

X-031 – AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO SONORA DE AMBIENTES INTERNOS E EXTERNOS DO CENTRO DA CIDADE DE SÃO CARLOS/SP

Elaine Schornobay⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Mestra em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutoranda em Hidráulica e Saneamento na EESC/USP.

Tatiane Tagino Comin

Licenciada em Química pelo Universidade Federal de São Carlos. Mestra em Engenharia Química Pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Doutoranda em Engenharia Química pela UFSCar.

Mônica Lopes Aguiar

Engenheira Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestra e Doutora Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Professora do Dpto. de Engenharia Química da UFSCar.

Wiclef Dymurgo Marra Júnior

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre e Doutor Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Professor do Dpto. de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

Endereço⁽¹⁾: Av. Trabalhador São Carlense, 400 - Centro – São Carlos - SP - CEP: 13566-590 - Brasil - Tel: (16) 3373-9280 - e-mail: eschor@gmail.br

RESUMO

Nas últimas décadas, a preocupação com a poluição sonora deixou de ser um problema restrito a ambientes de trabalho industriais, onde a causa é principalmente devido a utilização de equipamentos ruidosos nas plantas de processo. Em vários setores essa preocupação se tornou relevante, especialmente nos centros urbanos, devido ao aumento no número de veículos em circulação e ao barulho produzido pelo comércio em geral. Os problemas causados pela exposição à poluição sonora não são apenas os relacionados com o aparelho auditivo, como diminuição ou perda da audição, mas vão além, podendo provocar dificuldades de concentração, distúrbios do sono, estresse, aumento da pressão arterial, etc.. Este trabalho teve como objetivo avaliar os níveis de poluição sonora de pontos comerciais do centro da cidade de São Carlos/SP. A coleta de dados foi realizada de maneira simultânea nos ambientes internos e externos de quatro lojas da região central da cidade por um período de oito horas diárias, das 9h às 17h, simulando uma jornada de trabalho. Dois pontos estavam localizados de frente para vias de grande circulação de veículos e dois no calçadão da cidade (sem trânsito de veículos). Em todos os dias monitorados, os valores de ruído não apresentaram acordo com o padrão estabelecido pela NBR 10.151/2.000, de 50dB(A) e 60dB(A), respectivamente. Sendo que os valores externos ficaram entre 61dB(A) e 66,8dB(A), e para o ambiente interno os valores variaram de 53,9dB(A) a 63,6dB(A).

PALAVRAS-CHAVE: Poluição sonora, centros urbanos, ruído urbano.

INTRODUÇÃO

O incremento no número de pessoas e veículos circulando nas ruas, recentemente, levou a inserção de um novo tema de pesquisas ao currículo das universidades: a poluição sonora. O ruído, uma das consequências do desenvolvimento urbano diretamente associado ao avanço da tecnologia, juntamente com a poluição do ar, do solo e da água, constituem um grupo significativo de fatores de risco para a saúde humana (BARBOSA; CARDOSO, 2005). Em países com grandes problemas sociais, o estudo da poluição sonora não recebe a devida atenção. No Brasil, as poucas pesquisas relacionadas com o tema concentram-se principalmente nas grandes cidades.

O ruído é definido como um som indesejável e é conhecido como um risco a saúde humana há bastante tempo. No entanto, era considerado apenas em alguns ambientes, como o “chão de fábricas”, onde se observava os danos relacionados à perda da audição. Há alguns estudos citando o ruído fora do ambiente fabril, porém são escassos, sendo um exemplo Hay e Kemp (1972), que na década de 1970 apontaram a poluição sonora como sendo um dos fatores da diminuição do rendimento do trabalho em escritórios da Inglaterra e do País de Gales. Questionários aplicados a 729 ocupantes de escritórios, nesses países, identificaram o barulho do ar

condicionado, da rua e do próprio escritório (telefone tocando, pessoas conversando e o barulho das máquinas) como os maiores geradores de ruído.

De acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), ruído pode causar prejuízo à audição, interferir na comunicação, perturbar o sono, causar efeitos cardiovasculares e fisiológicos, reduzir o desempenho intelectual e causar mudanças no comportamento social. Passchier-Vermeer e Passchier (2000) afirmam em seu trabalho que há evidências científicas suficientes de que a exposição ao ruído pode induzir a perda da audição, causar hipertensão e doença cardíaca isquêmica, aborrecimento, distúrbios do sono e redução da concentração. Para outros efeitos, como mudança do sistema imune e malformações congênitas, as evidências ainda são limitadas.

Segundo Willich et al. (2006), o limite de 85dB por até 8 horas, sugerido pelo NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) é muito elevado e, níveis entre 60dB e 70dB seriam mais adequados. A necessidade de reavaliação dos limites de exposição ao ruído deve ser realizada, em particular, nos locais de trabalho. Por exemplo, o limite de exposição de 85dB nesses ambientes pode não causar danos à audição, se o trabalhador usar protetores auditivos, mas ele estará exposto aos efeitos não-auditivos causados pelo ruído, como um aumento dos níveis de adrenalina e cortisol no sangue, chamados de hormônios do *stress*, aumento da pressão arterial, etc. Outros trabalhos evidenciam os malefícios causados pela exposição a níveis elevados de ruído, demonstrando a importância do assunto e a necessidade de uma regulamentação adequada para a preservação da saúde (BELOJEVIC et al., 2008; ERLANDSSON et al., 2008; EVANS et al., 2001; MUZET, 2007; OMOKHODION; EKANEM; UCHENDU, 2008).

Muzet (2007) relata que estamos expostos a diferentes fontes de ruído, que dependem da atividade, localização e hora do dia. O ruído urbano, descartando-se emissões temporárias causadas principalmente por obras civis, shows e eventos artísticos, tem como principal fonte de emissão o tráfego de veículos, representado pelo barulho do motor, da fricção entre o veículo e o ar, entre pneus e superfície da estrada, e pela aceleração. No Brasil, o avanço da indústria automobilística, depois da década de 1950, levou ao incremento no número de veículos nas cidades, provocando um aumento progressivo dos níveis de poluição sonora e da poluição atmosférica.

Zannin, Diniz e Barbosa (2002) publicaram um estudo realizado na cidade de Curitiba. Observaram que a maior parte do ruído provinha dos veículos, e que 93,3% dos locais de monitorados apresentaram níveis maiores que 65dB(A), considerado o limite pela medicina preventiva. E, em 40,3% dos locais de amostragem, os níveis de ruído eram superiores a 75dB(A), valor considerado extremamente alto. Segundo Omokhodion, Ekanem e Uchendu (2008) em estudo relacionado a vários pontos em uma comunidade da Nigéria, o barulho da rua, comércio e circulação de veículos, está associado a perdas auditivas induzidas pelo ruído. A população dessas áreas analisadas está exposta a altos índices de ruído, com níveis variando de 89-99dB(A), níveis de ruído além dos aceitos para o limite de exposição ocupacional.

Petian (2008) realizou um estudo na população empregada na área central da cidade de São Paulo, incluindo 10 bairros. Foram analisados apenas estabelecimentos comerciais localizados no térreo das edificações e diretamente abertos para a via pública. A metodologia consistiu em um questionário, com algumas perguntas abertas, e a medição dos níveis de pressão sonora. O estudo identificou que a maioria dos trabalhadores, 57% dos entrevistados, achava o local de trabalho ruidoso, e para 34% esse ruído incomodava muito e interferia nas atividades, principalmente na comunicação e concentração. Quando questionados em o que os incomodava na cidade, o ruído apareceu em terceiro lugar, ficando atrás da violência e poluição do ar. As principais fontes de ruído citadas foram da rua, do tráfego e do próprio estabelecimento. Perda auditiva, estresse, irritabilidade, dor de cabeça e alterações no sono foram relacionadas ao ruído urbano. Os níveis de ruído alcançaram valores médios variando de 70,4dB(A) e 88,6dB(A), acima dos 60dB(A) recomendado pelas NBR 10.151/2.000 e NBR 10.152/1987.

O presente trabalho teve como objetivo analisar os níveis de poluição sonora em ambientes internos e externos de casas comerciais do centro da cidade de São Carlos/SP.

MATERIAIS E MÉTODOS

O local escolhido para a realização deste estudo é a área central da cidade de São Carlos, devido ao intenso fluxo de veículos e pessoas. Os pontos amostrais foram escolhidos, considerando-se a atividade de comércio

desenvolvida e a localização de cada um na região central. Ficou definido que as amostragens seriam realizadas em lojas que tivessem um mesmo objeto de comércio, assim, foram selecionados 4 pontos para amostragem em que era realizado o comércio de confecções de uma maneira geral (roupas, artigos de cama, mesa e banho). Dessa forma, dos quatro pontos selecionados, dois estavam alocados diretamente em frente a vias com grande circulação de veículos (P1 e P4) e os outros dois no calçadão de São Carlos (P2 e P3), onde há somente tráfego de pedestres, havendo tráfego de veículos apenas nas ruas transversais.

Para o monitoramento da poluição sonora foram utilizados medidores de nível de pressão sonora, modelo DEC-490 da marca *Instrutherm*, com escala de medição de 30 a 130 dB. O equipamento armazenava a sequência dos dados, assim um perfil do tempo amostrado pôde ser elaborado, sendo que, neste trabalho os dados foram armazenados a cada 30 segundos. A respeito do que diz a NBR-10151 de 2000 que norteia a realização das medições, o decibelímetro era mantido a 1 m de distância de qualquer superfície. Os dados de ruído foram coletados simultaneamente no ambiente interno e externo dos pontos amostrais, com exceção dos dias 07 e 08/11 em que os decibelímetros estavam sendo utilizados em outra pesquisa, e nos dias 26, 29 e 30/11 em que o decibelímetro do ambiente interno apresentou problemas.



Figura 1: Localização dos pontos amostrais

RESULTADOS

Os dados de poluição sonora foram coletados de maneira simultânea nos ambientes interno e externo. A Figura 2 apresenta um gráfico do comportamento típico ao longo de um dia de coleta (24/11/2011). Neste dia, a medição foi realizada no P1, sendo a média do ambiente externo de 66,3dB(A) e do ambiente interno de 58,3dB(A). A variação que ocorreu no ambiente externo apresentou maior amplitude e atingiu picos mais elevados de ruído. As linhas contínuas do gráfico representam o limite da NBR 10.151/2.000, que determina o nível máximo de 60dB(A) para o ambiente externo e de 50dB(A) para o ambiente interno, em áreas mistas com vocação comercial e administrativa. Como pode ser observado no gráfico, ao longo do dia em ambos os ambientes toda a variação que ocorreu foi acima dos limites estabelecidos pela NBR 10.151/2.000.

A Figura 3 apresenta os níveis médios de ruído nos ambientes interno e externo para cada ponto de coleta. É possível visualizar que nos 4 pontos os níveis médios de poluição sonora se apresentaram superiores no ambiente externo, isto é atribuído às movimentações regulares de um centro de cidade, circulação de veículos, carros de som e grande volume de pessoas circulando nas calçadas. No P1 foi encontrado o valor médio de poluição sonora externo mais elevado, este ponto amostral estava localizado na via de maior movimento da

cidade, com grande tráfego de veículos, incluindo todos os ônibus de transporte urbano coletivo que circulam no sentido Sul- Norte de São Carlos. Para a poluição sonora interna, o P4 apresentou o maior valor, isto ocorreu por causa da localização do ponto amostral no interior do ambiente. O P4 era situado mais próximo à saída do que ao interior da loja, diferentemente dos outros pontos, por isso também apresenta a menor variação entre os valores médios de poluição sonora interna e externo. Os outros 3 pontos internos eram próximos aos locais de pagamento das lojas, ou seja, aos caixas. Dessa forma esses pontos ficavam mais no interior das lojas, sofrendo uma influência externa menor que o P4.

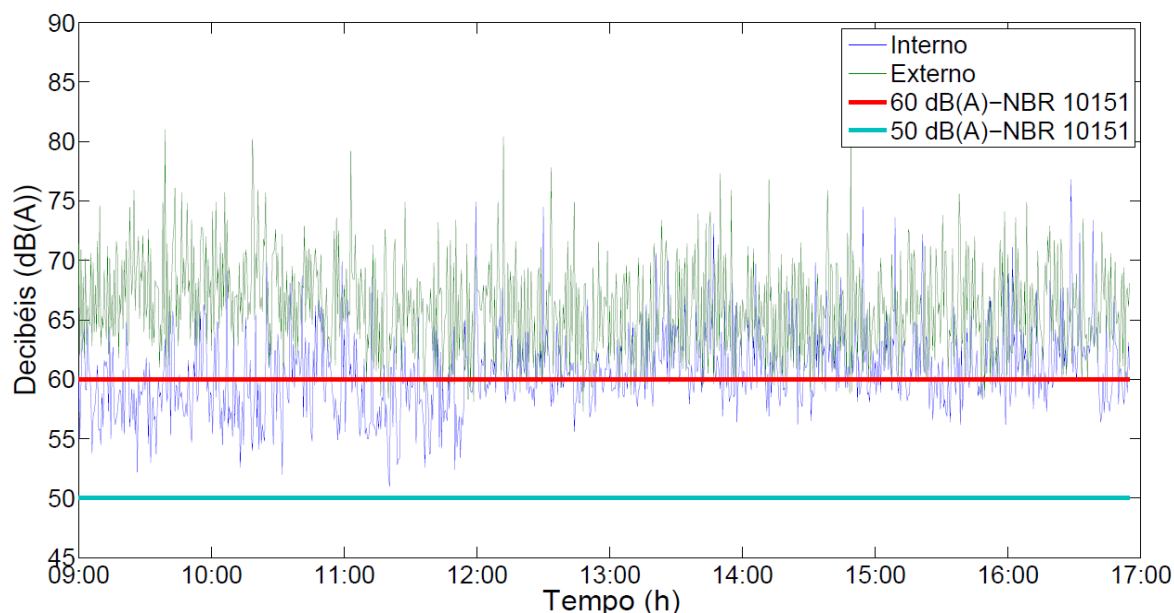


Figura 2: Níveis de ruído ao longo do dia 24/11/2011.

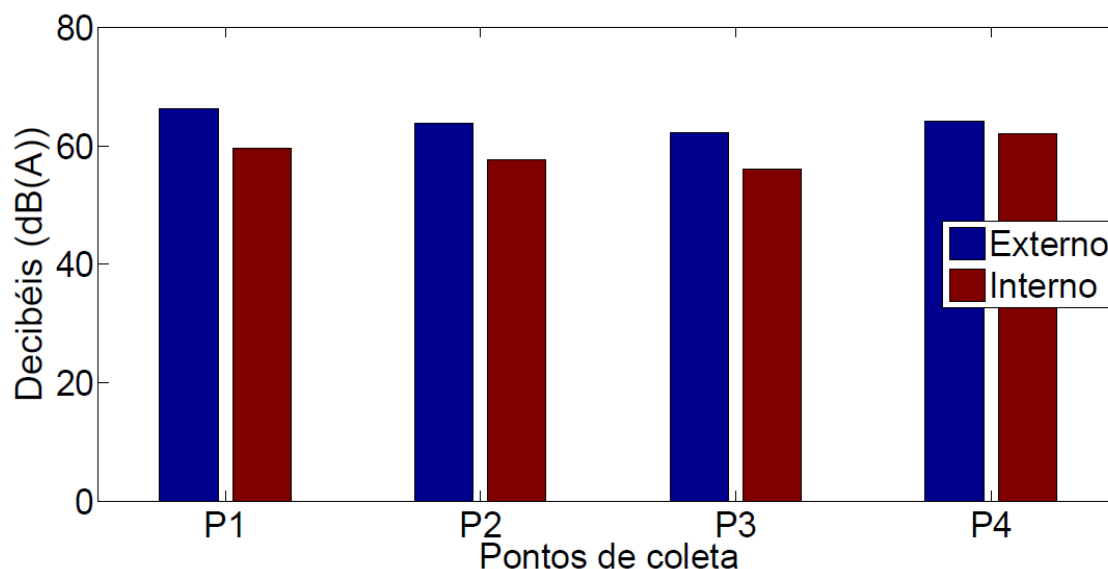


Figura 3: Níveis médios de ruído por ponto de coleta.

A Tabela 1 apresenta os valores de média, desvio padrão e o índice I/E para todos os dias de coleta. Em nenhum dos dias amostrados os valores internos e externos de poluição sonora apresentaram acordo com a NBR 10151/2000. Para o ambiente externo o menor valor médio encontrado foi de 61 dB(A) no P2 (17/11/2011) e o maior valor médio de 66,8 no P1 (28/10/2011), sendo que o limite da NBR é de 60 dB(A). Para o ambiente interno, o menor valor médio foi de 53,9 dB(A) no P3 (20/07/2011), e a maior média foi de

63,6 dB(A) no P4 (01/12/2011), sendo o limite de 50 dB(A). A relação I/E variou de 0,83 à 0,99, portanto em nenhuma amostragem a média diária interna superou a externa. O P4 apresentou os valores da relação mais próximos a 1, indicando que neste ponto houveram as menores diferenças entre os níveis de poluição sonora interno e externo. Como já mencionado anteriormente, isto ocorre devido à localização do ponto amostral interno, que sofre uma influência grande da poluição sonora externa. O P1 apresentou os valores mais baixos da relação I/E, indicando que, neste ponto estão presentes as maiores diferenças entre os níveis de poluição sonora interna e externa. Isto ocorre porque os valores externos deste ponto são os mais elevados dos 4 pontos de coleta.

Tabela 1 – Média e desvio padrão para cada coleta de ruído.

Ponto de coleta	Data da coleta	Média (dB(A))		Desvio Padrão		Índice I/E
		I	E	I	E	
P1	19/07	54,7	65,8	4,86	5,31	0,83
	27/10	58,3	66,3	3,88	4,85	0,88
	28/10	59,8	66,8	2,95	4,22	0,89
	23/11	59,8	65,8	3,62	4,48	0,91
	24/11	60,7	66,1	3,41	4,02	0,92
P2	25/07	56,3	61,3	3,59	3,50	0,92
	17/11	56,3	61,0	3,51	3,57	0,92
	18/11	56,9	63,4	3,39	4,17	0,90
	25/11	59,8	65,0	2,78	3,59	0,92
	26/11	-	66,0	-	4,23	-
P3	20/07	53,9	64,4	5,58	2,88	0,84
	28/11	-	62,7	-	3,10	-
	29/11	56,0	61,7	4,30	2,79	0,91
P4	21/07	59,0	62,8	4,65	6,07	0,94
	21/11	59,7	63,6	3,83	5,20	0,94
	22/11	62,7	63,4	2,93	5,23	0,99
	30/11	-	64,0	-	5,30	-
	01/12	63,6	65,4	2,99	4,76	0,97

Como apresentado, o maior valor médio encontrado para o ambiente externo foi de 66,8dB(A) e para o interno de 63,6dB(A). No entanto, ao longo do dia de medição ocorreram valores mais elevados, chegando próximo a 85dB(A) no ambiente interno e a 90dB(A) no ambiente externo. Esses valores que podem ser chamados de *outliers*, foram devido principalmente à passagem de veículos mais barulhentos, buzinas, carros com volume de som alto, etc. As Figuras 4 e 5 apresentam os gráficos de *boxplot* dos níveis de poluição sonora interno e externo, respectivamente. O gráfico de *boxplot* apresenta uma sensibilidade em capturar e apresentar os valores de *outliers*, e os valores de mediana são representados pela linha no centro da caixa. No caso deste trabalho, os valores de *outliers* devem ser considerados, já que não são valores errôneos e sim picos de ruído.

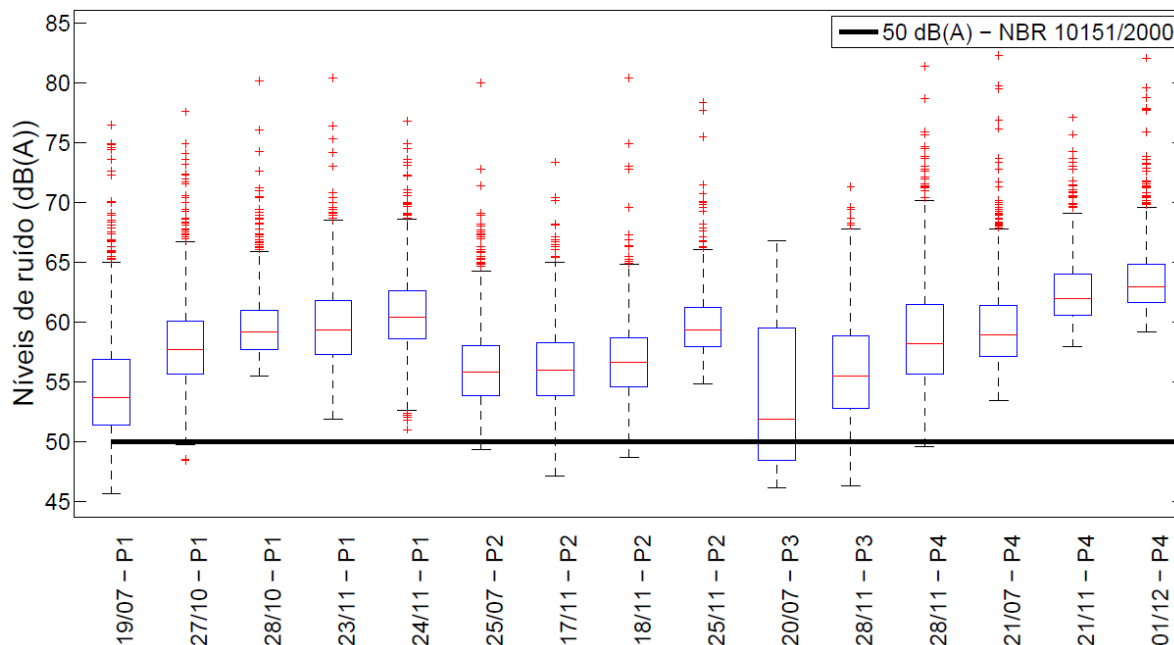


Figura 4: Gráfico em *boxplot* dos níveis de poluição sonora para o ambiente interno

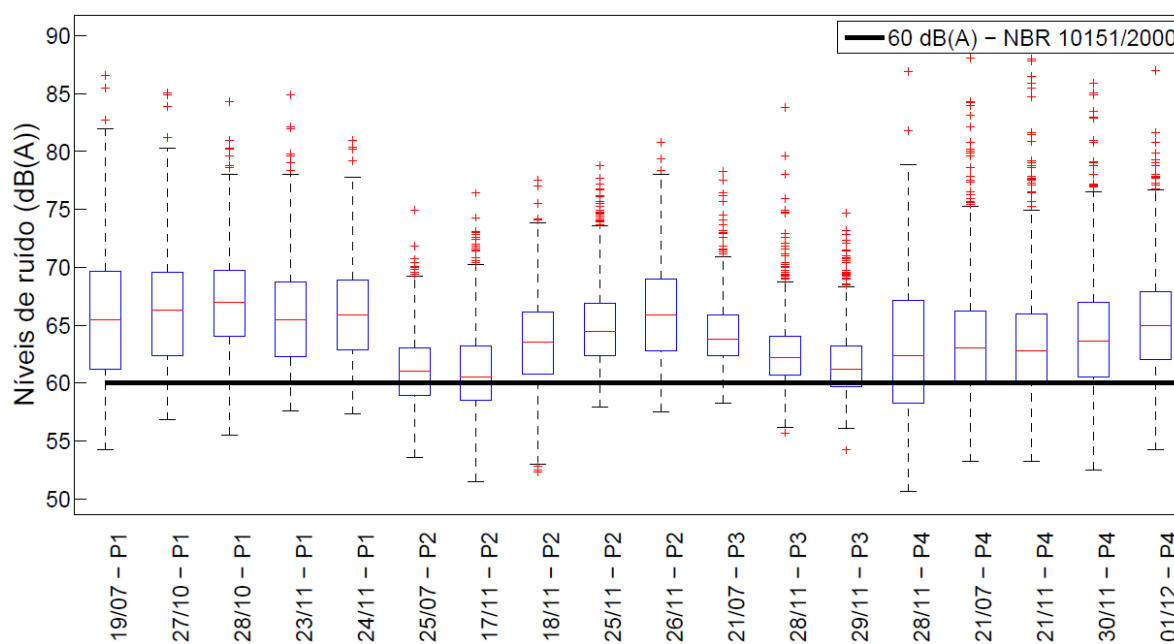


Figura 5: Gráfico em *boxplot* dos níveis de poluição sonora para o ambiente externo

A Lei Municipal nº 14.415/08 norteia alguns parâmetros acerca da poluição sonora na cidade de São Carlos. Estabelece, por exemplo, a proibição de alto-falantes expostos no exterior dos estabelecimentos comerciais e exige que os carros de som trabalhem com alvará de funcionamento. Em relação aos limites máximos dos níveis sonoros, a Lei nº 14.415/08 aborda em seu texto que utiliza os mesmos parâmetros da NBR 10.151. No entanto, ela faz uso de uma versão antiga da norma, a NBR 10.151/1987, que é menos rigorosa que a versão de 2.000. Para a área de estudo deste trabalho o limite municipal é de 70dB(A), portanto, em nenhum dos dias amostrados a média ultrapassou este valor. Optou-se pela utilização da NBR 10.151/2.000 para fins de comparação dos valores obtidos neste trabalho, visto que seus parâmetros são mais atuais. Apesar de o município possuir uma lei que estabelece limites para a poluição sonora, ainda não pratica penalizações para os casos que não atenderem os padrões. Há especulações entre os comerciantes que este é um assunto em início de discussões. Por conta disso, enquanto as amostragens eram realizadas no centro da cidade, as pessoas aproximavam para perguntar o que era e qual o objetivo da pesquisa. Além disso, muitas questionavam se era da prefeitura, e muitas outras (as que costumavam frequentar o centro de São Carlos diariamente) indagavam sobre o fato de que nos dias em que as amostragens estavam sendo realizadas, os comerciantes diminuam o volume ou desligavam seus sistemas de som. Por isso, é possível que os níveis de ruído de São Carlos apresentem valores maiores dos que os encontrados neste trabalho.

CONCLUSÕES

Considerando os resultados apresentados neste trabalho, é possível afirmar que a poluição sonora existe em níveis elevados no centro da cidade de São Carlos. Apesar da diferença encontrada não ser significativa, os valores monitorados no calçadão foram inferiores aos encontrados nos dois ambientes que ficavam de frente para as vias de circulação de veículos. Essa situação indica que os veículos representam uma fonte relevante para aumento dos níveis de poluição sonora do centro de São Carlos. Além disso, em nenhum dia monitorado, tanto o ambiente interno como o ambiente externo, os valores encontrados apresentaram acordo com o padrão estabelecido pela NBR 10.151/2000.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Projeto FAPESP 2010/19560-8).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA, A.; CARDOSO, M. Hearing loss among workers exposed to road traffic noise in the city of São Paulo in Brazil. *Auris Nasus Larynx*, Elsevier, v. 32, n. 1, p. 17–21, 2005.
2. BELOJEVIC, G. *et al.* Urban road-traffic noise and blood pressure and heart rate in preschool children. *Environment international*, Elsevier, v. 34, n. 2, p. 226–231, 2008.
3. ERLANDSSON, S. *et al.* Cultural and social perspectives on attitudes, noise, and risk behavior in children and young adults. In: THIEME MEDICAL PUBLISHERS INC. *Seminars in hearing*. [S.l.], 2008. v. 29, n. 1, p. 29.
4. EVANS, G. *et al.* Community noise exposure and stress in children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, v. 109, p. 1023, 2001.
5. HAY, B.; KEMP, M. Measurements of noise in air conditioned, landscaped offices. *Journal of Sound and Vibration*, Elsevier, v. 23, n. 3, p. 363–373, 1972.
6. MUZET, A. Environmental noise, sleep and health. *Sleep medicine reviews*, Elsevier, v. 11, n. 2, p. 135–142, 2007.
7. OMOKHODION, F.; EKANEM, S.; UCHENDU, O. Noise levels and hearing impairment in an urban community in Ibadan, southwest Nigeria. *Journal of Public Health*, Springer, v. 16, n. 6, p. 399–402, 2008.
8. WILLICH, S. *et al.* Noise burden and the risk of myocardial infarction. *European heart journal*, *Eur Soc Cardiology*, v. 27, n. 3, p. 276, 2006.