

JOÃO CANDIDO FERNANDES

Universidade Estadual Paulista-UNESP/Bauru

Este trabalho tem por objetivo, avaliar os Níveis de Ruído Urbano, em cidades médias Para tal, foram tomadas 3 cidades do interior do Estado de São Paulo (Bauru, Botucatu e Marília), onde foram medidos 20 pontos de - cada cidade. Os valores encontrados são confrontados com a legislação em vigor.

The object of this paper is the estimation of urban noise level in cities. Thus, are measurement 3 cities in the center of Sao Paulo State (Bauru, Botucatu, Marília), with 20-measurement point in each city. The result is compared with actual law.

#### 1- INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os altos níveis de ruído urbano, têm se transformado em uma das formas de poluição que mais tem preocupado os urbanistas e arquitetos.

Para as metrópolis, como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, é o principal fator de desconforto, com níveis alcançando entre 95 e 105 dB, tornando impossível a comunicação humana e causando graves problemas de audição.

Eis alguns dados do problema no país:

- A Organização Mundial da Saúde, classificou São Paulo e Rio de Janeiro entre as 5 cidades de maior nível de ruído no mundo. As outras são: Tóquio, Nova Iorque e São Francisco (Castro, 1977).

- Nessas cidades, o nível de ruído alcança valores médios de 90 a 95 decibels, com picos de 105 dB. (O desconforto acústico aparece com 75 dB e a deterioração no aparelho auditivo ocorre quando são ultrapassados 85 dB (NB-96).

- Pesquisas feitas pela Organização Mundial de Saúde e por uma indústria de aparelhos de surdez, nas principais capitais brasileiras, revelam que 15% da população tem problemas de audição. Destes, apenas 50% procuram médicos, sendo que 5% recorrem a elementos de socorro, como a prótese auditiva. Mesmo assim, a venda de aparelhos auditivos gira em torno de 30000 unidades por ano (dados de 1977).

- Pesquisas médicas recentes concluíram que o excesso de barulho resulta sérias consequências a todo o organismo humano, como: fadiga, constrição dos vasos sanguíneos, maior esfor-

ço do coração, redução na produção de anticorpos, hipertensão arterial, etc (Ribeiro, 1984 IBA, 1978; Bruel & Kjaer, 1986)

Nas cidades médias, onde a qualidade de vida ainda é preservada, os níveis de ruído já têm apresentado valores preocupantes, fazendo com que várias delas possuam leis que disciplinam o ruído urbano.

Essa discussão adquire uma importância bastante grande no momento atual, quando se organiza a Lei Orgânica dos Municípios, onde estarão inseridos aspectos como zoneamento urbano, prioridades de crescimento, projetos de distritos industriais, etc.

#### 2- AS CIDADES

As 3 cidades escolhidas para as medidas foram Bauru, Marília e Botucatu, que podem ser considerados típicas cidades médias, ou seja, se caracterizam por: liderar uma região; ter um crescimento muito acelerado; possuir um polo industrial e um comércio bastante ativo, que em nada fica a dever às metrópolis. Tomou-se o cuidado de escolher 3 cidades de porte médio, porém, de características diferentes. A tabela 1 apresenta os dados das cidades.

Com respeito à legislação municipal ao que se refere a ruídos urbanos, o levantamento efetuado junto às prefeituras, concluiu que:

- Bauru possui um zoneamento urbano, realizado em 1983, que classifica as regiões da cidade em 17 tipos diferentes. Está em vigor na cidade a lei 2423 que regulamenta a emissão de ruído na cidade, atribuindo valores máximos para cada zona. O plano diretor, a ser elaborado em 1990, deve rever essa legislação.

-Marília possui um zoneamento urbano ultra - passado e já em desuso. Existe uma legislação sobre o sossego público que, em seu capítulo V, fixa limites gerais sobre o ruído urbano. Existe a pretensão de refazer o zoneamento urbano e se repensar a lei de ruídos.

- Botucatu está empenhada na execução do seu plano diretor, que comportaria um zoneamento urbano e uma legislação sobre sons urbanos.

	Bauru	Marília	Botucatu
População	290.000	200.000	120.000
Área (Km <sup>2</sup> )	702	1.194	1.522
Altitude (m)	415	652	940
Clima	Tropical Temperado	Temperado	Sub-Trop. Úmido
Distância de São Paulo (Km)	349	457	240
Economia	Industrial Comercial	Industrial	Agrícola

Tabela 1: Características das cidades medidas

### 3- PROCEDIMENTOS E MÉTODO DE MEDIDA

Existem muitas maneiras de se avaliar o nível de ruído de uma cidade (Dimitris, 1989; Stephenson, 1988). Por se tratar de uma grandeza dinâmica, o valor instantâneo não tem qualquer significado, mas sim os valores médios e as flutuações. Assim, os níveis contínuos equivalentes de ruído (conhecido pela sigla  $L_{eq}$ ) têm sido usados na maioria das medidas (Bruel & Kjar; Mitami, 1988; Favre, 1983; Don, 1985). Trata-se de uma média obtida no próprio medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro): regula-se o medidor para um determinado tempo de medida (1 min., 5 min., 1 hora, 8 horas, etc), e após esse tempo, o medidor publicará a média do nível de ruído naquele intervalo de tempo. Os medidores que realizam esse tipo de medida, são equipamentos importados e de custo elevado, necessários para profissionais, ou pequenas empresas de engenharia ou arquitetura ( Bruel & Kjar, 1986).

Nesse trabalho, optou-se por usar um decibelímetro nacional, de fácil aquisição, mas que não tem tais recursos.

As regras básicas para execução das medidas das 3 cidades foram:

- Utilização do "Método de Levantamento Acústico" da Norma NBR 7731, pois trata-se apenas de uma avaliação do ruído ambiental.
- O medidor de nível de pressão sonora usado foi o modelo ETB 142-A da marca ENTELBRA, com o calibrador ETB 135-B.
- Todas as medidas foram realizadas na curva de ponderação "A" e na resposta "lenta" do de-

cibelímetro.

d) Para cada cidade, foram executadas as medições durante 5 dias, em 20 pontos fixos. Em cada ponto foram realizadas 3 medições diárias: nos períodos da manhã, tarde e noite. Portanto, cada ponto foi medido 15 vezes e cada cidade 300 vezes.

e) As medições foram realizadas no passeio público, com o decibelímetro dirigido para a rua.

Para avaliar as medidas dos níveis de ruídos, utilizou-se o Método da média Logarítmica, ou seja, o nível de ruído é medido através da porcentagem de tempo que o aparelho indica valores acima ou abaixo dos níveis pré-fixados (De Marco, 1982). Por exemplo: em um local constatou-se que ao se usar 70 dB como referência, 90% do tempo de medida o aparelho acusou valores maiores que 70 dB; ao se fixar 80 dB como referência, em 60% do tempo as medidas foram maiores; e em 90 dB, apenas 5% do tempo os valores foram maiores. Esses dados, passados para o gráfico da figura 1, permite obter a média logarítmica do ruído no local. Ou seja, obtem-se o nível de ruído equivalente a 50% do tempo de medida. No caso, a média logarítmica acusou 80 dB.

O tempo usado para as avaliações foi de 1 minuto para cada valor referência.

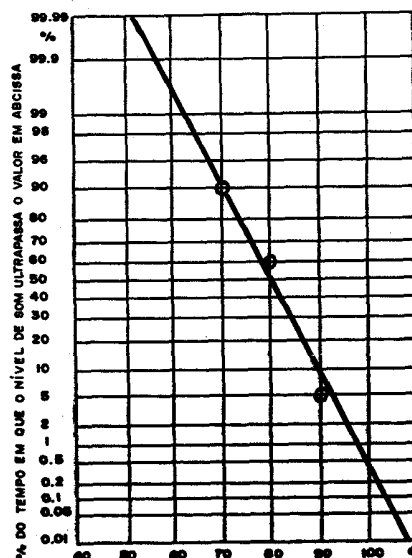


Figura 1: Gráfico usado para a obtenção da média Logarítmica do ruído.

Os valores obtidos em cada medição foram transcritos em fichas, num total de 900 fichas.

É apresentada, a seguir, a ficha usada na coleta e compilação dos dados (Figura 2)

Quadro Nº 09

LOCAL Cruzamento: Av. Nações Unidas/Av. Rodrigues Alves - Bauru

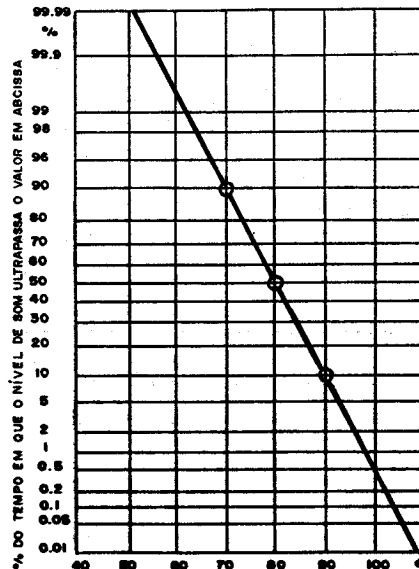
DIA 11/11/88 DIA SEM sábado

HORA 11:00 h

ZONA ZC:1

NÍVEL PERMITIDO NESSA ZONA 67 dB

% TEMPO ABAIXO	NÍVEL	% TEMPO ACIMA
00	50 dB(A)	100
00	60 dB(A)	100
10	70 dB(A)	90
50	80 dB(A)	50
90	90 dB(A)	10
100	100 dB(A)	00



MÉDIA LOGARÍTMICA DO RUÍDO NO LOCAL 80 dB

Figura 2: Ficha utilizada na coleta de dados.

Bancos	60 dB	Hotéis:	
Escritórios:		Sala de Estar	47 dB
Datilografia	60 dB	Sala de Leitura	42 dB
Diretoria, reuniões	57 dB	Restaurante	60 dB
Sala de Espera	60 dB	Copa e Cozinha	65 dB
Mercados	75 dB	Dormitório	40 dB
Restaurantes, Bares:		Recepção	60 dB
Refeitório	60 dB	Igrejas e Templos	42 dB
Copas e cozinhas	65 dB	Biblioteca	42 dB
Lojas	60 dB	Cinemas:	
Auditórios e Anfiteatros:		Sala de Projeção	45 dB
Sala de espetáculos	38 dB	Sala de Espera	60 dB
Sala de espera	60 dB	Teatro	38 dB
Gabinetes dentários:		Ginásio de Esportes	75 dB
Sala de espera	60 dB	Museus	42 dB
Sala de tratamento	40 dB	Escolas	42 dB
Hospitais e Consultórios:		Fábricas	75 dB
Enfermaria e quartos	40 dB	Residências	40 dB
Recepção	60 dB	Salas de Música	38 dB
Sala de Operação	35 dB		
Lavanderia	65 dB		

Tabela 2: Níveis de Ruído Aceitáveis, segundo a Norma Brasileira NB-95

#### 4- RESULTADOS OBTIDOS

Os níveis de ruído obtidos na avaliação das 3 cidades, apresentaram valores bem acima dos recomendados para o conforto humano. A tabela 2 mostra os níveis de ruído máximos aceitáveis para cada atividade humana, conforme a Norma Brasileira NB-95.

##### 4.1- Resultados para Bauru

Em Bauru, dos 20 pontos medidos, nenhum deles atende à lei municipal 2423, que normaliza os sons urbanos na cidade. Quanto à Norma NB-95, também dificilmente será atendida, pois, os níveis de ruído fora do recinto especificado na norma, são muito elevados, tornando quase impossível um isolamento acústico. A tabela 3 mostra a média das 15 medidas nos 20 pontos em Bauru, comparados com o valor permitido pela Lei Municipal

MEDIDA	NÍVEL MÉDIO/LOCAL	NÍVEL PERMITIDO
01	78 dB	67 dB
02	76 dB	59 dB
03	68 dB	67 dB
04	80 dB	70 dB
05	78 dB	70 dB
06	80 dB	70 dB
07	78 dB	70 dB
08	76 dB	70 dB
09	80 dB	67 dB
10	82 dB	70 dB
11	77 dB	70 dB
12	80 dB	67 dB
13	70 dB	70 dB
14	68 dB	55 dB
15	72 dB	53 dB
16	79 dB	67 dB
17	73 dB	67 dB
18	72 dB	53 dB
19	57 dB	50 dB
20	70 dB	50 dB
MÉDIA	74,7 dB	64,1 dB

Tabela 3: Níveis de ruído em Bauru, comparados com o valor permitido pela lei municipal.

##### 4.2- Resultados para Marília

Os níveis de ruído medidos em Marília se mostraram bastante altos, porém, com média inferior à de Bauru. A média encontrada foi de 72,45 dB, para os 20 pontos medidos. A comparação com a lei municipal é impossível, pois se trata de uma legislação confusa que conflita com normas federais, ao mesmo tempo que fixa níveis urbanos absurdos (55 dB durante o dia e 45 dB à noite) para estabelecimentos comerciais. As médias das 15 medidas em cada um dos 20 pontos escolhidos estão na tabela 4.

##### 4.3- Resultados para Botucatu

Botucatu é a cidade menos barulhenta das 3. A média das 300 medidas efetuadas resultou em 70,7 dB, ou seja, 2 dB menor que Marília e 4 dB menor que Bauru. A média em cada um dos 20

pontos está na tabela 4. Embora não exista nenhuma legislação municipal para comparação, esses valores devem ser considerados altos quando comparados com a Norma NB-95.

MEDIDA	MARILIA (dB)	BOTUCATU (dB)
01	75	72
02	73	71
03	72	73
04	70	68
05	75	67
06	70	73
07	71	69
08	78	69
09	75	68
10	76	70
11	70	70
12	76	73
13	71	75
14	70	77
15	70	69
16	69	70
17	71	70
18	71	69
19	70	71
20	76	70
MÉDIA	72,45	70,70

Tabela 4: Níveis de Ruído medidos em Marília e Botucatu.

#### 5-CONCLUSÕES

Sem dúvida alguma, o ruído urbano é o primeiro desconforto que sofre a população de uma cidade em desenvolvimento. Um plano diretor de crescimento, uma educação da população e o cumprimento das leis de convivência urbana (Fernandes, 1985), sem dúvida refrearão a escalada do ruído.

Quanto aos valores encontrados nesse trabalho alguns comentários conclusivos são importantes:

- Esse levantamento, representa apenas uma pequena amostragem do nível de ruído em cidades de porte médio. Para uma visão a nível nacional, haveria necessidade de muitas outras medidas.
- As medidas foram, em sua maioria, realizadas nas regiões centrais das cidades.
- O ruído medido nas 3 cidades, tem como fonte quase exclusiva, o tráfego de automóveis, motocicletas e ônibus. Trata-se de um quadro normal em qualquer região urbana do mundo (Bjorkman, 1988; Peterson, 1988; Ohta, 1988; Olson, 1972). Os veículos automotores com suas duas fontes sonoras - escapamento e buzina - são os grandes responsáveis pelo ruído urbano.
- Os valores encontrados, mostraram uma certa coerência, ou seja, um nível de ruído proporcional à população, e conseqüentemente, ao número de veículos da cidade.
- O desvio padrão das medidas se mostrou maior para Bauru (6,03), e menor para Marília

(2,76) e Botucatu (2,45). Esse dado aponta para uma maior dispersão dos pontos de medição em Bauru.

- As medidas realizadas no período noturno, apresentaram valores entre 3 e 5 dB, inferiores às do período diurno, para um mesmo ponto.
- Em comparação com medidas realizadas em 1985 (Fernandes, 1986), o nível de ruído em Bauru cresceu. Embora não seja possível uma comparação exata, pois os pontos de medidas não sejam os mesmos, pode-se afirmar que o ruído na região comercial cresceu entre 2 e 3 dB na maioria dos pontos.

#### 6- AGRADECIMENTOS

É importante agradecer aos 3 grupos de alunos da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNESP, Campus de Bauru, que tornaram possível esse trabalho, auxiliando nas medidas. Agradecimento especial à FUNDUNESP, que possibilitou a compra do Decibelímetro e do Calibrador usados na pesquisa.

#### 7- BIBLIOGRAFIA

1. BJORKMAN - Maximum Noise Levels en Road Traffic Noise - Journal of Sound and Vibration, vol 127, 1988, pag. 583.
2. BRUEL & KJAR. Technical Review, nº 1, 1986.
3. BRUEL & KJAR. Human-Enviromental Measurement. Catálogo.
4. BRUEL & KJAR. Noise Control. Dinamarca, 1986
5. BRUEL & KJAR. Enviromental Noise Measurement. Publicação Técnica.
6. CASTRO, T. Estamos ficando surdos e ninguém nos ouve". Jornal "O Globo" de 8/5/77.
7. DE MARCO, C. "Elementos de Acústica Arquite<sub>t</sub>ônica". Editora Nobel, 1982.
8. DIMITRIS, S. Noise Probability Density Functions for Poisson Type Traffic Flow- Applied Acoustics, vol. 27, 1989, p. 45.
9. DON, C. G. Road Traffic Sound Level Distributions - Journal of Sound and Vibration, vol 100, 1985, pag. 41.
10. FAVRE, B. M. Noise Emission of Road Vehicles: Evaluation of Some Simple Models - Journal of Sound and Vibration vol. 91, 1983, pag. 571.
11. FERNANDES, J. C. Avaliação dos Níveis de ruído urbano em Bauru - Depto de Engenharia Mecânica, Universidade de Bauru, 1986.
12. FERNANDES, J. C. Ruído Ambiental: Um problema para a nossa Engenharia, Revista de Ensino de Engenharia, vol. 4, 2º semestre de 1985, pg 119.
13. IBA - Boletim do Instituto Brasileiro de Acústica, vol XXX, nº 8, fev. de 1980.
14. IBA - Boletim do Instituto Brasileiro de Acústica, vol. XIX, nº 12, Junho de 1979 e vol. XVIII, nº 11, maio de 1979.
15. LEI MUNICIPAL DE BAURU, Nº 2423 de 21 de Dezembro de 1982, regulamentada pelo decreto nº 3850, de 18 de março de 1983.
16. LINS, A. "O Barulho e o Homem", Revista Acústica, nº 8, ano 2, 1977.
17. MITAMI, Y. A Calculation of  $L_{eq}$  Noise Avaliation Indices - Applied Acoustics, Vol. 25, 1988, pg 33.
18. NB-95 - Norma Brasileira - Ruídos Aceitáveis, 1966.
19. NB-7731 - Norma Brasileira - "Guia de Execução de Medições de Ruído Aéreo e Avaliação de seus efeitos sobre o Homem", 1983.
20. OHTA, M. A Pratical Prediction Method for Road Traffic, Acústica, vol. 67, 1988, pag. 152.
21. OLSON, N. Survey of Motor Vehicle Noise, Journal of the Acoustical Society of America, vol. 52, 1972, pag. 1291.
22. PETERSON, Y. Noise Sensitivity and Annoyance caused by trafic, Journal of sound and Vibration, vol. 127, 1988, pag. 543.
23. RIBEIRO, H.P. - Ruído na Indústria e aspectos sociais, Revista Saúde Ocupacional e Segurança, vol XX, nº 4, 1984.
24. STEPHENSON, R. J. - Traffic Noise, Journal of Sound and Vibration, vol 7, 1988, pag. 247