SISPRED 2023
XV SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
BOAS PRÁTICAS, INOVAÇÃO, DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE
19 E 20 DE OUTUBRO DE 2023 - JOINVILLE - SC

DESEMPENHO ACÚSTICO DE SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS: REVISÃO DE LITERATURA

Acoustic performance of plumbing system: literature review

Cibele de Moura Guimarães [1] ; Laís Ywashima [2] ; Dariane Gomes Rocha [3]; Ricardo Prado Abreu Reis [4]

Recebido em 12 de abril de 2023, aprovado em 11 de julho de 2023, publicado em 19 de outubro de 2023

Palavras-chave:
Sistemas prediais
Desempenho acústico
Revisão bibliográfica

Keywords:
Plumbing Systems
Acoustic performance
Review

RESUMO: Este estudo teve como objetivo analisar os métodos de medição e soluções utilizados para melhorar o desempenho acústico dos sistemas hidrossanitários em edificações, tanto no âmbito nacional quanto internacional. Foi realizada revisão da literatura disponível na base de dados como Scopus, como também no site de pesquisa Google Acadêmico, utilizando palavras-chave relacionadas ao tema. Foram identificados problemáticas relacionados ao ruído hidrossanitário, metodologias normativas para sua medição e soluções para melhoria do desempenho acústico. Espera-se com os resultados obtidos auxiliar pesquisadores e projetistas na compreensão, avaliação e melhoria do desempenho acústico dos sistemas hidrossanitários.

ABSTRACT: This study aimed to analyze the measurement methods and solutions used to improve the acoustic performance of plumbing systems in buildings, both nationally and internationally. A review of the literature available in the database such as Scopus was carried out, as well as in the Google Scholar search site, using keywords related to the theme. Problems related to plumbing system noise, normative methodologies for its measurement and solutions for improving acoustic performance were identified. It is hoped that the results obtained will help researchers and designers in understanding, evaluating, and improving the acoustic performance of plumbing systems.

CONTATO DOS AUTORES:

[1] **GUIMARÃES, Cibele de Moura**: Enga. Civil, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás (PPGECON-UFG), cibelego@hotmail.com
[2] **YWASHIMA, Laís**: Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo; lais@ifsp.edu.br
[3] **ROCHA, Dariane Gomes**: Enga. Civil, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás (PPGECON-UFG); darianegomes@outlook.com
[4] **REIS, Ricardo Prado Abreu**: Eng. Civil Dr. Docente da Universidade Federal de Goiás (UFG); ricardo_reis@ufg.br

1 INTRODUÇÃO

O planejamento acústico é fundamental para atender as especificações de conforto e funcionalidade para as diversas tipologias de edificações (ROSSI et al., 2020). Apesar do planejamento acústico nas edificações brasileiras ser muitas vezes ignorado, as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dos sistemas prediais de água fria e quente – NBR 5626 (ABNT, 2020), sistema predial de esgoto sanitário – NBR 8160 (ABNT, 1999) e, instalações prediais de águas pluviais – NBR 10844 (ABNT, 1989) indicam que os projetos destes sistemas devem ser concebidos de modo a não gerar ruídos excessivos.

Nesse sentido, a NBR 15575 (ABNT, 2021a) determina os requisitos e critérios de desempenho em relação a vários aspectos, dentre eles, o acústico. Os critérios desta norma são aplicáveis às edificações habitacionais, como um todo integrado, mas também de forma isolada para um ou mais sistemas específicos, atuando em prol da qualidade das edificações do Brasil.

A NBR 15576-6 (ABNT, 2021), por sua vez, estabelece requisitos e critérios de desempenho para os sistemas hidrossanitários (água fria e quente; esgoto sanitário e ventilação; água pluvial) das edificações habitacionais. Destaca-se que esta norma não se aplica as obras concluídas, obras de reformas, *retrofit* de edifícios e edificações provisórias.

O item de desempenho acústico da NBR 15775-6 (ABNT, 2021) apresentam limites para ruídos gerados por equipamentos prediais e medidos nos dormitórios de unidades habitacionais autônomas, ou seja, informam níveis de desempenho acústico recomendáveis, não obrigatórios, aos ocupantes, quando forem operados equipamentos prediais instalados nas dependências da edificação, desde que acionados fora da unidade em avaliação.

Diante do contexto exposto, foi definido como objetivo deste estudo verificar na literatura quais métodos de medição e soluções têm sido usados para melhoria do desempenho acústico de sistemas hidrossanitários de edificações, no contexto nacional e internacional. Com isso, espera-se resultados que auxiliem pesquisadores e projetistas a identificar as metodologias utilizadas para avaliação de desempenho acústico, as soluções empregadas e identificar lacunas de pesquisa sobre o desempenho acústico dos sistemas hidrossanitários nas edificações.

2 MÉTODO

A metodologia utilizada consistiu em pesquisas exploratórias, revisão de literatura, pesquisada na base de dados como Scopus, mas também no site de pesquisa Google Acadêmico, utilizando palavras-chave relacionadas ao tema.

A definição de palavras-chave se deu por meio de leitura de artigos conhecidos da área de desempenho/qualidade acústica relacionada a sistemas hidrossanitários de edificações. Partindo das palavras-chave, em português ou em inglês, foram realizadas combinações para gerar *strings* (expressões lógicas).

As palavras-chaves, grupos de palavras-chaves, sinônimos ou palavras relacionadas que foram utilizadas em cada base foram:

- Em inglês (Scopus): *acoustic quality, acoustic performance; build*, dwelling; plumb**;
- Em português (Google Acadêmico): qualidade acústica, desempenho acústico; edificação, construção; sistema hidrossanitário.

Em seguida, realizou-se filtros para fazer as buscas da produção científica sobre a temática em estudo. Visto que a base Scopus apresenta mais possibilidades de filtros em comparação com o Google Acadêmico, foram selecionadas as áreas de engenharia, ciência dos materiais. As pesquisas dos termos foram realizadas no título, resumo e palavras-chaves, filtrando artigos publicados em periódicos ou em congressos (incluindo artigos de revisão), dissertações e teses, selecionando estudos publicados até o ano corrente (2023), apenas com linguagem em português ou em inglês.

Em pesquisas exploratórias, observou-se que a base Scopus costuma apresentar maior quantidade de resultados referente ao estudos em engenharia. Uma vez que a publicação de artigos, estudos na área de sistemas hidrossanitários e de qualidade acústica são muito frequentes em congressos, resultados não indexados em bases foram encontrados no Google Acadêmico.

A cada pesquisa, foram lidos título e resumo dos artigos retornados como resultados e selecionados aqueles que tratassem de qualidade acústica relacionada a sistemas hidrossanitários de edificações.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram selecionados, ao todo, oito estudos. Os pontos que permitem verificar quais métodos de medição e soluções têm sido usados para melhoria do desempenho acústico de sistemas hidrossanitários de edificações, no contexto nacional e internacional. Dessa forma, são na sequência explicitados.

3.1 Problemas observados com ruído hidrossanitário

Em questionário aplicado por Oh (2014) na Coreia, foi avaliado o desconforto em apartamentos antigos causado pelos seguintes tipos de ruídos: impacto no piso, aéreo no piso, aéreo entre unidades, gerado por tubulações e gerado por outras, como o ruído de tráfego. Na sequência, também foram realizados cálculos e medições de desempenho acústico. A fonte de ruído que causou mais incômodo e apresentou pior desempenho acústico foi a de impacto no piso, seguida do ruído gerado nas tubulações – especialmente as relacionadas à bacia sanitária (enchimento e drenagem).

Em edifícios, as fontes de ruídos nas instalações hidrossanitárias vão desde o recalque para o reservatório superior até o esgotamento das águas servidas, o que engloba as vibrações do sistema de recalque que se propagam pela estrutura da edificação, a passagem da água nas tubulações, o fechamento repentino de peças de utilização, o escoamento da água na bacia sanitária, o escoamento da água em ralos e sifões, o deslocamento de bolsões de ar nas tubulações de ventilação, entre outros (BISTAFA, 1991). Em se tratando de esgotamento, a tubulação estar conectada à estrutura e a sua passagem ao longo do entreforro sob a laje também são causas de desconforto acústico (OH, 2014).

Mirowska (2003) apontou um número crescente de reclamações sobre ruído em baixa frequência, cujos níveis não excedem os níveis sonoros permitidos ponderados em A. Estas reclamações estão relacionadas, por exemplo, às bombas e equipamentos de aquecimento, a ventiladores e a condicionadores de ar. Todavia, a reclamação fica sem fundamento por não haver base legal para ordenar a eliminação de ruído.

3.2 Metodologias de medição de ruído hidrossanitário

Com o objetivo de conscientizar sobre o problema do ruído nas instalações hidráulicas, Bistafa (1991) realiza uma síntese das precursoras normas alemãs na temática: DIN 4109 "Controle de Ruídos em Edificações" (DIN, 1962); DIN 52218 "Testes Acústicos de Laboratório para Aparelhos Hidráulico-Sanitários" (DIN, 1976); e DIN 52219 "Testes Hidráulico-Acústicos em Edificações" (DIN, 1972); além das pesquisas complementares de Schneider e Rückward (1967) e Rückward (1970).

A avaliação de desempenho deve ser realizada de forma sistemática e baseada em métodos consistentes e que sejam capazes de produzir uma interpretação objetiva sobre o comportamento do sistema, nas condições de uso definidas, buscando analisar a adequação do uso de um sistema ou de um processo construtivo, independente da solução técnica (NBR 15775-1 – ABNT, 2021a). Dada a existência de normas específicas que norteiam a medição do ruído gerado por sistemas hidrossanitários em edificações brasileiras, as metodologias normativas são amplamente utilizadas.

No Brasil, a NBR 15575-6 (ABNT, 2021), sexta parte da norma de desempenho, apresentam limites para os ruídos gerados pelo uso de instalações hidrossanitárias e sugere a aplicação das metodologias de medição descritas na NBR 10052 (ABNT, 2022) e na ISO 16032 (ISO, 2004b). Exemplos de estudos que empregam uma ou ambas as metodologias normativas são os de Ryu e Song (2019), Bleichvel, Kalbusch e Iafigliola (2018) e Mirowska (2003).

Quanto ao uso da ISO 16032 (ISO, 2004b), Mirowska (2003) aponta sugestão para alteração: medição do espectro de ruído na faixa de baixa frequência ou trabalhar em um novo padrão sobre medições de ruído de baixa frequência.

3.3 Soluções e materiais utilizados no controle de ruído

As condições de projeto, de execução, de disposição em planta e de distribuição dos ambientes com relação às tubulações hidrossanitárias pode influenciar na intensidade da transmissão do ruído propagado pelas tubulações. A definição de uma solução para melhorar o desempenho acústico relacionado a sistemas hidrossanitários deve ser considerado a fonte sonora e a faixa de frequência predominante do ruído gerado (ROCHA, 2018).

Segundo a NBR 8160 (ABNT, 1999) deve-se evitar a passagem das tubulações de esgoto em paredes, rebaixos, forros falsos, entre outros, de ambientes de permanência prolongada. Caso não seja possível, devem ser adotadas medidas no sentido de atenuar a transmissão de ruído para os referidos ambientes.

Para a NBR 5626 (ABNT, 2020), as tubulações devem ser dimensionadas de modo a limitar a velocidade de escoamento a valores que evitem a geração e propagação de ruídos em níveis que excedam os valores descritos na NBR 10152 (ABNT, 2017).

Conforme Bistafa (1991), aparelhos hidrossanitários em pressão acima de 30 m.c.a podem apresentar escoamento da água em alta velocidade, originando vibrações que se transmite pela tubulação e, consequentemente, para os ambientes adjacentes ao seu trajeto. Outras causas de problemas com ruídos gerados por aparelhos hidrossanitários, para além da pressão de abastecimento de água, são reformas de residências sem planejamento, problemas de projeto, de isolamento e/ou de conexão de dutos (OH, 2014).

Quanto à disposição de elementos em projeto, é acusticamente desfavorável quando as tubulações e aparelhos sanitários situam-se em parede comum a um ambiente que requer

baixo nível sonoro (salas de estar, bibliotecas e dormitórios) e acusticamente favorável quando a parede da instalação hidrossanitária é oposta a estes ambientes (BISTAFA, 1991).

Rocha (2008) e Oh (2014) listam algumas possibilidades para reduzir o ruído de dispositivos de tubulações, tais como: redução da pressão do abastecimento de água; isolamento de tubulações no edifício; encamisamento (ou envelopamento) de tubulação com material poroso e ou resiliente; isolamento de ruído aéreo através de dutos e portas; uso de articulações flexíveis, de isolantes ou de molas para amenizar a conexão rígida entre a tubulação e a estrutura; instalação de mecanismos que suavizem os estrangulamentos; e instalação de difusores para evitar o surgimento de bolhas causadas pela alteração de pressão.

Ainda, é possível reduzir o ruído transmitido de um banheiro da unidade residencial superior para a unidade inferior executando forro no teto da unidade inferior, tendo uma seleção apropriada de materiais (RYU e SONG, 2019).

Rocha, Giner e Prado (2019) avaliam os resultados acústicos de soluções acústicas disponíveis no mercado brasileiro para atenuar os níveis de pressão sonora gerados pelas instalações hidrossanitárias prediais devido o acionamento de descarga de bacias sanitárias e abertura de torneiras (Tabela 1).

Tabela 1: Amostras ensaiadas em ambiente idêntico e controlado.

Amostras	Descrição	Espessura do envelop.	Densidade
A	Resíduo de borracha aglomerado com poliuretano	Manta: 2,6 mm Curva e caixa: 100 mm	1100 kg/m^3
B	Espuma elastomérica de células fechadas	Mantas e tubos: 10 mm	50 kg/m^3
C	Espuma elastomérica de células fechadas	Mantas e tubos: 20 mm	50 kg/m^3
D	Espuma elastomérica de células abertas	Manta: 15 mm	120 kg/m^3
E	Lã de vidro	Tubos: 25 mm	75 kg/m^3
F	Manta de não tecido (feltro), recoberta com *Heavy-Layer* e uma folha de material aluminizado	Total: 13 mm	Dens. superficial: 6,3 kg/m^2
G	Polietileno e massa verde	Total: 5 mm	Sem informação
H	Polietileno, massa verde e espuma elastomérica de células fechadas	Total: 7,5 mm	Sem informação
I	Manta asfáltica estruturada em não tecido, produzida com asfalto especial, acoplada à geotêxtil de alta gramatura	Total: 3mm	800 kg/m^3

Fonte: Rocha, Giner e Prado, (2019)

Na Tabela 1 apresentou-se as medições de níveis de pressão sonora, em ambiente controlado e idêntico, conforme a norma ISO 16032: 2004 adaptada para laboratório na câmara de ensaios acústicos hidrossanitários do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para nove amostras de envelopamento acústico.

Os resultados técnicos encontrados por Rocha, Giner e Prado (2018) por meio da grandeza LZeq analisada, tanto para os tubos envelopados quanto para o tubo aparente, comparados com os critérios da norma NBR 15575: 2013, foram são satisfatórios, pois a maioria das

amostras obteve uma diferença de níveis de pressão sonora global, LZeq,nT, igual a ΔL ≥ 20 dB no acionamento da descarga da bacia sanitária e ΔL ≥ 10 dB para o ruído oriundo da abertura da torneira.

Os resultados do trabalho desenvolvido por Rocha, Giner e Prado (2018) indicam que as soluções acústicas analisadas, exceto as Amostras A e B, reduzem os ruídos emitidos devido o acionamento da descarga da bacia sanitária e, conseguem atender desempenho superior aos valores da norma NBR 15575 (ABNT, 2020) para a grandeza LAeq,nT.

4 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui que esse estudo mostrou-se métodos de medição e soluções utilizadas para melhorar o desempenho acústico dos sistemas hidrossanitários em edificações, tanto no âmbito nacional quanto internacional. Logo, foram identificadas diversas problemáticas relacionadas ao ruído hidrossanitário, metodologias normativas para sua medição e soluções para aprimorar o desempenho acústico.

Espera-se que os resultados deste estudo auxiliem pesquisadores e projetistas na compreensão, avaliação e melhoria do desempenho acústico dos sistemas hidrossanitários.

Para estudos posteriores, sugere-se avaliar o custo relacionado ao tratamento acústico dos ruídos gerados pelos sistemas hidrossanitários e relacioná-lo ao atendimento dos diferentes níveis de desempenho descritos na norma de desempenho brasileira. Ainda, verificar o nível de incômodo de ruídos gerados em frequências específicas pode contribuir no sentido de minimizar incômodos gerados por ruídos predominantes nas baixas frequências, por exemplo.

REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989. 13p.

_____. **NBR 8160 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999. 74p.

_____. **NBR 15575-6 - Edificações habitacionais Desempenho. Parte 6: Sistemas Hidrossanitários**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 5626 - Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. 55 p.

_____. **NBR ISSO 16032 - Acústica - medição de nível de pressão sonora de equipamentos prediais de edificações - método de engenharia.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020. 22p.

_____. **NBR 15575-1 - Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021a. 98p.

_____. **NBR 15575-6 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 33p.

_____. **NBR 10152:2017 - Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações**. Versão corrigida 2022. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 30p.

_____. **NBR 10052 - Acústica - medições em campo de isolamento a ruído aéreo e de impacto e de sons de equipamentos prediais - método simplificado**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 35p.

BISTAFA, S. R. Conscientização para o problema do ruído nas instalações hidráulicas prediais. **Revista de Acústica e Vibrações**. Vol 9. Jun/91. 1991. p.05-18.

BLEICHVEL, N. C. T.; KALBUSCH, A.; IAFIGLIOLA, L. G. Desempenho de sistemas prediais: avaliação de ruído em edifícios residenciais. **In:** ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

DIN - 4109 Schallschutz im Hochbau , Sept. 1962 - Blatt 1 bis 5. Beuth- Vertrieb GmbH, Berlin 15 und Köln.

DIN - 52219 Messmung von Geräuschen der Wasserinstallation am Bau, März 1972.

DIN-52218 Prüfung des Geräuschverhaltens von Armaturen und Geräten der Wasserinstallation im Laboratorium, Dez. 1976.

ISO, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 10052 - Acoustics - Field measurements of airbone and impact sound insulation and of service equipment sound - survey method**. Genève, 2004a.

_____. **ISO 16032 - Acoustics - Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings - engineering method**. Genève, 2004b.

MIROWSKA, M. Problems of Measurement and Evaluation of Low-Frequency Noise in Residential Buildings in the Light of Recommendations and the New European Standards. **Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control,** v. 22, n. 4, 2003, p. 203 – 208.

P. Schneider und W. Rückward. Eine Bezugsarmatur und ihre Anwendung zur Messung und Bewertung von Installations-geräuschen im Laboratorium und auf Baustellen, **Sanitar-und Heizungstechnik,** v. 1, 1967, Berlin.

ROCHA, R. R; GINER, J. C.; PRADO, R. T. A. Análise e caracterização de soluções acústicas para mitigar os ruídos oriundos de instalações hidrossanitárias prediais. ***In:*** XXVIII ENCONTRO DA SOBRAC, 2018. XXVIII Encontro da SOBRAC, 2018.

ROCHA, R. R. **Análise e caracterização de soluções acústicas para mitigar os ruídos oriundos de instalações hidrossanitárias prediais.** 2018. Dissertação (Mestrado em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/D.3.2018.tde-16072018-102258. Acesso em: 2023-05-28.

ROSSI, C.; MAGALHÃES DE LOURENÇO, W.; HENRIQUE LUCCA SANTOS, E.; MELLER, G.; LUIZ DOBROVOLSKI TOCHETTO, J.; CESAR PIZZUTTI DOS SANTOS, J. Análise do comportamento acústico de sala por tempo de reverberação de Sabine e Eyring. **Anais**... Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 10, n. 2, 3 mar. 2020.

RYU, J.; SONG, H. Comparison between single-number quantities for rating noises from sanitary installations in residential buildings by objective and subjective methods. **Building and Environment**, v.164, 2019.

W. Rückward, Untersuchung, Prüfung und Bewertung von Geräuschen der Wasserinstallation, **Gesundheits-Ingenieur**, v.5, n.9, p. 141-148, 1970, Berlin.

OH, Y. K. An Assessment Model for the Indoor Noise Environment of Aged Apartment Houses. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 13, n. 2, p. 445-451, 2014. DOI 10.3130/jaabe.13.445. Disponível em: https://doi.org/10.3130/jaabe.13.445. Acesso em: 30 maio 2023.