

AVALIAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTAL: MONITORAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO RUÍDO DE FUNDO EM MARINGÁ-PR

Camila Fernanda Giannini*

Paulo José Moraes Monteiro e Teixeira Germano**

Laurence Damasceno de Oliveira***

Paulo Fernando Soares****

RESUMO: O ruído é introduzido no meio ambiente diariamente. Este som provoca desconforto mental e físico, que podem desencadear alguns problemas de saúde e conseqüentemente, perda na qualidade de vida da população local. Visando caracterizar o ruído de fundo em alguns pontos em Maringá - PR, fez-se o monitoramento do ruído com um medidor de pressão sonora em três pontos da cidade, sendo que cada um foi observado por cinco minutos, tendo seus dados colhidos a cada 10 segundos. Posteriormente, calculou-se o nível de intensidade sonora equivalente e os índices estatísticos L_{10} , L_{50} e L_{90} para análise dos ruídos dos três locais observados. Comparou-se o resultado obtido com as normas que estabelecem os níveis de pressão sonora ideais para as zonas da cidade avaliada. Como os valores encontrados foram superiores aos estabelecidos no plano diretor da cidade foram sugeridas maneiras de atenuar o ruído ambiental, visando proporcionar melhora na qualidade de vida.

PALAVRAS-CHAVE: Índices Estatísticos (L_{90} , L_{50} , L_{10}); Nível Equivalente Sonoro (L_{EQ}); Ruído de Fundo.

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL NOISE: MONITORING AND CHARACTERIZATION OF BACKGROUND NOISE IN MARINGÁ PR BRAZIL

ABSTRACT: Noise is daily introduced in the environment people live in. Noise provokes mental and physical discomfort that may trigger health problems and loss of life quality to the local population. Current study analyzes the noise background in Maringá PR Brazil, by noise monitoring with a sound pressure meter at three city sites. Each site was observed during 5 minutes and data collected every 10 seconds. Sound intensity levels and statistical indexes L_{10} , L_{50} and L_{90} were calculated for an analysis of noise at the three sites. Results were compared with standards on ideal sound pressure levels for these specific city zones. Since rates were higher than those established by the city's planning directory, suggestions were forwarded to minimize background noise so that life quality could be improved.

KEYWORDS: Statistical Indexes (L_{90} , L_{50} , L_{10}); Sound Equivalent Level (L_{EQ}); Background Noise.

* Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá - UEM; E-mail: giannini.camila@hotmail.com

** Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá - UEM; E-mail: paulogermanos2@yahoo.com.br

*** Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá - UEM; E-mail: laudamasceno@hotmail.com

**** Docente Doutor do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá - UEM; E-mail: paulofsoares@gmail.com

INTRODUÇÃO

Grande parte dos sons são complexos, com diferentes ondas superpostas como a fala, a música e os ruídos. Não existe diferença, em termos físicos, entre som e ruído. A preocupação com os níveis de ruído em relação ao meio ambiente e à saúde data desde os primórdios dos tempos, constituindo um problema de 2.500 anos atrás.

No que tange aos primeiros relatos de níveis de ruídos com relação à surdez, pode-se dizer que foram provenientes de moradores que viviam próximos às cataratas do rio Nilo, no Egito. Estabeleceram, dessa forma, uma relação causal entre ruído e a perda da audição. (DO CARMO, 1999).

O ser humano está de forma contínua recebendo informações sonoras. Podem-se considerar todos os sons como ruídos, mas a sua classificação é subjetiva, destacando o fato de ser ou não desejável.

Para Russo (1993), semelhante a um radar a audição estende-se a todas as direções e grandes distâncias, informando-nos acerca da localização e a distância em que se encontra o indivíduo da fonte sonora, constituindo em um mecanismo de defesa e alerta, importante para a segurança virtual. Observa ainda que, dependendo do indivíduo, os sons podem provocar as mais diversas reações físicas e emocionais, como: susto, riso, lágrimas, sensações de prazer e desprazer, participação e segurança, as quais são compartilhadas com os semelhantes, tendo como agente intermediário a linguagem falada, adquirida principalmente pela audição.

Diariamente o ruído é introduzido no meio ambiente. São sons que provocam desconforto mental/físico, que resultam de vibrações irregulares que podem afetar o equilíbrio sonoro, repercutindo sobre o sistema auditivo e as funções orgânicas.

Para se fazer uma medição sonora é comum que se classifique o ruído de acordo com a situação do ambiente acústico no momento da medição. A Norma ISO 1996: Acoustics – Description and measurement of environmental noise (1982) estabelece a seguinte classificação:

Ruído ambiental – ruído de todas as fontes sonoras, situadas próximas ou afastadas (ruído de tráfego, pássaros, máquinas, etc).

Ruído específico – é o ruído da fonte sob investigação. É um componente do ruído ambiental e pode ser identificado e associado a uma fonte específica.

Ruído residual – é o ruído ambiental sem o ruído específico. É o ruído em um local, sob certas condições, quando o ruído da fonte específica é eliminado.

Ruído inicial – é o ruído em certo ponto antes de ocorrerem mudanças, por exemplo, antes da construção de barreiras ou da implementação de alguma indústria.

Além desta nomenclatura, pode-se encontrar a categoria ruído de fundo:

Ruído de fundo - terminologia utilizada para designar o nível sonoro medido quando a fonte específica não é audível e, algumas vezes, tem o valor de um parâmetro de ruído, tal como o L90.

Os descritores do ruído ambiental são: o Nível de Pressão Sonora, o nível de intensidade equivalente e os níveis estatísticos.

O Nível de Pressão Sonora é a energia acústica total emitida pela fonte em uma unidade de tempo. A potência sonora só depende da própria fonte (GERGES, apud NAGEM, 2004), sendo independente das características do ambiente e da distância ao receptor, o que a torna muito útil para caracterizar fontes sonoras (BRÜEL & KJÆR, apud NAGEM, 2004).

O nível de pressão sonora (L_p) é definido, pela ISO 1996/1 (1982), por:

$$NIS = 10 \log \left[\left(\frac{p}{p_0} \right)^2 \right], \text{ em dB} \dots \dots \dots (1)$$

Onde: p - pressão sonora em pascais; e p_0 - é a pressão sonora de referência, $20 \mu\text{Pa}$ ($20 \times 10^{-6} \text{N/m}^2$), que corresponde ao limiar da audição na frequência de 1kHz (GERGES, apud NAGEM, 2004).

Por sua vez, o nível de intensidade equivalente (LAeq) é definido, pela ISO1996/1 (1982), por:

$$L_{\text{eq}} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T} \cdot \sum_{i=1}^n t_i \times 10^{\left(\frac{L_i}{10}\right)} \right] \dots\dots\dots(2)$$

Onde: T: Tempo total em horas.

Li: NIS (Nível de Intensidade Sonora) ou NPS (Nível de Pressão Sonora) em dB.

Ti: Tempo parcial em horas.

O nível de pressão sonora, equivalente contínuo ponderado na escala A, representa o nível de um som contínuo (estacionário) que, em um intervalo de tempo específico, tem a mesma energia sonora do som em estudo, cujo nível varia com o tempo (ISO, 1982). Além de ser utilizado como padrão de análise para o ruído ambiental, o LAeq também é utilizado na avaliação da exposição ao ruído ocupacional. Ele representa o potencial de lesão auditiva do nível variável (oscilante), que depende não somente do seu nível como também da sua duração (GERGES, 2000). O LAeq representa, assim, o nível do ruído contínuo (fixo) ao qual as pessoas estão sujeitas em várias situações, devido aos diversos tipos de ruído, sendo equivalente ao ruído original, que é variável.

O LAeq é o descritor sonoro mais importante. Medidas de banda larga, por exemplo, são feitas utilizando-se a ponderação em frequência segundo a curva A, quando se avalia o ruído ambiental. Ele é o indexador de ruído mais utilizado no estudo do ruído de tráfego rodoviário, sendo que o nível corrigido (rating level)

e os níveis estatísticos, tais como L10 e L90, também são utilizados (BRÜEL & KJÆR, 2000).

Em alguns estudos do ruído ambiental, pode ser desejável descrever uma situação sonora tanto pelo uso do LAeq como pela distribuição estatística dos níveis de pressão sonora ponderados em A. Com este propósito, níveis estatísticos tais como L95, L50 e L5 podem ser determinados (ISO, 1987).

O nível estatístico representa o valor do nível de pressão sonora ponderado em A, que foi excedido em uma porcentagem (N%) do intervalo de tempo considerado. Por exemplo, o LA95,1h é o nível que foi excedido em 95% de um período de uma hora (ISO, 1982). Além dos níveis estatísticos citados acima, são utilizados, também, o L10 e o L90, sendo que o L10 é mais usado para estudos de ruído ambiental (ruído de trânsito) (GERGES, apud NAGEM, 2004).

Uma análise da distribuição estatística dos níveis sonoros é uma ferramenta útil quando se avalia o ruído. A análise não fornece apenas informações a respeito da variabilidade dos níveis sonoros, mas também se sobressai em várias normas como base para avaliação do ruído de fundo. Por exemplo, o L90, nível excedido em 90% do tempo de medição, é utilizado como indicador do nível sonoro do ruído de fundo, enquanto que o L10 e o L5 são algumas vezes usados para indicar o nível de eventos de ruído (BRÜEL & KJÆR, apud NAGEM, 2004).

Os níveis estatísticos descrevem a situação do ambiente acústico em termos da probabilidade com que certos níveis podem ser excedidos. O histograma cumulativo do ruído mostra o percentual do tempo total de exposição em relação ao nível de pressão sonora dB(A) (GERGES, apud NAGEM, 2004).

Ante ao exposto, o este estudo visa discutir, através da leitura, monitoramento e análise, o Ruído Ambiental nos aspectos do seu monitoramento, caracterizando o ruído de fundo de uma rua e duas avenidas

avenida através do LEQ e L90.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desse estudo consistiu inicialmente em determinar os locais para coleta de dados e posterior análise. Os pontos de medições foram determinados após a instalação do Sistema Binário em Maringá - Paraná, uma vez que foram registradas reclamações no que tange o aumento do ruído de tráfego.

No dia 17/08/2010, às 11h10min as medições foram iniciadas com um Medidor de Nível de Pressão Sonora, modelo NSL 1325, da marca Minipa. O segundo ponto teve início às 11h20min e o último ponto às 11h35min. O monitoramento sonoro em cada ponto teve duração de 5 minutos e intervalo de 10 segundos entre as coletas dos dados. Os três pontos estão contidos na cidade de Maringá e estão dispostos a seguir em ordem cronológica:

- Ponto 1: Rua dos Jasmins.
- Ponto 2: Avenida Mandacaru.
- Ponto 3: Avenida Colombo.

É relevante destacar que o aparelho estava com a frequência de (32-80) dB(A) no primeiro ponto e (50-100) dB(A) nos outros dois pontos.

Sendo concluída a coleta do nível de pressão sonora (NIS) em dB(A) dos três pontos, iniciou-se a análise dos dados, a qual consistiu em calcular o Nível de Intensidade Sonora Equivalente e os Índices Estatísticos L10, L50 e L90 para análise dos ruídos dos três locais observados. Por fim, compararam-se os resultados obtidos com as normas que estabelecem os níveis de pressão sonora ideais para as zonas da cidade avaliada e sugerem-se maneiras de atenuar o ruído ambiental, visando proporcionar melhora na qualidade de vida da população local.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CALCULO DOS ÍNDICES ESTATÍSTICOS L10, L50 E L90

Iniciou-se o estudo com o cálculo dos índices estatísticos L10, L50 e L90, para isto, ordenou-se em ordem crescente os dados dos NIS coletados, posteriormente calculou-se a probabilidade acumulada (p) de ocorrência do evento em percentual ($p=m/N*100$, sendo "m" a ordem de ocorrência e N o número total de medições) e, por fim, verificaram-se os índices estatísticos solicitados através da equação:

$$L_i = L_{\left[100 - \left(\frac{m-1}{N}\right) * 100\right]} \dots\dots\dots(3)$$

Sendo assim, obteve-se para o primeiro ponto, conforme tabela 1:

- L90 = 48,70
- L50 = 54,7
- L10 = 66,6

Tabela 1 NIS, Probabilidade Acumulada e Li para o Ponto 1.

MEDIDOR NIVEL DE PRESSAO SONORA			
Ordem "m"	NIS(dBA)	p (m/N, %)	Li
1	45,6	3,33	100
2	48,6	6,67	96
3	48,6	10,00	93
4	48,7	13,33	90
5	48,8	16,67	86
6	49,0	20,00	83
7	49,6	23,33	80
8	49,6	26,67	76
9	50,0	30,00	73
10	50,1	33,33	70
11	51,0	36,67	66
12	51,4	40,00	63
13	51,6	43,33	60
14	52,7	46,67	56
15	53,8	50,00	53

Continuação				Continuação			
Ordem "m"	NIS(dBA)	Prob. Acum (m/N, %)	Li	Ordem "m"	NIS(dBA)	Prob. Acum (m/N, %)	Li
16	54,7	53,33	50	12	64,3	40,00	63
17	55,0	56,67	46	13	64,9	43,33	60
18	56,1	60,00	43	14	64,9	46,67	56
19	56,1	63,33	40	15	65,0	50,00	53
20	56,7	66,67	36	16	65,9	53,33	50
21	57,0	70,00	33	17	66,3	56,67	46
22	58,2	73,33	30	18	68,0	60,00	43
23	58,3	76,67	26	19	68,7	63,33	40
24	58,5	80,00	23	20	69,1	66,67	36
25	60,4	83,33	20	21	69,7	70,00	33
26	60,4	86,67	16	22	70,3	73,33	30
27	64,7	90,00	13	23	70,6	76,67	26
28	66,6	93,33	10	24	71,3	80,00	23
29	67,0	96,67	6	25	72,2	83,33	20
30	70,9	100,00	3	26	73,1	86,67	16
				27	73,2	90,00	13
				28	73,3	93,33	10
				29	75,1	96,67	6
				30	75,3	100,00	3

No ponto dois encontrou-se, de acordo com a tabela 2:

- L90 = 59,10
- L50 = 65,90
- L10 = 73,30

Tabela 2 NIS, Probabilidade Acumulada e Li para o Ponto 2.

Ordem "m"	NIS(dBA)	Prob. Acum (m/N, %)	Li
1	57,0	3,33	100
2	57,2	6,67	96
3	58,1	10,00	93
4	59,1	13,33	90
5	60,3	16,67	86
6	62,5	20,00	83
7	63,5	23,33	80
8	63,9	26,67	76
9	64,0	30,00	73
10	64,1	33,33	70
11	64,1	36,67	66

E no terceiro ponto, tem-se (vide tabela 3):

- L90 = 61,90
- L50 = 70,2
- L10 = 77,9

Tabela 3 NIS, Probabilidade Acumulada e Li para o Ponto 3.

Ordem "m"	NIS(dBA)	Prob. Acum (m/N, %)	Li
1	60,7	3,33	100
2	61,3	6,67	97
3	61,8	10,00	93
4	61,9	13,33	90
5	62,0	16,67	87
6	62,5	20,00	83

Continuação

Ordem "m"	NIS(dBA)	Prob. Acum (m/N, %)	Li
7	62,9	23,33	80
8	62,9	26,67	77
9	63,1	30,00	73
10	63,8	33,33	70
11	64,0	36,67	67
12	65,6	40,00	63
13	69,3	43,33	60
14	69,9	46,67	57
15	70,0	50,00	53
16	70,2	53,33	50
17	70,9	56,67	47
18	71,8	60,00	43
19	72,8	63,33	40
20	73,2	66,67	37
21	73,9	70,00	33
22	73,9	73,33	30
23	74,4	76,67	27
24	75,1	80,00	23
25	75,6	83,33	20
26	75,7	86,67	17
27	76,2	90,00	13
28	77,9	93,33	10
29	80,7	96,67	7
30	82,0	100,00	3

No primeiro caso avaliado obtiveram-se os seguintes dados:

$$LEQ1 = 10 \cdot \text{LOG}[1/0,08333 \cdot 91.942,4344]$$

$$LEQ1 = 60,42697$$

No segundo ponto, encontrou-se:
 $LEQ2 = 10 \cdot \text{LOG}[1/0,08333 \cdot 695.195,90]$
 $LEQ2 = 69,2188$

Por fim, no último local analisado verificou-se:
 $LEQ3 = 10 \cdot \text{LOG}[1/0,08333 \cdot 1.920.433,10]$
 $LEQ3 = 73,6258$

Analisando os resultados encontrados, percebe-se que nos três pontos de avaliação o ruído de fundo não se encontra adequado, visto que estão acima dos limites tolerados, como pode ser observado a na tabela 4:

Tabela 4 Comparação entre os valores permitidos e encontrados.

Ponto de avaliação	Nível máximo permitido	Valor encontrado
R. dos Jasmins	55 dB(A)	66,6 dB(A)
Av. Mandacaru	60 dB(A)	73,3 dB(A)
Av. Colombo	65 dB(A)	77,9 dB(A)

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2 CALCULO DO LEQ

Posteriormente, realizou-se o cálculo do LEQ, com base na fórmula:

$$L_{eq} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T} \cdot \sum_{i=1}^n t_i \times 10^{\left(\frac{L_i}{10}\right)} \right] \dots\dots\dots(4)$$

Conforme exposto na tabela 4, verificou-se em todos os pontos de medição mais de 10 dB(A) superiores aos valores máximos permitidos pelo plano diretor para cada local monitorado, sendo necessário encontrar maneira de atenuar o elevado ruído constatado nas regiões.

A fim de abrandar esses altos níveis de pressão sonora, sugerem-se algumas estratégias de controle de ruído: (i) minimizar o nível de ruído, de forma que ocorra o controle do ruído direto na fonte sonora; (ii)

dispositivos de controle no veículo, havendo manutenção; ou controle nas rodovias problemáticas, inserindo obstáculos (quebra-molas), semáforos, ou até mesmo pardais, no caso das avenidas Colombo e Mandacaru; sugere-se que haja também o (iii) controle na trajetória do som, inserindo barreiras sonoras que refletem e difratam o som; (iv) zoneamento (controle na recepção); e, por fim, isolamento sonora.

Uma vez que a atenuação do ruído do tráfego considerando a (a) isolamento sonora é extremamente onerosa, considera-se a instalações de carreiras acústicas inviáveis; no que tange (b) à realocação da rodovia, pode-se dizer que aparentemente também é inexecutável, devido à importância das vias em questão e por fim; por fim, (c) sugerem-se o gerenciamento de tráfego, proibindo a passagem de caminhões por determinadas vias; a implantação de rotas específicas para caminhões; a proibição de uso diurno ou noturno da via por caminhões; semáforos temporizadores e impor limite de limite de velocidade, que parece ser a solução mais indicada até então.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a avaliação realizada, pode-se concluir que, nos locais analisados, os valores dos níveis de ruídos encontram-se acima do preconizado pelo plano diretor. Além do mais, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), os valores acima de 65 dB(A) encontram-se fora do limite do conforto sonoro, podendo causar incômodo momentâneo, danos físicos e psicológicos, como: perda de sono e queda da qualidade de sono, alteração da pressão cardíaca, hipertensão e distúrbios psiquiátricos como o estresse. Devem-se realmente buscar algumas soluções para esse tipo de problema sempre que possível.

É importante a realização de uma análise de

viabilidade econômica para a implantação de mecanismos que atenuem o ruído do tráfego, uma vez que podem ser onerosos. Mas destaca-se aqui a fundamental relevância que a saúde da população local também seja levada em consideração. De forma que se deve achar um ponto de equilíbrio entre as situações que podem ser encontradas através do gerenciamento do tráfego em determinadas vias, seja através do uso de rotas específicas para veículos pesados em determinados períodos ou em período integral, seja pela instalação de semáforos e imposição de limites de velocidade.

REFERÊNCIAS

- BRÜEL & KJÆR. **Environmental noise**. Denmark: Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, 2000. 65p.
- DO CARMO, L. I. C. **Efeitos do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas**. 1999. 45f. Monografia (Especialização) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica - CEFAC, Porto Alegre, RS, 1999.
- GERGES, S. N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. 2. ed. Florianópolis, RS: NR Editora, 2000. 676 p.
- NAGEM, M. P. **Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia**. 2004. 133f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, 2004.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1996/1: Acoustics: Description and measurements of environmental noise. Part 1: Basic quantities and procedures**, 1996/1. Suíça, 1982. 5 p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1996/2: Acoustics: Description and measurements of environmental noise. Part 2: Acquisition of data pertinent to land use**, 1996/2. Suíça,

1987. 7p.

RUSSO, I. C. P. **Acústica e psicoacústica**: aplicadas à fonoaudiologia. São Paulo: Lovise, 1993, p. 178.

Recebido em: 12 maio 2012.

Aceito em: 24 maio 2012.