

RUÍDO AMBIENTAL: Comportamento Acústico e Design de Grandes Espaços Urbanos – Cânion e Túnel

Felipe do Valle¹

Philip Leistner²

Eva Veres³

Matthias Brodbeck⁴

Paulo Henrique Trombetta Zannin⁵

Tecnologia Ambiental

Resumo

Residentes em centros urbanos, estão expostos à poluição sonora diariamente, em especial, pela parcela gerada através do fluxo de veículos em vias urbanas, chamado ruído de tráfego. Em divisões territoriais urbanas, como quadras ou blocos, projetistas devem considerar espaços entre, ou em edificações, para garantir o acesso de pessoas e veículos. Entretanto, relativo à transmissão do som, tais lacunas são consideradas "pontos fracos", pois, possibilitam a passagem do ruído de tráfego, para espaços sensíveis ao ruído como, habitações, hospitais ou escolas. Assim, foi elaborado esse trabalho para avaliação da influência de túneis e cânions urbanos, na transmissão do ruído de tráfego para locais posteriores a estes espaços. Para isso, foram realizadas medições e simulações acústicas do nível de pressão sonora equivalente (LAeq) gerado pelo ruído de tráfego na *Rotebühlstraße* em *Stuttgart/DE*. Através dos dados obtidos, observou-se que os NPS incidentes sobre fachadas localizadas pós túnel e cânion, atualmente, estão em desacordo com diretrizes nacionais e internacionais. Demonstraram ainda, a significativa influência quanto aos aspectos construtivos de túneis e cânions urbanos, na transmissão sonora, pois, a instalação de absorventes sonoros nas superfícies internas destes espaços, resultou em atenuação de NPS sobre fachadas, na ordem de até 22,1 dB(A), demonstrando ser uma medida viável para mitigação da poluição sonora.

Palavras-chave: Ruído ambiental; Simulações acústicas; Espaços abertos urbanos; NPS sobre fachadas; Transmissão sonora; Absorção sonora.

INTRODUÇÃO

Atualmente a poluição sonora é uma das principais formas de poluição ambiental, diretamente responsável por impactos negativos ao meio ambiente e à qualidade de vida da

¹ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial da Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Química, felipe_valle85@hotmail.com.

² Prof. Dr.-Ing. Philip Leistner, Universität Stuttgart, Institut für Akustik und Bauphysik (IABP), philip.leistner@ibp.fraunhofer.de.

³ Dipl.-Ing. Eva Veres, Universität Stuttgart, Institut für Akustik und Bauphysik (IABP), veres@ibp.uni-stuttgart.de.

⁴ Dipl.-Ing. Matthias Brodbeck, Universität Stuttgart, Institut für Akustik und Bauphysik (IABP), matthias.brodbeck@iabp.uni-stuttgart.de.

⁵ Prof. Dr.-Ing. Paulo Henrique Trombetta Zannin, Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, paulo.zannin@gmail.com.

população (WHO, 2011; GERAVANDI, 2015). Além dos efeitos diretos à saúde da sociedade, a poluição sonora também pode acarretar impactos econômicos negativos, haja vista que, propriedades localizadas próximas a áreas ruidosas, podem sofrer desvalorização frente ao mercado imobiliário (FURLANETTO, 2012, SOUZA, 2017). Ainda, estudos elaborados ao longo dos anos, têm demonstrado que os efeitos negativos do ruído sobre a qualidade de vida, estão se tornando cada vez mais perceptíveis e que grande parcela da população se sente incomodada pela poluição sonora. (BMUB, 2016).

Em decorrência dos problemas expostos, esse estudo se caracteriza como uma pesquisa exploratória, na modalidade estudo de caso, com coleta e análise de dados medidos e simulados, cujo objetivo é investigar o comportamento acústico quanto a intensidade sonora transmitida para fachadas posteriores aos espaços descritos como seções de cânion e túnel. Também visou na preposição de medidas mitigadoras, visando o conforto acústico da população e enquadramento com normatizações vigentes.

METODOLOGIA

Os espaços urbanos considerados nesse estudo foram dos tipos túnel e cânion localizados em *Rotebühlstraße, Stuttgart/DE*. Espaço do tipo túnel é classificado como uma galeria superficial em edifício, de seção ampla, extensa, larga e coberta, utilizada como estrutura de apoio para possibilitar, ou facilitar, o acesso a um determinado local (Figura 1a). Cânion urbano pode ser classificado como a abertura entre dois edifícios, de seção de corredor extensa, larga e descoberta, podendo ou não ser empregado para a passagem a um determinado local (Figura 1b).

Figura 1: Espaços abertos urbanos avaliados – túnel (a) e cânion (b)



Foram realizadas medições *in situ*, bem como simulações acústicas, com o auxílio de *softwares* especializados para cálculos da dispersão sonora locais, *Sketchup*® e *ODEON 15.15 Auditorium*®. Uma vez que as bases geométricas dos modelos foram criadas no *Sketchup*®, estas podem ser exportadas para o *ODEON 15.15 Auditorium*®. Posteriormente, foram definidas as fontes de NPS e receptores de interesse no software. Após inserir todos os parâmetros necessários junto ao *ODEON 15.15 Auditorium*® o resultado será o mapa acústico, com escala de cores indicando o nível sonoro.

Para avaliações da influência dos materiais utilizados nas superfícies internas de túneis e cânions na transmissão de NPS, as simulações se deram com materiais representativos para situação atual, ou seja, revestimento de alvenaria. Subsequentemente, foram adotadas variações dos coeficientes de absorção sonora das superfícies internas dos espaços avaliados, alterando assim os padrões de transmissão sonoras entre os espaços abertos.

Todos os resultados obtidos foram confrontados com os limites estipulados por padrões estabelecidos pela Instrução Técnica Alemã para Proteção ao Ruído (*Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm*) e pela norma brasileira a ABNT NBR 10151/2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme metodologia descrita, as medições acústicas apresentaram valores de níveis pressão sonora em dB com ponderação na escala A. Ao analisar os resultados, primeiramente, foi possível constatar a característica do ruído de tráfego rodoviário urbano no local, onde, o amplo de frequências para todos os pontos medidos, apresentaram valores mais elevados na faixa de entre 500 e 2000 Hz. Ainda, os resultados medidos se mostraram em desacordo com os valores máximos orientados pela legislação alemã *Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)* e norma brasileira ABNT NBR 10.151/2019, ou seja, áreas com clínicas de tratamento, hospitais, casas de repouso e escolas com limite de 45 dB(A) e áreas estritamente residenciais cujo limite é de 50 dB(A).

As simulações acústicas, mantendo as dimensões originais dos espaços avaliados, bem como os materiais utilizados em suas superfícies internas, apresentaram valores

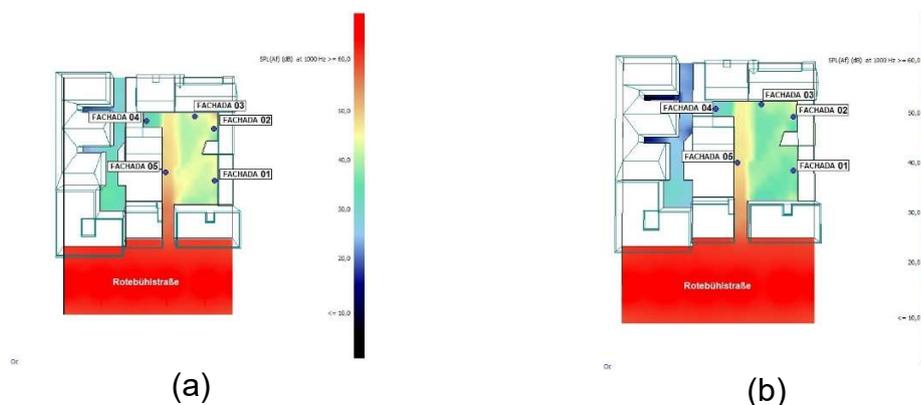
simulados para uma aproximação real dos níveis sonoros incidentes sobre fachadas. Entretanto, ficou evidente que algumas das fachadas pós túnel e cânion estão sob influência pelo ruído de tráfego, não atendendo aos requisitos mínimos estipulados pela legislação *TA Lärm* e ABNT NBR 10.151.

Avaliando a influência dos aspectos geométricos dos espaços, foi observado a tendência de acréscimo dos níveis de pressão sonora incidentes sobre as fachadas posteriores a túneis, à medida que foram acrescentadas as medidas de largura e altura. Para a abertura do tipo cânion, ocorreu fenômeno semelhante, onde, empregando o aumento de sua largura, houve aumento dos níveis sonoros sobre as fachadas posteriores.

Os resultados simulados demonstraram também, que fachadas estão impactadas pelo ruído de tráfego transmitidas entre espaços abertos, pois, fachadas apresentaram valores de níveis sonoros em desconformidade com os limites empregados pela *TA Lärm* e ABNT NBR 10.151. Dessa forma, medidas de mitigação foram testadas, utilizando materiais com capacidade de absorção sonora nas superfícies interiores de túneis e cânions.

Incrementando a capacidade de absorção sonora nos espaços testados, observou-se uma redução gradual dos níveis sonoros incidentes sobre fachadas, ao passo que houve o aumento da capacidade de absorção sonora das superfícies internas de túneis e cânions. A figura 4 apresenta a distinção entre mapas acústicos, quanto simuladas as condições originais (Figura 4a) e com a aplicação material com capacidade de absorção sonora de 70% (Figura 4b).

Figura 2: Mapas acústicos gerados com a variação da capacidade de absorção sonora na superfície interna de cânion – situação original de alvenaria (a) e com material 70% absorvente (b)



CONCLUSÕES

As medições e simulações acústicas, apontou que na atualidade os NPS sobre fachadas próximas à *Rotebühlstraße* em *Stuttgart/DE*, estão acima dos valores recomendados pela legislação alemã *TA Lärm* e norma brasileira ABNT NBR 10.151/2019.

As simulações com variações das dimensões demonstraram que, todas as fachadas pós túnel apresentaram níveis acima do recomendado e parte das fachadas pós cânion, apresentaram valores acima do orientado pela legislação. Assim, foi possível confirmar que fachadas, mesmo situadas após edificações, estão suscetíveis aos NPS transmitidos em espaços como túneis e cânions.

Outro ponto levantado foi, na medida que foi acrescida a capacidade de absorção sonora das superfícies internas dos espaços, observou-se uma redução gradual dos níveis de ruído sobre fachadas. Portanto, a técnica utilizada se apresentou como uma alternativa viável para mitigação dos níveis sonoros, visto que, resultou em atenuação de NPS sobre as fachadas posteriores às lacunas, na ordem de até 22,1 dB(A).

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.151: Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro, 2019.
- BMUB - Bundesministerium Für Umwelt, Naturschutz, Bau Und Reaktorsicherheit. Umweltbewusstsein in Deutschland - Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage, Berlin, 2016.
- DEUTSCHLAND Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm). Vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503)
- FURLANETTO, T. Estudo de alternativas locacionais para a viabilidade ambiental de empreendimentos: o caso do aeroporto de Ribeirão Preto - SP. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- GERAVANDI, S.; TAKDASTAN, A.; ZALLAGHI, E.; NIRI, M. V.; MOHAMMADI, M. J.; SAKI, H.; NAIEMABADI, A. Noise Pollution and Health Effects. *Jundishapur Journal of Health Sciences*, 2015.
- SOUZA L. L.; NASCIMENTO C. R. D.; COELHO A. H. Elaboração de curvas de ruído para análise de uso e ocupação do solo no entorno do Aeroporto Internacional de Boa Vista - Atlas Brasil Cantanhede. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, 2017.
- WHO - European Centre for Environment and Health, Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe, 2011.