e pintura PVA.	9,31 m²	24,20 m³
Sistema de piso D					
D1	Laje treliçadas com preenchimento em EPS e contrapiso	Laje plana com vigotas treliçadas e preenchimento em EPS, com uma espessura total de 30cm, sendo que destes, 24 cm são de preenchimento com EPS e 6 cm são da capa de concreto.	Sobre a laje há um contrapiso de 5 cm de espessura, com traço 1:5 (cimento: areia)	9,1 m²	25,5 m³
D2	Laje treliçadas com preenchimento em EPS, manta ondulada de 8/4 mm e contrapiso compostp de cimento, areia e água	Laje plana com vigotas treliçadas e preenchimento em EPS, com uma espessura total de 30cm, sendo que destes, 24 cm são de preenchimento com EPS e 6 cm são da capa de concreto.	Sobre a laje há manta ondulada de 8 mm e um contrapiso de 5 cm de espessura, com traço 1:5 (cimento: areia)	9,1 m²	25,50 m³

Fonte: Autores (2018)

2.1 Medição do ruído de impacto

A medição do ruído de impacto foi realizada conforme a ISO 16283-2:2015 Acoustics - Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 2: Impact sound insulation, que descreve os procedimentos

de medição do isolamento acústico em edifícios e elementos de construção realizados em campo.

2.1.1 Procedimentos

O ensaio do isolamento de ruído de impacto é realizado no dormitório e entre pavimentos distintos. São medidos além do nível de pressão sonora, o ruído de fundo, quando a fonte de impacto é desligada e os tempos de reverberação no recinto de recepção. Para gerar o ruído se usa a máquina de impacto padronizada e para medir o tempo de reverberação foi usado o método impulsivo com o uso de balões.

A medição do tempo de reverberação é realizado com o microfone posicionado em três pontos no recinto receptor e realizada duas medições por ponto, a partir do estouro de balões.

São utilizadas quatro posições da máquina de impacto, sendo realizadas quatro medições do nível de pressão sonora de impacto para cada posição da máquina de impacto.

O nível registrado é processado com uma correção, segundo as condições acústicas do recinto receptor (obtidas através do tempo de reverberação), e resulta no nível de pressão sonora de impacto padronizado (L'nT). Este é convertido em um número único através da ISO 717-2, obtendo-se o nível de pressão sonora de impacto padronizado (L'nT,w), que é o valor comparável com os níveis de desempenho da NBR 15575-3.

2.1.2 Relação custo – benefício de algumas mantas acústicas e suas propriedades mecânicas quanto a atenuação do ruído

Através de consultas em catálogos de alguns fabricantes que produzem materiais para isolamento de ruído de impacto em pisos, foi obtido informações sobre suas propriedades, tais como: espessura, composição, densidade, instalação e atenuação de ruído (mínimo, intermediário e superior) conforme laudo técnico de ensaio. Além disso, realizou-se uma pesquisa para a instalação do revestimento atenuador do som, a fim de estabelecer uma relação custo-benefício e análise das propriedades mecânicas dos materiais pesquisados.

2.2 Instrumentos de análise de dados

A NBR 15575-3:2013 estabelece parâmetros de níveis de ruídos a serem atendidos para ruído de impacto. O ruído de impacto é determinado pelo nível de pressão sonora de impacto – padrão ponderado (L'nt,w). A tabela 1 apresenta níveis de desempenho do nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado L'nt,w.

Tabela 1– Critério e nível de pressão sonora de impacto-padrão ponderado L'nT,w

Elemento	LnT,w dB	Nível de desempenho
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos.	66 a 80	M
	56 a 65	I
	≤ 55	S
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de laser e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas.	51 a 55	M
	46 a 50	I
	≤ 45	S

Fonte: NBR 15575-3 (2013).

3 RESULTADOS E ANÁLISE

3.1.1 Resultados dos ensaios de ruído de impacto

Neste trabalho, foram realizados ensaios em oito sistemas de pisos. A tabela 2 apresenta, resumidamente, o nível de impacto padrão ponderado (L'nT,w) os valores do desempenho de cada sistema de piso.

Tabela 2 – Valores da diferença padronizada de nível ponderada L'nT,w e o desempenho conforme NBR 15575-3:2013.

Material	L'nT,w (dB)	Desempenho
A1	75	Mínimo
A2	73	Mínimo
B1	71	Mínimo
B2	67	Mínimo
C1	79	Mínimo
C2	79	Mínimo
D1	85	Não atende a norma
D2	65	Intermediário

Fonte: Autores (2018)

A partir dos resultados, constatou-se que:

- **Sistemas de piso A1 e A2**: Nos sistemas de piso composto por isolamento acústico aderido para lajes sem contrapiso, após a instalação do piso cerâmico, o nível de pressão sonora de impacto padronizado diminuiu em 2dB.
- **Sistemas de piso B1 e B2**: Houve uma diminuição de 4dB ao utilizar a argamassa autonivelante como contrapiso ao invés de contrapiso 1:5 (cimento: areia).

- **Sistemas de piso C1 e C2**: A utilização do contrapiso com traço 1:5 e o contrapiso com argamassa autonivelante obtiveram os mesmos resultados.
- **Sistemas de piso D1 e D2**: A implantação da manta ondulada de 8/4mm no sistema de piso contribuiu para uma diminuição de 20dB.

Conforme Costa (2003), para atenuar o ruído de impacto, os pisos precisam ser flutuantes, introduzindo um material resiliente e ou absorvedores de vibrações entre a estrutura resistente de madeira, de aço ou concreto armado e o contrapiso.

Ao comparar os sistemas de pisos ensaiados com e sem isolante acústico, com exceção ao sistema C1 e C2, nos demais ensaios ocorreu diminuição do L'nT,w, o que evidencia a importância não só da NBR 15575-3, mas quanto a instalação do mesmo contribui para o conforto acústico de edificações.

3.1.2 Relação custo-benefício dos materiais para isolamento acústico

Realizou-se um levantamento de custos de materiais para isolamento acústico em sistemas de pisos através de pesquisa de mercado com fornecedores de alguns materiais disponíveis para a construção civil e que foram ensaiados em campo. No custo foi considerado o valor para a instalação do sistema, incluindo material + mão de obra e o IPI[2] (Imposto Sobre Produtos Comercializados), desconsiderando o custo da laje, regularização, argamassa colante e o tipo de piso, o custo do contrapiso foi considerado em sistemas de pisos que possuem manta, também não foi considerado o custo com frete e nem ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços). Os custos com mão de obra foram obtidos através de medições realizadas em obras. O quadro 2 apresenta dos valores do L'nT,w e R$/m².

Quadro 2 – Valores de L'nT,w e R$/m²

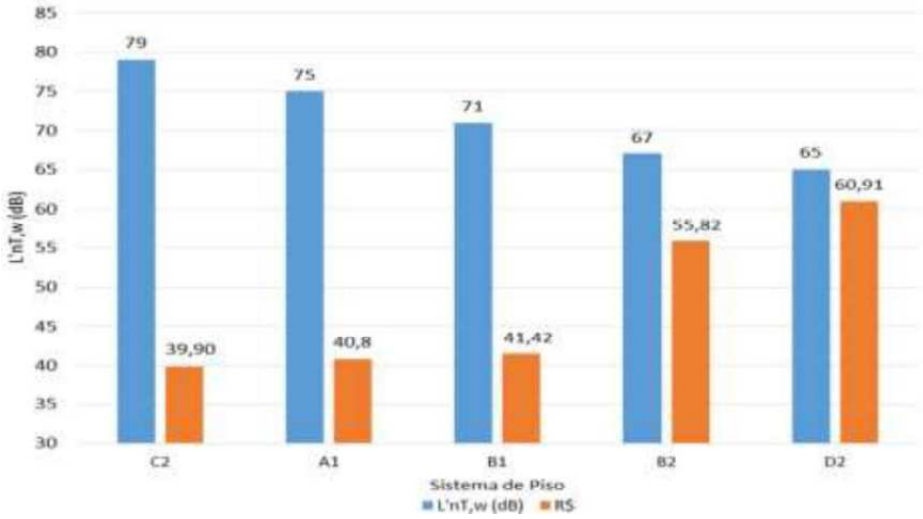
Material	L'nT,w (dB)	R$	Observação
A1	75	40,8/m²	Considerado o custo do material utilizado como contrapiso e mão de obra para execução
B1	71	41,42/m²	Considerado o custo da manta acrescido de 15% de IPI, o custo do contrapiso e mão de obra para sua execução
B2	67	55,82/m²	Considerado o custo da argamassa utilizada no contrapiso: material e mão de obra e o valor da manta acrescido de 15% de IPI.
C2	79	39,90/m²	Considerado o custo do material da argamassa utilizada como contrapiso e mão de obra para sua execução.
D2	65	60,91/m²	Considerado o custo do material isolante acrescido de 5% de IPI e o custo do material e mão de obra do contrapiso.

Fonte: Autores (2018)

[2] IPI (Imposto sobre produtos industrializados) varia conforme o tipo de mercadoria, cobrado de produtos que sabem da indústria e de mercadorias importadas)

No gráfico 1, apresenta a relação entre L'nT,w e R$/m².

Gráfico 1: Relação entre L'nT,w e R$/m²



Fonte: Autores, 2018

O gráfico 1 demonstra que o material de menor custo é o C2, e o de maior custo o sistema D2. O sistema de melhor desempenho é o D2 e o de pior desempenho é o C2.

4 CONCLUSÕES

Observa-se que há uma variedade de materiais disponíveis no mercado da construção civil, com variados preços atendendo ao um dos níveis de desempenho da NBR 15575-3 [9]. Além disso, é necessário a execução correta do sistema conforme indicação no catálogo do fabricante para obter o desempenho que atenda a referida norma. No gráfico que relaciona o L'nT,w e R$ constou-se que há uma proporção do desempenho com o custo. À medida que aumenta o desempenho, o custo aumenta, à medida que o custo diminui, o desempenho também diminui nos sistemas de pisos estudados neste trabalho. Observou-se que o sistema de piso de menor custo e pior desempenho estando próximo ao limite da NBR 15575-3 é o sistema de piso C2 formado por o contrapiso com argamassa autonivelante, e o sistema de piso de maior custo e maior desempenho é o sistema de piso D2 composto por manta de 8 mm de espessura. Todos os sistemas de pisos ensaiados que possuem o material atenuador da propagação do ruído de impacto na estrutura, atendem a norma. O Brasil tem condições de atingir a norma quanto ao ruído de impacto, pois existem várias alternativas de materiais disponíveis no mercado da construção civil. A implantação de um dos quatro sistemas de pisos faz a diferença na vida dos moradores residentes da edificação, já que o ruído pode provocar problemas de saúde. Tendo em vista que edificações devem atender aos parâmetros da

Norma de Desempenho e que há materiais disponíveis na indústria da construção civil, nota-se a falta de atenção de construtoras com o ruído em edificações de múltiplos pavimentos, já que a maioria delas não apresenta isolamento acústico no sistema de piso.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 15575-3**: Edificações habitacionais **–** Desempenho parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 16313**: Acústica Terminologia. Rio de Janeiro, 2014.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

BOUFLEUR, V. **Desempenho acústico de edificações habitacionais**: Desafios para a implementação da norma de desempenho. Trabalho de conclusão de curso. (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

COSTA, Ennio Cruz da. **Acústica Técnica.** São Paulo: Blucher, 2003.

ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 16283-2 Acoustics -- Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 2:** Impact sound insulation. Geneva, 2015.

_____. **ISO 717-2 Acoustics -- Rating of sound insulation in building and of building elements -- Part 2:** Impact sound insulation. Geneva, 2013.

REZENDE J. B.; RODRIGUES, F. C.; VECCI, M. A. M. Uma análise de critérios de desempenho acústico para sistemas de piso em edificações. In: SIMMEC/EMMCOMP2014. XI Simpósio de Mecânica Computacional; II Encontro Mineiro de Modelagem Computacional, 2014, Juiz de Fora. Juiz de Fora: ABMEC, 2014. p. 1-14.