



7 e 8 Novembro 2012

UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA A REALIZAÇÃO DE MAPEAMENTO SONORO

Mariene Benutti Giunta¹

Léa Cristina Lucas de Souza²

Marcia Thais Suriano³

Eliane Viviani⁴

RESUMO

No Brasil, em geral, não há grandes preocupações com o ambiente sonoro no meio urbano, havendo necessidade de serem ampliados os estudos sobre o tema, como medidas preventivas e ações corretivas dentro do planejamento urbano. A utilização de mapeamentos sonoros no contexto urbano têm se mostrado promissor na quantificação de ruído, na avaliação da exposição da população, no desenvolvimento de cenários futuros através de modelagens e simulações, na identificação das áreas de conflito e na análise das soluções. Nesse sentido, este estudo aborda um mapeamento sonoro preliminar através de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), buscando identificar áreas de maior conflito de uma cidade de médio porte no interior do estado de São Paulo, a cidade de São Carlos. Para isso foi selecionada uma área da cidade com maior diversidade de uso e ocupação do solo, bem como na altura dos edifícios. Nela foram selecionados 48 pontos em vias urbanas, posicionados em meio de quadras, para a coleta de dados acústicos e também de fluxo de tráfego. As coletas foram feitas em dias de semana (terça, quarta e quinta-feira) e em horários de pico, das 7h às 8h, das 12h às 13h e ainda das 18h às 19h. Todos os dados foram inseridos no SIG, utilizando-se do software ArcGis10. Explorando-se as potencialidades e ferramentas desse software, foi mapeado o ruído urbano da área de estudo, procurando efetuar uma análise com base nos dados coletados e levantamentos da caracterização do local. Os resultados indicaram que existem muitos pontos que estão acima das condições de aceitabilidade estabelecidas por normas técnicas. A ferramenta mostrou-se promissora para os estudos na área, no sentido de facilitar o entendimento da distribuição espacial do ruído na cidade.

Palavras-chave: Mapeamento de ruído, SIG, Poluição sonora.

¹ Mestrando, Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PPGEU, marigiunta@hotmail.com

² Prof. Dr., Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Departamento de Engenharia Civil-DEC, leacrist@ufscar.br

³ Dr^a., Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Departamento de Engenharia Civil-DECiv, marcia_suriano@yahoo.com.br

⁴ Prof^a. Dr^a., Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Departamento de Engenharia Civil-DECiv, e.viviani@ufscar.br

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre o ambiente sonoro urbano no Brasil ainda são poucos, havendo necessidade de serem tomadas providências com relação a medidas preventivas e ações corretivas dentro do planejamento urbano. A falta de uma cultura de prevenção do ruído leva ainda à necessidade de divulgação para a comunidade sobre a exposição ao ambiente sonoro, para que haja maior conscientização sobre a problemática.

A poluição sonora é considerada não apenas um dos problemas ambientais mais comuns estando em segundo lugar entre os estressores ambientais, mas também uma ameaça para a saúde pública, afetando a qualidade de vida dos cidadãos e degradando o meio ambiente (WHO, 2011).

O incômodo dos ruídos pode acarretar efeitos nocivos à saúde, ao sossego e à segurança do homem, acarretando tanto problemas físicos como psicológicos. Dentre os problemas físicos causados pelo ruído, destacam-se: distúrbio no sono, distúrbio gástrico, alteração da capacidade auditiva, dor de cabeça, tonturas e distúrbios hormonais. Nos problemas psicológicos, podem-se apontar: perda de concentração, perda de reflexos, irritação permanente, perturbação do sono, sensação de insegurança, cansaço, nervosismo e interferência na capacidade de aprendizagem das crianças (WHO, 1999; BISTAFA, 2011).

Hoje, são estudadas e aplicadas formas de melhorar acusticamente o ambiente das residências, edifícios, indústrias e outras edificações, isolando-os do meio externo, pois muitas soluções construtivas ainda apresentam um baixo desempenho acústico. A melhoria acústica dos ambientes construídos, embora seja necessária, implica em um custo para o isolamento acústico muitas vezes elevado. Por isso os níveis sonoros do ambiente externo acaba, por vezes, sendo desconsiderado, intensificando-se e tornando-se difícil de controlar, o que afeta diretamente os ambientes internos.

Neste contexto, torna-se importante que a preocupação com o ambiente sonoro ultrapasse os limites físicos das edificações, estendendo-a aos espaços externos, públicos ou privados, pois o conforto no interior do edifício está condicionado às características acústicas do entorno próximo (NIEMEYER et al., 2005).

No âmbito da cidade, a geometria urbana e o desenho urbano são fatores de extrema influência no ambiente sonoro, devido às volumetrias das edificações, às alturas diferenciadas, aos cheios e aos vazios, às distâncias, aos recuos e à malha viária interferindo diretamente na propagação sonora (GUEDES; BERTOLI, 2005).

Em função de todas essas influências, o planejamento urbano é um fator de grande importância nas questões da poluição sonora, podendo muitas vezes evitar ou minimizar os níveis de ruído a partir de decisões de projeto ou de leis.

A problemática do ruído não é mais apenas característica das cidades grandes, pois as cidades de médio porte já convivem diariamente com essa dificuldade. Isso pode ser verificado em algumas pesquisas do interior paulista, como por exemplo, no estudo de Costa e Lourenço (2011) para Sorocaba-SP, que apresentou apenas 7,3% da área estudada abaixo de 60 dB(A); ou ainda no trabalho de Brito e Sinder (2009) para Taubaté-SP, para a qual todos os pontos levantados ficaram acima da norma, estando entre 60 a 79 dB(A); entre outras pesquisas.

Apesar de já poderem ser detectados problemas acústicos graves, as cidades de médio e pequeno porte assumem um papel fundamental, pois apresentam um potencial mais propício ao tratamento preventivo dos ruídos do que as grandes cidades. Isso possibilita melhores condições para que índices mais adequados de qualidade de vida urbana sejam atingidos.

Uma maneira de fazer isso é a utilização do mapeamento de ruído do contexto urbano, para avaliar os níveis sonoros e sua distribuição espacial, porém os mapas sonoros ainda não são amplamente difundidos no Brasil, sendo a aplicação mais frequente no meio acadêmico.

O mapeamento de ruído permite, além da quantificação de ruído, a avaliação da exposição da população, o desenvolvimento de cenários futuros através de modelagens e simulações, a

identificação das áreas de conflito e a análise das soluções (SANTOS E VALADO, 2004). Também auxilia no controle da evolução no tempo da situação sonora e a verificação se as ações realizadas foram eficazes (MARDONES, 2009).

Através da aplicação de ferramentas de um Sistema de Informação Geográfica, este trabalho aborda um mapeamento sonoro preliminar de um recorte de uma cidade de médio porte, que não possui base de dados de ruído para avaliação. Constitui-se em, portanto, na primeira etapa de uma pesquisa mais ampla, objetivando-se o primeiro reconhecimento acústico da área.

2. ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA

O estudo de caso foi realizado no município de São Carlos, localizado no centro geográfico do Estado de São Paulo (figura 1). Sua população é de 219.865 habitantes (IBGE, 2010), com área total do município de 1.137,303 km², sendo a área urbana de 6% da área total e a área urbana ocupada de 33 km² (PMSC, 2004).

Foi realizado um recorte na região central compreendendo a principal avenida que, por sua vez, caracteriza-se como um corredor de ligação, cortando toda a cidade. Esta área se delimita por uma parte do campus da Universidade de São Paulo (USP) e a rodoviária da cidade e também por sua formação topográfica, ficando entre dois fundos de vales.

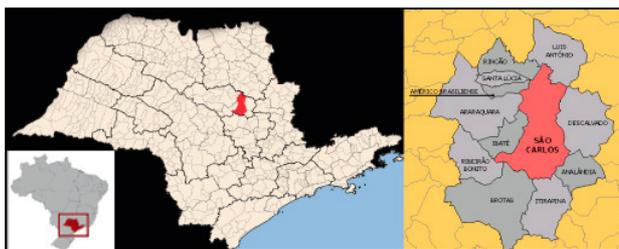


Figura 1. Localização da cidade de São Carlos.

Fonte: Adaptado da Prefeitura Municipal de São Carlos (2004).

A região em estudo possui característica de uso misto, com diversas atividades possuindo edifícios residenciais, escolas, igrejas, hospital, comércios e serviços, gerando zonas de conflitos entre uso do solo e sua característica acústica. A área ainda possui incentivo para maior ocupação de uso residencial para manter a diversificação dos usos nessa região, bem como instrumentos urbanísticos para que haja maior índice de aproveitamento. Ainda se caracteriza por um centro linear formado pela Avenida São Carlos e suas ruas paralelas, que configuram um importante pólo de atração de viagens.

Dentro da delimitação da área foram selecionados 48 pontos de referências para a realização das coletas de dados, esse número foi obtido através do cálculo de 30% da área, separados nos dois eixos das vias e adicionaram-se alguns pontos complementares para melhor compreensão da área.

Em cada ponto foram coletadas medições do nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em A (LAeq), e os níveis estatísticos LA10, LA50 e LA90, que segundo Bistafa (2011), caracteriza os níveis de ruído de pico, os níveis medianos e os níveis de ruído de fundo respectivamente.

Também contabilizou-se em cada ponto o fluxo de veículos, simultaneamente com as medições sonoras, levantou-se as quantidades e composição do tráfego, diferenciando-os em leves, pesados (ônibus e caminhões) e motocicletas.

Os horários de medição foram em horários considerados de pico, sendo das 7h às 8h (período da manhã), das 12h às 13h (período do início da tarde) e das 18h às 19h (período do fim da tarde), em dias de semana (terças, quartas e quintas-feiras), excluindo os finais de semanas e feriados, por apresentarem diferenças na dinâmica da cidade.

O equipamento utilizado para a medição de pressão sonora foi da Brüel & Kjær, tipo Hand-Held Analyser 2250-L, classificado como tipo 1 de precisão. Nele foi acoplado um protetor de vento ao microfone, para minimizar interferências causadas por ventos. O aparelho foi configurado com as especificações para medições externas de ruído ambiental, utilizando o circuito de compensação em A com ponderação em tempo de resposta lenta (Slow).

O tempo de duração de cada medição nos pontos foi de 5 minutos em cada faixa de horário. Afastado de superfícies refletoras, conforme as normas brasileiras (NBR 10.151:2000) solicitam, no mínimo 2,0 m de paredes e 1,2 m do chão.

Para maior conhecimento da área, um levantamento físico também foi realizado para identificação da largura da via e passeios, tipo de pavimentação, altura de edifícios, forma de ocupação dos edifícios, uso e ocupação do solo, vegetação relevante e topografia (altitudes, latitudes e longitudes).

Esses levantamentos foram realizados através de visitas ao local e também com recurso de visualização do Google Earth por acesso online, além de sua sobreposição com plantas cadastrais e topográficas obtidas através da Prefeitura Municipal de São Carlos e Plano Diretor do Município.

Para a realização dos mapas de ruídos utilizou-se um SIG (Sistema de Informação Geográfica), com o uso do programa computacional ArcGIS 10, nele foram incorporados os dados de níveis sonoros e de tráfego, utilizou-se a ferramenta estatística Spline para o nível LAeq interpolando os valores coletados e extrapolando para o restante da área. Para o tráfego de veículos as vias foram consideradas como Isolinhas e foi atribuído um peso para cada segmento de acordo com seu fluxo.

3. RESULTADOS

Com os dados coletados em campo, foi realizada a tabela 1, que descreve a média dos dados de LAeq, LA10, LA50, LA90 e o fluxo veicular, para cada faixa horária do dia.

Tabela 1 – Média dos valores coletados

	Manhã	Início da tarde	Fim da tarde
LAeq (dB)	68,67	68,18	68,40
LA10 (dB)	71,74	71,16	71,16
LA50 (dB)	56,35	62,85	63,41
LA90 (dB)	63,47	55,40	56,94
Fluxo Veicular (unid.)	40,85	54,87	56,27

A Tabela 1 mostra que os valores de LAeq para os três períodos de medições são muito similares entre si. Chegam à média de 68 dB, já superando os 55 dB recomendada pela NBR 10.151:2000 para zonas mista, preferencialmente residencial no período diurno, indicando que os pedestres estão sujeitos a níveis sonoros acima da aceitabilidade.

Foi encontrada a mesma semelhança no parâmetro estatístico LA10 em que foi registrado valor médio de 71 dB para os três horários de picos de medição. Isto significa que o ruído é muito intrusivo nos períodos e, geralmente, é proveniente de motocicletas e ônibus.

As diferenças entre os valores dos períodos são notados pelos parâmetros estatísticos LA50 e LA90. É possível verificar que o período da manhã tem o menor valor LA50 e o maior valor de LA90. Em relação aos demais períodos, os valores de LA50 e LA90 são similares em magnitude, devido à semelhança do fluxo veicular, enquanto que o período da manhã possui fluxo de veículos menor.

Em todos os parâmetros sonoros, a média foi acima de 55 dB, mostrando mais uma vez o conflito com a saúde dos pedestres. Considerando LA10 e LA90, é possível verificar que as diferenças mais altas são apresentadas no período do início da tarde e fim da tarde. Esta é uma indicação de que os ruídos intrusivos nesses momentos são mais preocupantes do que o do período da manhã. Enquanto que, o período da manhã apresentou maior ruído residual (LA90), o que pode minimizar a influência desse ruído intrusivo.

Com o auxílio do SIG, foram realizados histogramas (figura 2, 3 e 4) de forma a complementar os mapeamentos, facilitando o entendimento das concentrações dos níveis de ruído.

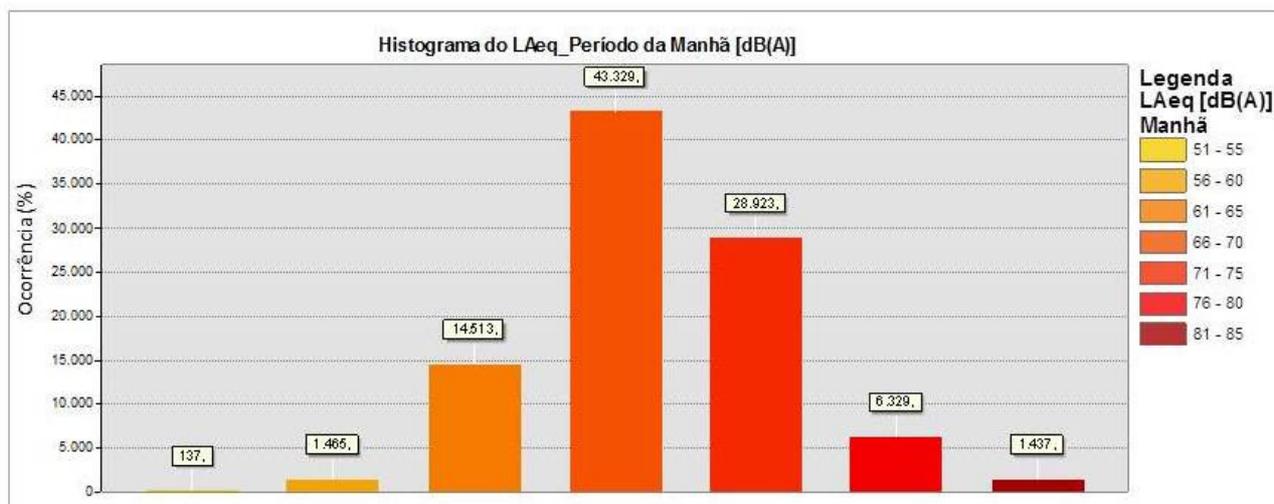


Figura 2 Histograma dos níveis de ruído para o período de pico da manhã.

O histograma da manhã (Figura 2) mostra que praticamente todos os pontos estão acima da recomendação dos níveis de aceitabilidade para este tipo de região, com exceção de menos de 1%. Mais de 80% dos pontos de medição apresentaram valores acima de 65 dB. A gama de 66 a 70 dB é o maior, o que corresponde a mais de 40% dos pontos. Neste período, ainda foi encontrado 1,5% dos pontos no intervalo de 81 a 85 dB e cerca de 6% na faixa de 76 a 80 dB. Assim, embora as médias apresentadas na Tabela 1 mostre que as diferenças de LA10 e LA90 nesse período são os mais baixos, este período foi responsável pelo maior valor de todos os períodos.

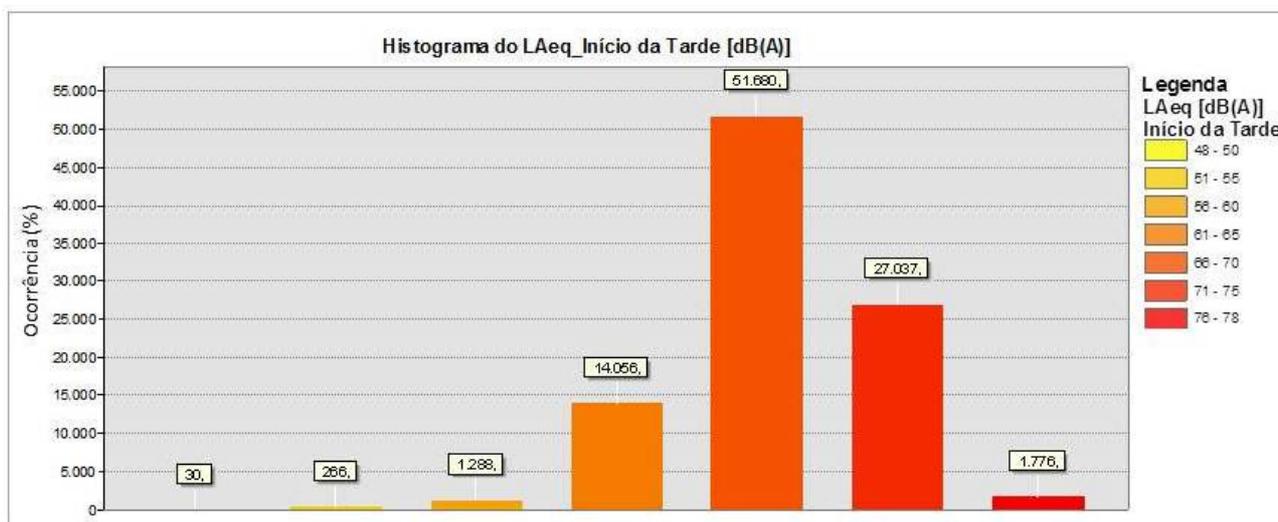


Figura 3 Histograma dos níveis de ruído para o período de pico da tarde.

Na análise do histograma do início da tarde, na Figura 3, há alguns pontos ainda dentro dos limites aceitáveis pela norma. Porém a gama de 66 a 75 dB ainda é predominante, atingindo 51% dos pontos, e com uma pequena porcentagem dos níveis máximos atingindo a faixa de 76 a 78 dB.

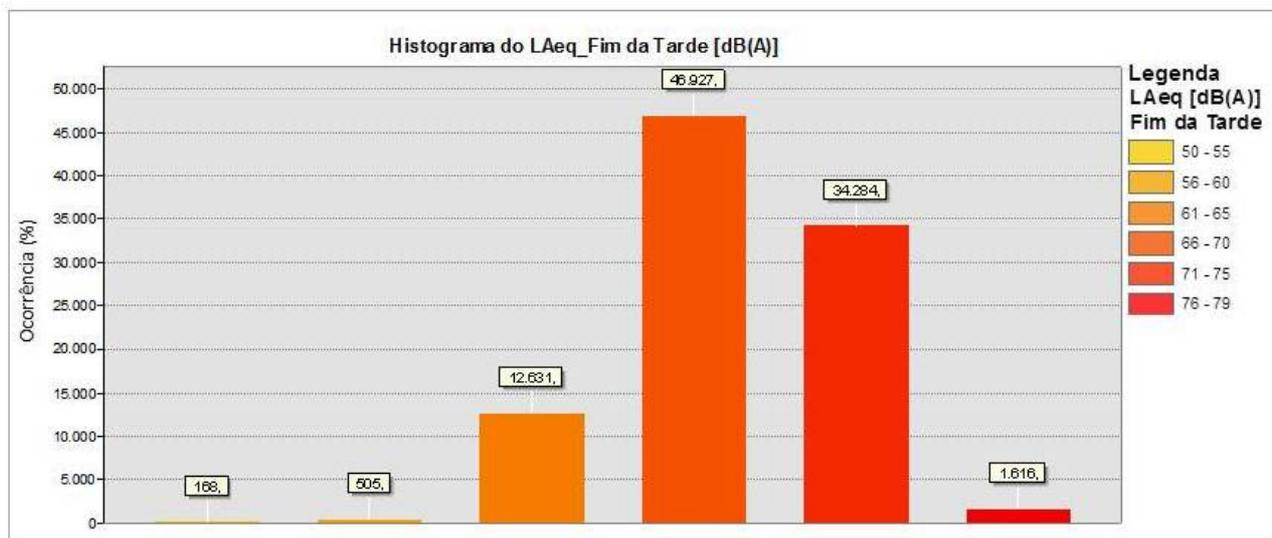


Figura 4 Histograma dos níveis de ruído para o período de pico da tarde.

No histograma do fim do tarde (Figura 4), mais de 80% dos pontos estão acima de 60 dB. Além disso, a faixa de 71 a 75 dB se destaca dos outros períodos, alcançando quase 35% de ocorrência e mantendo-se estável os 45% da faixa de 66 a 70 dB.

Com a distribuição espacial dos níveis de ruído coletados, tem-se a representação do mapeamento preliminar da área nas Figuras 5, 6 e 7, que auxiliam na análise visual dos conflitos e facilita o entendimento juntamente com o cruzamento de dados do fluxo de veículos.

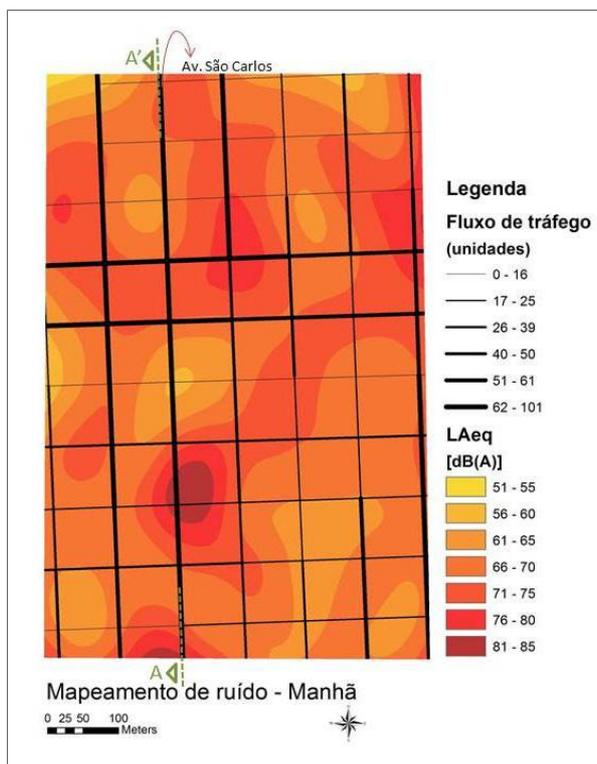


Figura 5 Isolinas de ruído e fluxo de tráfego no período de pico da manhã

A Figura 5, que representa o mapeamento da hora pico do período da manhã, mostra uma concentração dos ruídos mais altos juntamente com os maiores fluxos de veículos. Há um ponto em destaque que possui o maior nível de ruído localizado na avenida que também representa o maior fluxo de veículos. Esta é a principal avenida que cruza a área de estudo, a qual mantém o mesmo fluxo veicular ao longo dela. Neste ponto estão os níveis entre 81 a 85 dB. A topografia possui grande diferença de nível altimétrico variando 32 metros de altitude do ponto mais baixo ao mais alto e os veículos têm fluxo em um movimento ascendente (Figura 8). Nesta mesma avenida, quando há o cruzamento de uma rua transversal que apresenta o menor fluxo veicular, foi registrado o nível de ruído menos intenso.

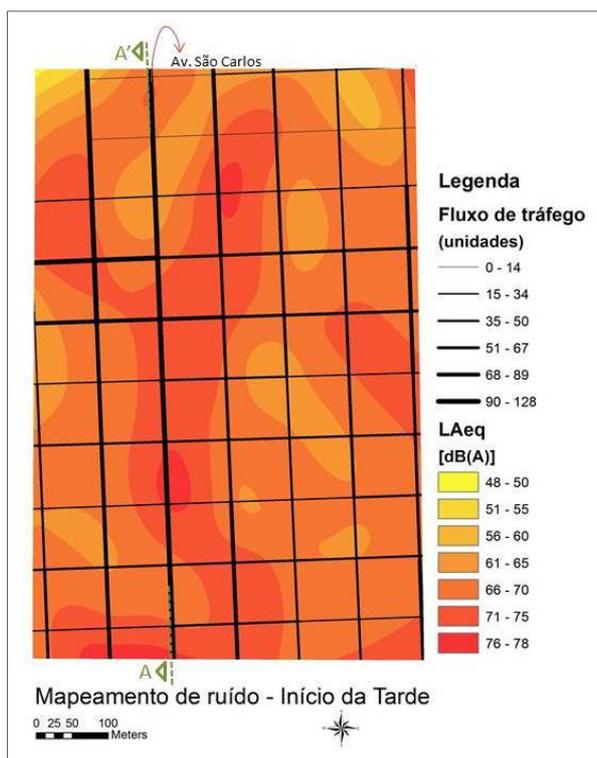


Figura 6 Isolinhas de ruído e fluxo de tráfego no período de pico início da tarde

O mapa na Figura 6 representa o período do início da tarde, revelando um ambiente acústico mais homogêneo do que da manhã. Existe uma expansão espacial das faixas 71 a 75 dB. Este mapa é especialmente útil para tornar clara a análise dos histogramas. No histograma a quantificação não poderia expressar essa tendência espacial que o mapa faz. Embora de uma forma muito simples e visual, o mapa mostra que a avenida é um núcleo importante que determina as condições acústicas dos arredores.

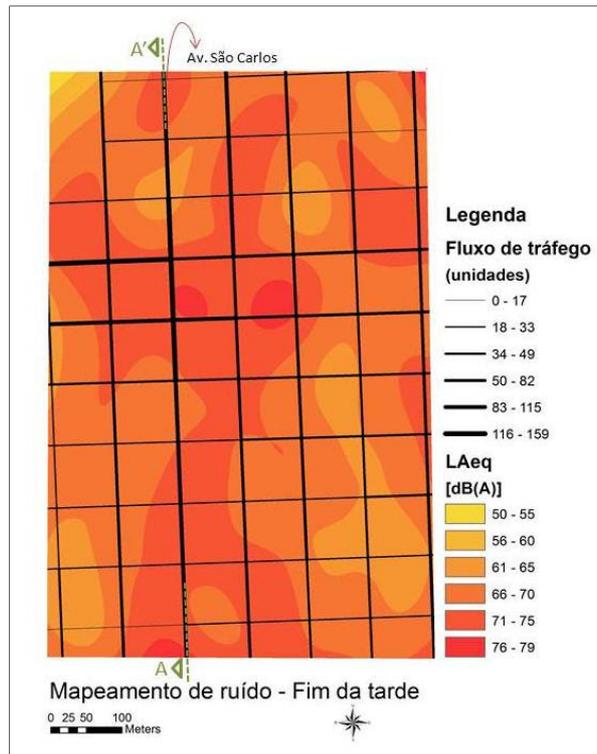


Figura 7 Isolinhas de ruído e fluxo de tráfego no período de pico fim da tarde

Na figura 7, o mapa mostra que na hora de pico do fim da tarde, a área também apresenta condições acima do limite aceitável pela norma. As isolinhas indicam um ambiente similar entre os períodos da tarde, não apenas nos níveis de ruído, mas nas tendências e no fluxo veicular.

Detalhando o perfil topográfico da avenida principal, que apresentou o ambiente mais desfavorável para os pedestres, a Figura 8 representa a sua declividade.

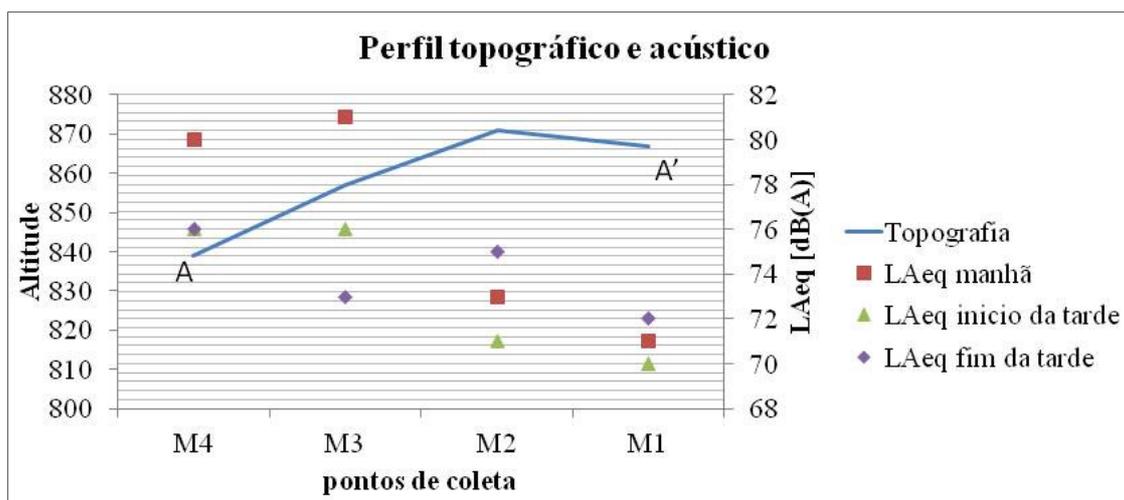


Figura 8 Perfil A e A' do terreno da avenida principal e os pontos de coleta (M1 a M4)

É possível observar que os níveis mais altos de ruído estão relacionados com um ponto médio da altitude. Possivelmente isto pode ocorrer com a mudança de velocidade dos veículos, devido à posição ascendente na inclinação, o fluxo se dá do ponto A em direção A'. Comparando com a condição na qual ele possui inclinação descendente, os níveis são sempre superiores na parte ascendente.

Levando-se em conta todos os dados de ruído e da configuração da área de estudo discutidos acima, é possível perceber a fragilidade acústica desta região. Não são apenas os conflitos para os pedestres, mas a incompatibilidade do planejamento que incentiva a intensificação do seu uso residencial.

4. CONCLUSÃO

Em geral, os níveis de ruído atingiram níveis maiores que os recomendados pelas normas técnicas e, assim, os resultados mostram que os pedestres são submetidos a níveis acústicos excessivos na área de estudo.

A topografia da área de estudo mostrou ter influência significativa sobre o ruído produzido pelos veículos, revelando que a direção dos fluxos de veículos na subida pode causar grandes diferenças em relação às condições na descida.

Para o uma análise acústica mais superficial, o ambiente SIG pode ser uma ferramenta promissora para a visualização espacial do ambiente acústico. Mesmo com a aplicação de um tratamento simplificado de interpolação, já foi possível identificar tendências na fração urbana analisada, evidenciando as áreas onde os pedestres estão sujeitos a conflitos e indicando pontos a serem estudados mais detalhadamente.

Como a área de estudo foi apenas uma pequena parte da cidade é importante uma abordagem mais ampliada em pesquisas futuras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo suporte técnico e financeiro no desenvolvimento das várias etapas dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.151**: Avaliação do nível do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro. 2000.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. Blucher, 2a edição. São Paulo. 2011.

BRITO, Luiz Antonio P. F. de; SINDER, Vanessa. Determinação do nível de pressão sonora das principais vias públicas da região central de Taubaté. In: X Encontro Nacional e V Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2009, Natal. **Anais do X ENCAC e V ELACAC**. Natal, 2009.

COSTA, S. B.; LOURENÇO, R. W. Geoprocessing applied to the assessment of environmental noise: a case study in the city of Sorocaba, São Paulo, Brazil. In: **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 172. p 329 -337. 2011.

GUEDES, Ítalo César Montalvão; BERTOLI, Stelamaris Rolla. Forma urbana: Um indicativo de sua influência no ambiente sonoro no bairro Jardins em Aracaju (SE). In: VIII Encontro Nacional no IV Ambiente Construído e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais ENCAC**. Maceió, 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico**. 2010.

MARDONES, M. D. M. **Mapeamento dos níveis de ruído em Copacabana, Rio de Janeiro, através de simulação computacional**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

NIEMEYER, Maria Lygia; PORTO, Maria Maia; LIMA, Paulo Rodrigues. Qualidade térmica e acústica em ruas do bairro de São Cristóvão, Rio de Janeiro. In: VIII Encontro Nacional no IV Ambiente Construído e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais ENCAC**. Maceió, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL SÃO CARLOS. **Plano Diretor de São Carlos**. 2004.

SANTOS, L. C.;VALADO, F.. O Mapa de Ruído Municipal como Ferramenta de Planejamento. In: **Anais Acustica 2004**. Guimarães – Portugal. 2004.

WHO. (World Health Organization). **Guidelines for Community**. London, United Kingdom, 1999.

WHO. (World Health Organization). **Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe**. Copenhagen, 2011. Disponível em: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888.pdf. Acessado em 09 de setembro de 2012.