

Análise do isolamento ao ruído de impacto em pisos de edificações com o uso escolar

Lucas Nascimento Garcez, Bibiana Engel Ribeiro, Wagner de Sousa Santos (orientador), Marcos Souza Lenzi (coorientador)

Escola Sesi, Florianópolis - Sc

RESUMO

O isolamento ao ruído em edificações refere-se ao que é transmitido de uma área para outra internamente ou de um ambiente externo para a área interna. Sua compreensão é fundamental para mitigar seus efeitos negativos na saúde humana, principalmente em uma sala de aula, onde é um ambiente que necessita de uma estrutura que seja boa o suficiente para não atrapalhar o aprendizado dos estudantes. A importância de uma sala de aula acusticamente adequada é muitas vezes subestimada, mas desempenha um papel crucial no processo de ensino e aprendizado. Dentre os benefícios, estão uma melhor compreensão do conteúdo, a participação mais ativa, foco e uma concentração melhor, melhor desempenho da parte do professor, entre outros. Portanto, para melhor compreensão sobre o assunto, foram analisados os níveis de isolamento ao ruído de impacto em uma edificação com finalidades para o uso escolar. Para isso, foram realizadas medições de isolamento ao ruído de impacto no piso de uma edificação com dois andares em uma escola da rede privada localizada na cidade de Florianópolis, seguindo os procedimentos descritos na ISO 10140-3. No final, foi possível perceber que os níveis de ruído entre pisos estão acima do esperado chegando a uma média de 62 dB, quando comparados os resultados com a legislação com finalidade de uso residencial.

Palavras-Chave: Ruído de impacto, acústica, edificações.

1. INTRODUÇÃO

O ruído de impacto é uma forma de poluição sonora que ocorre devido à transmissão de vibrações através de sólidos, resultando em sons audíveis (BISTAFA, 2011). Este fenômeno pode ter origens variadas, como atividades industriais, queda de objetos, caminhada de pessoas e animais sobre o piso, entre outros. O objetivo deste artigo é analisar os níveis de isolamento ao ruído de impacto em pisos em uma edificação com finalidades para o uso escolar.

Para que o aprendizado seja priorizado e devidamente executado, um ambiente escolar necessita de silêncio. Entretanto, nos dias atuais os ruídos, que são denominados como sons indesejáveis, estão cada vez mais presentes nas salas de aula, prejudicando tanto a concentração dos alunos, quanto a eficácia do ensino e até o bem estar dos indivíduos envolvidos, causando diversos problemas como irritabilidade, ansiedade, dor de cabeça, zumbido, tontura, estresse, falta de concentração e até mesmo perda de audição quando exposto ao ruído todos os dias por anos. Entretanto, não existe norma

brasileira com parâmetros de análise para edificações de uso escolar. Portanto, para efeito de comparação foram utilizados os limites estabelecidos na NBR 15575-3. Essa norma estabelece requisitos para os sistemas de pisos internos em edificações habitacionais. Ela faz parte de um conjunto de normas que define critérios de desempenho para edificações residenciais. Neste contexto, o projeto abordará a medição da quantidade de ruído gerado de uma sala para a outra, simulando possíveis impactos de objetos no piso.

O ruído sempre foi um elemento causador de incômodos e problemas para os usuários de edifícios. Em casos de edificações em geral, quem nunca se incomodou com alguém caminhando no andar superior? Enfim, pode-se citar um infinito número de situações em que um adequado projeto acústico para a edificação resolveria estes transtornos. Com relação às formas de propagação do som em uma edificação, pode-se citar a propagação via aérea entre pisos e paredes, via fachada da residência, pela vibração dos equipamentos hidrossanitários, e a principal destas, sendo o enfoque do estudo nesta pesquisa, que é a propagação via ruído de impacto em pisos.

A transmissão do ruído de impacto entre pisos basicamente é dividida em duas partes, sendo elas a transmissão direta devida à radiação sonora da placa do piso e a transmissão indireta pelos flancos (paredes, vigas e pilares). Esta última depende principalmente da conexão entre o elemento excitado pela força de impacto e a estrutura adjacente (GERRETSEN, 1979).

Este tipo de fenômeno vem entrando cada vez mais em foco de discussão devido principalmente às mudanças na forma como as edificações são construídas, em que estruturas pesadas com grandes espessuras (lajes de concreto e paredes de alvenaria) passaram a ser substituídas por elementos leves que ocupam menos espaço e, por consequência, tem propriedades mecânicas diferentes, como por exemplo lajes nervuradas que podem ter maior rigidez, entretanto têm massa e amortecimento menor. Neste contexto, uma sala de aula com problemas de desempenho acústico acaba prejudicando o processo de ensino e aprendizagem, dificultando bastante a atividade laboral dos professores.

A fala dos professores é essencial para uma sala de aula, e como (LUBMAN & SUTHERLAND, 2003) atestam que a educação formal está baseada em grande parte na comunicação entre professores e alunos. Excesso de ruído e de reverberação em uma sala de aula dificulta a comunicação, transformando-se em uma barreira ao processo de aprendizado.

De acordo com TRIVELLI (2019) a ABNT NBR 16313, tem a terminologia que som é designado como flutuações de pressão em torno da pressão ambiente nas frequências

compreendidas entre 20 Hz e 20kHz para a sensação auditiva humana. Segundo Bistafa (2011) o som é a sensação produzida no sistema auditivo; e ruído é um som indesejável, em geral de conotação negativa. Sons são vibrações das partículas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes; mas nem toda estrutura, mas nem toda a estrutura que vibra gera som.

De acordo com a revista Mirante “Avaliação da percepção acústica das salas de aula em escolas públicas na cidade de anápolis” “Para garantir conforto acústico, nas edificações e também na cidade como um todo, é fundamental que se pense sobre o assunto desde o início de um projeto arquitetônico e/ou de engenharia para a obtenção da eficiência buscada e, ainda, de uma forma econômica.”

Para Fernandes (2006), no ambiente escolar, o ruído não é apenas um incômodo, mas interfere no rendimento das atividades de ensino. Sabe-se que a perda auditiva induzida por ruído não existe apenas em trabalhadores de indústrias, mas também em pessoas submetidas apenas ao ruído urbano.”

O ruído de impacto em edificações é um tema que vem sendo estudado há certo tempo, devido à grande demanda de reclamações por parte dos usuários que se sentem incomodados com este problema diariamente. Para Pereyron (2008), a crescente verticalização das cidades e a constante evolução das tecnologias desenvolvidas pelo homem trouxeram consigo um aumento significativo no nível de ruído proveniente das mais variadas fontes e, com eles, os malefícios causados ao ser humano.

De acordo com Pedroso (2007), o ruído de impacto é um desafio para construtores e projetistas pela dificuldade que se encontra para a interrupção das vibrações decorrentes da rigidez dos vínculos entre os elementos estruturais. O autor buscou medir e comparar o desempenho de materiais elásticos como isolantes entre laje e revestimento final, além de determinar a vantagem relativa no critério custo/benefício, na montagem de sistemas com revestimentos finais de porcelanato e laminado melamínico de madeira, e a utilização de lã de vidro, mantas de borracha reciclada (resíduos de E.V.A.), isopor de alta densidade e manta de polietileno como materiais resilientes.

II. OBJETIVO E QUESTÃO PROBLEMA

O objetivo geral do trabalho foi analisar de forma experimental os níveis de isolamento ao ruído de impacto em pisos de edificações com uso escolar. Como objetivos específicos buscou-se medir os níveis de isolamento ao ruído de impacto em salas de aula. Também foi possível analisar os resultados e compará-los com as limites ideais de níveis de isolamento do ruído de impacto de acordo com as normativas.

III. Descrição De Materiais e Métodos

3.1 ETAPA INICIAL DO PROJETO

No projeto, foram feitas medições em uma escola de Florianópolis-SC para analisar o isolamento ao ruído de impacto no sistema de piso que divide dois ambientes de salas de aulas, ambas com volume de 234,28 m³, seguindo procedimentos descritos na norma NBR 10140-3. Foram escolhidas duas salas representativas do ambiente padrão da escola conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1: Ambiente padrão das salas de aulas, Fonte: Autor (2023)

3.2 FERRAMENTAS

A primeira ferramenta estudada foi a fonte dodecaédrica (ver Figura 2), uma esfera que possui doze alto falantes que emite diferentes tipos de sinais para avaliar diversos parâmetros em acústica de salas. Essa ferramenta permite compreender as características do ambiente, dentre elas o tempo de reverberação na sala, que é uma medida essencial para o estudo da qualidade sonora em salas de aula.



Figura 2 - Fonte dodecaédrica, Fonte: Bruel e Kjaer.

O segundo equipamento usado (ver Figura 3) foi o analisador de nível de pressão sonora (sonômetro), que é responsável por medir as e fazer a análise do nível de pressão sonora, mostrando os resultados com escalas de pico, a média

e algumas escalas que são usadas no estudo de ruído. Para as medições foi utilizado o analisador tipo B & K 2270W, da marca Brüel & Kjær.



Figura 3 - Analisador de nível de pressão sonora 2270, Fonte: Bruel e Kjaer.

E o terceiro e principal equipamento utilizado do projeto (ver Figura 4), foi a tapping machine, que é uma máquina de impactos, que consiste em um dispositivo desenvolvido para testar o isolamento acústico dos pisos para medições de ruído de impacto na acústica de edifícios, a máquina padrão tem cinco martelos colocados em uma linha que ficam batendo no chão produzindo o ruído, podendo auxiliar na simulação de passos.

Além dos equipamentos citados também foram utilizados outros instrumentos auxiliares como, microfone de campo difuso, tripés, um pré-amplificador, adaptador para microfone e cabos.



Figura 4 - máquina Tapping machine Bruel e Kjaer.

3.3 MEDIÇÕES

Para a análise do tempo de reverberação, foi aplicado o Método do ISO 3382, que de acordo com (GOMES, 2018), consiste em determinar dois locais para a fonte dodecaédrica (L1 e L2) e cinco posições do microfone (P1, P2, etc.). As distâncias devem obedecer 0,5 m entre o microfone e os limites do compartimento; 1 m entre a fonte e o microfone e 0,7 m entre as posições do microfone, para assim fazerem medições de tempo de reverberação.

A avaliação do isolamento ao ruído de impacto utilizou como métrica para a análise o LnT seguindo os critérios da norma NBR 10140-3, que estabelece a quantidade de 4

posições de fonte combinadas com 7 posições de microfone conforme mostrado na Figura 5.

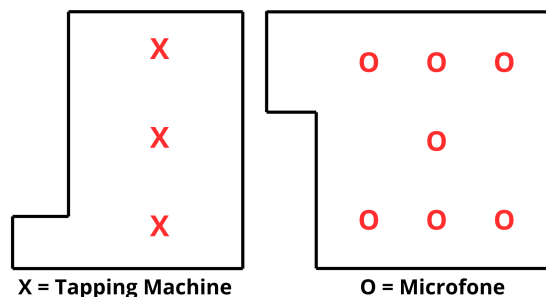


Figura 5 - Modelo visto de cima das duas salas utilizadas, Fonte: autor

A máquina de impactos foi instalada no piso superior (piso da esquerda na Figura 5), com estrutura de concreto e acabamento cerâmico. O microfone foi instalado no ambiente inferior (piso da direita na Figura 5) obedecendo a altura mínima de 1,20 m do piso. O LnT pode ser estimado com base na Equação 1.

Equação (1)

$$L_n = L_i - 10 \log (T/T_o)$$

Onde L_i é o nível de ruído medido no ambiente receptor, T o tempo de reverberação na sala receptora e T_o o tempo de reverberação de referências de 0,5 s.

Devido a indisponibilidade de parâmetros de referências nas normativas brasileiras para edificações de uso escolar, foi utilizado o padrão norma ABNT NBR 15575 para fins residenciais, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de desempenho para sistemas de piso em edificações.

Elemento	$L'_{nt,w}$ dB
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	≤ 80
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 e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas	≤ 55

Fonte: NBR 15575, Desempenho acústico de sistemas de pisos

IV. RESULTADOS

Os resultados (ver Figura 6) indicaram que os níveis de ruído entre pisos estavam muito acima do nível limite, podendo chegar a até 67 dB e tendo uma média de 62 dB (com um limite de 55 dB), especialmente quando comparados com os padrões estabelecidos para edificações residenciais pela norma NBR 15575. A conclusão aponta para a necessidade de melhorar o isolamento acústico na escola para criar um ambiente propício ao aprendizado. Também foi observado que

o tempo de reverberação ultrapassou 0,6 s de acordo com (SILVA, 2006). Essa é uma visão geral do seu trabalho e os passos que foram realizados na investigação do ruído de impacto em ambientes escolares, mostrando a importância de adequar a estrutura do edifício para melhorar o ambiente de aprendizado.

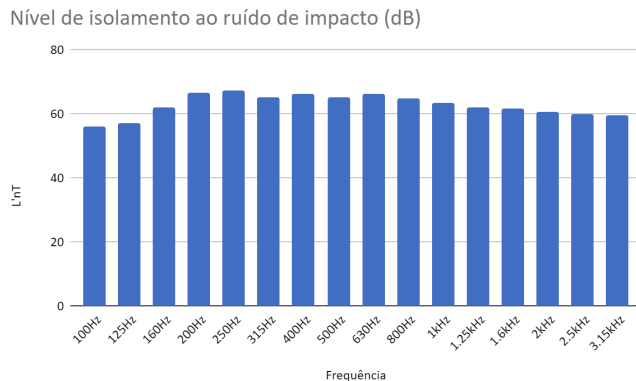


Figura 6 - Nível de ruído de impacto ponderado, Fonte: Autor (2023)..

V. CONCLUSÕES

Em suma, este estudo sobre o ruído de impacto em edificações escolares destaca a importância de um ambiente acusticamente adequado para o processo de ensino e aprendizado. As medições realizadas revelaram que os níveis de ruído entre os pisos estão acima do esperado, comparados às normativas de uso residencial. Isso evidencia a necessidade de melhorar a estrutura das edificações escolares para proporcionar um ambiente confortável, onde alunos e professores possam adquirir conhecimento de forma satisfatória. Reduzir o ruído de impacto nas salas de aula é fundamental para promover um ambiente propício ao aprendizado e ao bem-estar dos indivíduos envolvidos. Portanto, investir em medidas de isolamento acústico é crucial para melhorar a qualidade do ensino e a qualidade de vida no ambiente escolar.

VI. Referências Bibliográficas

BISTAFA, S.R. 2011. Acústica aplicada ao controle de ruído. São Paulo: Edgar Blücher. 29 ED.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15575-3. 2013. Desempenho de edificações habitacionais - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos. Rio de Janeiro.

GERRETSEN, E. Calculation of the sound transmission between dwellings by partitions and flanking structures. Applied acoustics, v. 12, n. 6, p. 413-433, 1979.

LUBMAN, David; SUTHERLAND, Louis C. Good classroom acoustics is a good investment. In: 17th ICA Proceedings.

Rome, Italy: Universita di Roma “La Sapienza,”, 2001. p. 138-139.

TRIVELLI, Renan Guimarães Barbosa. Análise do condicionamento acústico de salas e isolamento a ruídos aéreos de acordo com a norma de desempenho ABNT NBR 15575/2013. 2019.

GONÇALVES, PEDRO HENRIQUE et al. Avaliação da percepção acústica das salas de aulas em escolas públicas na cidade de Anápolis. Revista Mirante (ISSN 1981-4089), v. 8, n. 3, p. 100-117, 2015.

FERNANDES, João Candido. Padronização das condições acústicas para salas de aula. Bauru, 2006. Disponível em: <https://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/823.pdf> Acesso em 20 de mai. 2024.

GOMES, Antonio Francisco Nunes. Isolamento acústico de fachadas pela NP EN ISO 16283-3: 2017: análise da influência de desvios à norma. 2018. Dissertação de Mestrado.

SILVA, Nadyeska Bruna Copat; DA SILVA MOTTA, Bárbara Lorrayne; SOARES, Paulo Fernando. A legislação sobre o ruído e tempo de reverberação: O comparativo nacional e internacional. Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade, v. 5, n. 2, p. 7-13, 2018.

PEREYRON, D. Estudo de tipologias de lajes quanto ao isolamento ao ruído de impacto. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul 2008.

PEDROSO, M.A.T. Estudo comparativo entre as modernas: Composições de pisosflutuantes quanto ao desempenho no isolamento ao de impacto. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.