

ANÁLISE DO DESEMPENHO ACÚSTICO DA ESPUMA EXPANSIVA DE POLIURETANO PARA MITIGAR RUÍDOS EM TUBULAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTO

Palavras-Chave: DESEMPENHO ACÚSTICO, RUÍDOS EM TUBULAÇÕES, ISOLAMENTO SONORO

Autores:

Rafael Baiochi Riboldi, FECFAU – UNICAMP

Prof^a. Dr^a. Stelamaris Rolla Bertoli (orientadora), FECFAU - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

A construção civil é um dos setores mais importantes da economia brasileira, porém, embora eficaz, é pouco inovador e conservador diante de novas tecnologias. Entretanto, à medida que a sustentabilidade ganha cada vez mais importância para a sociedade, a busca por soluções que conciliem custo-benefício e qualidade se torna crucial para o crescimento do setor.

Ainda assim, em geral, as construtoras optam por alternativas que, apesar de eficazes e econômicas, não são necessariamente mais eficientes. É muito comum, por exemplo, não prever o isolamento sonoro de tubulações hidráulicas (PAVANELLO; PAIXÃO, 2014), já que a ABNT NBR 15575-6 (ABNT, 2021), que estabelece os requisitos mínimos de desempenho dos sistemas hidráulico-sanitários prediais, determina apenas alguns critérios de desempenho acústico em dormitórios que, por sua vez, não são obrigatórios. Dessa maneira, há um aumento dos ruídos nas áreas internas das edificações, gerando incômodo para os moradores.

Analisando o cenário da construção civil em países estrangeiros, como Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia, Inglaterra e Japão, é evidente a predominância de técnicas construtivas industrializadas, como o Light Steel Frame e o Wood Frame, por exemplo. Diferente das construções convencionais com tijolos ou blocos, como as paredes e lajes são ocas, é aplicado um material de isolamento, como lã de vidro, lã de rocha ou espuma de poliuretano, o que garante maior conforto acústico e térmico aos moradores.

A espuma expansiva de poliuretano merece destaque pela sua versatilidade, cuja aplicação é feita por meio de um equipamento específico para projetar o material que, após seco, é cortado e modelado para que as estruturas recebam o material de fechamento. É interessante notar que, ao expandir, a espuma acaba revestindo demais componentes internos das paredes e lajes, como as tubulações.

Considerando que os ruídos dos sistemas hidráulico-sanitários provêm, principalmente, do escoamento de fluídos em tubulações, conexões curvas e louças de acessórios sanitários e de vibrações ocasionadas pelo funcionamento de bombas (ROCHA, 2018), levanta-se a necessidade de estudar o desempenho acústico da espuma frente aos ruídos provenientes das tubulações. Em especial, optou-se pelas tubulações de esgoto de um banheiro simples, pois,

como estão localizadas próximas ao dormitório das edificações, são responsáveis pelo desconforto causado aos moradores durante o acionamento de equipamentos prediais por terceiros.

METODOLOGIA:

É importante ressaltar que todas as medições de nível de pressão sonora realizadas nesta pesquisa atendem às especificações da ABNT NBR ISO 16032 (ABNT, 2020), com base nas condições de operação e ciclos de operação dos equipamentos prediais avaliados. De modo geral, foram realizados ensaios para três amostras distintas: Amostra I - tubo aparente (Figura 1A), Amostra II - tubo revestido com espuma expansiva de poliuretano (Figura 1B) e Amostra III - tubo envelopado com material de isolamento acústico convencional (Figura 1C).



Figuras 1 - Imagens das amostras preparadas para as medições. A) Amostra I – tubo aparente (controle). B) Amostra II – tubo revestido com espuma expansiva. C) Amostra III – tubo envelopado com material de isolamento acústico convencional, fornecido pela Aubicon.

Levando em consideração aspectos de praticidade e representatividade, optou-se por realizar o estudo das amostras para os seguintes equipamentos prediais: bacia sanitária e box de banho. No caso da bacia sanitária, as medições foram realizadas durante o ciclo de lavagem, haja vista a influência dos ruídos gerados pelo sistema de bombeamento empregado no projeto. Para o box de banho, as medições foram realizadas considerando um tempo de 30 segundos.

Para realizar os ensaios, não foi possível utilizar uma edificação real, haja vista as limitações técnicas relacionadas à aplicação da espuma expansiva sobre as tubulações. Portanto, foi necessário construir um protótipo de um sistema de esgoto sanitário de um banheiro em uma edificação da área experimental da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, visando medir o nível de pressão sonora dos equipamentos prediais.

Inicialmente, utilizando a Amostra I (controle), definiu-se as posições do microfone e o número de medições por posição. Para isso, escolheu-se a posição de canto do ambiente

receptor no qual foi encontrado o valor mais elevado do nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em C e duas posições adicionais no campo reverberante. Além disso, como a diferença entre duas medições consecutivas do nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A na posição de canto foi menor que 1,0 dB, definiu-se a necessidade de realizar apenas uma medição por posição de microfone em todas as amostras.

Para avaliar o desempenho acústico dos materiais aplicados sobre as tubulações, foi necessário medir o nível máximo de pressão sonora, *slow* (S), ponderado em A (L_{ASmax}) e o nível de pressão sonora equivalente ponderado em A (L_{Aeq}) para as três posições de microfone, conforme as condições e os ciclos de operações dos equipamentos prediais (ROCHA, 2018).

Além disso, para realizar uma análise mais abrangente do comportamento dos materiais, foi obtida a média do nível de pressão sonora (não ponderado) das amostras. O nível de pressão sonora, medido em bandas de frequência de 1/3 de oitava devido a restrições do sonômetro, foi transformado em bandas de frequência de 1/1 oitava e corrigido com base nos níveis de pressão sonora residuais. Posteriormente, após medir o tempo de reverberação do ambiente em bandas de frequência de 1/1 oitava de acordo com a EN ISO 3382 (ISO, 2008), os resultados foram padronizados para o tempo de reverberação de 0,5 s.

Tendo em vista as limitações técnicas de utilização da espuma expansiva projetável, optou-se pela adoção da espuma expansiva comum, comercializada em latas, que pode ser facilmente encontrada em lojas de materiais de construção. Para aplicar o material, foi necessário fabricar moldes de papelão com espaçadores, fixá-los sobre as tubulações e, posteriormente, preenchê-los com a espuma, já que não foi possível pulverizar o material das latas como o esperado. Mesmo assim, após a remoção dos moldes, foi preciso reaplicar em alguns pontos e modelar toda a espuma com o uso de um estilete a fim de obter uma espessura média de 4 cm.

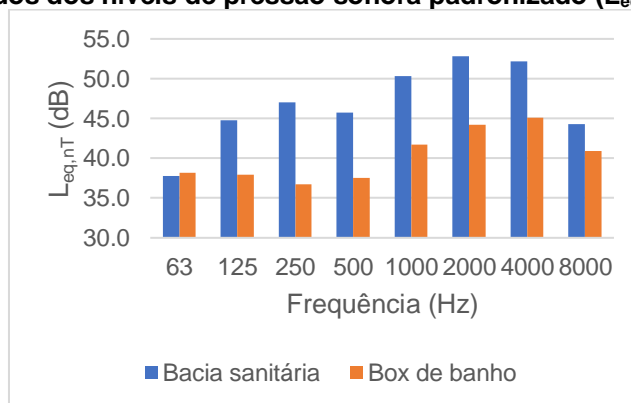
Por fim, em relação ao material de isolamento acústico convencional, utilizou-se a manta de borracha doada pela empresa Aubicon para envelopar os tubos após a remoção da espuma, cuja fixação foi realizada com o auxílio de abraçadeiras plásticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Primeiramente, é essencial salientar que o local das medições está localizado em uma área descampada e próxima à rua. Dessa forma, como houve muitos problemas com ruídos externos, provenientes de veículos, aeronaves e aves, durante os ensaios da amostra de controle e da amostra com a tubulação revestida pela espuma expansiva de poliuretano, foi necessário refazer as medições a fim de obter resultados mais precisos e confiáveis.

Os resultados obtidos da amostra de controle, conforme o Gráfico 1, mostram um aumento do nível de pressão sonora para frequências acima de 500 Hz em ambos os equipamentos prediais, com comportamentos distintos para frequências abaixo de 500 Hz.

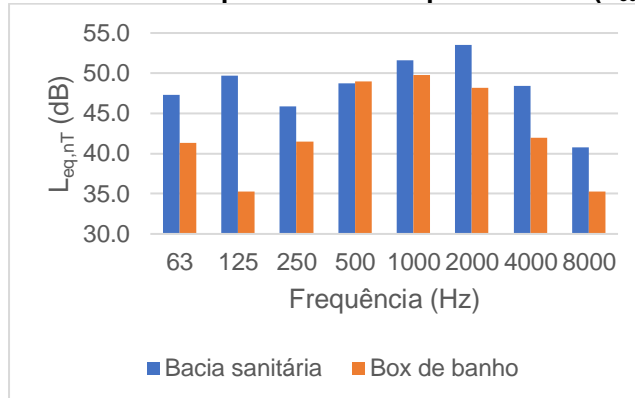
Gráfico 1 - Resultados dos níveis de pressão sonora padronizado ($L_{eq,nT}$) para a Amostra I



Fonte: elaborado pelo autor

Em geral, a espuma expansiva alterou significativamente o padrão das curvas em ambos os equipamentos prediais, comparando com os resultados obtidos na amostra de controle. Além disso, de modo geral, há um aumento do nível de pressão sonora para frequências até cerca de 2000 Hz e uma leve redução para frequências acima desse valor, conforme o Gráfico 2.

Gráfico 2 - Resultados dos níveis de pressão sonora padronizado ($L_{eq,nT}$) para a Amostra II

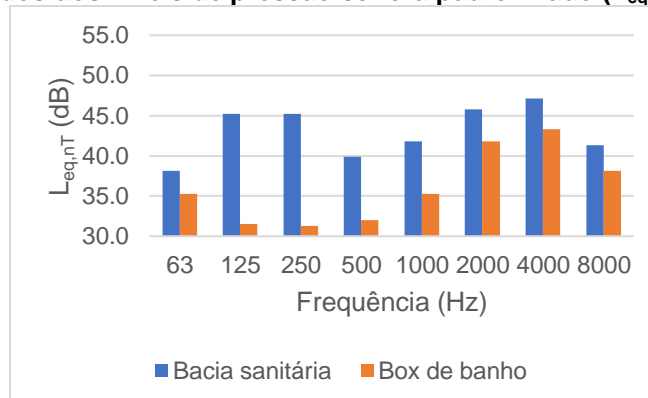


Fonte: elaborado pelo autor

No caso do material de isolamento acústico convencional, vale ressaltar que a empresa não forneceu as peças necessárias para o revestimento das conexões, como joelhos de 90°, tê e curvas de 45°, sendo preciso utilizar a manta própria para os tubos. Apesar de um aspecto visual comprometido, os resultados das medições foram satisfatórios.

De acordo com o Gráfico 3, o comportamento das curvas de nível de pressão sonora, para ambos os equipamentos prediais, permaneceu o mesmo em relação ao observado na amostra de controle. Além disso, de modo geral, houve uma redução do nível de pressão sonora em praticamente todo o espectro analisado, evidenciando uma boa eficiência acústica do material em reduzir os ruídos provenientes do escoamento de fluidos nas tubulações de esgoto.

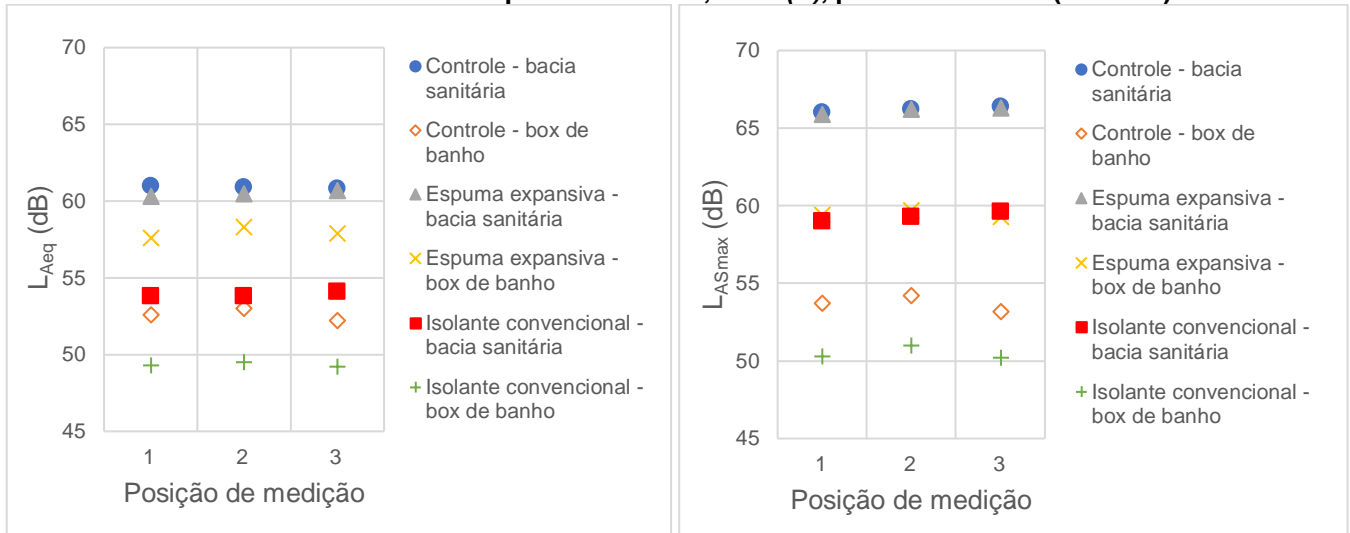
Gráfico 3 - Resultados dos níveis de pressão sonora padronizado ($L_{eq,nT}$) para a Amostra III



Fonte: elaborado pelo autor

Analisando o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em A e o nível máximo de pressão sonora, *slow* (S), ponderado em A, conforme o Gráfico 4, é possível notar um comportamento muito semelhante entre as posições do microfone e as amostras de cada parâmetro analisado. Além disso, nota-se que a espuma expansiva não influenciou na redução do nível de pressão sonora, o que não ocorreu após o uso do material de isolamento acústico convencional.

Gráfico 4 – Resultados dos níveis de pressão sonora contínua equivalente ponderada em A (à esquerda) e dos níveis máximos de pressão sonora, *slow* (S), ponderada em A (à direita)



Fonte: elaborado pelo autor

CONCLUSÕES:

Com base nos resultados apresentados nessa pesquisa, é evidente que a espuma expansiva de poliuretano não possui eficiência para reduzir os ruídos provenientes do escoamento de fluídos em sistemas prediais de esgoto sanitário. Pelo contrário, mostrou-se prejudicial ao desempenho acústico, uma vez que provocou um aumento do nível de pressão sonora padronizado (não ponderado) para frequências inferiores a cerca de 2000 Hz, que engloba a faixa de frequência em que a audição humana é mais sensível, ou seja, entre 500 Hz e 8000 Hz, e não apresentou redução dos níveis máximos de pressão sonora.

Por sua vez, o material de isolamento acústico convencional, comercializado pela Aubicon, apresentou resultados satisfatórios, uma vez que reduziu significativamente os níveis de pressão sonora padronizados, em praticamente todo o espectro de frequências, e os níveis máximos de pressão sonora de ambos os equipamentos prediais.

BIBLIOGRAFIA

PAVANELLO, L.; PAIXÃO, D. **Investigação do ruído gerado por instalações hidrossanitárias em uma edificação multifamiliar**. 2014. 149 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

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

_____. **NBR ISO 16032: Acústica - Medição de nível de pressão sonora de equipamentos prediais de edificações - Método de engenharia**. Rio de Janeiro. 2020.

ROCHA, R. R. **Análise e caracterização de soluções acústicas para mitigar os ruídos oriundos de instalações hidrossanitárias prediais**. 2018. 110 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

ISO. **ISO 3382-2 Acoustics – Measurement of room acoustic parameters — Part 2: Reverberation time in ordinary rooms**. 2008.