

Avaliação da poluição sonora em receptores críticos. Estudo de caso: bairro de Vila Isabel, RJ.

Camilla Rocha França

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
camilla.franca@poli.ufrj.br

Daniela Ribeiro da Rocha

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
danielarrocha@poli.ufrj.br

Julio Cesar Boscher Torres

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
julio@poli.ufrj.br

ABSTRACT

Urban growth and agglomerations increase noise pollution due to mobility and multiple land use characteristics. Urban noise is an agent that causes innumerable damages to human health and, in this context, some receivers are more sensitive to the noise, such as schools and hospitals, which, in most of cases are located near to high-traffic streets. The present study aims to map the noise levels at Boulevard 28 de Setembro, in the neighborhood of Vila Isabel, Rio de Janeiro, in order to evaluate if sound pressure levels are in accordance with the current regulation for these types of activity and land use. The acoustic modeling and simulations were generated using the Predictor LimA software, based on data collected locally in May 2018. Analyzes were performed between the data collected and simulation, comparing them with the municipal laws and Brazilian standards. The results show that the sound pressure levels are much higher than those indicated by the standards, for most of the area. This study highlights the importance of acoustic maps for environmental noise analysis and warns to need of mitigating measures to ensure the wellness of the exposed population.

Keywords: Vila Isabel, Urban Noise, Acoustic Simulation, Critical Receivers.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, mais da metade da população mundial reside em ambientes urbanos e há uma expectativa projetada de que esse número aumente para 70% em 2050 (UN-HABITAT, 2008). O crescimento das metrópoles e da concentração das atividades econômicas acentuaram os níveis de poluição sonora, tornando esta a terceira maior fonte de poluição do planeta. Negligenciar a influência do ruído sobre o bem-estar da população torna-se um problema ambiental e social em todo planeta (BRASIL, 2006).

Nos centros urbanos, a poluição sonora se dá pelo conjunto de todos os ruídos provenientes de inúmeras fontes sonoras, tais como meios de transporte, atividades industriais, de lazer, comunicação, entre outras. Segundo a Lei Federal N° 6.938/81, “a poluição sonora é a degradação da qualidade

ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos”.

O nível de pressão sonora equivalente é uma quantidade utilizada para avaliar o incômodo sonoro, expressa em decibel - dB(A), relativo a uma pressão mínima audível de 20 μ Pa. Segundo a Organização Mundial da Saúde o nível médio sonoro a que as pessoas podem ser expostas sem prejuízo a saúde é de 55 dB(A) (WHO, 1999). Níveis acima de 65 dB(A) podem ter como consequência uma série de efeitos negativos que, além da perda de audição, podem provocar distúrbios no sono, doenças cardiovasculares, efeitos neuropsíquicos, estresse, irritabilidade, interferência na comunicação verbal, queda qualidade de atividades de trabalho e lazer (DE LACERDA et al., 2005; KANG, 2007; HAMMER et al, 2014). No caso de níveis superiores a 85 dB(A) pode haver perda permanente da capacidade auditiva dependendo do tempo de exposição diário.

Por estes fatores, ao se tratar de sustentabilidade, a poluição sonora está relacionada tanto à dimensão ambiental e social (LOPES, 2013) quanto à econômica, na medida em que interfere na saúde da população, nos custos decorrentes dos tratamentos e na queda de produtividade. Nesse sentido, é possível avaliar e quantificar os "anos de vida perdidos" e os "anos vividos com incapacidade" provocados pelo ruído, buscando uma ferramenta objetiva para determinar os custos com saúde em função da porcentagem de população altamente incomodada (Villela, 2007).

No Brasil, a regulamentação sobre poluição sonora é dada pela Resolução CONAMA n° 01/90, pelas normas técnicas da ABNT (NBR 10.151 e NBR 10.152) e pelas legislações federais, estaduais e municipais, conforme cada caso (ZAJARKIEWICHH, 2010). Dessa forma, são definidos os níveis de ruído aceitáveis conforme as atividades previstas no uso do solo. Contudo, dentro de uma área de uso designado, podem haver atividades que exijam menores níveis de ruído, tais como hospitais, escolas, creches ou casas de repouso. Além disso, nos grandes centros urbanos, tais edificações podem estar localizadas em vias principais e de tráfego intenso de veículos, o que torna mais desafiadora a tarefa de manter o ruído abaixo daqueles recomendados.

Os níveis de pressão sonora para ambientes externos, em área estritamente residencial, de hospitais ou de escolas são de 50 dB (A) (Diurno) e de 45 dB (A) (Noturno), enquanto que para áreas comerciais, os limites devem ser de 65 dB(A) (Diurno) e de 60 dB(A) (Noturno), conforme a NBR 10151/2000.

Uma ferramenta importante que auxilia na visualização e no diagnóstico sobre o ruído em uma dada região é um mapa de ruído. Ele permite observar graficamente a distribuição dos níveis de ruído por zonas, em escalas de cor, o que facilita a identificação das regiões mais críticas e possibilita avaliar se os níveis de pressão estão em conformidade com o previsto para o uso do solo de determinada região (GERGES, 2000).

Em 2002, a Diretiva de Ruído Ambiental (2002/49/EC) tornou obrigatório registrar os níveis de ruído em todas as aglomerações com mais de 250 mil habitantes e nas principais rotas de transporte na União Europeia por meio do desenvolvimento de mapas de ruído. O mapeamento do ruído é então utilizado para fundamentar o planejamento urbano e implementar medidas específicas para redução desses níveis.

Observa-se que no Brasil ainda há poucas ações promovidas pelo poder público para mitigar o ruído urbano, embora este seja uma prática na comunidade europeia, Estados Unidos e Japão, entre outros países, que, há mais de 20 anos incluem ações relativas ao ruído em seus planos diretores. Não há na legislação federal brasileira a obrigatoriedade de monitoramento nem a elaboração de mapas de ruídos, ficando a cargo dos municípios versarem sobre o assunto (MARDONES, 2009; SOUZA, 2010; SOUZA FILHO, 2012; FIEDLER, 2013).

Nesse contexto, observa-se a necessidade de avaliar o ruído em áreas urbanas, principalmente aquelas onde estão localizados escolas e hospitais. Em escolas, por exemplo, a poluição sonora causa redução no desempenho dos alunos (ENIZ, 2004), principalmente por atrapalhar a inteligibilidade da fala comprometendo o processo de comunicação entre professor e aluno (GRANDJEAN, 1998).

2. ÁREA DE ESTUDO

Um exemplo desta relação entre uso do solo e limites de ruído dentro de uma grande cidade é encontrado no bairro de Vila Isabel, localizado na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro. O bairro encontra-se em uma macrozona de ocupação incentivada, em grande parte de uso misto (residencial e comercial), com predomínio do uso comercial ao longo da principal via, a Boulevard 28 de Setembro.

Devido ao histórico cultural e boêmio do bairro, a Prefeitura do Rio criou em 2016 o Polo Gastronômico de Vila Isabel através do Decreto 41285, estimulando a promoção de lazer e ordenando o uso e ocupação das calçadas das principais vias do bairro. Além disso, a Avenida Boulevard 28 de Setembro é um importante meio de ligação entre o Centro da cidade e os bairros da Zona Norte, rota alternativa de acesso à região de Jacarepaguá, o que provoca um tráfego intenso de veículos ao longo do dia. No entanto, nesta via estão localizados alguns receptores críticos, tais como o Hospital Universitário Pedro Ernesto, a Escola Municipal República Argentina e a Escola Municipal Equador, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1. Área de estudo e localização dos receptores sonoros críticos na Boulevard 28 de Setembro.



Fonte: Elaboração dos Autores a partir do Google Maps, 2018.

O presente estudo tem por objetivo mapear os níveis de ruído gerados pelo tráfego no local e verificar o impacto causado na região, especialmente nos receptores críticos da Figura 1, analisando se os níveis estão de acordo com a recomendação normativa para esse tipo de uso do solo.

3. METODOLOGIA DE ESTUDO

O método empregado para avaliação do ruído em área urbana foi adaptado de trabalhos semelhantes (MARDONES, 2009; CALIXTO, 2002; GUEDES e BERTOLI, 2014), sendo necessária a construção de um modelo geométrico-acústico, cuja validação é feita por comparação com amostras de valores de níveis sonoros, medidos em campo.

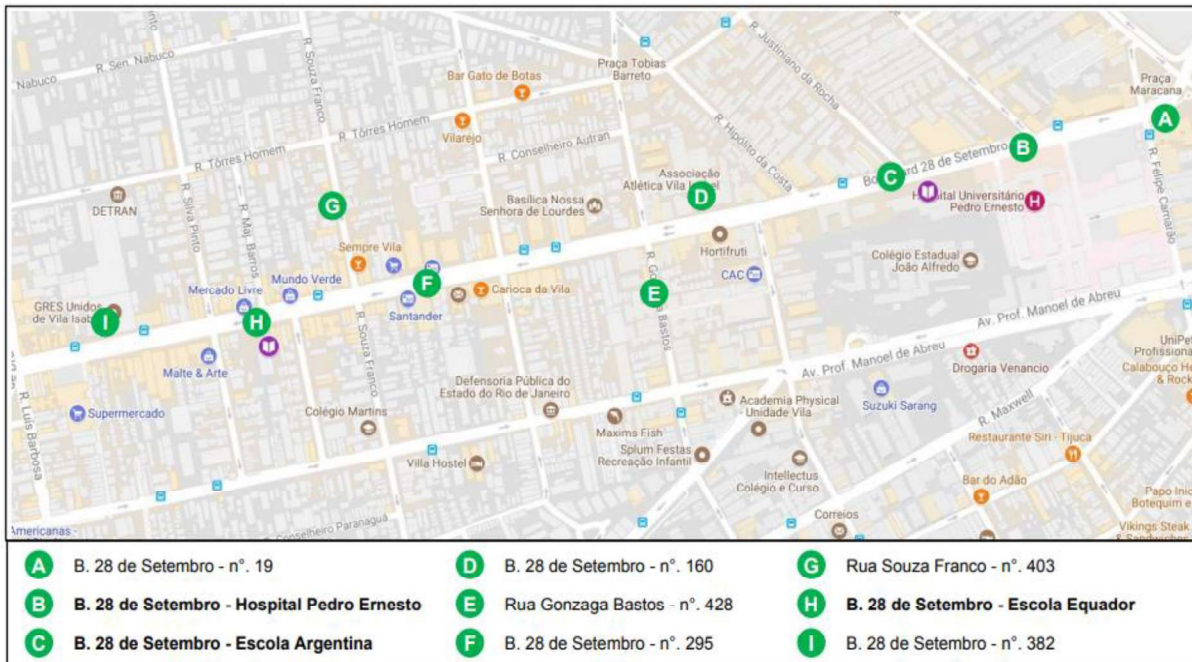
A elaboração de um modelo geométrico da área de estudo teve como base as plantas cadastrais pertencentes ao acervo do Instituto Municipal Pereira Passos (IPP), disponíveis no site da Prefeitura do Rio de Janeiro. Com uso do software AutoCAD foi possível, a partir das bases cadastrais e auxílio da ferramenta Google Earth (2018), construir um modelo 3D representativo das edificações e das vias na área de estudo. No software Predictor-LimA o modelo geométrico foi importado e inseridas as características acústicas, conforme a norma ISO 9613-2 (Road). Para tal, fez-se necessário incluir informações sobre o tráfego nas vias, tais como o número de veículos por tipo (categorizados de forma simplificada em motocicletas, carros, ônibus e caminhões) e sua velocidade média. Esses dados foram levantados por meio da contagem de veículos durante o período de medição (entre 5 e 10 minutos) e extrapolados para o período de uma hora.

Para o cálculo de nível sonoro equivalente, foi delimitada uma área retangular, de 1600 m de extensão por 300 m de largura, seguindo o eixo da via principal, composta por uma malha de pontos receptores na altura de 1,20 metros do piso e espaçamento de 25 x 25m. A partir dessa modelagem, obtiveram-se como produto os valores correspondentes aos níveis de pressão sonora nos pontos receptores e o mapa preditivo do ruído da região.

Durante o período de contagem de veículos, também foram medidos os níveis equivalentes de pressão sonora (L_{Aeq}) para validação do modelo acústico, conforme descrito na NBR 10.151/2000. Foi utilizado um sonômetro classe 2 (MSL-1354) posicionado a 1,20 metros de altura em relação ao piso. Foi adotada a configuração de medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” e resposta lenta (slow). A medição em cada ponto teve duração de 3 minutos, com períodos de amostragem a cada 1 segundo. Foram feitas medições no horário diurno, mais crítico do tráfego na via, entre 8:00 e 9:00 horas da manhã, em dia útil, sem qualquer evento atípico que pudesse causar alteração da situação comumente encontrada. Vale destacar que o horário escolhido para as medições devia contemplar o período de funcionamento tanto das escolas quanto do hospital.

Para as vias secundárias, mediu-se o tráfego em duas vias: um ponto na Rua Gonzaga Bastos e outro na Rua Souza Franco. Para as demais vias adotou-se uma média dos veículos dessas duas vias, por terem características semelhantes. Na Figura 2 estão apresentados os pontos de medição, buscando uma distribuição espacial uniforme dentro da área de análise.

Figura 2: Pontos de medição de níveis de pressão sonora.



Fonte: Elaboração dos Autores a partir do Google Maps, 2018.

Os valores de nível equivalente (L_{Aeq}) obtidos com o medidor correspondem a uma média (ponderada por bandas de frequência) dos valores de pressão sonora a cada 1 segundo. O nível sonoro equivalente (L_{Aeq}), em dB(A), dado pela seguinte equação:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_1+T} \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right] \quad (1)$$

Onde $p_A(t)$ é a pressão instantânea, p_0 é a pressão referência ($20\mu\text{Pa}$) e T o período de medição.

4. RESULTADOS

A fim de validar o modelo acústico produzido pelo Predictor-LimA, os níveis obtidos por simulação foram comparados com os medidos em campo, conforme mostrado na Tabela 1. Variações de até 3 dB(A) encontradas em alguns pontos são esperadas nesse tipo de simulação, principalmente pela incerteza dos dados de entrada, principalmente dos coeficientes de absorção dos pavimentos e das fachadas das edificações do entorno. Além disso, os modelos de cálculo de emissão de potência sonora das vias baseiam-se nas características de veículos europeus, que diferem dos brasileiros em diversos aspectos.

Tabela 1 - Resultados Obtidos da Medição e da Simulação.

Ponto	Uso	Nível de Pressão Equivalente (Leq) Medido - dB(A)	Nível de Pressão Equivalente (Leq) Simulado - dB(A)
A	Comercial	71	74
B	Hospitalar	71	75
C	Escolar	73	74
D	Comercial/ Recreacional	76	75
E	Residencial	72	76
F	Comercial	73	77
G	Residencial	69	71
H	Escolar	75	76
I	Comercial/ Recreacional	73	75

Fonte: Autores, 2018.

Após as etapas de modelagem, de inserção dos dados de tráfego e de locação dos pontos receptores, o software Predictor-LimA gerou o mapa relativo ao período diurno (de 7:00 às 22:00 h), conforme apresentado na Figura 3. Pode-se observar que, ao longo da via principal, o ruído encontra-se sempre acima de 75 dB(A). Nas vias secundárias o ruído é menor, porém na faixa de 60 a 65 dB. Poucas são as áreas onde o ruído encontra-se em níveis aceitáveis, segundo a NBR 10151. Isso ocorre nas áreas amarelas e verdes, principalmente devido ao efeito de barreira acústica promovido pelas edificações de maiores gabaritos, tais como o hospital (em destaque na figura 3).

Figura 3: Mapa preditivo diurno gerado pelo Predictor LimA.



Fonte: Autores, 2018.

Se por um lado o prédio do hospital serve de barreira para a sua fachada posterior e para áreas próximas, a fachada principal recebe a incidência de níveis elevados de ruído. O mesmo ocorre nas escolas e na maioria das edificações ao longo da via.

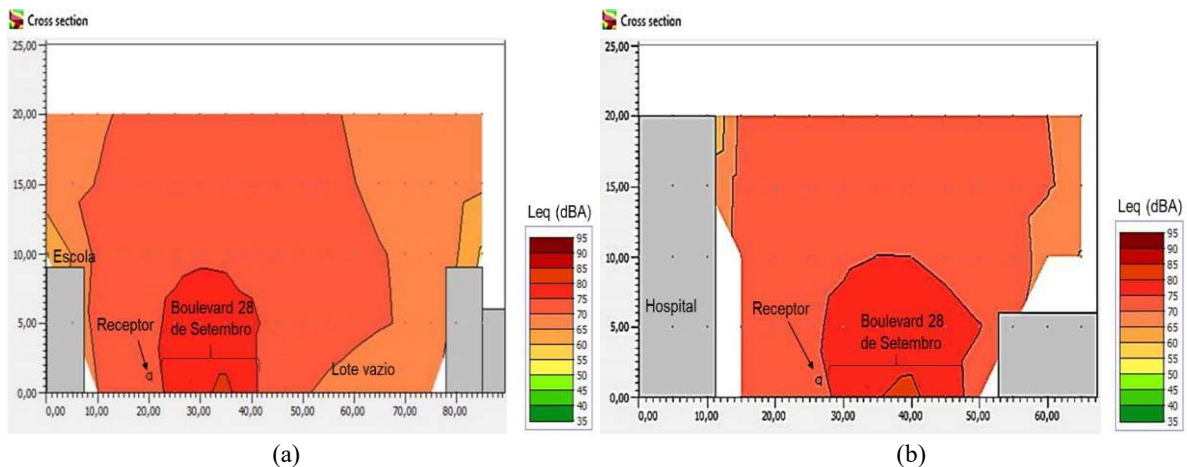
A fim de analisar e ilustrar como a propagação do ruído se dá verticalmente ao redor dos principais receptores críticos, foram criadas duas seções verticais conforme indicado na Figura 4, que passam pelo Hospital Pedro Ernesto (B) e pela Escola Argentina (A). Estes planos verticais possuem um maior nível de detalhe, composta por uma malha de receptores utilizando uma grade de 5 x 5m. Os resultados são apresentados na Figura 5 (a) e (b).

Figura 4 – Detalhe da localização das seções transversais nos pontos críticos B e C



Fonte: Autores, 2018.

Figura 5 - Propagação vertical do som: (a) ponto B - Hospital Pedro Ernesto e (b) Ponto C - Escola Argentina

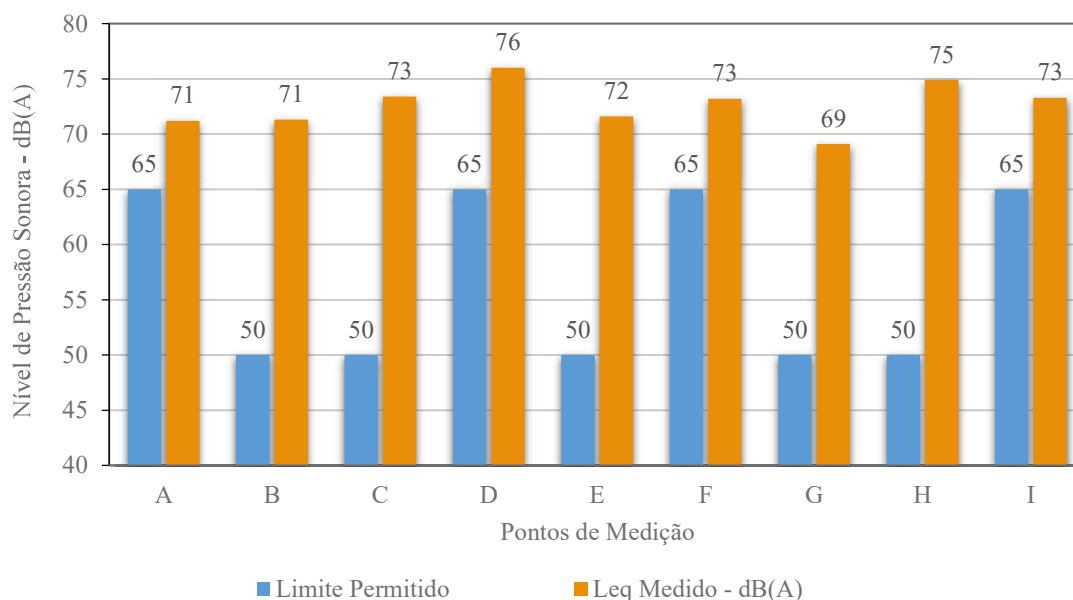


Fonte: Autores, 2018.

Como era previsto, na Figura 5, verifica-se a incidência de níveis acima de 65 dBA nas fachadas principais da Escola Argentina e do Hospital Pedro Ernesto, o que pode interferir nas respectivas atividades. Também pode-se observar que os níveis de pressão sonora são mais intensos conforme se aproxima no eixo da via onde se encontra a principal fonte: o tráfego de veículos.

O Gráfico 1 apresenta uma comparação entre os níveis medidos e os limites indicados pela NBR 10151, conforme Tabela 1. Para todos os pontos observa-se um excesso de ruído, especialmente nos três receptores críticos, B, C e H, onde há um excesso de 20 dB(A) no período diurno.

Gráfico 1 – Comparação entre o NCA e o nível de pressão sonora medido por ponto de medição.



Fonte: Autores, 2018.

5. CONCLUSÕES

Este estudo buscou identificar o cenário acústico em uma área urbana, através do mapeamento de ruído ambiental no entorno do Boulevard 28 de Setembro. Verificou-se que, em todos os pontos receptores, os níveis de ruído externo são significativamente superiores aos recomendados. Desde pontos, 67% encontram-se com mais de 10 dB do recomendado pela NBR-10151 e 44% encontram-se acima de 20 dB, sendo estes os receptores críticos.

É possível perceber no mapa acústico como a disposição dos edifícios influencia na propagação do som na área. Diversos edifícios contribuem para criar uma barreira acústica, porém recebem radiação sonora diretamente sobre suas fachadas. Esta condição, somada altos níveis encontrados nos receptores críticos evidenciam a necessidade latente de que a gestão da poluição sonora faça parte do planejamento urbano assim como é realizado por mais de 20 anos nos países da União Européia.

Assim sendo, é de grande importância a existência de uma ação permanente, interdisciplinar e técnica considerando a complexidade dos cenários acústicos que o ambiente urbano apresenta, com o objetivo de tornar a cidade um ambiente mais sustentável diante do prognóstico de crescimento populacional no futuro.

Considera-se importante para complementar a pesquisa a estimativa do quantitativo da população exposta ao ruído em questão para poder determinar a porcentagem de pessoas altamente incomodadas e, com base nisso, propor um conjunto de medidas que mitigem o incômodo produzido pelo ruído, principalmente em escolas e hospitais da área.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Perda auditiva induzida por ruído (PAIR)**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde. 2006.
- CALIXTO, A. **O ruído gerado pelo tráfego de veículos em “rodovias-grandes avenidas” situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba: analisado sob parâmetros acústicos objetivos e seu impacto ambiental**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002.
- ENIZ, A. Oliveira. **Poluição Sonora em escolas do Distrito Federal**. Tese de Mestrado, Universidade Católica de Brasília, 2004.
- LACERDA, Adriana Bender Moreira *et al.* Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 2, 2005.
- DIRECTIVE, E. “Directive 2002/49/EC of the European parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise”, **Official Journal of the European Communities**, L, v. 189, n. 18.07, pp. 2002, 2002.
- FIEDLER, P. E. K. **Poluição Sonora nos eixos estruturais de transporte da cidade de Curitiba – PR**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2013.
- GERGES, S. N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. Florianópolis: NR Editora. 2000.
- GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Bookman, 1998.
- GUEDES, I. C. M.; BERTOLI, S. R. Mapa Acústico como ferramenta de avaliação de ruído de tráfego veicular em Aracajú – Brasil. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 40-51, jul./dez. 2014.
- HAMMER, M.S.; SWINBURN, T. K.; NEITZEL, R. L. Environmental noise pollution in the Unites States: developing aneffective public health response. **Environ Health Perspect**. 122: 115-119. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307272>.
- KANG, J. **Urban sound environment**. 1a edição. Taylor and Francis. New York, 2007.
- LOPES, F. P. **Indicadores para avaliação de aspectos de sustentabilidade ambiental, social e econômica – estudos em indústrias do setor eletroeletrônico da grande Curitiba**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2013.
- MARDONES, M. D. M. **Mapeamento dos níveis de ruído em Copacabana, Rio de Janeiro, através de simulação computacional**. Dissertação de mestrado. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009.
- SOUZA, R. B. E. **O som nosso de cada dia: uma análise de comportamento da acústica urbana a partir de modificações na forma urbana**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
- SOUZA FILHO, J. J. **Avaliação do ruído urbano na cidade de Campo Grande-MS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012.



UN-HABITAT - United Nations Human Settlements Programme. **State of the world's cities 2008/2009: Harmonious Cities**. London: Earthscan; Nairobi, 2008. Disponível em: <<https://unhabitat.org/books/state-of-the-worlds-cities-20082009-harmonious-cities-2/>>. Acesso em: 09 abril 2018.

VILLELA, R. L. D. A. Valoração do custo social do ruído ambiental de sistemas de transporte, **In: XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC**. Brasília. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for community noise**. Edited by Birgitta Berghund, Thomas Lindvall, Dietrich H. Schela. 1999. Disponível em: <<http://www.who.int/iris/handle/10665/66217>>. Acesso em: 07 abril 2018.

ZAJARKIEWICCH, D. F. B. **Poluição Sonora: principais fontes. Aspectos jurídicos e técnicos**. Dissertação de Mestrado. São Paulo. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2010.