
SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA COMO MEIO DE IDENTIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO LOCAIS NO CENTRO URBANO DE MARINGÁ/PR

Erivelto Alves Prudencio¹
Paulo Fernando Soares²
Roney Berti de Oliveira³
Vanderly Janeiro⁴

Resumo: Neste trabalho, foram analisados 12 pontos referentes aos níveis de ruído de tráfego na área urbana, na porção central do município de Maringá-PR. Os dados foram coletados no período matutino e tratados para obtenção dos níveis de pressão sonora L10, L90, bem como o Traffic Noise Index (TNI). A partir destes dados, obteve-se através da análise estatística o comportamento das variáveis mais explicativas para carro, moto, caminhão e ônibus. Em seguida foi analisada distribuição espacial pelo método da Krigagem, utilizando os softwares SPRING e SURFER 10, dos níveis de ruído durante o intervalo de tempo avaliado conforme a Norma Técnica NBR 10.151 (2000). As informações obtidas através da análise dos dois níveis de ruído, bem como do índice, permitiu comparar as regiões de maior concentração de comércio e serviços com áreas de parques na região de estudo. Desta forma, foi possível verificar que, durante os cinco minutos de medição, a população está exposta 100% do tempo a ruídos acima do definido como permitido.

Palavras-chave: Ruído de tráfego, mapa de ruído e sistema de informação geográfica.

Geographic information system as a means of identification of noise levels in local urban center Maringá/PR

Abstract: In this study, 12 points relating to traffic noise levels in urban areas, in the central portion of the city of Maringá - PR were analyzed. Data were collected in the morning and treated to obtain the sound pressure levels L10, L90, and the Traffic Noise Index (TNI). From these data, it was found through statistical analysis of the behavior of the explanatory variables for car, motorcycle, truck and bus. Then spatial distribution was analyzed by Kriging method using the SPRING and SURFER 10, noise levels software during the evaluated period as Technical Standard NBR 10.151 (2000). The information obtained from the analysis of the two noise levels, as well as the index, allowed comparing the regions with the highest concentration of trade and services with parkland in the study region. Thus, we found that during the five minutes measurement, the population is 100 % of the time exposed to noise above the set as allowed.

¹ Mestrando do Departamento de Engenharia Civil - Engenharia Urbana. Especialista em Georreferenciamento. Bacharel em Geografia Universidade Estadual de Maringá. E-mail: erivelto.geo@gmail.com

² Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Maringá. Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Professor associado da Universidade Estadual de Maringá. E-mail: paulofoares@gmail.com

³ Graduação em Agronomia. Mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá. Doutorado pela Universidade Estadual de Maringá. Professor da Universidade Estadual de Maringá no Departamento de Engenharia Civil. E-mail: roneyberti@yahoo.com.br

⁴ Graduação em Matemática pela Universidade Estadual de Maringá. mestrado em Ciências da Computação e Matemática Computacional pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Estatística e Experimentação Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Professor assistente da Universidade Estadual de Maringá. E-mail: vjaneiro@uem.br

Key-words: *Traffic noise, noise map and geographical information system.*

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento humano tem gerado ambientes contaminados por ruídos que influenciam na qualidade de vida de diversas populações, principalmente aqueles relacionados ao tráfego das cidades (MORILLAS et al, 2010, p. 760).

Isto se deve, em parte, ao número crescente da população, bem como do uso de veículos destinados às diversas modalidades de trabalho, estudos ou mesmo passeio (ZANNIN, et al, p. 521).

Para Spanolo (1977, p. 201), o tráfego é sem dúvida uma das mais sérias fontes de ruídos no meio comunitário e tem sido, conforme Kumar (1994, p. 57), o ruído gerado por estas fontes se tornou uma importante área de estudo juntamente com outras formas de poluição insidente na qualidade do meio ambiente.

Há diversos estudos realizados cujo objetivo de caracterizar as condições acústicas de diferentes cidades relacionados a fontes de ruído, níveis de contaminação de ruído, bem como os efeitos psicológicos e fisiológicos da exposição ao ruídos na vida das pessoas (MORILLAS, et. al, 2002, p. 1062).

Um estudo tendo como elemento trabalhadores que se deslocavam por transporte coletivo na cidade de Teerã, no Irã, aponta que o ruído relacionado a este transporte afetava não apenas aqueles que se utilizavam do serviço, mas também afetava a qualidade de vida de todos aqueles que estavam expostos ao referido ruído (ALIMOHAMMADI, et al., 2009, p. 25).

Isto posto, o presente trabalho intenta revelar os fatores que relacionam os níveis de ruído L10 e L90 e *Traffic Noise Index* (TNI) a possíveis incômodos gerados pelo nível de ruído do trânsito na porção central do município de Maringá, Paraná.

REVISÃO DE LITERATURA

O ruído e as comunidades urbanas

Desde o início da história, o processo de aglomeração urbana esteve diretamente relacionado ao progresso em geral e à acústica (SOUZA et al, 2010).

A autora afirma ainda, que a importância prática do estudo de ruído urbano ocorre quando este estudo é feito integrando aspectos da emissão com os da imissão sonora, ou seja, avaliando níveis de ruído emitidos pelas fontes e os níveis recebidos pelas pessoas expostas ao ruído em estudo.

O ruído é um problema de grandes proporções para a maioria das populações residentes em centros urbanos e o número de moradores afetados aumentará nos próximos anos (BROWN, 1986, p. 24).

Numa sociedade em que a maior parte das atividades humanas produz sons, populações expostas a elevados níveis de pressão sonora podem sofrer algum tipo de morbidade, como esgotamento psíquico e fisiológico, irritabilidade ou mesmo problemas auditivos (Sapata, 2010, p. 1). O estudo dos níveis de ruído para um determinado local é muito importante pois nos dias atuais, há uma grande exposição de parcela da população a estas incomodidades e, portanto, sujeito aos efeitos diversos à saúde (CALIXTO, 2002).

Para Cantieri *et al.* (2009), as fontes de pressão sonora, presentes nas ruas oriundas do tráfego, de obras, indústrias, etc, podem causar alterações comportamentais e orgânicas nos seres humanos.

Com relação estritamente ao tráfego veicular, muitos estudos apontam este tema como central para definir como uma das maiores fontes de poluição sonora, como afirma (SOUZA FILHO, 2012), e conseqüentemente, uma das principais fontes de doenças em seres humanos.

Níveis de incomodidade e legislação vigente para os níveis de pressão sonora

Um estudo realizado por Kurra *et al* (p. 276, 1999), utilizando como fontes de ruído o tráfego veicular e o tráfego de aviões, encontrou dados de percepção dos níveis de incômodo maiores e mais significativos do que pelo tipo de ruído, ou seja, os níveis de ruído causam maiores níveis de incomodidade do que sua fonte.

Morihara *et al*, realizou estudos de níveis de incomodidade gerado por ruído de tráfego originado de uma estrada de ferro nas cidades japonesas de Hokkaido e Kyushu, analisando as distâncias das residências e a estrada de ferro. Após esta análise, comparam os mesmos dados obtidos nas cidades japonesas com uma cidade da Alemanha.

Os resultados obtidos por Morihara mostraram que em média, entre as cidades japonesas estudadas, estas não apresentam diferenças significativas de distanciamento entre as residências e a estrada de ferro. Porém, comparando-se com a cidade da Alemanha, surgiram diferenças significativas. As cidades japonesas distam em média 43m de distância enquanto na Alemanha, distam em média 90m de distância.

No caso desta pesquisa de Morihara, não foram encontrados diferenças significativas para o incômodo por causa da distância. Também não foram diferentes os níveis de incômodo apresentado pelo tempo de exposição ao ruído nas cidades estudadas.

Conforme Sousa, et al (2010), a Organização Mundial da Saúde apresenta relatório mostrando que um nível de ruído equivalente a 50 dB(A) pode perturbar, porém, o organismo adapta-se facilmente a ele. A partir de 55 dB(A), aumenta a possibilidade de stresse leve acompanhado de desconforto.

A NBR 10151 estabelece parâmetros para determinação de níveis exigíveis de aceitabilidade do ruído, independente da ocorrência de reclamações, tais como níveis de conforto e que servem como critério avaliativo de medição para ambientes externos, o nível de pressão sonora de 60 dB(A) em áreas mistas, com vocação comercial e administrativa e a Lei Complementar nº 218/98, traz parâmetros de níveis de ruído permitidos na área urbana da cidade de Maringá – Pr, cujo valor de conforto refere-se igualmente à NBR 10151, que estabelece os mesmo nível de intensidade sonora (NIS), de 60 dB(A).

Para casos onde haja reclamações, a mesma norma estabelece que as medições devam ser efetuadas nas condições e locais indicados pelo reclamante, conforme os itens da referida NBR.

Mapeamento de ruído em ambientes urbanos

Definir um padrão espacial do ruído gerado no ambiente de regiões metropolitanas e cidades, bem como definir suas características acústicas, o mapeamento do comportamento destas informações torna-se importante para a avaliação do impacto, a fim de estabelecer políticas públicas de redução ou prevenção dos efeitos perigosos de níveis elevados do ruído (KOO, et al., 2011, p. 544).

O conceito de mapas de ruído vem sendo desenvolvido por muitos anos e pesquisadores, pois o ruído de tráfego tem se mostrado, nos centros urbanos, uma das fontes principais de ruído nestes ambientes. (TSAI, et al, 2008, p. 964.).

Para este planejamento local e global, os mapas tem servido como ferramentas para obtenção de apoio popular em financiamentos de projetos para redução de ruído, bem como feito com que a população seja incluída na discussão e compreensão dos projetos de planejamento (KLAEBOE, et al, 2006, p. 621).

Koo (2011), afirma que a visualização do nível de ruído do tráfego com o auxílio da ferramenta de mapeamento ajuda a entender a relação o nível de ruído e as características do tráfego, tais como veículos, velocidade e composição.

Desta forma, a Europa tem realizado trabalhos de mapeamento do ruído no intuito de fornecer informações relevantes para a aplicação de ações de planejamento urbano local e também planejamento global (KLAEBOE, et al, 2006, p. 620).

O mapeamento tem também servido para identificação e caracterização da população exposta a ruídos intensos de tráfego, o que torna fundamental às avaliações de correlação dos níveis sonoros com comunidades expostas ou em estudos, a fim de construir um plano estratégico de mitigação dos impactos em áreas metropolitanas. (KOO, 2011, p. 544)

METODOLOGIA

Localização da área de estudo e obtenção dos dados de campo

A área de estudo situa-se na cidade de Maringá, no Paraná, Terceiro Planalto Paranaense, entre as coordenadas geográficas 23º 24' 52" a 23º 25' 40" de latitude Sul e 51º 55' 55" a 51º 56' 40" de longitude Oeste. Abrange uma superfície aproximada de 6.800 m² e refere-se à Zona 1 do município, área de consolidação urbana, central, com predomínio das atividades comerciais e de serviços.

A medição ocorreu no dia 27 de Novembro de 2012, no período da manhã, com início as 9 horas e 16 minutos, terminando as 11 horas e 46 minutos.

Para obtenção dos níveis de ruído na área de estudo, utilizou-se o equipamento DL 4200 da ICEL, e o ordenamento dos pontos de medição seguiu quatro pontos em três avenidas distintas, na seguinte sequência: 1. av. João Paulino Vieira Filho, esquinas com av. Duque de

Caxias, av. Herval e av. São Paulo; 2. Av. Brasil, esquinas com av. Herval, av. Duque de Caxias e av. Paraná; e 3. Av. Tiradentes esquinas com av. Paraná, av. Duque de Caxias, av. Herval e av. São Paulo, portanto 4 pontos em cada sequência totalizando 12 pontos, conforme figura 1.

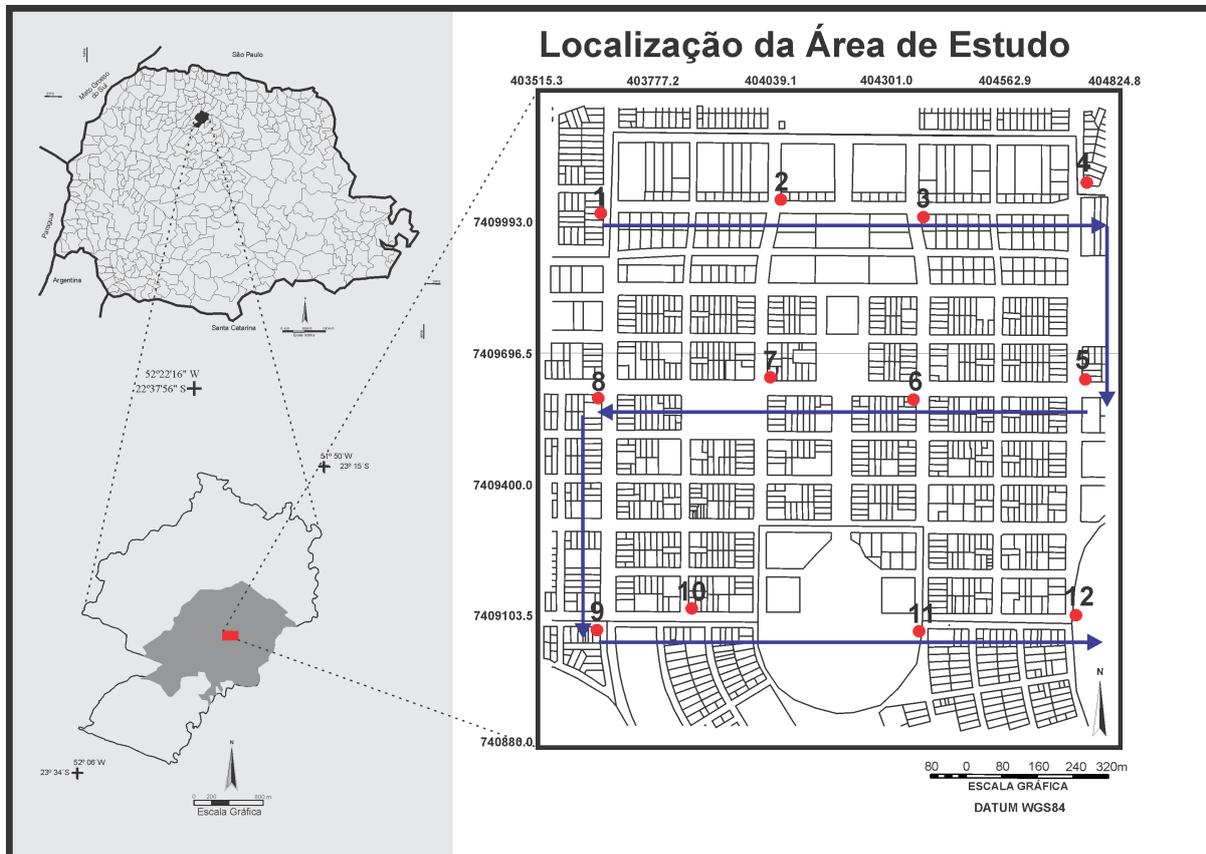


Figura 1. Localização da área de estudo e pontos de observação na cidade de Maringá-PR.
Fonte: AUTOR (2012).

Os Níveis de Intensidade de Ruído foram capturados pelo equipamento durante 5 minutos conforme a Norma NBR 10.151 (2000), onde o medidor sonoro foi posicionado a 1 metro e 20 centímetros de altura em relação ao piso, e aproximadamente 7 metros do centro da via na frequência de 30 a 130 dB(A), para os doze pontos de medição.

Juntamente ao equipamento de medição de ruídos sonoros, efetuamos a gravação em vídeo, no tempo da medição para a contagem de veículos (carros, motos, caminhão e ônibus).

Obtenção dos dados e tratamento estatístico

Os dados coletados foram submetidos ao cálculo dos índices estatísticos, os quais foram dispostos em uma planilha, onde foram ordenados os níveis de intensidade sonora (NIS) em formato crescente e posteriormente foi utilizado a Equação 1, para o cálculo dos índices estatísticos (L_{10} e L_{90}):

$$L_i = L_{\left[100 - \left(\frac{m-1}{N}\right) \times 100\right]} \quad \text{Equação 1:}$$

Onde:

m: a ordem de ocorrência (medição);

N: total de ocorrência (medições).

Para obter os níveis de ruídos e verificar possíveis níveis de incômodo ao ser humano, analisou-se dados de L_{10} , L_{90} que são os níveis estatísticos de estudo dos ruídos gerados pelo tráfego, que se configuram nos níveis excedidos, respectivamente, em 10% e 90% do tempo de medição em área externa. Analisou-se também o Traffic Noise Index (TNI), para os 12 pontos medidos, para avaliar, no tempo medido, os níveis de exposição ao ruído no locais estudados.

O tratamento estatístico foi realizado para identificar qual a fonte sonora de tráfego contribui para um maior nível de ruído sonoro. Este procedimento se deu a partir do software Tinn-R (R), versão 2.3.7.3, o qual permitiu identificar correlações entre os valores obtidos para L_{10} e L_{90} para os níveis de incomodidade relacionadas ao tráfego, bem como encontrar a variável mais explicativa para o registro dos níveis de ruído acima do permitido pela legislação, bem como do comportamento geral dos registros L_{10} e L_{90} .

O método adotado foi o de Regressão Linear, com nível de significância de 5%, o qual permitiu a análise do comportamento da variável mais explicativa (carro, moto, caminhão e ônibus) para os níveis de ruído em estudo.

Cartas de ruído

As cartas de ruído foram elaboradas utilizando software aplicado ao Sistema de Informação Geográfica, SPRING, versão 5.06, a partir do recorte da área de estudos e inserção dos pontos com valores de cotas registrados para os níveis L_{10} e L_{90} , bem como TNI.

Estes dados receberam tratamento de geração de uma grade retangular, com interpolador padrão do software SPRING (média ponderada/cota/quadrante) entre os 12 pontos medidos de média ponderada/cota/quadrante. Este interpolador realiza a mesma função de interpolação cujo valor de cota de cada ponto da grade é calculado a partir da média ponderada das cotas dos 8 vizinhos mais próximos a este ponto. Porém atribui-se pesos variados para cada ponto amostrado através de uma função que considera a distância do ponto cotado ao ponto da grade. Utiliza a cota da isolinha mais próxima e além da restrição de quadrante, existe a restrição de número limitado de amostras por valor de elevação, não permite amostras com cotas repetidas. É recomendado quando as amostras são do tipo isolinhas (SPRING, 1996).

Assim, foi possível estabelecer uma grade retangular de dados espaciais no SPRING, para obtenção de valores vizinhos

Após este procedimento, os valores da grade retangular gerada foram exportadas no formato Surfer XYZ para elaboração das cartas de ruído *L10* e *L90* e TNI.

DISCUSÃO DOS RESULTADOS

Variáveis explicativas

Após a obtenção dos dados, apresentou-se os índices *L10* e *L90* e TNI, bem como os dados de volume de tráfego, conforme tabela 1.

Tabela 1. Dados obtidos em campo (níveis de ruído e número e tipos de veículos).

Ponto	L10	L90	TNI	Carro	Moto	Caminhão	Ônibus
1	73.3	62.3	76.3	134	35	5	0
2	73.4	63.7	72.5	124	37	5	1
3	70.6	60.3	71.5	152	37	4	1
4	70.8	61.0	70.2	133	32	8	2
5	73.4	60.9	80.9	167	41	9	0
6	74.0	63.6	75.2	182	52	3	3
7	72.8	62.8	72.8	211	58	5	1
8	73.0	64.6	68.2	182	49	5	1
9	70.6	61.6	67.6	179	38	2	0
10	69.8	60.1	68.9	171	29	2	0
11	69.8	59.7	70.1	161	26	3	3
12	71.6	61.4	72.2	194	38	5	0

A partir destes dados foram feitas as observações de correlação para as variáveis explicativas carro, moto, caminhão e ônibus, as quais as primeiras se mostraram com maior índice de variação explicativa para os níveis L_{10} e L_{90} e tiveram o seguinte comportamento.

Para conhecer o comportamento dos dados e encontrar as variáveis mais explicativas, utilizou-se o software R para aplicação da técnica estatística.

Portanto, abaixo segue os resultados obtidos das variáveis explicativas:

Para L_{10} :

Modelo de regressão linear:

$$L_{10} = B_0 + B_1 * \text{carro} + B_2 * \text{moto} + B_3 * \text{caminhão} + B_4 * \text{ônibus}$$

Tabela 1: Estimativas do modelo de regressão linear para nível de ruído L_{10}

Parâmetros	Estimativas	Erro padrão	Valor t	Valor p
B_0	70,61446	2,35500	29,985	<0,0000
B_1	-0,03392	0,01615	-2,100	0,0739
B_2	0,16947	0,04370	3,878	0,0061
B_3	0,08977	0,15678	0,573	0,5848
B_4	-0,14991	0,27472	-0,546	0,6022

$$R^2 = 0,7375$$

Considerando o nível de significância igual a 5%, moto é o que mais contribui para aumentar L_{10} , Tabela 1. A cada moto, acrescenta **0,16947** dB(A) no valor de L_{10} , no qual o modelo estatístico explica 73,75% da variabilidade dos dados. Os componentes carro, caminhão e ônibus não influenciaram significativamente no nível de ruído L_{10} .

Para L_{90} :

Modelo de regressão linear:

$$L_{90} = B_0 + B_1 * \text{carro} + B_2 * \text{moto} + B_3 * \text{caminhão} + B_4 * \text{ônibus}$$

Tabela 2: Estimativas do modelo de regressão linear para nível de ruído L_{90}

Parâmetros	Estimativas	Erro padrão	Valor t	Valor p
B_0	61,59024	2,51420	24,497	<0,0000
B_1	-0,03770	0,01725	-2,186	0,06505
B_2	0,18832	0,04666	4,036	0,00496
B_3	-0,17230	0,16738	-1,029	0,33755
B_4	-0,10824	0,29329	-0,369	0,72300

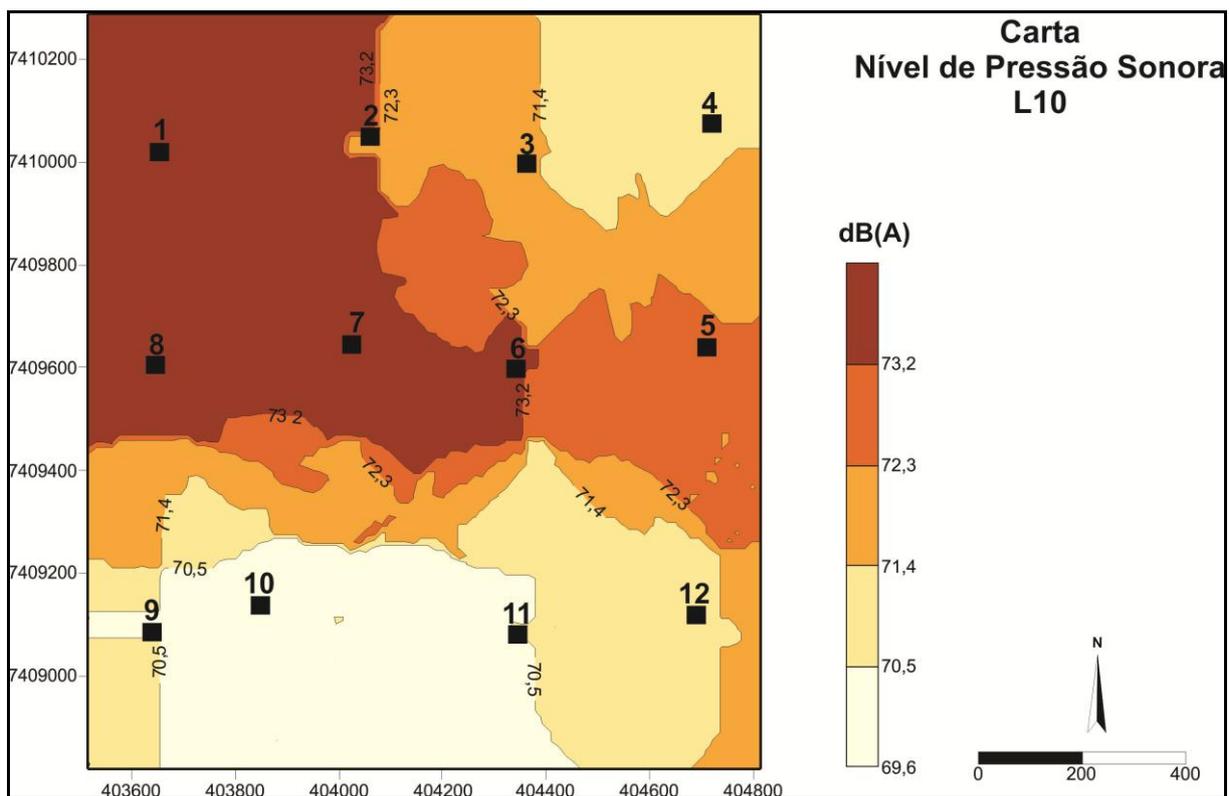
$$R^2 = 0,709$$

Considerando o nível de significância igual a 5%, moto é o que mais contribui para aumentar L10, Tabela 1. A cada moto, acrescenta 0,18832 dB(A) no valor de L90, no qual o modelo estatístico explica 70,90% da variabilidade dos dados. Os componentes carro, caminhão e ônibus não influenciaram significativamente no nível de ruído L90.

Cartas temáticas de ruído

As medidas de campo foram tratadas em mapas temáticos, que apresentaram os locais de maior incidência de níveis elevados e menos elevados para esta pesquisa.

Para L10 os dados apresentaram o seguinte comportamento: a área de maior nível de ruído de tráfego foi observado entre os pontos 1, 6, 7 e 8, para o período da manhã, com faixas entre 73 dB(A) com maiores registros de tráfego para os pontos 6, 8 e 7, onde localiza-se grande concentração de comércio e serviços, conforme figura 2.



Fonte: Autor (2012)

Os níveis mais baixos, foram observados na região entre os pontos 9, 10 e 11, locais onde há grande espaço livre devido à Catedral Metropolitana de Maringá, que abriga grande área para estacionamentos, parques e passagem de pedestres.

Comparando-se os valores mais baixos dos pontos 9, 10 e 11 obtidos e analisados para L_{10} , estes superam em 10,5 dB(A), o estabelecido na NBR 10151, bem como no que define a lei municipal 218/1997 do município de Maringá, que define nível de ruído máximo permitido de ruído a 60dB(A) no período matutino para Zona 01, centro da cidade.

Considerando-se os valores mais elevados registrados nos pontos 1, 6, 7 e 8, os valores aumentam 13 dB(A) em relação à norma técnica e à lei municipal para a zona central de Maringá.

Para L_{90} o ponto de maior registro é definido nos pontos 2 e 5, onde também ocorrem concentração dos pontos de comércio e de serviços.

Os menores níveis observados para a medida de ruído de fundo, verifica-se no pontos 11, região da Catedral Metropolitana Basílica Menor Nossa Senhora da Glória, o qual observa-se as mesmas características para L_{10} (Figura 3).

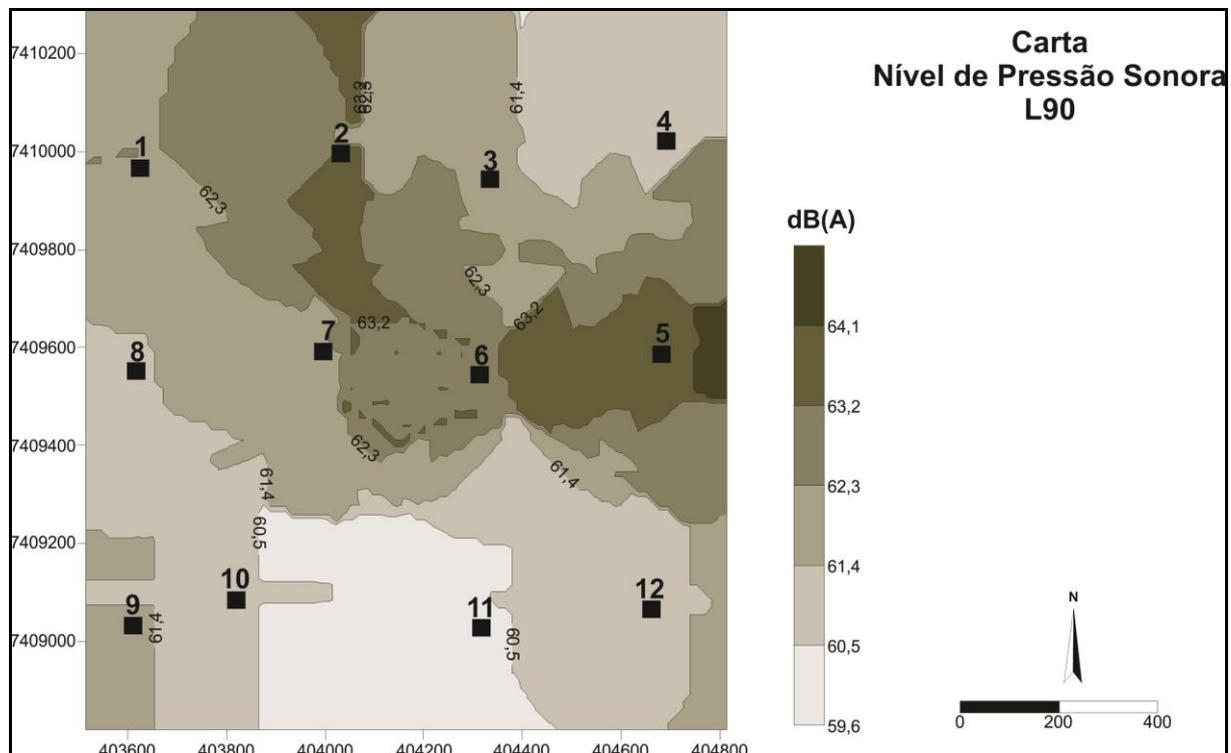


Figura 3. Carta de Nível de Pressão Sonora L_{90} e pontos de medição.

Fonte: Autor (2012).

Comparando-se os níveis de ruído de fundo em 90% do tempo de medição do volume de tráfego e ruído, os menores valores registrados enquadram-se na norma técnica, bem como na legislação municipal. Porém, há uma variação de 1dB(A) no limiar permitido para ruídos no ambiente.

Desta forma, os valores de pico registrados atingiram valores 5dB(A) acima do permitido pela norma técnica e pela legislação referente à zona central do município de Maringá-PR.

Os maiores índices de ruído de tráfego (TNI) observou-se no ponto 12, porém, a incidência nos pontos 4, 9, 10 e 11 configuram a maior tendência na variação do índice estudado, que onde há grande fluxo veicular.

No caso do ponto 12, este se caracteriza por ser um local de grande concentração de veículos.

A figura 4 demonstra o comportamento dos índices de ruído de tráfego (TNI) para a Zona 01, área central de Maringá-PR.

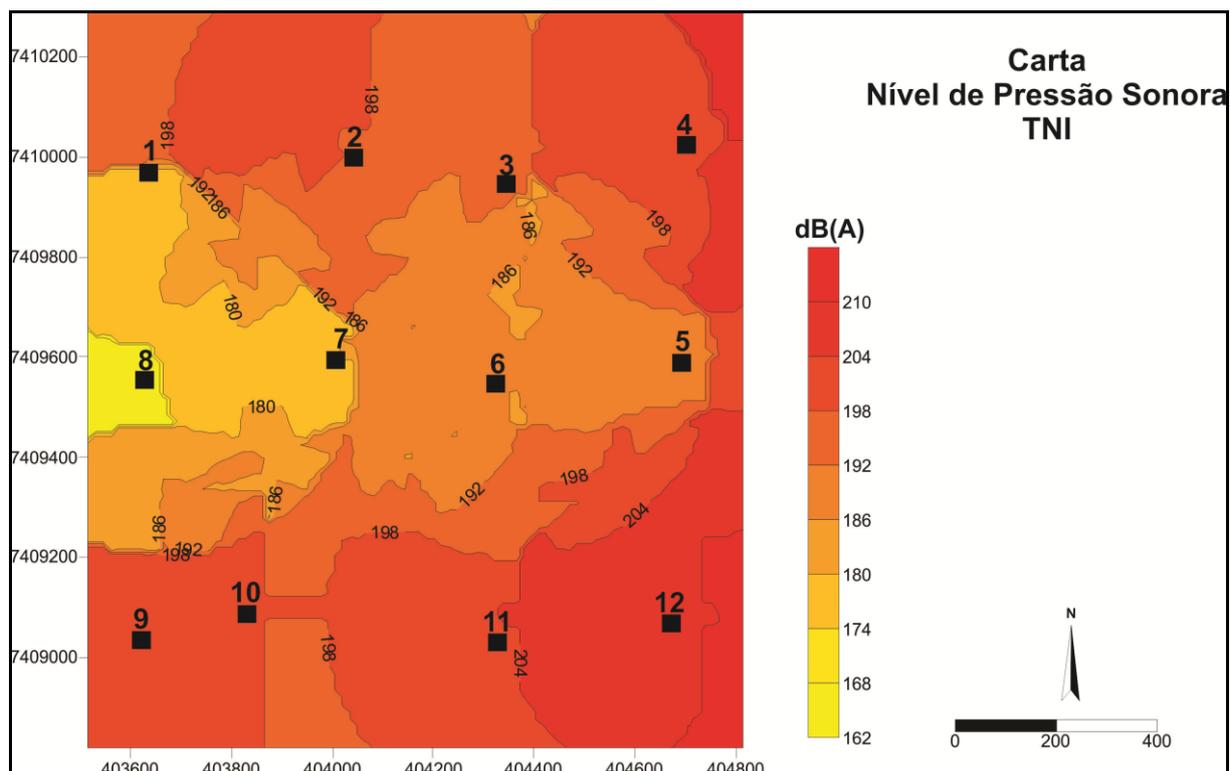


Figura 4. Carta de Nível de Pressão Sonora TNI e pontos de medição.
Fonte: Autor (2012).

A análise dos resultados revelaram que para os níveis *L10*, a pressão sonora expôs a população em 100% do tempo de medição (5 minutos) a ruídos entre 68 a 74 dB(A),

portanto, níveis superiores a 65 dB(A) definido como máximo pela NBR 10151, para áreas mistas com vocação comercial e administrativa.

Os níveis de ruído de fundo (*L90*), apresentaram valores amenos, definidos entre 58 a 65 dB(A), para o tempo e horários de medição, ficando abaixo da referida legislação.

O Índice de Ruído de Tráfego (TNI), identificou o ponto 8 como de maior nível de pressão sonora, indicando valores entre 162 e 210 dB(A).

Observando os mapas de ruídos (*L10*, *L90* e TNI), a av. Brasil apontou os maiores níveis de pressão sonora, local de grande concentração de tráfego devido ao comércio variado de vestuário, saúde, tecnologias (celulares, tablets, notebooks, etc.), bem como lojas de departamentos e de serviços como bancos, escritórios de contabilidade, imobiliárias, etc.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapa de ruído de tráfego elaborado em sistema de informação geográfica a partir da medição em doze pontos no centro da cidade de Maringá-PR., permitiu identificar nos pontos 6, 7 e 8, valores de impacto de ruído importantes se considerada a legislação definida pela NBR 10151.

Também ficou caracterizado que a fonte de ruído do motor das motos são os que mais influenciam para aumento do valor de ruído de pico e de fundo, respectivamente *L10* e *L90*.

Os níveis para *L10* apresentaram os valores maiores nos pontos relacionados à av. Brasil (5, 6, 7 e 8) pois os níveis de pressão sonora para o Índice de Ruído de Tráfego acompanharam esse comportamento com níveis acima de 74 dB(A). Na área de estudo pode-se verificar que o volume de tráfego de carros, motos e caminhões foram os pontos referentes à av. Brasil, que confirmaram os maiores níveis e índices nos quatro pontos localizados na referida avenida. Portanto, o volume de tráfego nesta faixa de medição, indica exposição de trabalhadores do comércio e de serviços a níveis de pressão sonora elevados e considerando o tempo de medição, durante 100% do tempo a população ficou exposta a níveis de pressão sonora que podem causar, ao longo do tempo, problemas relacionados à saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIMOHAMMADI, I.; NASSIRI, P.; AZKHOSH, M. HOSEINI, M. Factors affecting road traffic noise annoyance among White-collar employees working in Tehran. Iran Journal Environmental Health Science Eng. 2010, vol. 7, n. 1, p. 25-34.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151: **Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - procedimento**. Rio de Janeiro, 1999.

BROWN A. L.; LAM, K. C. Urban noise surveys. Applied Acoustics, 1987, n. 20, p. 23-29.

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. 2002. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá.

CANTIERI, E.; CATAI, R. E.; AGNOLETTI, R. A.; ZANQUETA, H. F. B.; CORDEIRO, A. D. Avaliação do ruído urbano no centro de Curitiba. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2009, Salvador, Brasil.

KLAEBOE, R.; ENGELIEN, E.; STEINNES, M. Context sensitive noise impact mapping. Applied Acoustics, 2006, n. 67, p. 620-642.

KO, J. H.; CHANG, S. I. Noise impact assessment by utilizing noise map and GIS: a case study in the city of Chungju, Republic of Korea. Applied Acoustics, 2011, n. 72, p. 544-550.

KUMAR, K.; Jain, V. K. **A study of noise in various modes of transport in Delhi**. Applied Acoustics, 1994, n. 43, p. 57-65.

KURRA, S.; MORIMOTO, M. e MAEKAWA, Z. I. **Transportation noise annoyance - a simulated-environment study for road, railway and aircraft noises, Part 1: overall annoyance**. Journal of Sound and Vibration, 220(2), p. 251-278, 1999.

MORIHARA, T.; SATO, T. e YANO, T. **Comparison of dose-response relationships between railway and road traffic noises: the moderating effect of distance**. Journal of Sound and Vibration. p. 559-565, 2004.

MORILLAS, J. M. B. Escobar V. Gómez, Sierra, J. A. M.; Vílchez-Gómez, R.; Carmona, J. T. **An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain.** *Applied Acoustics*, 2002, n. 63, p. 1061-1070.

MORILLAS J. M. B.; ESCOBAR, V. G.; CARMONA, J. T. SIERRA, J. A. M.; VÍLCHEZ-GÓMEZ, R.; DEL RIO, F. J. C. **Analysis of the prediction capacity of a categorization method for urban noise assessment.** *Applied Acoustics*, 2011, n. 72, p. 760-771.

SAPATA, A. M. A. **Monitoramento, modelagem e simulações dos impactos e efeitos do ruído de tráfego em trecho de cânio urbano da avenida Horácio Racanello da cidade de Maringá-PR.** 2010. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá.

SOUSA, L. H. C. D.; ZANQUETA, G. J. B.; JOHNSTON, G. H. e NASCIMENTO do, M. A. **Avaliação de ruído na região central de Maringá e Universidade Estadual de Maringá.** *Acta Scientiarum Technology*. Vol. 32, n. 1, p. 49-54, 2010.

SPAGNOLO, R; BENEDETTO, G. **Traffic noise survey of Turin, Italy.** *Applied Acoustics*, 1977, n. 10, p. 201-222.

TSAI, K. T.; LIN, M.D.; CHEN, Y.H. Noise mapping in urban environments: a Taiwan study. *Applied Acoustics*, 2009, n. 70, p. 964-972.

WANG, B.; KANG, J. Effects of urban morphology on the traffic noise distribution through noise mapping: a comparative study between UK and China. *Applied Acoustics*, 2011, n. 72, p. 556-568.

ZANNIN, P. H. T.; CALIXTO, A.; DINIZ, F. B.; FERREIRA, J. A.; SCHUHLLI, R. B. **Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba-PR.** *Revista Saúde Pública*, 2002, n. 36(4), p. 521-524.

Artigo recebido em 05/09/2013.

Artigo aceito em 09/12/2013.