



XII Encontro Nacional e

VIII Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído

25 a 27 de Setembro

TEMPO DE MEDIÇÃO ADEQUADO PARA DETERMINAÇÃO DO RUÍDO GERADO PELO TRÁFEGO DE VEÍCULOS NO MEIO URBANO

Luiz Antonio P. F. de Brito (1); Juliano Meirelles (2); Luciano Buzzo (2); Jorge Cândido (3)

(1) Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da UNITAU, Rua Visconde do Rio Branco, 210, Centro, Taubaté-SP – Brasil, CEP: 12020-040, Tel.: (12) 3625-4151, e-mail: labrito@bighost.com.br,

(2) Consórcio Construtor Rio Barra, (3) Ápice Assessoria Preventiva e Serviços

RESUMO

As grandes cidades brasileiras em geral apresentam uma condição urbana centralizada, com pequenos recuos das edificações em relação a ruas e aos prédios vizinhos, tanto laterais quanto de fundo. Esta condição urbana proporciona uma série de desconfortos à população como o excesso de ruído gerado pelo tráfego de veículos. A forma mais comum de diagnosticar o problema é por meio de mapeamentos ou monitoramento de ruído. A metodologia para as medições de nível de pressão sonora é estabelecida pela NBR 10151 (2000) *Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade*, mas não é especificado de maneira clara o tempo de medição para determinação do nível de pressão sonora equivalente, L_{Aeq} . O tempo de medição é importante devido a variabilidade do fluxo de veículos, que gera uma grande alternância de resultados instantâneos (L_i), de maneira que é necessário haver uma base de dados grande o suficiente para que seja calculado o L_{Aeq} . O objetivo deste trabalho é avaliar se o tempo de integração de 5 minutos (com amostra de 300 valores de L_i) para determinação do L_{Aeq} é adequado com a precisão de resultados estabelecida pela NBR 10151 (2000) quando medido o ruído gerado pelo tráfego de veículos no meio urbano. Foram utilizados os dados das medições realizadas para o monitoramento das obras do Metro do Rio de Janeiro sendo um total de 31 avaliações em seis pontos de medição diferentes. Os resultados indicam que a variabilidade de resultados é decorrente da também variabilidade das condições urbanas, mas que o L_{Aeq} converge em praticamente 96% das amostras nos últimos 50 s de medição. Assim não é necessário prolongar o tempo de medição para alcançar uma maior precisão nos resultados.

Palavras-chave: ruído, meio ambiente, tráfego, NBR 10151

ABSTRACT

Large Brazilian cities generally present a centralized urban condition, with minor setbacks of the buildings relative to streets and avenues, and also relative to neighboring buildings to the sides and back. This urban condition provides a series of discomforts to the population as excess noise generated by vehicular traffic. The most common way to diagnose the problem is by noise mapping or monitoring. The methodology for the measurement of sound pressure level is established by the NBR 10151 (2000) *Assessment of noise in populated areas, seeking the comfort of the community*, but the measurement time for determining the sound pressure level average equivalent, L_{Aeq} , is not clearly specified. The measurement time for determining the sound pressure level generated by traffic is important due to the variability of the flow, which generates such a large alternation of results that a sufficiently large database is necessary to calculate the L_{Aeq} . The objective of this study is to evaluate whether the integration time of 5 minutes (with a sample of 300 values for L_i) is appropriate to determine the L_{Aeq} with the precision of results established by NBR 10151 (2000) when measuring the noise generated by vehicular traffic in urban areas. Data were obtained from measurements taken to monitor construction within Metro Rio de Janeiro, with a total of 31 evaluations in six different measurement points. The results indicate that the variability of results also derives from the variability of urban conditions, but that L_{Aeq} converge in almost 96% of the samples in the last 50 s of measurement. Thus, it is not necessary to extend the measurement time to achieve greater precision in the results.

Keywords: sound, environment, traffic, NBR 10151

1. INTRODUÇÃO

As grandes cidades brasileiras em geral apresentam uma condição urbana centralizada, com pequenos recuos das edificações em relação a ruas e avenidas e também em relação aos prédios vizinhos, tanto laterais quanto de fundo. Esta condição urbana proporciona uma série de desconfortos à população como as ilhas de calor e a falta de ventilação.

Outro efeito perceptível da centralização das cidades é a concentração de veículos em ruas e avenidas que, entre outras consequências, geram níveis de ruído inadequados à população que habita e trabalha às suas margens gerando danos físicos e psicológicos (NIEMEYER e SANTOS, 2001), sendo que do ponto de vista da percepção dos cidadãos pode ser considerado um dos principais elementos de degradação ambiental na escala urbana (PEREIRA e SLAMA, 2001). Vários autores como Sattler, Rott e Coradine (1995), Rolla (1996), Schmitt *et al* (2000), Niemeyer e Santos (2001), Zannin *et al* (2002), Moraes e Lara (2005), Ferreira *et al* (2007), Scherrer, Piageti e Vani (2008), Pinto e Moreno (2009), Ventura *et al* (2008), Moraes, Símon e Guimarães (2009) pesquisaram a condição acústicas de cidades de vários portes e em geral concluíram que o excesso de energia sonora prejudica de várias formas o ser humano e que o tráfego de veículos sempre é considerado uma das principais fontes de incômodo no meio urbano.

A forma mais comum de diagnosticar o problema é por meio de mapeamentos ou monitoramento do ruído gerado em pontos sensíveis. A metodologia para as medições de nível de pressão sonora é estabelecida pela NBR 10151 (2000) *Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade*, onde são indicados os equipamentos adequados para a medição, onde devem ser posicionados, os critérios de avaliação, mas não é especificado de forma clara o tempo de medição para determinação do nível de pressão sonora equivalente médio, L_{Aeq} . O L_{Aeq} é calculado por meio da média logarítmica das medidas instantâneas (L_i) colhidas pelo equipamento de forma que a amostra deve ser suficiente para representar a realidade do local naquele momento. Esta particularidade vem gerando certa divergência nos procedimentos de medição apresentados às agências ambientais pelas consultorias, nos trabalhos publicados na literatura e nos anais de congressos.

O tempo de medição na determinação do nível de pressão sonora gerado pelo tráfego é importante devido a variabilidade do fluxo, que gera uma grande alternância de resultados, de maneira que é necessário haver uma base de dados grande o suficiente para que seja calculado o L_{Aeq} e os demais índices estatísticos. Autores como Nunes (1998), Sattler (1999), Arruda *et al* (2000), Teixeira e Valadares (2001), Ventura *et al* (2008), Brito e Sinder (2009) utilizaram um tempo de medição para o cálculo do L_{Aeq} que variou entre 8 a 30 minutos onde o tráfego de veículos era uma das principais fontes de ruído. A tendência dos trabalhos publicados recentemente como Belderrain, Montumurro e Fuchs (2009), Araujo *et al* (2012) e Niemeyer e Cortes (2012) é fixar o tempo de medição de 5 minutos. Este procedimento permite uma maior cobertura de pontos de medição em um dia de trabalho. Outros tantos autores não indicam em seus trabalhos este parâmetro o que dificulta ao leitor avaliar a precisão dos resultados obtidos.

No Estado de São Paulo a agência ambiental estadual, CETESB, publicou a diretiva DD 100/2009/P, *Avaliação de níveis de ruído em sistemas lineares de transporte* que torna o procedimento de medição mais rígido, pois restringe os medidores de pressão sonora aos Tipo I, a NBR 10151 (2000) permite Tipo I e II, e estabelece o tempo de medição mínimo de 10 minutos podendo chegar até 15 minutos caso a variação do L_{Aeq} entre o quinto e o décimo minuto for superior a 0,5 dB(A). Esta restrição também é válida para os valores de L_{Aeq} entre o décimo e décimo quinto minuto, e caso seja novamente superior a 0,5 dB(A), o procedimento de medição deve ser refeito. Quanto ao parâmetro a ser obtido nas medições, além do L_{Aeq} , também devem ser anotados os índices estatísticos L_{10} , L_{50} e L_{90} . Os índices estatísticos representam a porcentagem de valores de uma amostra que superam o índice. Por exemplo, no caso das medições serem realizadas em um período de 10 minutos o medidor de pressão sonora Tipo I, na escala rápida, colhe 600 medidas instantâneas (L_i), sendo esta a amostra para o cálculo dos índices estatísticos. O L_{90} representa o valor que é superado por 90% da amostra e o L_{10} o valor que é superado por apenas 10% da amostra. O índice estatístico L_{90} no meio urbano pode ser considerado como o ruído de fundo de um local não sendo gerado por uma fonte específica e sim o somatório de energia sonora de varias localidades. Já o índice estatístico L_{10} representa os picos de energia sonora gerado por fontes transientes como, por exemplo, a passagem de veículos ruidosos próximo ao local de medição. O procedimento estabelecido pela DD 100 (CETESB 2009), apesar de garantir que o nível de ruído obtido realmente represente a real situação da condição acústica do local naquele momento, torna-o longo de forma que não é possível a realização da medição em muitos pontos em um mesmo dia, além do que é válido apenas no Estado de São Paulo.

A discussão do tempo adequado de integração para determinação do L_{Aeq} gerado pelo ruído de tráfego deve considerar o nível de precisão nos resultados que se objetiva e tipo de equipamento utilizado A NBR 10151 (2000) determina em seus procedimentos que os resultados obtidos sejam aproximados para números

inteiros, apesar de alguns equipamentos fornecerem precisão decimal. Assim, neste caso, a amostra de L_i para determinação do L_{Aeq} precisa ser suficiente para que o mesmo não varie mais que 0,5 dB(A). Por exemplo, o valor de L_{Aeq} obtido de uma amostra pode ser 55,6 dB(A) ou 55,9 dB(A) já que ambos serão aproximados para 56 dB(A). A DD 100 (CETESB 2009) determina que a precisão das medidas seja decimal o que implica em uma amostra de L_i maior, ou seja, um maior tempo de medição.

O equipamento utilizado na medição influi na quantidade de medidas instantâneas L_i que são armazenadas. Os equipamentos Tipo I no tempo de resposta rápida são aptos a armazenar um valor de L_i por segundo e calculam o L_{Aeq} diretamente no visor de maneira que o operador acompanha os resultados instantaneamente. Alguns equipamentos Tipo II possuem a mesma capacidade de leitura do L_i e também calculam o L_{Aeq} diretamente no visor, mas não armazenam os valores de L_i , outros armazenam os dados mas o fazem em intervalos de apenas 10 s, mesmo no tempo de resposta rápida e não calculam diretamente o L_{Aeq} . Estes aparelhos necessitam de um tempo de medição dez vezes maior que os Tipo I para que seja obtida a mesma amostra de L_i , além do que no intervalo de 10 s pode ser perdido alguns eventos importantes como a passagem de veículos ruidosos.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar se o tempo de integração de 5 minutos (com amostra de 300 valores de L_i) para determinação do L_{Aeq} é adequado com a precisão de resultados estabelecida pela NBR 10151 (2000) quando medido o ruído gerado pelo tráfego de veículos no meio urbano.

3. MÉTODO

Para avaliar se o tempo de integração de 5 minutos é adequado a precisão estabelecida pela NBR 10151 (2000) foram utilizadas a série de medidas realizadas no monitoramento mensal de ruído das obras civis de implantação da Linha 4 do Metro na cidade do Rio de Janeiro.

Os pontos de medição selecionados para este trabalho são pouco influenciados pela evolução da obra por estarem próximos às avenidas com alto volume de tráfego, sendo estas a fonte de ruído predominante no local. As medições onde foi constatada a interferência do ruído gerado pelo canteiro de obras não foram consideradas neste trabalho, assim como nas avaliações onde houve variação do padrão normal de circulação dos veículos como nos casos de acidentes de trânsito e bloqueios de pista.

Ao todo foram utilizados os dados de 31 avaliações em 6 locais distintos, totalizando 186 medições do L_{Aeq} . A localização dos pontos de medição é dada na Tabela 1 e ilustrada na Figura 1. As avaliações ocorreram entre os meses de Julho de 2011 e Novembro de 2012, portanto 17 meses, em dias da semana diferentes, das 8:00 as 17:00 horas aleatoriamente, de maneira que foi possível captar a variação temporal diária, mensal e anual do L_{Aeq} na região analisada.

Deve-se considerar que a cidade do Rio de Janeiro possui um forte apelo turístico, tanto de negócios como de lazer, o que em certas datas influencia fortemente na circulação de veículos na cidade.

Tabela 1 Localização dos pontos de medição

Ponto de Medição	Localização
A	Av. Armando Lombardi, 300
B	Av. Armando Lombardi, 350
C	Av. Armando Lombardi, 400
D	Av. Armando Lombardi, 1000
E	Av. Armando Lombardi, 597
F	Estrada da Barra / Ponte Velha

O medidor de nível de pressão sonora utilizado foi um Larson Davis LXT Tipo I e o calibrador CAL 3000, também Tipo I, calibrados em laboratório acreditado pelo INMETRO e pertencente à Rede Brasileira de Calibração de acordo com o que determina a NBR 10151 (2000). O software SLM G3 foi utilizado para aquisição e tratamento dos dados obtidos. O aparelho foi calibrado no início do período de aquisição dos dados, sendo que ao término das medições o calibrador foi novamente acoplado ao equipamento para verificar sua precisão. Nas 31 avaliações realizadas os resultados obtidos no fim do período de trabalho

foram invariavelmente inferiores a 0,2 dB(A) o que demonstra a confiabilidade dos equipamentos Tipo I de forma a garantir a repetibilidade dos resultados.



Figura 1 - Localização dos pontos de medição A ao F (em branco) e o trecho da via analisada (em preto)

Durante as medições foi utilizado o protetor de vento, o equipamento foi posicionado a 1,20 metros do piso e 2 metros de superfícies reflexivas. O mesmo foi ajustado na escala de compensação “A” com resposta rápida. O período de integração foi de 5 minutos sendo que o equipamento registra uma medida instantânea por segundo, totalizando 300 medidas, que dão origem ao L_{Aeq} (nível de pressão sonora equivalente) e aos índices estatísticos L_{10} , e L_{90} , sendo que estes são calculados diretamente pelo equipamento de medição utilizado.

Não foram realizadas medições no momento de passagem de aeronaves e helicópteros, nem após chuvas para evitar que o pavimento molhado alterasse o padrão de volume de tráfego e geração de ruído, e nem nos períodos que antecederam as chuvas, no momento das trovoadas.

As Figuras 2 e 3 ilustram o momento de uma das medições onde é possível visualizar o equipamento posicionado nos pontos de medição A e F respectivamente, o canteiro de obras ao fundo, o principal gerador de energia sonora que é o tráfego de veículos leves e pesados pela via.



Figura 2 – Vista típica do momento da medição a partir no ponto A



Figura 3 – Vista típica do momento da medição a partir no ponto F

Os resultados das medições foram analisados sobre dois aspectos: a repetibilidade dos valores de L_{Aeq} , L_{10} e L_{90} e o da estabilização do L_{Aeq} em função do tempo de medição.

O primeiro indica se a amostra de 300 valores de L_i utilizada para cálculo do L_{Aeq} , L_{10} e L_{90} é adequada, já que espera-se uma coerência nos resultados nas 31 avaliações realizadas em um mesmo ponto de medição. O segundo critério de análise indica o tempo necessário para a estabilização do L_{Aeq} , a partir de quantos segundos o seu valor não sofre mais alterações acima de 0,5 dB(A), de forma que atenda o critério de precisão da NBR 10151 (2000).

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados obtidos do L_{Aeq} para os pontos de medição A ao F, nas 31 avaliações realizadas, são apresentados na Figura 4, onde também é calculada a média aritmética dos resultados. A maior diferença entre os resultados obtidos (valor máximo e mínimo nas 31 avaliações realizadas) ocorreu no ponto A, 3,9 dB(A) e a menor no ponto F, 2,8 dB(A). Em relação a média aritmética do L_{Aeq} obtida nas 31 avaliações, no ponto A também houve a maior variação, sendo que o maior valor foi 2,4 dB(A) acima da média, e no ponto F o menor valor obtido ficou 1,3 dB(A) abaixo da média.

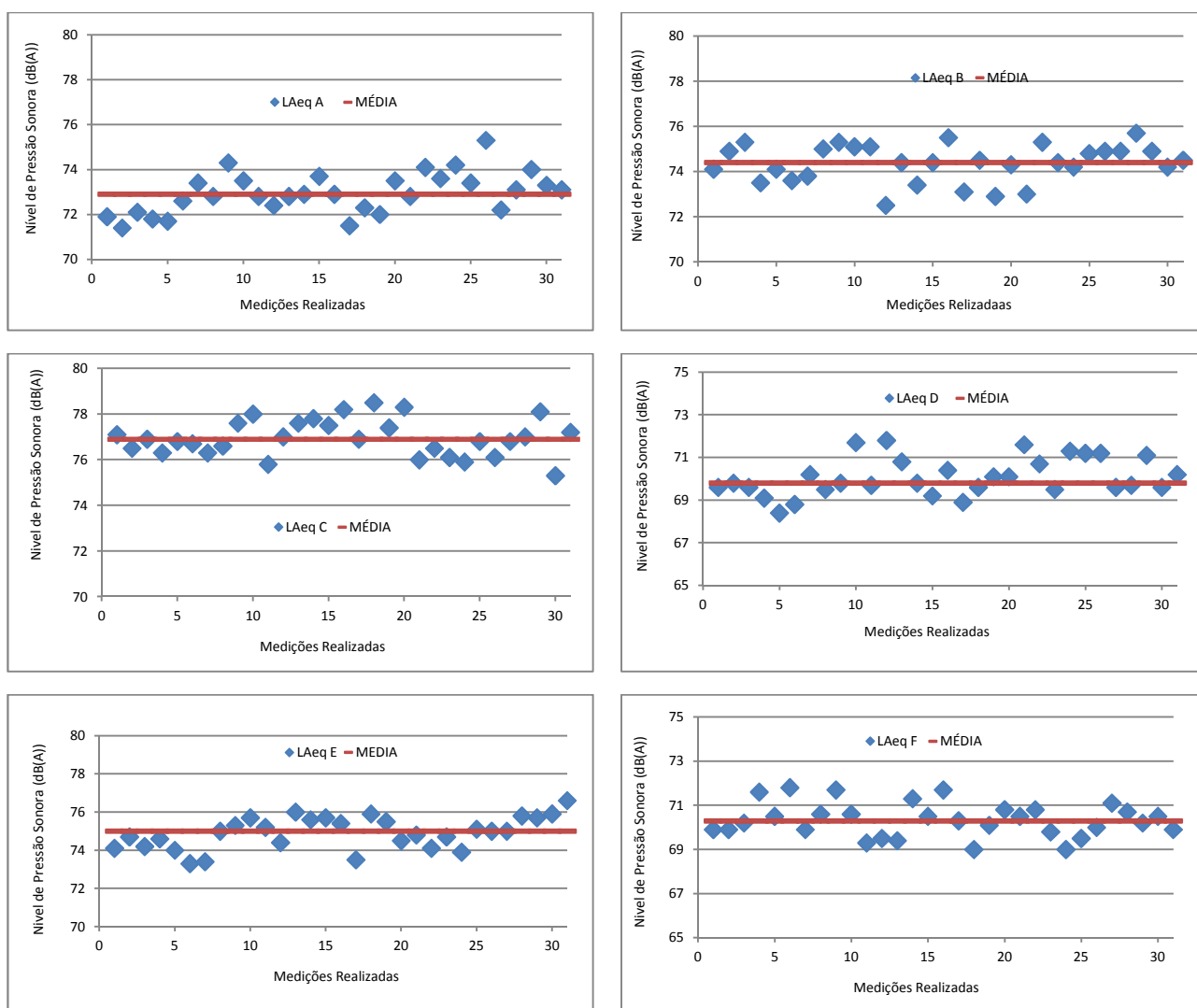


Figura 4 - Resultados do L_{Aeq} obtidos nas medições realizadas nos pontos de medição de A ao F (azul) e o valor da média aritmética dos resultados obtidos (vermelho) em dB(A)

Um dos principais fatores da dispersão dos resultados obtidos do L_{Aeq} é a variabilidade diária das características do meio urbano, já que as medições foram realizadas no período entre 8:00 e 17:00 horas aleatoriamente, a variabilidade mensal, as medidas foram realizadas em dias variados do mês também aleatoriamente, e a variabilidade anual, as medidas foram realizadas em período de 17 meses sendo que durante o ano alguns eventos alteram as características do meio urbano, como as férias escolares, festas

como o carnaval e réveillon, congressos e assim por diante. Desta forma, tecnicamente pode-se afirmar houve uma variação das condições de medição em cada uma das 31 avaliações realizadas, apesar do medidor de pressão sonora ser posicionado exatamente no mesmo local.

O padrão de forma da dispersão dos resultados apresentado na Figura 4 ratifica a afirmação do parágrafo anterior, já que quando houve uma redução ou acréscimo no valor do L_{Aeq} em um ponto de medição esta variação também pode ser percebida nos demais, de forma que indica o padrão do ruído urbano naquele mês, dia e hora em toda a região e não somente no local de medição.

Os índices estatísticos L_{10} e L_{90} calculados para os pontos de medição A ao F são apresentados nas Figuras 5 e 6 respectivamente. O índice L_{10} apresenta menor variação dos resultados que o L_{Aeq} , nas 31 avaliações realizadas, o que indica que o pico de passagem dos veículos pouco varia no meio urbano. O índice L_{90} , que representa o ruído de fundo de uma região, apresentou maior variação dos resultados calculados, devido a alteração na geração de energia sonora das diversas fontes de ruído urbano, como por exemplo, os aparelhos de ar condicionado das residências vizinhas, que são ligados no período de verão e desligados no período de inverno. Estes não são capazes de influenciar significativamente o valor do L_{Aeq} , já que a principal fonte de ruído possui um L_{Aeq} pelo menos 15 dB(A) superior ao gerado por estes equipamentos, mas o fazem no L_{90} . O mesmo ocorre com o ruído gerado pelo canteiro de obras, cujo ruído também não é capaz de alterar o valor do L_{Aeq} mas também influi no valor do L_{90} .

Desta forma as maiores variações observadas no índice L_{90} indicam uma alteração das condições urbanas nas 31 avaliações realizadas, sendo este um indicador confiável de tais situações que nem sempre são captadas pelo L_{Aeq} .

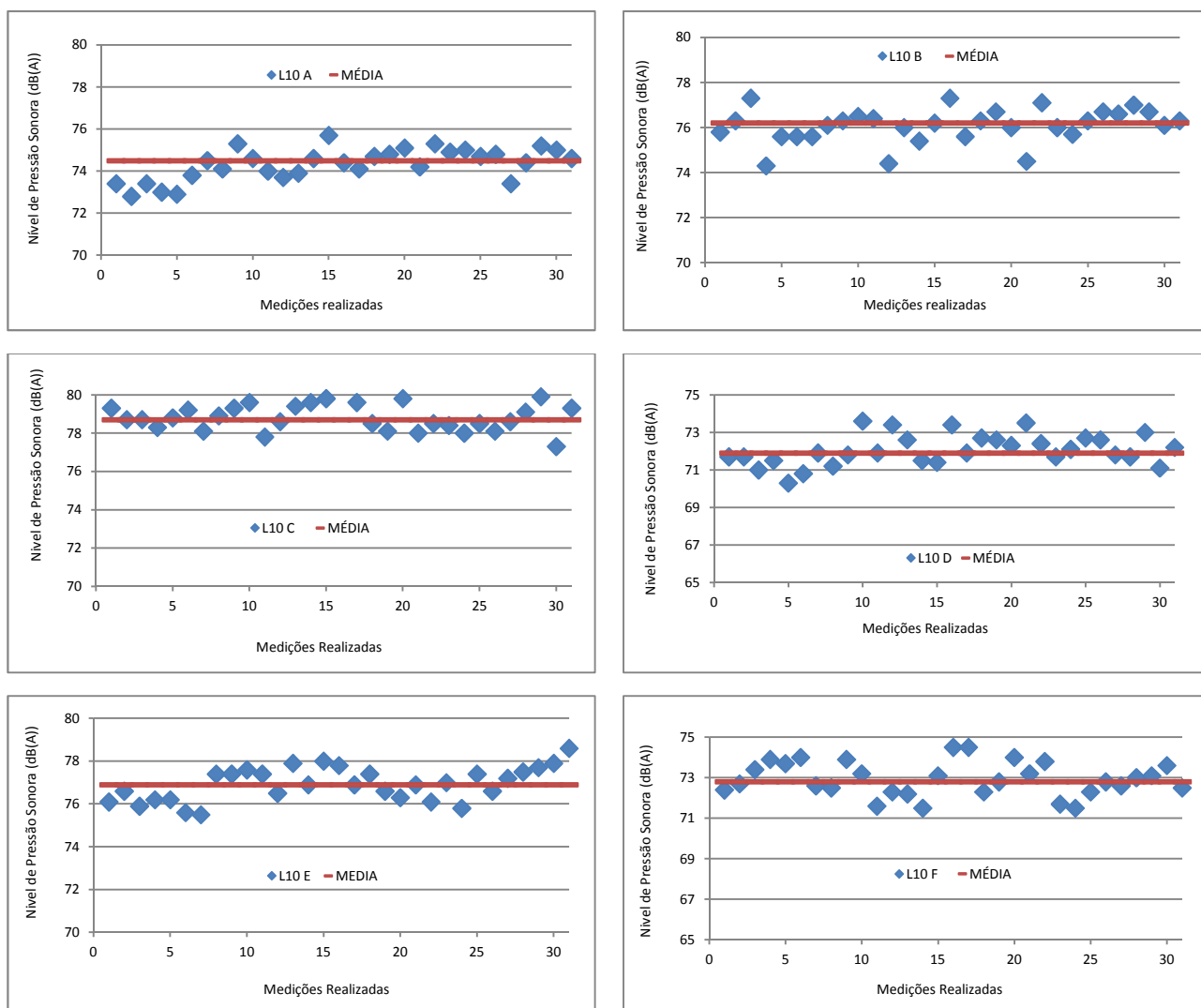


Figura 5 - Resultados do L_{10} obtidos nas medições realizadas nos pontos de medição de A ao F (azul) e o valor da média aritmética dos resultados obtidos (vermelho) em dB(A)

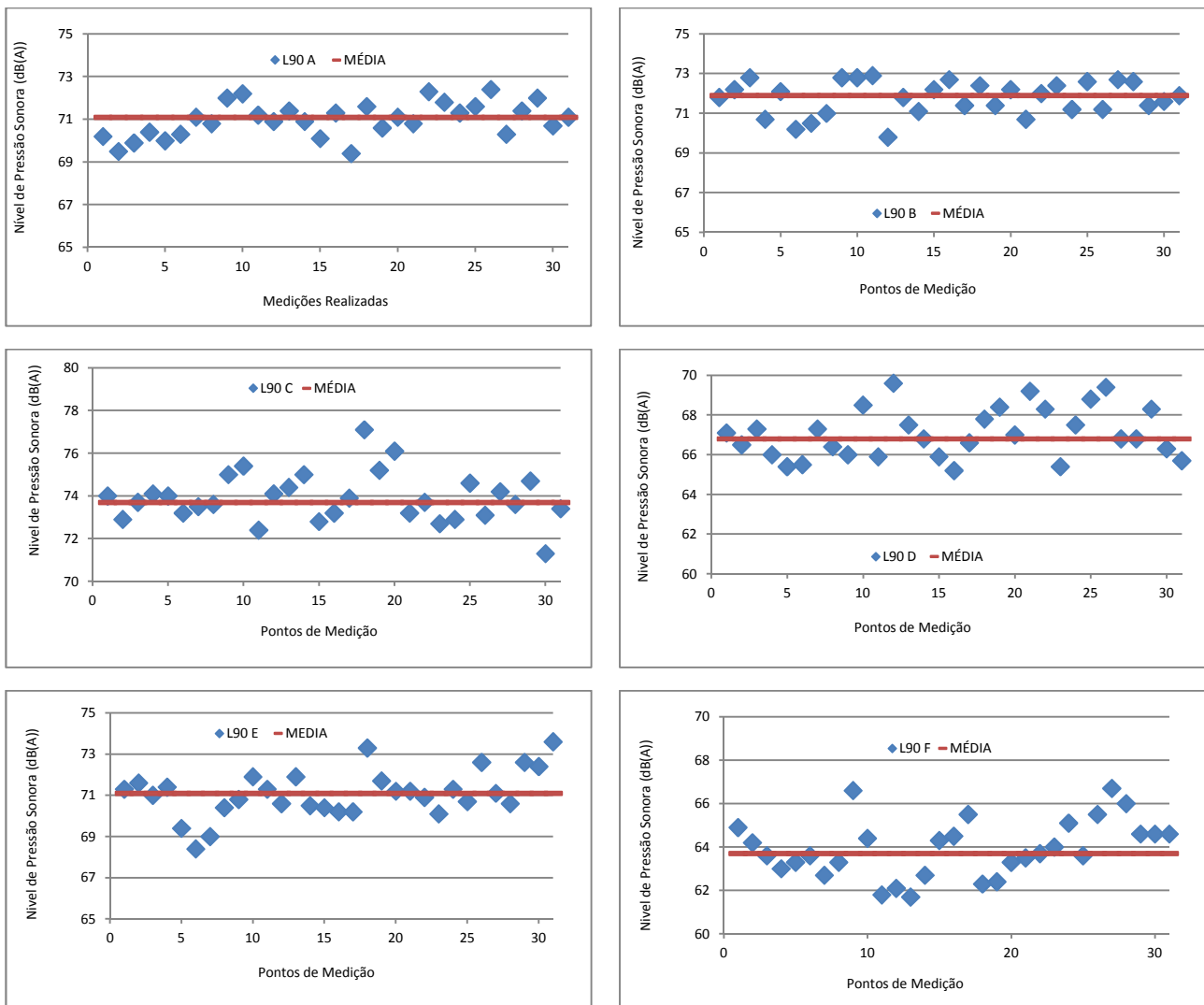


Figura 6 - Resultados do L_{90} obtidos nas medições realizadas nos pontos de medição de A a F (azul) e o valor da média aritmética dos resultados obtidos (vermelho) em dB(A)

É possível perceber também nas Figuras 4, 5 e 6 que há um padrão de comportamento dos valores de L_{Aeq} , L_{10} e L_{90} , nas 31 avaliações realizadas. A forma das dispersões apresentadas nas Figuras 5 e 6 são semelhantes, ou seja, quando há variação, para mais ou menos do L_{10} e L_{90} em um ponto de medição o mesmo ocorre com os demais. Outra característica é a semelhança das dispersões apresentadas entre a Figura 4 e as Figuras 5 e 6 de modo que é possível observar que quando o L_{Aeq} aumenta de valor o mesmo ocorre com o L_{10} e L_{90} , e quando reduz o L_{Aeq} novamente o mesmo ocorre com o L_{10} e L_{90} . Este fato indica novamente que houve alteração das condições ambientais entre uma avaliação e outra.

Assim, as diferenças nos valores de L_{Aeq} obtidos nas 31 avaliações realizadas são fortemente influenciadas pela variação da condição urbana, pois são acompanhadas também da variação dos índices L_{10} e L_{90} . Outra importante observação é que os pontos de medição apresentam características semelhantes em uma mesma avaliação o que indica uma alteração na condição urbana de toda uma região e não apenas no local de medição. Desta forma, aumentar o tempo de medição não implicaria na alteração dos resultados obtidos. Assim também é possível concluir que somente em condições especiais no meio urbano é possível conseguir um valor único do L_{Aeq} que represente um dado local já que a medição é influenciada por várias fontes de ruído, sendo todas estas variáveis no dia, mês e ano. Nas situações corriqueiras é aconselhável que se utilize um intervalo de valores que contemple a variação do nível de ruído no local.

A Figura 7 apresenta da evolução do L_{Aeq} em função do tempo (300 s) para cada uma das 31 avaliações realizadas nos 6 pontos de medição. É possível perceber que há uma inconstância inicial na forma da curva até aproximadamente a metade do período de medição (150 s), sendo que após a mesma passa a se comportar com uma reta, que nos últimos 50 s se torna paralela com o eixo horizontal. Este padrão pode apresentar pequenas variações de ordem decimal em algumas das avaliações ou pontos de medição.

Das 186 medições realizadas, 31 avaliações em 6 pontos de medição, apenas 8, 4,3% aproximadamente, não se estabilizaram até os 300 s de medição, mas mesmo assim, ficaram dentro do intervalo de limite superior e inferior daquelas que se estabilizaram. Ou seja, as variações entre os maiores e menores valores do L_{Aeq} , como no ponto A, 3,3 dB(A), não foram geradas pela não estabilização do L_{Aeq} e sim pela alteração das condições do meio urbano, conforme já demonstrado.

A tendência de paralelismo com o eixo horizontal da linha que representa a evolução do L_{Aeq} indica sua estabilização já que as diversas medidas instantâneas L_i obtidas nos últimos 50 s não são capazes de alterar o seu valor de forma que prolongar o tempo de medição torna-se desnecessário. Este fato fica ainda mais sensível quando adotado o critério da NBR 10151 (2000) de aproximação para números inteiros dos resultados obtidos.

Deve-se também ater que o equipamento utilizado nas medições, Tipo I, garante a precisão adequada para tais avaliações que em geral são executadas sobre forte calor. A verificação da precisão de medição do equipamento por meio do calibrador acústico foi inferior a 0,2 dB(A) ao final do período de medição que é compatível com a precisão requerida pela NBR 10151 (2000).

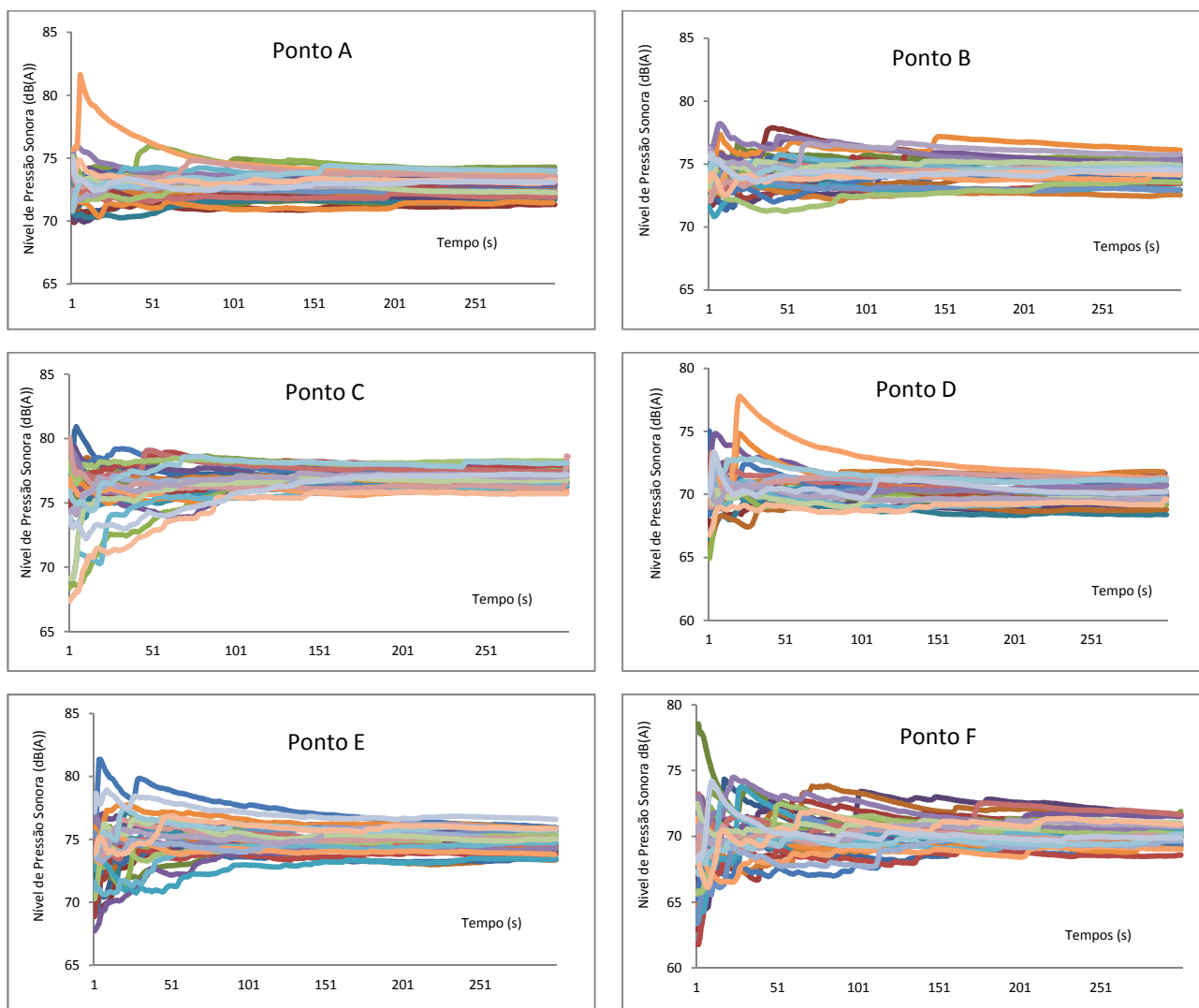


Figura 7 Evolução do L_{Aeq} em função do tempo nas medições realizadas nos pontos de medição de A a F em dB(A) nas 31 avaliações realizadas.

5. CONCLUSÕES

As diferenças dos resultados obtidos do L_{Aeq} , L_{10} e L_{90} nas 31 avaliações realizadas são oriundas das alterações no meio urbano, notadamente no ruído gerado pelo tráfego de veículos, de forma que prolongar o tempo de medição não alteraria dos resultados.

O índice L_{90} é o que sofre maior influência destas alterações, já que representa as fontes de ruído menos perceptíveis no meio.

Somente em condições especiais é possível determinar um valor único do L_{Aeq} para um dado local, sendo mais indicado utilizar um intervalo de valores, ou a média de várias avaliações.

O equipamento Tipo I possui uma precisão adequada aos critérios estabelecidos pela NBR 10151 (2000) além de manter o desempenho durante as medições mesmo em condições adversas.

A amostra de 300 valores de L_i , que pode ser obtida em um tempo de medição de 5 minutos, gera um valor de L_{Aeq} que é compatível com a precisão de números inteiros da NBR 10151 (2000). Os medidores de pressão sonora que possuem o circuito de integração e apresentam o L_{Aeq} instantaneamente no visor auxiliam na confiabilidade do resultado obtido pois é possível verificar sua estabilização.

No meio urbano onde o padrão de geração de ruído é influenciado pelo tráfego de veículos de forma constante o prolongamento do tempo de medição não implica na obtenção de uma melhor precisão nos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 10151**- Acústica, Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade, Rio de Janeiro, 2000.
- ARAUJO, B.; CORTES, M.; DUARTE, A. B.; Análise acústica urbana no bairro de Lagoa Nova, Natal RN; XXIV ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, Belém . 2012, **Anais...** SOBRAC, Belem. 2012.
- ARRUDA, F. R.; COELHO, J. L. B.; TENENBAUM, R. A.; SLAMA J. G.; Aspectos do Controle do Ruído Urbano na Cidade do Rio de Janeiro, In, XIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, Rio de Janeiro. 2000, **Anais...** SOBRAC, Rio de Janeiro. 2000. pp 410-415.
- BELDERRAIN, M. L.; MONTEMURRO, W.; FUCHS, G. Avaliação do impacto sonoro ambiental da futura subestação elétrica, , In, XXIII ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, Salvador 2010, **Anais...** SOBRAC, Salvador. 2010.
- CETESB **Decisão de Diretoria 100/2009/P**, Avaliação de níveis de ruído em sistemas lineares de transporte, São Paulo, 2009
- FERREIRA, D. G.; VALADARES, V. M.; ULHOA, F. M.; HIRASHIMA, H.; SANTOS, V. M. Avaliação do ruído em área urbana como parâmetro para tomada de decisão na elaboração de planos diretores: o caso da cidade de Ibiá, MG, In IX ENCONTRO NACIONAL SOBRE O CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Ouro Preto, 2007. **Anais....** Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído, 2007
- MORAES, E. L.; SIMÓN, F.; GUIMARÃES, L. H., Mapa de Predicción del Ruido Ambiente en Belém – Brasil, X ENCONTRO NACIONAL SOBRE O CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Natal. 2009. **Anais...**, Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído. 2009.
- BRITO, L. A. P. F.; SINDER, V.; Determinação do nível de pressão sonora das principais vias públicas da região central de Taubaté, In X ENCONTRO NACIONAL DO CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Natal. 2009. **Anais...**, Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído. 2009.
- MORAES, E, LARA, N, Mapa Acústico de Belém, In ENCONTRO NACIONAL DO CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Maceió. 2005. **Anais...**, Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído. 2005.
- NIEMEYER, M. L., SANTOS, M. J. O., Qualidade Acústica no Espaço Urbano, In VI ENCONTRO NACIONAL SOBRE O CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Pedro . 2001, **Anais...** Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído, São Pedro.2001.
- NIEMEYER, M. L., CORTES, M., Avaliação do incômodo sonoro da Linha Vermelha no bairro de São Cristovão, Rio de Janeiro, XXIV ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, Belém . 2012, **Anais...** SOBRAC, Belém. 2012.
- NUNES, M. F. O, Estudo do Ruído de Tráfego Veicular Urbano em Interseções SemafORIZADAS no Centro da Cidade de Santa Maria - RS, Dissertação de Mestrado, 1998, Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998
- PEREIRA, M., SLAMA, J. O Ambiente Sonoro Urbano: Representações e Indicadores na Cidade do Rio de Janeiro, In ENCONTRO NACIONAL DO CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Pedro, 2001. **Anais...** ,Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído, São Pedro 2001
- PINTO, F. A. N., MORENO, M. D. M. Mapa de ruído de bairros densamente povoados – Exemplo de Copacabana, Rio de Janeiro – Brasil, In XXII ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, Belo Horizonte, 2008. **Anais....** Bel Horizonte, SOBRAC, 2008.
- ROLLA, S., Ruído na construção civil, In XVII ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, Petrópolis. 1996, **Anais...**, Petrópolis, 1996, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACUSTICA, pp 352 – 359.
- SATTLER, M. A., Avaliação do Impacto de Ruído Gerado por Sistemas Binários de Tráfego, In II ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE O CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Fortaleza. 1999, **Anais...** Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza.1999
- SATTLER, M. A., ROTT, A. A., CORADINI, R. A., Avaliação do Ruído Ambiental em Porto Alegre, In: VI ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Rio de Janeiro 1999, **Anais....**, Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído, Rio de Janeiro 1999. pp 647 - 652.
- SCHIMITT, I. N.; PUMO, M. L.; MUHLE, L. A.; COELHO, D; MOURA, V. P.; OLIVEIRA, R. S.; Gestão Ambiental no Controle da Poluição Sonora: A Experiência de Porto Alegre, In XIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, Rio de Janeiro,2000. **Anais...** SOBRAC 2000, pp 398 a 415.
- SHERRER, M. J.; PIAGET, G.; VANIL, J. O ruído urbano e a desvalorização imobiliária, In XXII ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, Belo Horizonte, 2008 **Anais....** SOBRAC, Belo Horizonte. 2008.

TEIXEIRA, Rachel Pires Vaz Brandão; VALADARES, Victor Mourthé; A Utilização da Matriz de Peso na Caracterização do Ambiente Sonoro do Bairro Floresta, VI ENCONTRO NACIONAL SOBRE O CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Pedro . 2001, **Anais...** Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído, São Pedro. 2001.

VENTURA, A. N; VIVEIROS, E.; COELHO, J. L. B., NEVES, M. M.. Uma contribuição para o aprimoramento do Estudo de Impacto de Vizinhança: a gestão do ruído ambiental por mapeamento sonoro, In XXII ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, Belo Horizonte, 2008 **Anais...** SOBRAC, Belo Horizonte. 2008.

ZANNIN, P. H. T, Incômodo pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR, **Revista de Saúde Pública**, v 36(4), pp. 521 a 524, 2002

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Consórcio Construtor Rio Barra pela permissão de publicação dos resultados obtidos.