

MONITORAMENTO AMBIENTAL: Determinação de indicadores para a caracterização do ruído urbano na Av. Colombo, trecho compreendido entre as Avenidas Paraná e São Paulo em Maringá - PR

Nathália Cardozo Canevarolli¹
Aline Lisot²
Doralice Aparecida Favaro Soares³
Paulo Fernando Soares⁴

RESUMO

O controle do ruído urbano, cujo objetivo é a redução dos níveis de poluição sonora produzidos nas cidades, cada vez mais se faz importante em Maringá-Pr. O ruído produzido tornou-se uma ameaça à qualidade de vida da população e é um dos problemas mais críticos tratando-se de poluição ambiental. A Avenida Colombo situa-se dentro do perímetro urbano da cidade de Maringá, estado do Paraná e, o trecho compreendido entre as Avenidas São Paulo e Paraná foi o foco de estudo deste trabalho. Esta região foi escolhida devido à variedade de ocupações que ali existem (residencial, comercial, escolar, lazer, entre outros). Assim, como em toda a avenida, no trecho estudado, o tráfego de veículos leves e pesados é uma fonte de ruído que incomoda a população em todos os horários do dia. O trabalho constitui-se do monitoramento e avaliação da qualidade sonora na região próxima à Avenida Colombo no trecho selecionado, para a determinação dos indicadores e índices acústicos que caracterizam esta região. Esta avaliação é base para ações de intervenção como, por exemplo, a isolamento e condicionamento de edificações e estratégias de planejamento urbano. Foram calculados o Índice de Ruído de Tráfego, TNI, e o Nível de Poluição devido ao Ruído, NPL, para avaliar a sensação de incômodo do ruído de tráfego rodoviário. Como resultado constatou-se que os pontos monitorados ao longo da Avenida e classificam entre “normalmente inaceitável” e “claramente inaceitável” utilizando-se os indicadores Leq, L₁₀ e L₉₀.

Palavras-chave: Monitoramento ambiental. Ruído urbano. Indicadores estatísticos de ruído. Índices de ruído.

¹ Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo-DAU, Universidade Estadual de Maringá-UEM, nathalia_canevarolli@hotmail.com

² Prof^a M.Sc, Departamento de Engenharia Civil-DEC, Universidade Estadual de Maringá-UEM, alisot@uem.br

³ Prof^a Dr^a, Departamento de Engenharia Civil-DEC, Universidade Estadual de Maringá-UEM, dafsoares@uem.br

⁴ Prof^o Dr^o, Departamento de Engenharia Civil-DEC, Universidade Estadual de Maringá-UEM, pfsoares@uem.br

1. INTRODUÇÃO

Causador de problemas de saúde como a perda de audição, o ruído pode ocasionar a privação do sono e interferências na comunicação e, para a maioria das pessoas, é sinônimo de irritação, improdutividade e cansaço. Para buscar uma solução para os problemas atuais e vindouros de ruídos é necessário que se avalie a fonte dos mesmos e a sua forma de transmissão. Há várias maneiras de efetuar o controle do ruído: pode-se agir na fonte, controlar a trajetória do som entre a fonte e o receptor ou, até mesmo, controlar a forma como o próprio receptor recebe. Investigaram-se nessa pesquisa os Níveis de Pressão Sonora gerados no entorno da Avenida Colombo na cidade de Maringá-Pr, no trecho compreendido entre as Avenidas São Paulo e Paraná, com a finalidade de se determinar os indicadores e índices de avaliação do ruído urbano, que são fundamentais para o estabelecimento e aplicação de estratégias de controle.

O objetivo desse trabalho foi o estudo das condições sonoras sofridas pela população residente na região escolhida, através da determinação dos níveis e índices de avaliação do ruído urbano. Com a obtenção destes dados, facilita-se a sistematização e compreensão da relação do ruído produzido pelo tráfego e do mapeamento do ruído urbano. Além disso, através da visualização do incômodo causado pelo ruído na forma de indicadores e índices, proporciona-se a indicação das prioridades de aplicação de intervenções de controle e adequação à legislação do ruído urbano na região em questão.

2. DESENVOLVIMENTO

Conforme Llinares, Llopis e Sancho (1996), Rosa (2000), Calixto (2002) e Bistafa (2011), pode-se destacar os seguintes indicadores e índices de ruído de tráfego, onde o Leq representa através de um único número o valor equivalente a um ruído variável no tempo, em termos de nível de pressão sonora, com o mesmo conteúdo de energia, e, os indicadores estatísticos L_i , representam o valor acima do qual os demais níveis de pressão sonora permanecem “i”% do tempo total de medição:

- a) Nível Equivalente Sonoro (Leq);
- b) Índices Estatísticos de Ruído (L_{10} , L_{50} e L_{90});
- c) Nível de Poluição Sonora (LNP) e,
- d) Índice de Ruído de Tráfego (TNI);

A diferença estatística entre os níveis de baixa (L_1 , L_5 , L_{10}) e elevada ordem (L_{90} , L_{95} , L_{99}), como, por exemplo, ($L_{10} - L_{90}$) fornece uma indicação sobre a flutuação temporal do fenômeno, uma vez que a diferença é pequena para ruídos estáveis ao longo do tempo, enquanto que a diferença se torna alta quando o ruído é muito flutuante. A diferença entre ($L_{10} - L_{90}$) é denominada clima acústico.

A partir desses parâmetros, denominados indicadores estatísticos, foram determinados os índices para avaliação do ruído de tráfego rodoviário, que é fortemente caracterizada por flutuações no nível sonoro que afetam a sensação de incômodo. Para o Índice de Ruído de Tráfego, denominado TNI, e para o índice Nível de Poluição devido ao Ruído (NPL ou LNP), existem duas formulações utilizadas que estão descritas a seguir.

- a) Índice de Ruído de Tráfego (TNI): $TNI = Leq + 4 (L_{10} - L_{90})$, em dBA;
- b) Índice de Ruído de Tráfego (TNI): $TNI = 4 \cdot (L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$, em dBA;

- c) Nível de Poluição devido ao Ruído (NPL): $LNP = Leq + k \cdot \sigma$, em dBA, com $\sigma = 2,56$;
- d) Nível de Poluição devido ao Ruído (NPL): $LNP = L50 + [(L10-L90)/60]^2 + (L10-L90)$

Observe-se que na segunda expressão do TNI, o primeiro termo define a extensão do clima acústico, clima de ruído, ou impacto do ambiente sonoro e quantifica a variabilidade do ruído, enquanto que o segundo termo representa o nível de ruído de fundo.

Com relação ao Nível de Poluição devido ao Ruído (NPL), esse índice, baseia-se na consideração de que o incômodo associado a um ruído, para um dado intervalo de tempo, depende outras características do próprio ruído. Em particular, a característica tomada como referência, com relação ao incômodo que o ruído provoca, é a presença de flutuações.

A partir desses indicadores definiu-se um critério para a comparação da situação que se encontra a área em estudo e, para a avaliação da região em termos de índices e indicadores já citados. Para isso selecionou-se a região de estudo mostrada nas figuras 1 e 2, que é o trecho da Avenida Colombo compreendido entre as Avenidas Paraná e São Paulo. Nessa figura encontram-se também a localização dos pontos de amostragem.



Figura 1 – Área de Estudo: Avenida Colombo
 Fonte: Google Earth (2005), modificado pelo autor (2012)

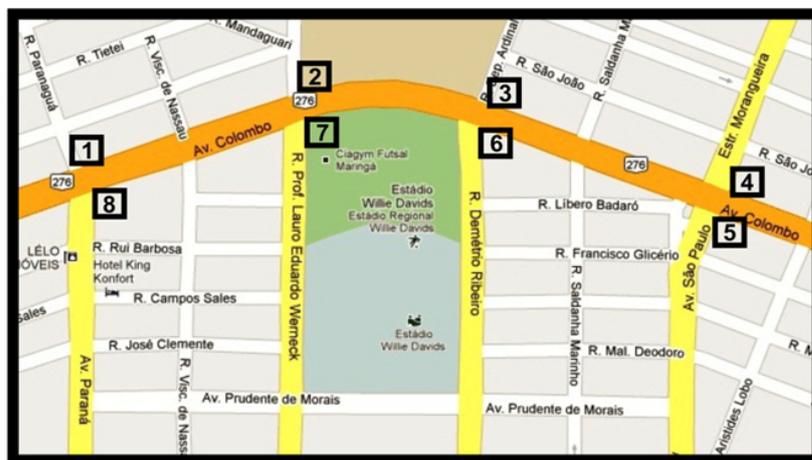


Figura 2 – Pontos de monitoramento
 Fonte: Google Earth (2005), modificado pelo autor (2012)

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2012), um ruído de até 55 dB(A) pode perturbar, mas o organismo se adapta facilmente a ele. A partir de 55 dB(A) pode haver a ocorrência de estresse leve acompanhado de desconforto. O nível de 70 dB(A) é considerado o nível inicial do desgaste do organismo, aumentando o risco de infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial e outras patologias. A 80 dB(A) ocorre a liberação de endorfinas, causando uma sensação de prazer momentâneo. Já a 100 dB(A) pode haver a perda de audição.

A NBR 10151:2000 fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente da existência de reclamações. Os níveis de ruído máximo aceitáveis por esta norma estão definidos conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial.	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa.	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151:2000

Os limites de horário para o período diurno e noturno da Tabela 1 podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 horas e não deve terminar antes das 7 horas do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 horas. Observa-se que a área de estudo pode ser classificada, de acordo com a NBR10151:2000, como área mista, com vocação comercial e administrativa.

No monitoramento do ruído observaram-se as seguintes condições:

- O método de avaliação envolve medições do nível de pressão sonora equivalente (Leq), em decibels ponderados na curva “A”.
- As medições não devem ser efetuadas na existência de interferências audíveis de fenômenos da natureza, como por exemplo, trovões, chuvas fortes, entre outros.
- O tempo de medição deve ser escolhido de forma a permitir a caracterização do ruído.
- As medições realizadas no exterior de habitações devem ser em pontos afastados aproximadamente 1,20 m do piso e pelo menos 2,00 m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como: muros, paredes, árvores, entre outros.

Quando se trata de ruído urbano na cidade de Maringá-Pr, a legislação a ser seguida é a Lei Complementar nº 218 de 09 de janeiro de 1998, que estabelece os níveis de ruído máximos aceitáveis para o município, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Limites máximos de sons e ruídos permissíveis, em dB(A)

Zonas de uso	Diurno	Noturno
Zona Especial – ZE	55	45
Zonas de Proteção Ambiental – ZPA	55	45
Zonas Residenciais – ZR	55	45
Eixos Residenciais – ER	55	45
Zona Central – ZC	60	50
Eixos de Comércio e Serviços – ECS	60	50
Terminal de Transportes – TT	60	50
Central de Abastecimento – CA	60	50
Zona Industrial 1 – ZI-1	65	55
Av. Colombo, Contorno Sul e vias de acesso.	65	55
Zona de Comércio Atacadista – ZCA	65	55
Demais Zonas Industriais	70	60

Fonte: Lei Complementar n° 218 (1998)

Para fins de aplicação desta lei define-se: período diurno das 7 às 20 horas e período noturno das 20 às 7 horas. Observa-se que na Lei Complementar a Avenida Colombo está classificada de modo semelhante à zona industrial.

O método utilizado para medição e avaliação da lei complementar n° 218/98 obedece às recomendações da NBR 10151:2000, citadas anteriormente.

O critério selecionado foi o H.U.D., desenvolvido pelo U.S. Department of Housing and Urban Development (BARBOSA, 1992 e CALIXTO, 2002). O primeiro autor adaptou o critério para a aplicação no caso de rodovias que cortam cidades em zonas mistas. O referido critério é dado a seguir:

a) NÍVEIS EQUIVALENTES, L_{eq} [dB(A)]:

$L_{eq} \leq 49$: Claramente aceitável (azul);

$49 < L_{eq} \leq 62$: Normalmente aceitável (verde);

$62 < L_{eq} \leq 76$: Normalmente inaceitável (amarelo)

$L_{eq} > 76$: Claramente inaceitável (vermelho).

b) NÍVEIS ESTATÍSTICOS, L_{10} [dB(A)]:

$L_{10} \leq 53$: Claramente aceitável;

$53 < L_{10} \leq 66$: Normalmente aceitável;

$66 < L_{10} \leq 82$: Normalmente inaceitável;

$L_{10} > 82$ dB(A): Claramente inaceitável;

c) NÍVEIS ESTATÍSTICOS, L_{90} [dB(A)]:

$L_{90} \leq 41$: Claramente aceitável;

$41 < L_{90} \leq 56$: Normalmente aceitável;

$56 < L_{90} \leq 71$: Normalmente inaceitável;

$L_{90} > 71$: Claramente inaceitável.

As medições de ruído foram realizadas utilizando os Medidores de Nível de Pressão Sonora SOLO S1m, da 01dB – Metravib, e DL4200, da ICEL, ambos apresentados na figura 2.

Os equipamentos foram configurado na curva de ponderação “A”, modo de resposta fast, com medição de 0,125 segundos e faixa dinâmica 40 a 120 dB(A).

O período de medição utilizado, em cada um dos seis pontos, variou entre cinco e vinte minutos. O horário e os dias da semana escolhidos para os monitoramentos foram escolhidos de modo aleatório de modo a compreender todos os dias da semana inclusive sábados e domingos, de modo que se incluíssem fluxos de veículos baixos e intensos.



Figura .2 – Medidor de Nível de Pressão Sonora SOLO S1m e DL 4200 da ICEL
Fonte: manual do usuário SOLO S1m (2010) e Manual DL 4200 da ICEL(2012)

Fixou-se o Medidor de Nível de Pressão Sonora em um tripé, posicionando-o a uma distância de 1,20 m do piso. Foram coletados os seguintes dados:

- Leq resultante do tempo total de medição;
- L01: valor acima do qual os demais níveis permanecem 1% do tempo total de medição;
- L10: valor acima do qual os demais níveis permanecem 10% do tempo total de medição;
- L50: valor acima do qual os demais níveis permanecem 50% do tempo total de medição;
- L90: valor acima do qual os demais níveis permanecem 90% do tempo total de medição.
- Espectro sonoro

Um resumo dos espectros sonoros, por ponto de monitoramento é apresentado a seguir, na Tabela 3 e Figura 3.

Tabela 3 – Espectro de oitava

Frequência (Hz)	Trecho A (dB)	Trecho B (dB)	Trecho C (dB)	Trecho D (dB)	Trecho E (dB)	Trecho F (dB)
31	79,1	75,9	78,9	80,7	76,8	83,2
63	85,5	81,5	85,6	84,9	84,2	88,2
125	84,4	79,1	81,6	85,4	79,5	84,6
250	77,7	73,2	75,9	78,9	75,8	78,8
500	75,7	71,6	74,6	75,3	73,0	74,7
1k	72,8	70,5	73,1	73,1	71,7	71,8
2k	70,2	67,8	69,6	70,2	68,8	69,7
4k	67,2	61,1	64,3	65,1	63,4	68,6
8k	59,7	53,7	57,7	58,5	56,7	64,1



Figura 3 – Pontos de monitoramento de espectro sonoro

O resumo dos critérios acima descritos aplicados aos pontos monitorados e comparados com o critério H.U.D. é apresentado na Figura 4.

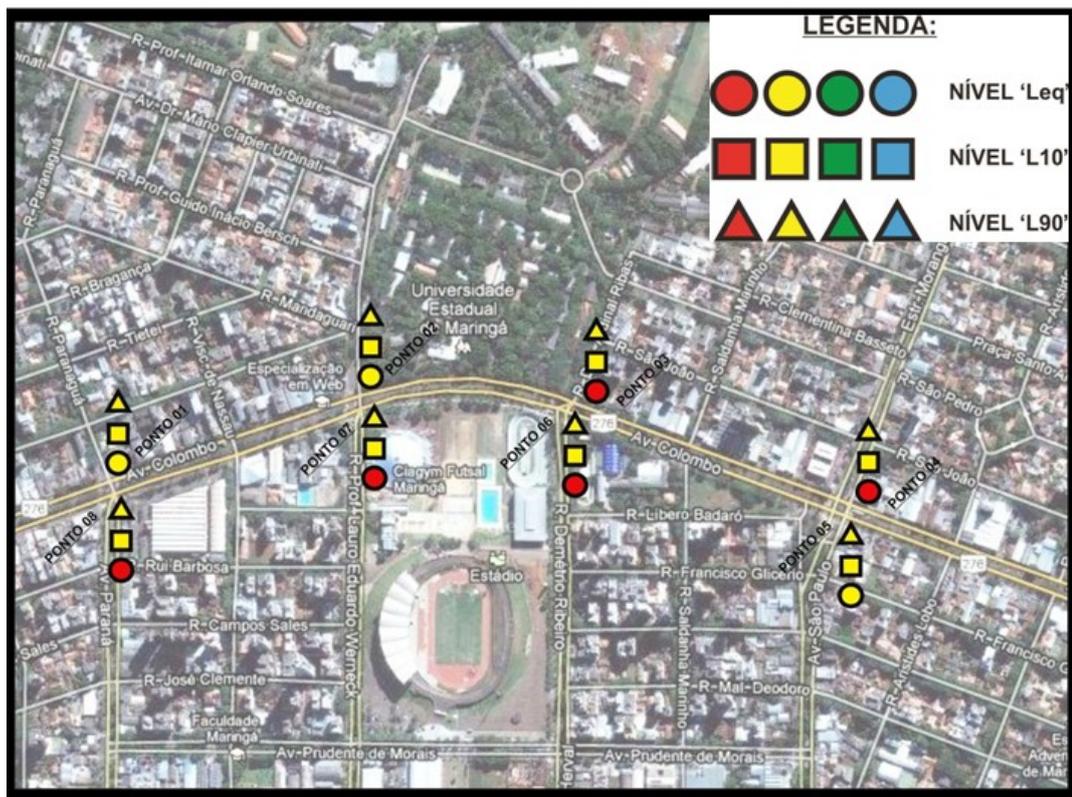


Figura 4 – Resultado do critério H.U.D.

3. CONCLUSÃO

O resultado encontrado através da aplicação do critério H.U.D. mostram ruídos inaceitáveis em todos os pontos pesquisados e em especial no cruzamento da Av. Colombo com a Rua Demétrio Ribeiro encontra-se um ponto crítico, segundo os dados coletados.

Salienta-se que todos os níveis de pressão sonora equivalente, Leq, encontrados nas medições de campo, são superiores aos níveis máximos recomendados pela NBR 10.151:2000 e pela Lei Municipal nº 218/98 de Maringá-Pr, evidenciando a necessidade da continuidade de estudos de controle da poluição sonora existente na Avenida Colombo.

Os espectros de ruído levantados podem ser utilizados para a definição e dimensionamento de barreiras acústicas, que podem ser utilizadas como parte das estratégias de controle.

REFERÊNCIAS

01dB – METRAVIB. **dBTRAIT32 - Environmental Noise Data Processing Software Package: User Manual.** Limonest: 01dB – METRAVIB, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10151:** acústica: avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade: procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

BARBOSA, W. A. **Aspectos do ruído comunitário em Curitiba.** 1992. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído.** 2ª. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

CALIXTO, A. **O ruído gerado pelo tráfego de veículos em “rodovias-grandes avenidas” situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba, analisando sob parâmetros acústicos objetivos e seu impacto ambiental.** 2002. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

GOOGLE EARTH: **Image DigitalGlobe.** Europa Technologies, 2005. Acesso em: 30 de agosto de 2012.

ICEL. **Manual de instruções do decibelímetro modelo DL-4200.** Manaus: ICEL, 2010.

LLINARES, J.; LLOPIS, A.; SANCHO, J. **Acústica arquitectónica y urbanística.** Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1996.

MARINGÁ, **Lei nº 218 de 09 de janeiro de 1998.** Dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora, impõe penalidade e dá outras providências, Maringá-Pr, 1998. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/661301/lei-complementar-218-98-maringa-pr>>. Acesso em: 23 mai. 2011.

ROSA, M. R. **Ruido industrial y urbano.** Madrid: Ed. Paranifo, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Résumé d’Orientation des Directives de l’OMS Relatives au Bruit dans l’Environmental.** Disponível em: <<http://www.who.int/docstore/peh/noise/bruit.htm>>. Acesso em: 10 agosto 2012.