

# **Análise do Ruído para a Implantação de Empreendimentos Imobiliários Horizontais Urbanos**

## **Analysis of the Noise for the Implantation of Urban Horizontal Real Estate Enterprises**

### **El análisis del Ruido para la Implantación de Empresas de las Propiedades Inmobiliarias Horizontales Urbanas**

#### **Aline Lisot**

Universidade Estadual de Maringá - UEM  
aline\_lisot@yahoo.com.br

#### **Paulo Roberto Reschetti Jr.**

Universidade Estadual de Maringá - UEM  
reschetti@yahoo.com.br

#### **Layane A. Nunes**

Universidade Estadual de Maringá - UEM  
layanenunes@ibest.com.br

#### **Paulo Fernando Soares**

Universidade Estadual de Maringá - UEM  
pfsoares@brturbo.com.br

### **PAINEL: “Meio ambiente: novas regras e tendências de análise”**

In the current context of environmental concerns it is possible to observe that the resonant pollution is increasing in a simultaneous way with the population density. The noise produced in urban area is recognized as one of the most critical problems being treated of environmental pollution, for being a threat to the quality of life of the population. The difference in comparison with other environmental problems is that the noise has relationship with the culture and the daily of the society. The origins of the noise can be countless, as the works, the industrial establishments, commercial establishments and the traffic of vehicles in public roads, that received a special attention in this work. It is observed that in urban atmospheres the incidence of this problem is more accentuated and worsened by conflicting uses of the public space. This work analyzes, under the light of the norms and effective legislation, the implantation conditions of (divisions into lots) horizontal real estate enterprises regarding the obtaining of acoustic comfort. Environmental parameters are analyzed as indexes of resonant pollution, level of bottom noise, noise of traffic and geometric parameters as lot dimensions, access roads and volumetric dimensions of the receiving atmosphere. To subsidize this study measures of noise of traffic they were made in strategic points of the city of Maringá, whose analysis of the collected data can offer project indicators for futures real estate enterprises. It is waited that the results of this work serve as integration subsidies among the real estate market (environment and planner) and professionals of the environmental area, engineers, architects and of the real estate market.

### **1 Introdução**

O ruído, enquanto poluição sonora, constitui um elemento de degradação ambiental. A diferença em comparação a outros problemas ambientais é que o ruído tem relação com a cultura e o cotidiano da sociedade. As origens do ruído podem ser inúmeras, como as obras, os estabelecimentos industriais, estabelecimentos comerciais e o tráfego de veículos em vias públicas, que neste trabalho recebeu uma atenção

especial. Observa-se que em ambientes urbanos a incidência deste problema é mais acentuada e agravada por utilizações conflituosas do espaço público. O ser humano em seu dia-a-dia frequenta estes espaços e acaba por se expor constantemente à ação do ruído em seu organismo. Caso a exposição ao ruído seja excessiva, pode ocasionar desde distúrbios no sono, má compreensão da palavra falada, propensão à irritabilidade, dificuldade de ensino e até, em casos extremos, a perda da audição.

## 2 Justificativa

A necessidade de métodos de avaliação de decisões da qualidade de vida urbana vem para auxiliar em tomadas de decisões nas atuações do planejamento urbano, que muitas vezes se mostra deficiente quanto aos problemas de conforto que a cidade gera para os seus habitantes.

Para isto, é preciso novos mecanismos e instrumentos que sejam compatíveis em um dos indicadores da qualidade urbana. Os quais são indispensáveis para o planejamento e a gestão urbana, que podem esclarecer o comportamento urbano, direcionar soluções, gerar diagnósticos e avaliações.

No plano diretor de Porto Alegre temos um exemplo de elaboração de indicadores urbanos e ambientais, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre – PDDUA, através do SADU – Sistema de Avaliação do Desempenho Urbano. Outro exemplo está em Belo Horizonte – MG., com um modelo de Gestão Urbanística, proposto pela Secretaria Municipal de planejamento que avalia a qualidade ambiental de fragmentos urbanos e monitorar os impactos das ações e intervenções públicas, denominado Índice de Qualidade de Vida Urbana – IQVU (NUNES; SOARES, 2004.).

## 3 Ruído Ocasionado pelo Tráfego Urbano

A contaminação sonora é um problema ambiental que se encontra em constante crescimento. Este ocorre paralelamente ao crescimento da população e à urbanização. Estima-se que no período entre os anos de 1996 a 2010 ter-se-á um crescimento de 100% no transporte de cargas (VIRO, 2002).

As ruas e avenidas que concentram grande movimento de veículos são os principais focos de poluição sonora nas áreas urbanas. Considerando a nossa arquitetura e urbanismo, nossas ruas e prédios viraram verdadeiras caixas de ressonância acústica, aprisionando e refletindo o barulho.

Conforme Viro (2002), o ruído provocado por um veículo em circulação resulta da sobreposição de diversos ruídos vindos de diferentes partes do veículo, como motor e pneus. O ruído presente em uma via normalmente é produzido por diversos veículos com diferentes posições, velocidades e acelerações. Desta forma, qualquer estudo realizado com base em dados desta natureza terá um caráter estatístico.

A tabela 1 apresenta os níveis de intensidade sonora produzidos por veículos isolados. Níveis estes medidos com o veículo em plena aceleração, com a segunda marcha engatada e a uma velocidade de aproximadamente 50km/h (cinquenta quilômetros por hora). Localizando-se o ponto de observação a 7,5m (sete metros e cinquenta centímetros) do veículo e a 1,2m (um metro e vinte centímetros) do solo em terreno aberto (JOSSE, 1975).

*Tabela 1 Níveis de Intensidade Sonora. Fonte: JOSSE, 1975*

<b>Categorias de Veículos</b>	<b>Níveis de Intensidade Sonora em dB(A)</b>
Motocicletas	86
Utilitários com carga inferior ou igual a 3,5t	83
Carros de passeio	83
Transporte Público	90
Utilitários com carga superior a 3,5t	90

#### 4 O Papel das Residências

O morador fixa sua residência para atender suas necessidades básicas de sobrevivência, fora do trabalho: comer, dormir, higiene pessoal, abrigo, repouso e lazer. Desta maneira, as residências (e os apartamentos) devem ser projetados basicamente para o repouso e o restabelecimento das condições psicofisiológicas dos seus moradores. Deve ser aprazível, ou seja, um ambiente residencial deve necessariamente significar um local sem riscos ambientais, que proteja seus moradores de agentes físicos, químicos e/ou biológicos.

Na questão do ruído, as preocupações e concepções ambientais na fase de projeto dos edifícios podem ser consideradas sofríveis. As razões podem ser várias, mas as principais têm sido a insensibilidade gerencial do investimento, desconhecimento técnico das causas e soluções ou extrema dificuldade financeira para a realização das soluções. Apesar das inúmeras queixas, muito pouco se tem feito para minimizar os problemas de ruído. Quando se associam os três elementos condicionadores do ambiente, calor, iluminação e ruído, a concepção do edifício residencial, em sua fase de projeto, exige conhecimentos técnicos criteriosos que nem sempre estão disponíveis na contratada (ou contratante) do empreendimento.

Caso os projetos sejam idealizados por pessoal sem qualificação profissional, utilizando materiais de qualidade duvidosa, as construções sejam realizadas por pessoal não especializado e o proprietário não defina os pré-requisitos, pois normalmente não é sua especialidade, então teremos um resultado da ambientação residencial se mostrando inadequado, inconveniente ou mesmo inaceitável. Os usuários somente tomam conhecimento destes fatos após ter fixado sua residência.

#### 5 Parâmetros de Comparação

Com relação ao conforto acústico no trabalho apresenta-se abaixo uma transcrição parcial de Brasil (1977) Lei 6.514 de 22/11/77 relativa ao Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho, dado pela Portaria No. 3.751 de 23 de Novembro de 1990, Norma Reguladora Nº 17- ERGONOMIA, na qual encontram-se os parâmetros que permitem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar conforto acústico, desempenho e segurança:

*17.5.2 - Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exigem solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, são recomendadas as seguintes condições de conforto:*

- a) Níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, registrada no INMETRO.*
- b) Índice de temperatura efetiva entre 20 e 23 graus.*
- c) Velocidade do ar não superior a 0,75 m/s*
- d) Umidade relativa do ar não inferior a 40%.*

*17.5.2.1 - Para as atividades que possuam as características definidas no sub-item 17.5.2, mas não apresentam equivalência ou correlação com aquelas relacionadas na NBR 10152, o nível de ruído aceitável para efeito de conforto será de até 65 dB(A) e a curva avaliação de ruído (NC) de valor não superior a 60.*

*17.5.2.2. - Os parâmetros previstos no sub-item 17.5.2 devem ser medidos nos postos de trabalho, sendo os níveis de ruído determinados próximos à zona auditiva e às demais variáveis na altura do tórax do trabalhador.*

<b>NBR 10152/1987 (NB-95) - Tabela 1</b>	<b>dB(A)</b>	<b>NC</b>
<b>HOSPITAIS</b>	35 - 45	30 - 40
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, C.Cirúrgicos	40 - 50	35 - 45
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50	35 - 45
Serviços	45 - 55	40 - 50
<b>ESCOLAS</b>		
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45	30 - 40
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50	35 - 45
Circulação	45 - 55	40 - 50
<b>HOTÉIS</b>		
Apartamentos	35 - 45	30 - 40
Restaurantes, Salas de Estar	40 - 50	35 - 45
Portaria, recepção, Circulação	45 - 55	40 - 50
<b>RESIDÊNCIAS</b>		
Dormitórios	35 - 45	30 - 40
Salas de Estar	40 - 50	35 - 45
<b>AUDITÓRIOS</b>		
Salas de Concerto, Teatros	30 - 40	25 - 30
Salas de Conferências, Cinemas, Salas de Múltiplo Uso	35 - 45	30 - 35
<b>RESTAURANTES</b>		
Restaurantes	40 - 50	35 - 45
<b>ESCRITÓRIOS</b>		
Salas de Reuniões	30 - 40	25 - 35
Salas de Gerência, Projetos e Administração	35 - 45	30 - 40
Salas de Computadores	45 - 65	40 - 60
Salas de Mecanografia	50 - 60	45 - 55
<b>IGREJAS E TEMPLOS</b>		
Cultos Meditativos	40 - 50	35 - 45
<b>LOCAIS PARA ESPORTE</b>		
Pavilhões fechados para espetáculos e Atividades Esportivas	45 - 60	40 - 55

*NOTA: O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa a nível sonoro máximo aceitável para a respectiva finalidade.*

## 6 Estudo de Caso

Esta pesquisa foi realizada na cidade de Maringá em pontos de grande fluxo de veículos e horários escolhidos pelos autores.

A metodologia quanto à amostragem espacial (CELMA & LUZÓN, 2001; DAVIS & CORNWELL, 1998; LIU & ROBERTS, 1997; SALIBA, 2001), de forma sucinta, consiste em estabelecer uma malha, segundo a



## 7 Dados Levantados

Estudo das Médias dos Valores Encontrados nas Medições para encontrar o Dia Típico.

*Tabela3: Dia Típico dos meses de Novembro e Dezembro do ano de 2003 e dos meses de Fevereiro e Março do ano de 2004. Fonte: Nunes, L. A.; Soares, P. F., 2004.*

<b>Tipo de Medida</b>	<b>Mês de Novembro</b>	<b>Mês de Dezembro</b>	<b>Mês de Fevereiro</b>	<b>Mês de Março</b>	<b>Médias dB(A)</b>
<b><math>\bar{L}_{10}</math></b>	77,30	78,96	76,66	77,19	<b>77,92</b>
<b><math>\bar{L}_{50}</math></b>	70,75	71,72	70,15	69,95	<b>71,26</b>
<b><math>\bar{L}_{90}</math></b>	66,40	66,94	65,05	64,01	<b>66,68</b>

## 8 Análise dos Resultados

A exposição diária ao ruído urbano, na região central de Maringá, aos transeuntes e trabalhadores não é prejudicial, segundo critérios do Anexo 1 da NR 15, a saúde destas pessoas; aos moradores. No entanto, pode causar problemas, pois em alguns dias o ruído - como constatado no P4, cruzamento entre as avenidas São Paulo e Tiradentes - pode chegar aos 85 dB(A). A exposição ao nível de intensidade sonora (NIS) de 65 dB(A) pode durar 8 horas seguidas. Levando em consideração que uma jornada diária de trabalho tem 8 horas, os trabalhadores não são prejudicados, porém os moradores se expostos mais de 8 horas diárias a este nível de ruído podem apresentar problemas de saúde decorrentes a exposição ao ruído urbano.

Os níveis medidos não apresentam grandes variações entre os pontos nos dias da semana. Segundo a medição entre os meses de Novembro, Dezembro, Fevereiro e Março do ano de 2003 e 2004 respectivamente. O período mais estressante, em geral, está na sexta-feira de manhã, por apresentar os maiores valores de NIS medidos.

Segundo, a legislação da cidade de Maringá, a zona central tem o limite máximo de sons e ruídos permissíveis de 60 dB(A). Comparando-se o limite anterior com o monitoramento levantado observa-se que o valor encontrado está acima dos 60 decibéis permitidos pela legislação. Assim, constatamos que ruído da região central de Maringá é excessivo do ponto de vista de conforto acústico e devem ser tomadas medidas de redução, para que atenda a lei complementar municipal nº 218/97.

## 9 Proposta de Controle do Ruído de Tráfego

Controle do Ruído são medidas que devemos tomar no sentido de atenuar o efeito do ruído sobre as pessoas. Controle não significa supressão da causa, mas sim, uma manipulação do efeito.

De um modo geral, o controle do ruído pode ser executado tomando-se as seguintes medidas (FERNANDES, 2002): controle do ruído na fonte, no meio de propagação e no receptor.

Para o caso específico deste estudo o ruído é originado pelo tráfego urbano o que torna inviável o controle na fonte. O controle no receptor se torna difícil, na maioria dos ambientes, por inviabilizar a utilização de protetores auriculares. Por eliminação, o controle de ruído no meio de propagação é a alternativa mais adequada, tornando a barreira acústica uma alternativa exequível.

### 9.1 Área de Estudo

Para este estudo escolheu-se o Colégio Gastão Vidigal localizado à margem da Rodovia BR 376 e o Colégio Regina Mundi localizado na Av. Anchieta. A Rodovia BR 376 é chamada de Avenida Colombo, a qual atravessa a cidade de Maringá dentro do perímetro urbano e recebe uma elevada taxa de veículos, na

intersecção mais próxima, da ordem de 33.223 veículos/dia (PURPUR, 1999). Já a Av. Anchieta encontra-se em uma região de menor tráfego e recebe uma taxa de veículos de aproximadamente 9787 veículos/dia (Op. Cit., 1999).

## 9.2 Metodologia

Cumprida esta etapa realizou-se a coleta de dados nas escolas já mencionadas. Esta se constitui de determinação do material utilizado na barreira, das dimensões da mesma, geometria do local e dos níveis de pressão sonora no seu entorno.

O monitoramento para coleta dos níveis de pressão sonora nas escolas seguiu os esquemas das figuras 3 e 4, observando que a coleta foi feita sempre a um metro de altura.

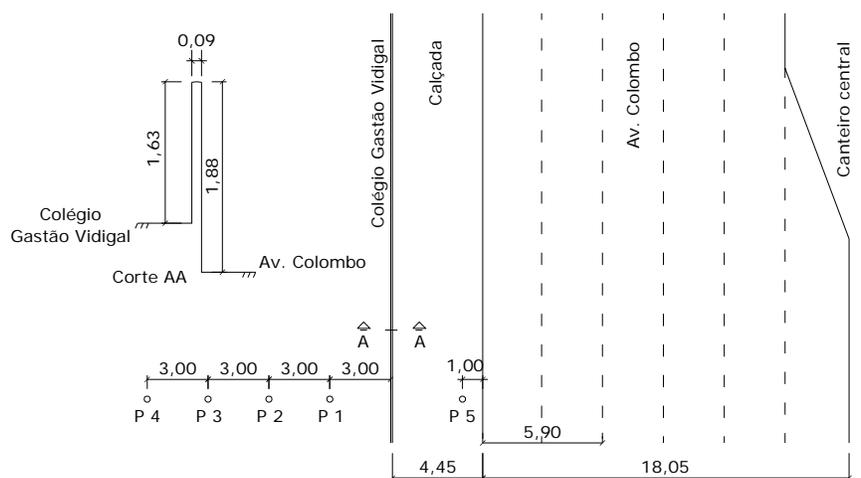


Figura 2: Planta Esquemática do Monitoramento – Colégio Gastão Vidigal. Fonte: AUTOR

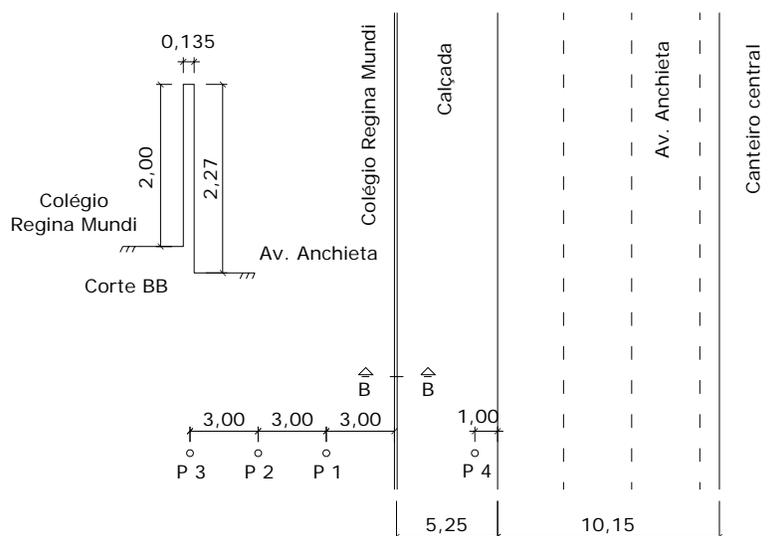


Figura 3: Planta Esquemática do Monitoramento – Colégio Regina Mundi Fonte: AUTOR.

### 9.3 Resultados

Nas duas escolas do caso em estudo as barreiras acústicas são construídas de tijolos cerâmicos revestidos de argamassa. As dimensões destas barreiras e a geometria dos locais estão ilustradas nas figuras 2 e 3.

*Tabelas 4 e 5 Colégio Gastão Vidigal dias vinte e cinco de outubro e oito de novembro de 2004. Fonte: AUTOR.*

	<i>Nível de Pressão Sonora (dB)</i> <i>25/10/2004</i>		
	<i>L10</i>	<i>L50</i>	<i>L90</i>
<i>P1</i>	85	80	76
<i>P2</i>	87	81	76
<i>P3</i>	86	79	76
<i>P4</i>	86	80	76
<i>P5</i>	93	84	78

	<i>Nível de Pressão Sonora (dB)</i> <i>08/11/2004</i>		
	<i>L10</i>	<i>L50</i>	<i>L90</i>
<i>P1</i>	85	80	75
<i>P2</i>	85	79	74
<i>P3</i>	85	79	75
<i>P4</i>	83	77	74
<i>P5</i>	91	81	76

*Tabelas 6 e 7 Colégio Regina Mundi dias vinte e dois de novembro e oito de dezembro de 2004. Fonte: AUTOR*

	<i>Nível de Pressão Sonora (dB)</i> <i>- 22/11/2004</i>		
	<i>L10</i>	<i>L50</i>	<i>L90</i>
<i>P1</i>	74	69	65
<i>P2</i>	75	70	64
<i>P3</i>	58	70	64
<i>P4</i>	82	74	68

	<i>Nível de Pressão Sonora (dB)</i> <i>- 08/12/2004</i>		
	<i>L10</i>	<i>L50</i>	<i>L90</i>
<i>P1</i>	77	73	69
<i>P2</i>	75	71	67
<i>P3</i>	82	75	71
<i>P4</i>	85	78	72

### 9.4 Análise dos Resultados

Para avaliar o efeito muro proporcionado pelas barreiras acústicas em estudo, construiu-se gráficos confrontando valores de distância medida em relação à barreira acústica e Nível de Pressão Sonora (NPS) medido em tal distância.

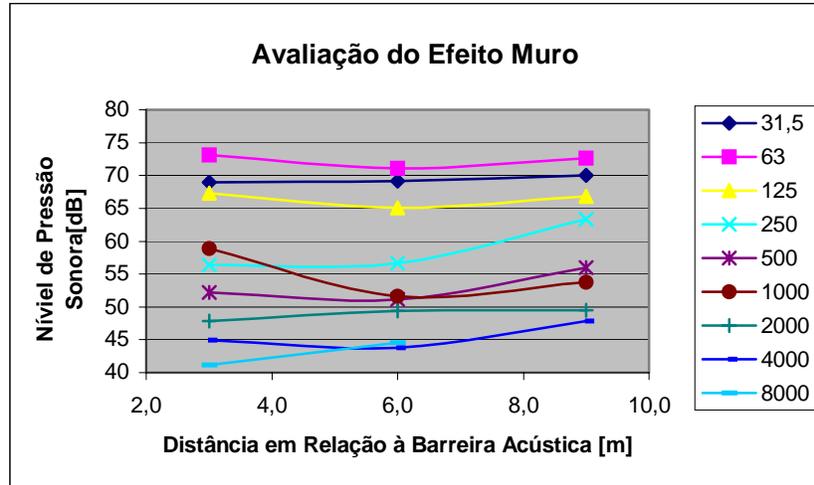


Figura 4: Avaliação do Efeito Muro. Fonte: AUTOR.

Por meio deste processo observou-se que não ocorre o efeito muro em todas as frequências. Em algumas ocorreu um pequeno decaimento do Nível de Pressão Sonora (NPS) até seis metros de distância da barreira acústica, não caracterizando o efeito muro conforme esperado.

A atenuação de ruído proporcionada por muros se dá em uma zona de sombreado próxima do mesmo, sendo que nas baixas frequências o muro não provoca tal sombreado. Isto explica a ausência do efeito muro no caso estudado, uma vez que o ruído de tráfego é predominantemente de baixa frequência.

## 10 Conclusão

Conforme visto anteriormente o nível de pressão sonora monitorado na região central de Maringá foi de 85 dB(A). Este valor excede o limite de 60 dB(A) imposto pela lei complementar municipal nº 218/97.

A norma NBR 10152/1987 (NB-95) estabelece os limites de Nível de Pressão Sonora para o interior de diferentes ambientes. Estima-se que, no caso de residências na região em estudo, o valor do NPS seja superior ao normalizado, já que atenuações de 35 dB(A) são difíceis de ser obtidas.

Avaliando a solução proposta (barreiras acústicas) com as informações coletadas pelos monitoramentos do ruído e análises efetuadas, nota-se que a atenuação proporcionada pelo muro é insatisfatória para se obter um nível de ruído de fundo adequado nos ambientes estudados, indicando que nos casos estudados os mesmos necessitam ter altura superior à existente para proporcionar ganho de atenuação.

A atenuação média obtida na região foi avaliada considerando-se os índices  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  e  $L_{90}$  para os quais obteve-se valores respectivamente entre 7 e 10dB, 4 e 5dB e 2 e 3dB, os quais mostram que ocorre uma atenuação significativa em termos de nível equivalente de ruído que excede 10, 50 e 90% do tempo total de medida.

Por meio das análises feitas concluiu-se que os muros em questão, com as características atuais, não têm uma performance adequada como barreiras acústicas. Para que isto ocorresse seria necessária uma maior altura dos mesmos.

Como proposta, sugere-se que na implantação de empreendimentos urbanos seja efetuado o monitoramento e a análise do ruído ambiental para adequação do empreendimento às normas e legislação vigentes com conseqüente manutenção da qualidade de vida no que se relaciona ao conforto acústico dos usuários.

## 11 Referências Bibliográficas

**Acoustical Surfaces Inc.** (2005) Disponível em: <[http://www.acousticalsurfaces.com/acoustic\\_IOI/101\\_3.htm](http://www.acousticalsurfaces.com/acoustic_IOI/101_3.htm)> Acesso em: 25 abril, 2005.

BERTULANI, C. A. **Ondas Sonoras.** Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/teaching/fis2/ondas2/ondas2.html>>. Acesso em: 05 maio, 2004.

BRASIL (1987) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR – 10152 (CB-CENI-1987-00095) – Níveis de ruído para conforto acústico.** São Paulo, 1987.

CELMA, J. C.; LUZÓN, M. A. **Actuaciones Estratégicas Contra el Ruido en Zaragoza.** Zaragoza: Unidad de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Zaragoza, 2001.

DAVIS, M. L.; CORNWELL, D. A. **Introduction to environmental engineering.** 3<sup>rd</sup>. ed. Boston: WCB/McGraw-Hill, 1998.

FERNANDES, J. C. **Acústica e Ruídos,** UNESP, Bauru, 2002 (Apostila).

HENDRIKS, R. **Technical Noise Supplement,** Office of Transportation Laboratory, Caltrans, Sacramento, CA, 1998.

JOSSE, R. **La acústica em la construcción,** Gustavo Gili, Barcelona, 1975

KOTZEN, B. e ENGLISH, C. **Environmental Noise Barriers,** E & FN SPON, London and New York, 1999

LIU, D. H. F.; ROBERTS, H. C. **Noise Pollution.** In: LIU, D. H. F; LIPTÁK, B. G.; BOUIS, P. A. **Environmental engineers' handbook.** 2<sup>nd</sup>. ed. Boca Raton: Lewis Publishers, 1997. p. 449-516.

NUNES, L. A.; SOARES, P. F. **Mapeamento e Análise do Ruído na Região Central de Maringá,** UEM/PPG/DEC, Maringá, 2004 (PIBIC Relatório Final)

*PREFEITURA MUNICIPAL DE MARINGÁ. Projeto de Lei Complementar N.º 218/97*  
Autora: Vereadora Arlene Lima. Maringá, 1997.

PURPUR, J. G. **Controle do tráfego de veículos em Maringá,** Secretaria dos Transportes/Prefeitura Municipal de Maringá/JVG-Consultoria e Assessoria Ltda, Maringá, 1999.

SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle do ruído:** pra. 2<sup>a</sup>. ed. São Paulo: LTr, 2001.

VIRO, G. E. **Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados.** LACEAC, Buenos Aires, 2002