III SIMPÓSIO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA
7 e 8 Novembro 2012

MEDIÇÕES ACÚSTICAS: variação da geometria da via urbana e tempo de amostragem

André Bressa Donato Mendonça [1]

Marcia Tais Suriano [2]

Léa Cristina Lucas de Souza [3]

Eliane Viviani [4]

RESUMO

Nos centros urbanos, o ruído de tráfego de veículos é considerado um dos principais responsáveis pela poluição sonora urbana. Nos últimos anos, vários métodos vêm sendo desenvolvidos para analisar e mapear o ruído no ambiente urbano, a partir da aplicação de diversos parâmetros e critérios. Com o objetivo de verificar a influência da geometria das vias no ruído urbano, esse trabalho identifica também, sob o ponto de vista estatístico, a representatividade do tempo de 5 minutos de coleta de dados acústicos em relação ao de 15 minutos. Para isso são tomados como referência 12 pontos urbanos que apresentam características distintas de volume e de composição de tráfego na cidade de São Carlos, SP. As campanhas de medição aconteceram em horários considerados de pico e em dias típicos da semana. Simultaneamente, foi realizada a contagem de número de veículos e sua composição (veículos leves, motocicletas e veículos pesados). Foram identificadas as geometrias e os perfis topográficos de cada ponto de coleta e avaliados os níveis de pressão sonora equivalente (LAeq) e os níveis estatísticos (LAF10, LAF50 e LAF90). As análises estatísticas basearam-se em regressão múltipla, regressão linear, correlação e teste de hipóteses. Quanto à geometria urbana verificou-se que, a medida que a altura das edificações aumenta em relação à largura da via (relação H/W), o nível de ruído também aumenta. Quanto ao tempo de amostragem de 5 e 15 minutos pôde-se constatar que não existem diferenças significativas entre si para uma via de fluxo intenso. Assim, pode-se otimizar o tempo de coleta e extrapolar o período de medição para outros horários de pico no decorrer de diferentes dias e em diferentes situações.

Palavras-chave: Geometria da via. Medições acústicas. Poluição sonora. Tráfego urbano.

---

[1] Mestrando, Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PPGEU, abdmendonca@gmail.com

[2] Pós-Doutoranda, Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Departamento de Engenharia Civil-DECiv, marcia_suriano@yahoo.com.br

[3] Profª. Drª., Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Departamento de Engenharia Civil-DECiv, leacrist@ufscar.br

[4] Profª. Drª., Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Departamento de Engenharia Civil-DECiv, eviviani@ufscar.br

1. INTRODUÇÃO

A poluição sonora é uma das consequências negativas do desenvolvimento humano, a qual influencia a qualidade de vida e a saúde da população, tornando-se um dos problemas ambientais mais frequentes nas cidades de grande e médio porte (Giunta et al., 2012).

Em 2011, a World Health Organization - WHO publicou um documento que quantifica os anos de vida saudáveis perdidos na Europa devido ao ruído ambiental. A problemática se intensifica em aglomerados urbanos, pois a incidência de múltiplas fontes sonoras, como por exemplo, indústrias, bares, comércios, construções e ruído de tráfego, acabam por degradar acusticamente estes locais.

Segundo Hänniem e Knol (2011), dentre os principais fatores ambientais apontados como sendo causadores e/ou catalizadores de doenças, a poluição do ar obteve o maior impacto sobre a saúde pública, seguido pelo ruído de tráfego e o tabagismo.

Inúmeras pesquisas destacam que um dos principais responsáveis pela poluição sonora urbana está associado ao ruído de tráfego de veículos (Zannin et al., 2002; Alves Filho et al., 2004; Giunta et al., 2012), o que se agrava com o crescimento das cidades e o volume do tráfego.

Neste contexto, muitas pesquisas tem sido conduzidas nos últimos anos em diferentes áreas urbanas, relacionando diferentes aspectos da poluição sonora, como por exemplo, estratégias de amostragem (Barrigón et al., 2002; Romeu et al., 2006; Costa e Lourenço; 2010 Gomez et al., 2012), fontes sonoras e os níveis de exposição ao ruído (Zannin et al., 2002; Souza e Giunta, 2011), relação entre a geometria da via e os níveis de contaminação (Niemeyer, 1998; Guedes et al., 2011) e os efeitos psicológicos do ruído (Ouis, 2001; Fyhri e Aasvang, 2010).

No âmbito da cidade e interagindo com o tráfego de veículos, a geometria urbana também é um fator de extrema influência no ambiente sonoro, pois interfere diretamente na propagação sonora (Guedes e Bertolli, 2005). A via de circulação interage com o seu entorno imediato (calçadas e alinhamento das fachadas) e o ruído percebido depende das características das superfícies refletoras, como a pavimentação da via (Niemeyer e Slama, 1998).

Nos últimos anos, vários método vem sendo desenvolvidos para analisar e mapear o ruído no ambiente urbano. Dentre os métodos utilizados, diversos parâmetros e critérios são levados em consideração, os quais variam quanto ao número de amostras a serem coletadas, a localização, o horário e a duração das medições.

Para exemplificar, podem ser citados os trabalhos de Bortoli e Krüger (2003), que realizaram uma pesquisa em cinco pontos com monitores acústicos fixos, durante três anos consecutivos, com medições diárias e de hora em hora. Loura e Valadares (2003), coletaram os dados em 17 pontos em dias típicos (terças, quartas e quintas feiras), apenas no período da tarde, entre 14h e 16h, realizando quatro medidas em 12 minutos. Outros trabalhos também foram realizados em dias típicos com duração de medidas diversas: 30 minutos a cada hora (Moraes et al., 2003); 10 em 10 segundos durante 2 horas calculados, depois de hora em hora (Souza Andrade e Cruz, 2003); 5 minutos (Palhares Vecci e Pavanello, 1998); 30 a 45 minutos (Belderrain, 1995).

Com vistas ao planejamento e à padronização das coletas, os estudos fundamentam-se em princípios estatísticos capazes de proporcionar uma maior garantia de que o pesquisador irá extrair do sistema estudado o máximo de informação útil, fazendo um número mínimo de experimentações, otimizando tempo e recursos financeiros.

Com o objetivo de verificar a influência da geometria das vias no ruído urbano, essa pesquisa procura identificar, sob o ponto de vista estatístico, a representatividade do tempo de 5 minutos de coleta de dados acústicos em relação ao de 15 minutos. Para isso foram realizadas medições acústicas em diversos pontos, com características distintas de volume e de composição de tráfego, na cidade de São Carlos, SP.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A cidade de São Carlos, localizada no centro do Estado de São Paulo (Figura 1), apresenta população de 221.950 habitantes (IBGE, 2010). Nela foram selecionados pontos de medições no *campus* da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar e em vias do centro da cidade. O *campus* universitário está localizado na Rodovia Washington Luís, SP 310, Km 235, São Carlos, SP. No centro da cidade, a área delimitada está localizada nas Ruas Dona Alexandrina e XV de Novembro. A região apresenta grande diversidade de uso e ocupação do solo, havendo comércios, residências e serviços como hospital particular e diversas instituições de ensino.

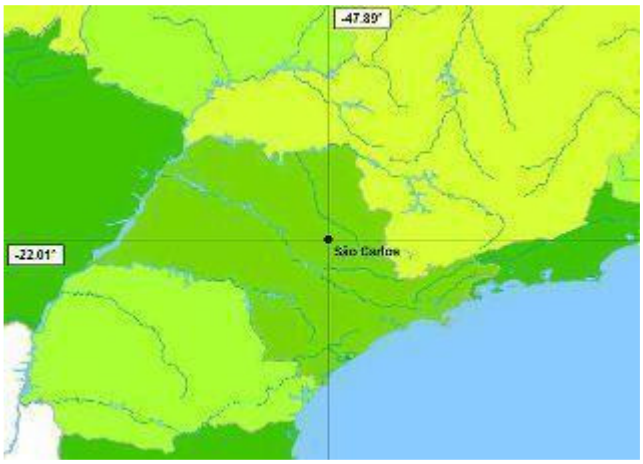


Figura 1: Localização da Cidade de São Carlos, São Paulo, Brasil.
Fonte: IBGE (2010)

2.2 Coleta dos dados

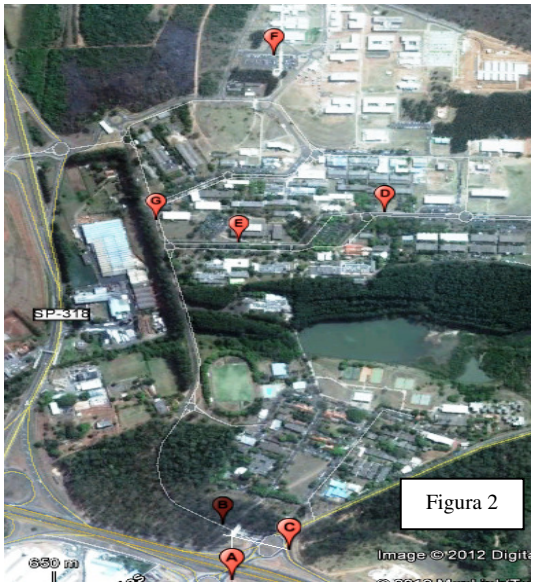
A coleta dos dados foi realizada em duas campanhas:

- na Universidade Federal de São Carlos, *campus* de São Carlos, com sete pontos de medições acústicas (Pontos A, B, C, D, E, F e G), sendo seis deles localizados nos pontos de ônibus e um na guarita da entrada principal implantada na área sul (Figura 2) e;

- na área central da cidade de São Carlos, com pontos na Rua Dona Alexandrina (Pontos H, I, J e K), as medidas foram feitas no sentido norte-sul e apenas um ponto na Rua XV de Novembro (Ponto L) no sentido oeste-leste (Figura 3).

Para o levantamento acústico, utilizou-se o medidor de pressão sonora da marca Brüel & Kjær, tipo 1 Hand-Held Analyser 2250-L, para coletas com o tempo de 5 minutos e o aparelho Hand-Held Analyzer 2270 para medições acústicas de 15 minutos, ambos afastados 2,0 m de paredes e 1,2 m do chão. Os equipamentos foram calibrados com o calibrador Brüel & Kjaer 4231 antes de cada campanha de coleta de dados e configurados com as especificações para medições externas de ruído ambiental, utilizando a curva de ponderação A, em tempo de resposta lenta (Slow).

As campanhas de medição aconteceram em horários considerados de pico (das 11:30h às 12:30h) e em dias típicos da semana (terças, quartas e quintas-feiras). As contagens de número de veículos aconteceram simultaneamente às coletas de dados de níveis de ruído. A composição do tráfego foi separada por veículos leves (carros), motocicletas, e veículos pesados (caminhões e ônibus).



Figuras 2 e 3: Pontos de Coleta do *campus* da UFSCar (A, B, C, D, E, F e G) e Pontos de Coleta da Área Central de São Carlos (H. I, J, K e L), respectivamente.
Fonte: Google Earth® (2012)

2.3 Forma de Análise dos dados

Para a análise dos dados foram realizadas as seguintes etapas:

2.3.1 Caracterização da geometria das vias

A geometria das vias dos pontos estudados foi desenhada com o auxílio das imagens do *campus* da UFSCAR e do Google Earth®. A representação geométrica dos pontos foi confeccionada a partir do AutoCad 2010®Com o auxílio deste mesmo *software* foi caracterizada a geometria das vias pelas seguintes variáveis: a distância a uma curva ou esquina; a relação H/W (e neste caso, foi estimado a média da altura (H) de abrangência do ponto de medição sobre a média da largura do canion) e o perfil topográfico (declividade da via).

No caso da curva ou esquina, foram estipulados que: o ponto em curva é equivalente a distância 0 m; ponto antes de esquina – valor negativo, distância em metros do ponto até a esquina que está à frente; ponto depois de esquina – valor positivo, distância em metros do ponto até a esquina anterior. Esse critério levou em consideração que o veículo ao se aproximar de uma esquina ou curva tende a diminuir a sua velocidade, reduzindo a emissão do ruído. Por outro lado, ao se a afastar da mesma, tende a aumentar sua velocidade e intensificar o ruído.

Para o perfil topográfico, levou-se em consideração a declividade, sem distinção entre aclive ou declive, considerando que ambos acarretam intensificação sonora de uma forma geral.

2.3.2 Avaliação dos Níveis de pressão sonora e suas análise estatísticas

Foi realizada a avaliação dos níveis de pressão sonora equivalente (LAeq) e os níveis estatísticos LAF10, LAF50 e LAF90, que representam os níveis de ruído intrusivo ou pico, ruído mediano e ruído residual, respectivamente.

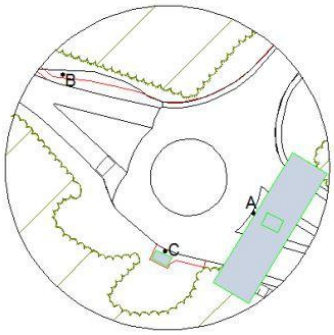
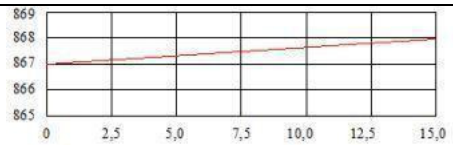
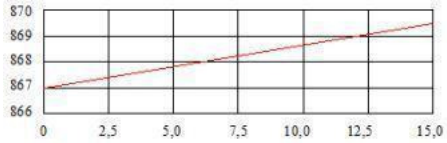
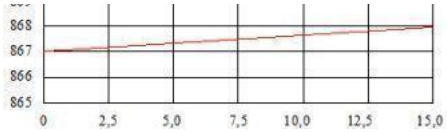
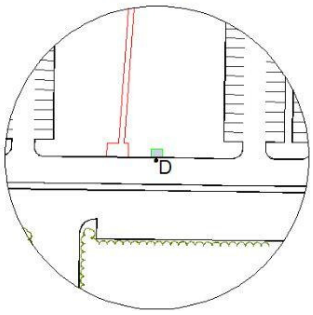
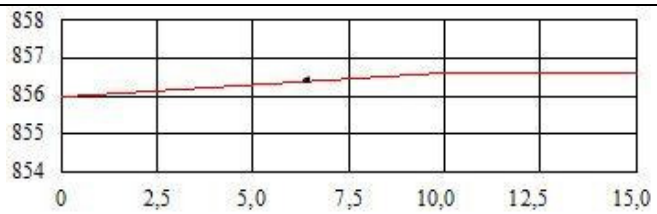
Esses serviram de parâmetros para analisar a representatividade do tempo de amostragem de 5 minutos em relação ao tempo de 15 minutos. Para isso os níveis de ruído coletados em cada ponto foram submetidos a uma regressão linear para estimar a correlação entre as respostas de 5 e 15 minutos. Em seguida foi realizado um teste de hipóteses, baseado na análise de variância, para verificar a existência de diferença significativa entre as duas médias. Para essas análises, foi utilizado o programa Microsoft Office Excel®. Essa etapa permitiu validar a representatividade da coleta de 5 minutos e identificar o parâmetro acústico que apresentou melhor correlação.

Com o parâmetro de melhor correlação, foi realizada uma regressão múltipla para o tempo de 5 minutos, de forma a ser montado um modelo de previsão do ruído com as variáveis de geometria urbana anteriormente citadas. Adotando-se as médias das variáveis e aplicando-se ao modelo desenvolvido, foi possível avaliar a influência da variável H/W e da declividade da via, alterando os seus valores isoladamente modelo e verificando o valor simulado para o nível de ruído.

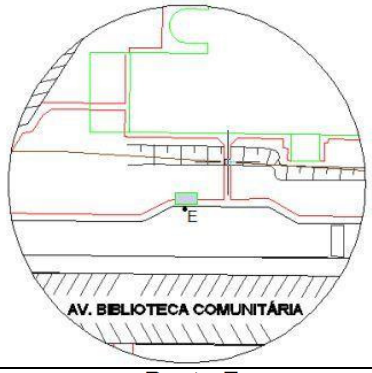
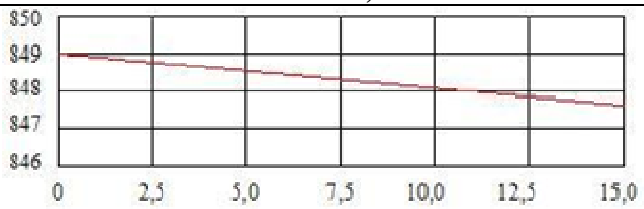
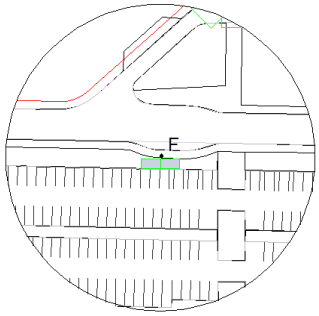
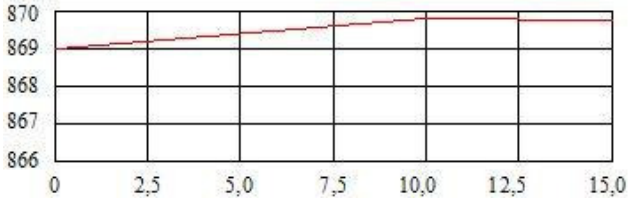
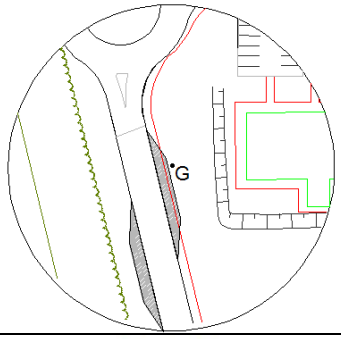
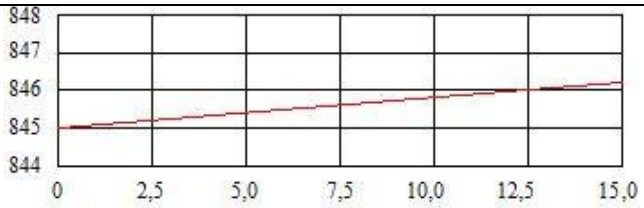
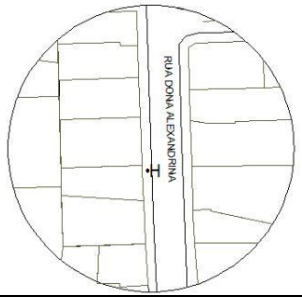
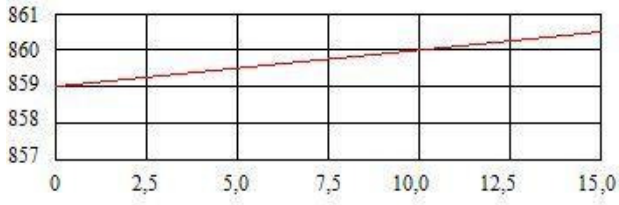
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta as representações geométricas dos pontos e sua declividade, enquanto a Tabela 2 contém os valores médios calculados para a relação H/W.

Tabela 1 – Desenho das geometrias e perfis das vias estudadas no *campus* da UFSCAR e no centro da Cidade de São Carlos, SP.

Representação Geometria dos Pontos	Declividade dos pontos
Pontos A, B e C 	 Perfil da Via no Ponto A declividade média 6%  Perfil da Via no Ponto B declividade média 9%  Perfil da Via no Ponto C declividade média 9%
Ponto D 	 Perfil da Via no Ponto D declividade média

Continua Tabela 2 – Desenho das geometrias e perfis das vias estudadas no *campus* da UFSCAR e no centro da Cidade de São Carlos, SP.

Ponto E 	 Perfil da Via no Ponto E declividade média 8%
Ponto F 	 Perfil da Via no Ponto F declividade média 3,5%
Ponto G 	 Perfil da Via no Ponto G declividade média 9%
Ponto H 	 Perfil da Via no Ponto H declividade média

Continua Tabela 1 – Desenho das geometrias e perfis das vias estudadas no *campus* da UFSCAR e no centro da Cidade de São Carlos, SP.

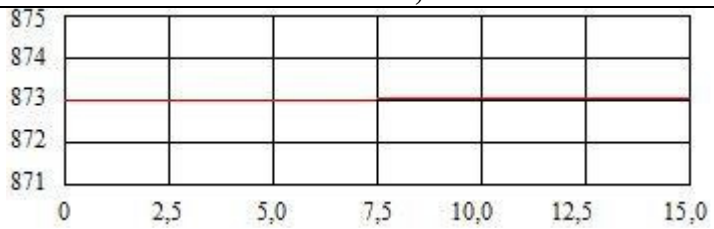
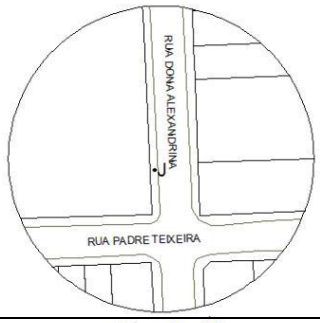
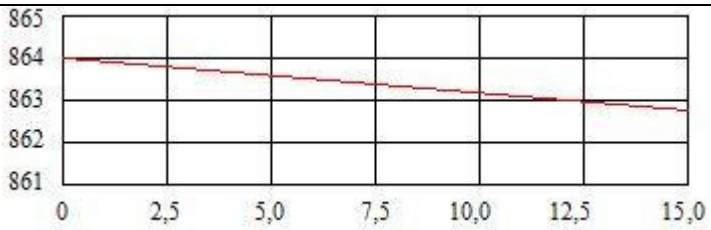
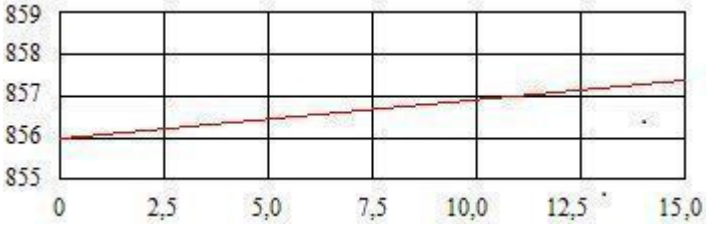
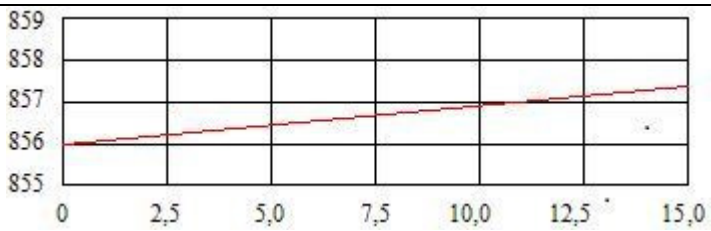
Ponto I	 Perfil da Via no Ponta I declividade média 0,5%
Ponto J 	 Perfil da Via no Ponto J declividade média 7%
Ponto K	 Perfil da Via no Ponto K declividade média 11%
Ponto L	 Perfil da Via no Ponto L declividade média 5,4%

Tabela 2 – Relação H/W média nos pontos de referência para medições

Ponto	H/W	Ponto	H/W	Ponto	H/W
A	0,10	E	0,11	I	0,43
B	0,05	F	0,02	J	0,30
C	0,07	G	0,01	K	0,42
D	0,04	H	0,42	L	0,30

Os valores dos níveis de pressão sonora equivalente (LAeq) e dos níveis estatísticos LAF10, LAF50 e LAF90 são apresentados na Tabela 3. Os resultados das regressões lineares entre o tempo de 5 e 15 min são demonstrados na Figura 4.

Tabela 3 - Valores dos níveis de pressão sonora, dB(A), coletados no *campus* da UFSCAR e no centro da Cidade de São Carlos, SP.

PONTOS	LAeq		LAF10		LAF50		LAF90	
	5 min	15 min	5 min	15 min	5 min	15 min	5 min	15 min
A	68,41	68,36	71,13	70,77	65,12	65,34	62,35	62,08
B	71,94	69,86	75,92	72,67	68,18	65,39	62,99	62,65
C	62,32	64,09	65,11	65,33	60,66	60,69	58,57	58,67
D	66,97	65,53	71,12	68,29	58,9	58,65	49,94	50
E	67,2	68,37	67,38	72,85	60,65	61,3	51,94	51,66
F	65,7	63,89	68,06	67,02	62,49	60,42	55,12	52,78
G	65,5	61,88	68,45	66,9	55,54	49,1	44,39	44,05
H	71,83	72,32	75,1	74,97	68,45	68,39	61,02	59,14
I	73,93	72,72	76,04	74,57	66,7	66,29	61,04	60,15
J	69,65	77,05	72,2	74,22	64,68	65,15	57,11	56,78
K	74,9	73,61	72,44	74,17	64,98	66,33	58,95	59,05
L	70,86	72,37	74,15	74,34	64,3	65,99	53,31	54,23

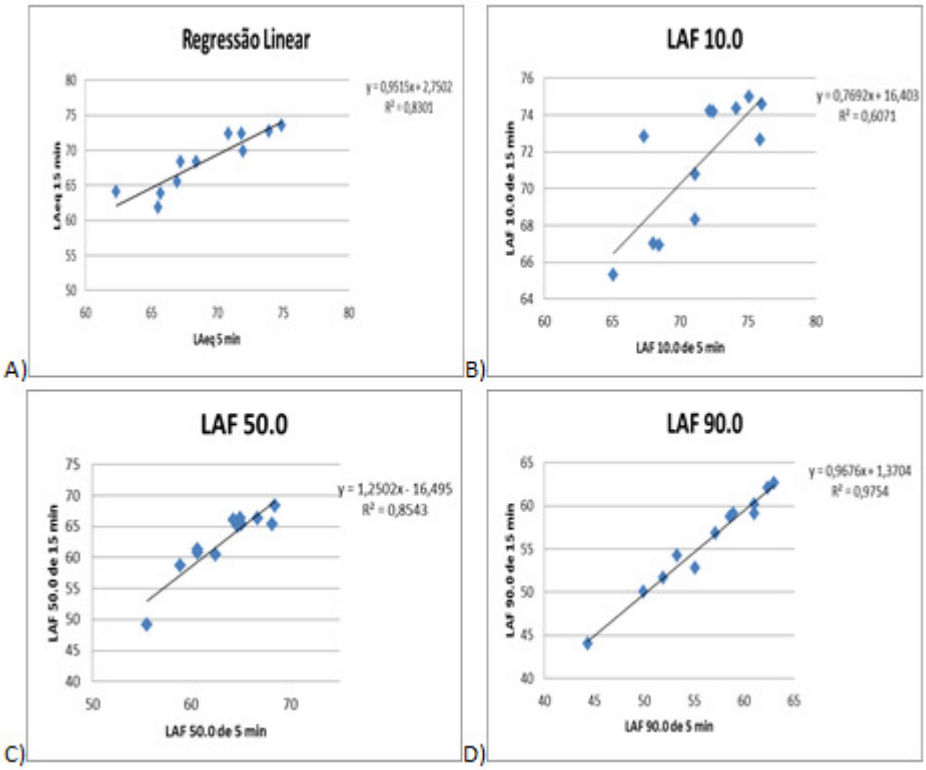


Figura 4: Regressão Linear: A) LAeq, B) LAF 10.0, C) LAF 50.0, D) LAF 90.0

Observa-se que na Figura 4, existe uma correlação significativa entre os níveis de pressão sonora, tanto para o equivalente (LAeq) quanto para os estatísticos (LAF10, LAF50 e LAF90).

Todos apresentaram valores de R^2 igual ou superior a 0,60. Quanto mais próximo de 1 estiver o coeficente de determinação (R^2), melhor será a relação linear existente entre as variáveis.

No entanto, apesar do R^2 destacar esta correlação, tornou-se necessário realizar uma análise de variância e um teste de hipótese para melhor inferir sobre os resultados.

Aplicou-se o Teste t com grau de confiança de 95% utilizando os valores da Tabela 3, para duas amostras presumindo-se variâncias equivalentes. Os resultados demonstram (Tabela 4) que "*Stat t*" (0,3478) é menor que o "$t_{\text{crítico bi-caudal}}$" (2,0859), o que leva a concluir que as médias dos níveis de pressão sonora são estatisticamente iguais entre um tempo de amostragem de 5 e 15 minutos. Esse resultado revela que o tempo de amostragem de 5 min pode ser considerado para coleta de dados acústicos, permitindo otimização do tempo em campanhas de medições urbanas que considerem os parâmetros aqui estudados.

Tabela 4: Teste t para duas amostras presumindo variâncias equivalentes.

	Variável 1 (5 min)	***Variável 2 (15 min)***
Média	69,05090909	68,45454545
Variância	15,46698909	16,86986727
Observações	11	11
Variância agrupada	16,16842818	
Hipótese da diferença de média	0	
Gl	20	
Stat t	0,347823241	
P(T<=t) uni-caudal	0,36580347	
t crítico uni-caudal	1,724718243	
P(T<=t) bi-caudal	0,73160694	
t crítico bi-caudal	2,085963447	

Com isso é possível ainda verificar, por exemplo, que o LAF90 foi o parâmetro estatístico com melhor correlação, sendo, portanto, o mais indicado como referencial de comparação entre o desempenho acústico dos pontos estudados. Nesse caso, o ponto referencial B configurou-se como o mais ruidoso (com LAF90 de 62,99 dBA para 5 min e 62,65 dBA para 15 min). Esse trata-se de local sujeito a uma situação de intenso fluxo de veículos, pois representa uma via de entrada principal do campus universitário. Enquanto, o ponto referencial G foi o menos ruidoso (LAF90 de 44,39 para 5 min e 44,05 dBA para 15 min), com menos fluxo de veículo e localizado em posição mais interna no campus.

Através das médias do mesmo LAF90, comparando-se os pontos do centro da cidade com os pontos da UFSCar, verifica-se que apresentam níveis residuais bastante similares. Quando verificado pelo valor de 5min, a média do LAF90 para o centro da cidade é de 55,04 dBA e os da UFSCar de 55,97 dBA. Para o tempo de 15 min, a média do LAF90 no centro da cidade é de 54,56dBA, enquanto a média da UFSCar é de 55,56 dBA.

Utilizando-se o LA90 com tempo de 5min para elaboração de uma regressão múltipla, obteve-se um coeficiente de determinação R^2 de 0,72 (com coeficiente de correlação de 0,85) e geração do seguinte modelo (Equação 1):

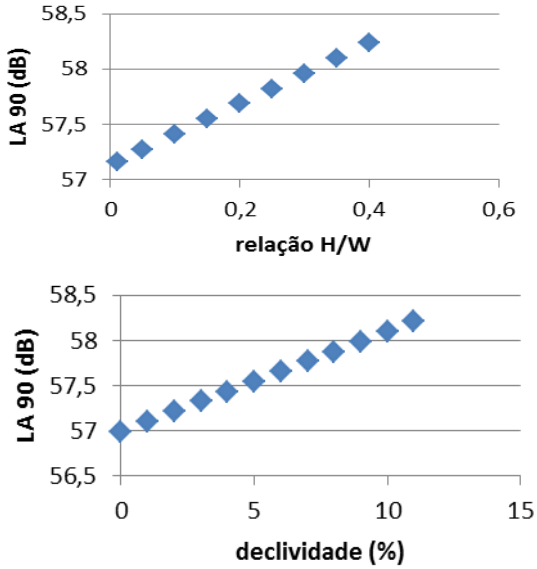
$$LA90_{5min} = 51,21+0,005x_1+0,024x_2+0,014x_3+2,78x_4+0,11x_5+0,03x_6 \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Onde,

x_1 = fluxo de veículos leves sem motocicletas (veículos/hora)
x_2= fluxo de motocicletas (veículo/hora)
x_3= fluxo de veículos pesados (veículos /hora)
x_4 = relação H/W

x_5 = declividade da via sem discriminação de aclive ou declive (%)
x_6 = distância do ponto de referência à esquinas ou curvas

Utilizando-se esse modelo com valores médios das variáveis para simular a influência de H/W e da declividade, foi gerada a Figura 5.



A)

B)

(Figura 5: Simulação de LA90: A) em função de H/W; B)em função da declividade

A Figura 5 permite demonstrar que a medida que H/W aumenta, existe uma tendência de aumento do LA90. Essa tendência é decorrente do aumento do número de superfícies verticais e refletoras, de forma que o número de raios refletidos para o espaço urbano aumenta com a verticalização. O modelo indica um aumento de cerca de 1 dBA cada vez que se dobra o valor de H/W.

Para a declividade, por sua vez, demonstra que o dobro do seu valor corresponde a um aumento de cerca de 0,6 dBA no nível de ruído residual. Como a declividade (aclive ou declive) está associada a maior exigência do motor do veículo, ocorre maior geração de ruído pela força exercida pelo motor. Ressalta-se aqui, no entanto, que maior investigação sobre as diferenças entre aclive e declive deve ser elaborada, pois os esforços são diferenciados e, portanto, estima-se que o aclive possa gerar maior ruído que o declive. Essa questão não pôde ser avaliada nessa pesquisa, pelo pequeno número da amostra.

4. CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho são preliminares, mas já permitem identificar a representatividade do tempo de amostragem de 5 min para a coleta de dados acústicos. Além disso, possibilitou também verificar algumas tendências do ruído urbano em função da geometria das vias.

Para as medições acústicas realizadas com tempo de amostragem de 5 e 15 minutos verificou-se que não possuem diferenças estatísticas significativas entre si para uma via de fluxo intenso. Assim sendo, pode-se otimizar o tempo de coleta e extrapolar o período de medição para outros horários de pico no decorrer de diferentes dias e em diferentes situações.

Foi também constatado que, dentre os parâmetros estudados, aquele de melhor correlação entre os tempos de amostragem testados, o LAF90 apresenta maior R^2, permitindo uma comparação de desempenho acústico entre os pontos.

Verificou-se ainda que os ruídos residuais no centro da cidade e no campus universitário são similares entre si, mas que a geometria das vias estabelece diferenças significativas. O modelo de regressão múltipla permitiu demonstrar que o aumento da relação H/W e da declividade da via são características que incrementam o nível de ruído residual.

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 dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO JM, LENZI A, ZANNIN PHT. Effects of traffic composition on road noise: a case study. **Transportation Research Part D Transport and Environment**, v.9, n.1, p.75–80, 2004.

BARRIGÓN MORILLAS JM, GÓMEZ ESCOBAR V, MÉNDEZ SIERRA JA, VÍLCHEZ-GÓMEZ R, TRUJILLO CARMONA J. An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain. **Applied Acoustics**, 63, p.1061–70, 2002.

BELDERRAIN, M. L. R. Ruído de tráfego: avaliação e análise de um caso prático. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 16, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SOBRAC, 1995, v.1, p. 37-40.

BORTOLI, P. S.; KRÜGER, E. Avaliação do ruído urbano na região central de Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7; CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES, 3, 2003, Curitiba. **Anais**... Curitiba: UFSC, 2003. p. 770-778.

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. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.127, n.1-4, p. 329-337. 2010.

FYHRI A, AASVANG GM. Noise, sleep and poor health: modelling the relationship between road traffic noise and cardiovascular problems. **Science of the Total Environment,** v.408, p.4935-42. 2010.

GIUNTA, M. B.; SOUZA, L. C. L. ; VIVIANI, E . Ruído ambiental em cidades de médio porte. Estudo de caso: São Carlos e Bauru SP. In: XXIV ENCONTRO SOBRAC, 2012, Belem. **Anais** Sobrac, 2012.

GOMEZ, E. V.; BARRIGON, M. J.M.; REY, G.J.M.; VAQUERO, J.A.; MENDEZ, S.R.; VILCHEZ-GOMEZ, F.J.; CARMONA, F.J. Acoustical environmental of the medieval centre of Cáceres (Spain). **Applied Acoustics,** 73, p.673-685, 2012.

GUEDES, I. C. M.; BERTOLI, STELAMARIS R.; ZANNIN, PAULO H.T. Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracaju Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 412-413, p. 66-76, 2011.

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

HÄNNINEN, O., KNOL, A. **European perspectives on environmental burden of disease: estimates for nine stressors in six European countries**. Helsinki, National Institute for Health and Welfare (THL). Disponível em: <http://www.thl.fi/thl-client/pdfs/ b75f6999-e7c4-4550-a939-3bccb19e41c1>. Acesso em: 6 ago. 2012.

NIEMEYER, M,L. **Ruído urbano e arquitetura em clima tropical – úmido** (Urban noise and architecture in a tropical humid climate) 1998. 133p. Master's Dissertation, in Portuguese. Faculty of Architecture and Urbanism, Federal University of Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

ROMEU, J.; JIMÉNEZ, S.; GENESCÀ, M.; PÀMIES, T.; CAPDEVILLA, R. Spatial sampling for night levels estimation in urban environments. **Journal of the Acoustical Society of America,** v.120, p.791–800, 2006.

SOUZA, L. C. L.; GIUNTA, M. B. Urban indices as environmental noise indicators. **Computers, Environment and Urban Systems**, v.35, p. 421-430, 2011.

OUIS D. Annoyance from road traffic noise: a review. **Journal Environmental Psychology,** v.21, p.101–20, 2001.

LOURA, R. M.; VALADARES, V. M. Morfologia urbana e ruído ambiental: verificação da metodologia de pesos aplicada no bairro Floresta. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7; CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES, 3, 2003, Curitiba. **Anais**... Curitiba: UFSC, 2003. p. 745-752.

MORAES, E. M. L., et al. Poluição sonora no centro comercial de Belém. . In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7; CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES, 3, 2003, Curitiba. **Anais**... Curitiba: UFSC, 2003. p. 753-760.

NIEMEYER, M.L.; SLAMA, J.G. O ruído na cidade: elementos do ruído urbano. In: **Arquitetura: Pesquisa & Projeto**. Rio: Pró-Editores. UFRJ, 1998.

SOUZA, M. G. C.; ANDRADE, T. C. Q.; CRUZ, A. M. J. Ruído de tráfego em vias da Barra e Rio Vermelho na cidade de Salvador. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7; CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES, 3, 2003, Curitiba. **Anais**... Curitiba: UFSC, 2003. p. 737-744.

PALHARES, D. A. G.; VECCI, M. A. M; PAVANELLO, L.. G. Ruído em ambiente urbano do tráfego veicular: resultados iniciais da aplicação de uma metodologia de mapeamento sonoro para áreas urbanas e industriais. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA, 1; SIMPÓSIO DE METROLOGIA E NORMATIZAÇÀO EM ACÚSTICA DO MERCOSUL, 1; ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 18, 1998, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis: SOBRAC, 1998. p. 459-462.

GÓMEZ ESCOBAR, V.; BARRIGÓN MORILLAS, J. M.; REY GOZALO, G.; VAQUERO, J. M.; MÉNDEZ SIERRA, J.A.; VÍLCHEZ-GÓMEZ, R.; CARMONA DEL RÍO, F.J. Acoustical environment of the medieval centre of Cáceres (Spain), **Applied Acoustics**, Elsevier, June–July 2012.

WHO (2011). Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe (http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/ e94888.pdf, acessado em 8 de agosto de 2012).

ZANNIN, P. H. T.; DINIZ, F. B.; BARBOSA, W. A. Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brasil. **Applied Acoustics**, v.63, p.351-358, 2002.