

## **DIAGNÓSTICO DA POLUIÇÃO SONORA URBANA NA REGIÃO CENTRAL DE CURITIBA**

**BORTOLI, Paulo Sergio de (1); KRÜGER, Eduardo (2).**

(1) Eng. Mecânico, Mestrando em Tecnologia, Professor do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tuiuti do Paraná. Av. Comendador Franco, nº 1.860, Guabirotuba – Curitiba-PR, Brasil.  
e-mail: [pbortoli@utp.br](mailto:pbortoli@utp.br)

(2) Eng. Civil, Dr.-Ing., Professor do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGTE), Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFET-PR e-mail: [krueger@ppgte.cefetpr.br](mailto:krueger@ppgte.cefetpr.br)

### **RESUMO**

O desenvolvimento das cidades exige a necessidade de um acompanhamento para atenuar problemas que surgem naturalmente, como, por exemplo, o aumento do número de veículos. O intenso tráfego nas regiões urbanas provocam, além do congestionamento, a descarga de poluentes na atmosfera e o aumento do ruído ambiental.

O objetivo geral deste trabalho é apresentar dados resultantes de medições contínuas do ruído urbano na região central de Curitiba por meio pontos definidos estrategicamente, onde foram instalados monitores acústicos. A partir de tratamentos desses dados, procurou-se investigar: a) se existem diferenças marcantes dos níveis de ruído em função da época do ano e b) se os níveis equivalentes de ruído (LEQ) obtidos estão em conformidade com os valores máximos permitidos pela Legislação Municipal de Curitiba (Lei nº 8.385/95) e pela Organização Mundial de Saúde (OMS), identificando os zoneamentos onde são flagrantes o intenso nível de ruído.

A justificativa deste trabalho se faz em torno de trazer valores mais recentes do parâmetro nível equivalente de ruído (LEQ), haja visto que os últimos resultados foram apresentados oficialmente em 1992. Ainda, a atualização desses dados poderá servir de referência para o planejamento do tráfego urbano na região central de Curitiba.

Palavras-chave: Ruído Urbano, Planejamento Urbano.

### **1 INTRODUÇÃO**

A cidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná, localiza-se na região sul do Brasil e possui uma população de aproximadamente 1.600.000 habitantes (IPPUC, 1996). Caracterizada pela forte cultura européia, apresentava, em 1965, uma população de 470.000 habitantes e taxas de crescimento de 5,6% ao ano. Nessa época, foi elaborado o Plano Preliminar de Urbanismo, resultado de um concurso público promovido pela Prefeitura Municipal. Tal Plano estabeleceu uma equipe técnica local que acompanhasse o desenvolvimento da cidade (IPPUC, 1996).

A manutenção da qualidade urbana era a sua filosofia e para mantê-la estabeleceram-se alguns objetivos, dentre eles, o descongestionamento da área central. Pretendendo redirecionar o crescimento urbano, foi proposto, no Plano Diretor, que a expansão se fizesse através de eixos tangentes à área central. Tais eixos, também conhecidos como estruturais, propiciavam novas alternativas para a

habitação em alta densidade, comércio de médio porte, prestação de serviços e permitiam a implantação de um sistema de transporte de massa adaptável ao progressivo adensamento. O sistema de transporte serviria também como indutor do desenvolvimento urbano ao longo desses eixos.

Após alguns anos, importantes alterações sócio-econômicas são percebidas em Curitiba como aumento do número de lojas e supermercados para satisfazer às necessidades da população, crescimento da frota de transportes coletivos e aumento do fluxo de veículos de abastecimento de mercadorias. Esse intenso tráfego provoca, além do congestionamento, outros dois grandes inconvenientes: a descarga de poluentes na atmosfera sob a forma de monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), além do ruído urbano (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 1992) que está estreitamente relacionado com os tipos e fluxos de veículos automotores que trafegam pelas vias da cidade. Torna-se importante, nesse momento, que o monitoramento do ruído seja realmente acompanhado por órgãos específicos vinculados à Prefeitura a fim de garantir um planejamento urbano voltado à qualidade de vida.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da NBR 101/63, som pode ser definido como forma de energia proveniente de um corpo emitindo em uma ou mais direções certos movimentos vibratórios que se propagam em meios elásticos e que se podem ouvir. De maneira semelhante, FERREIRA (1993) define som como um fenômeno acústico onde ocorre propagação de ondas sonoras produzidas por um corpo que vibra em um material elástico, especialmente o ar. A produção de ondas sonoras pode ser harmoniosa (som) ou incômoda (ruído ou barulho), dependendo da subjetividade de cada indivíduo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1965). A Tabela A apresenta valores de níveis de ruído e efeitos sobre as atividades humanas.

A freqüência do som é expressa em unidades Hertz (Hz) que significa ciclos por segundo. A faixa de sons normalmente audíveis pelo homem varia de 20 a 20.000 Hz (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001). A intensidade do som é expressa em unidades de pressão sonora. A magnitude desta pressão é estabelecida em função das pressões de sons audíveis pelo homem, num intervalo entre o mais fraco e o som mais forte. A amplitude deste intervalo é muito grande, variando numa faixa de 1 a cerca de 1.000.000 unidades de pressão (BRUEL & KJAER, 1979). Devido a tal variação, a intensidade do som é expressa numa escala logarítmica, que varia em um intervalo de zero a 200, representada por uma unidade chamada de decibel. Para melhor compreensão desta unidade, são apresentados, na Tabela A com seus respectivos níveis de ruído em decibel dB(A).

Tabela A – Níveis de Ruídos e Efeitos sobre as Atividades Humanas

SONS COMUNS	NÍVEIS EM DECIBÉIS dB(A)	EFEITOS
Jato em operação	140	Dolorosamente ruidoso
Sirene de ataque aéreo		
Jato decolando a 60m	130	
Ribombo de trovões	120	Máximo esforço vocal
Discoteca		
Buzina de carro (a 1m)		
Bate estacas	110	
Caminhão coletor de lixo	100	
Caminhão pesado (a 15m)	90	Muito incômodo
Tráfego de cidades		Danos ao ouvido (exposição por 8 horas)
Despertador (a 0,6m)	80	Incômodo
Secador de cabelos		

Restaurante barulhento	70	Dificuldade em usar o telefone
Tráfego em uma auto-estrada		
Voz humana (a 1m)		
Aparelho de ar condicionado (a 6m)	60	Interferência
Tráfego de veículos leves (a 30m)	50	Calmo
Sala de estar	40	
Quartos		
Escritório calmo		
Sussurro suave (a 5m)	30	Muito calmo
Biblioteca		
Estúdio de transmissão de programa de rádio	20	
	10	Justamente audível
	0	Limiar da audição

FONTE: Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos da América (Environmental Protection Agency, 1977 - *apud* MOTA, 1999)

## 2 METODOLOGIA

Por meio de cinco monitores acústicos localizados em pontos distintos, de acordo com a ocupação humana caracterizados pelo zoneamento urbano da Prefeitura Municipal de Curitiba, foram realizadas medições contínuas de ruído em escala de compensação A e modo rápido (NBR-10.151), durante 24 horas diárias ao longo do ano de 1999. Os níveis equivalentes de ruído (LEQ's) foram calculados de hora em hora por meio de dados intercalados de 10 em 10 segundos. Os níveis mínimos (LMÍN) e máximos (LMÁX) de ruído também foram armazenados e apresentados de hora em hora, gerando desta maneira, 72 dados por dia. O instrumento utilizado foi um decibímetro da marca Larson Davis que atende as recomendações da IEC 651 (norma complementar da NBR 10.151/87). Sua precisão e tolerância são, respectivamente, 0.7 dB(A) e 1 dB(A).

Para verificar a confiabilidade dos dados foi utilizado um medidor portátil a fim de buscar a reprodutibilidade dos mesmos. Durante 15 minutos, foram realizadas medições intercaladas de 15 em 15 segundos sendo os dados obtidos pelos dois instrumentos tabulados e comparados. Quando observamos tais pares de dados, percebemos uma certa diferença entre os seus valores. Entretanto, ao calcularmos o nível equivalente de ruído para os 15 minutos, verificamos uma pequena diferença de 1.5 dB(A) entre esses valores, representando uma diferença de aproximadamente 1.9%. Diante desse fato, consideram-se confiáveis os dados.

Para o cálculo do nível equivalente de ruído (LEQ), a norma NBR 10.151/87 recomenda a seguinte equação baseando-se no princípio de igual energia:

$$Leq = 10 \times \log [(1 / 100) \times \text{somatório} (t_i \times 10^{(L_i / 10)})].$$

Onde:

$L_i$  = nível sonoro correspondente ao ponto médio da classe i, ou seja, representa os valores medidos, em dB(A)

$t_i$  = intervalo de tempo (expresso em percentagem do período de tempo relevante ou representativo escolhido) para o qual o nível sonoro permanece dentro dos limites da classe i, ou seja, representa o intervalo de tempo entre uma medição e outra, em segundos

Após a verificação da confiabilidade dos dados, os mesmos foram organizados de maneira que possibilitasse a construção de gráficos que serviram de referência para análise e discussão dos resultados.

Nos gráficos apresentados no capítulo Resultados e Discussões, o valor do nível equivalente de ruído (LEQ) mensal é igual a média aritmética dos níveis equivalentes de ruído (LEQ's) calculados e fornecidos de hora em hora pelo software instalado no equipamento de medição. O valor do nível mínimo de ruído (LMÍN) é igual ao menor valor medido e fornecido, também de hora em hora. O mesmo ocorre com o nível máximo de ruído (LMÁX), porém esse apresenta a valor horário máximo. O nível equivalente de ruído permissível (LEQ permissível) consta na legislação municipal de Curitiba (Lei nº 8.385/95), assim como a classificação dos períodos do dia em diurno, vespertino e noturno.

### **3 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS**

O monitor acústico situado próximo ao Shopping Água Verde, encontra-se no zoneamento do Setor Estrutural, onde a faixa permissível de ruído está compreendido entre 55 e 65 dB(A), conforme legislação municipal. O som captado por esse instrumento se propaga numa canaleta, uma vez existem construções ao seu redor. Esse setor é o prolongamento linear do centro de Curitiba, propiciando melhores condições de atendimento à população urbana, uma vez que se estende do nordeste ao sudoeste do município, tangente ao centro comercial. Possui vias com sentido único de tráfego, destinadas ao fluxo contínuo de veículos.

Já na Av. Kennedy, o monitor encontra-se disposto entre duas vias rápidas que servem de acesso bairro-centro-bairro. Situa-se na Zona Residencial ZR4 com via coletora. São setores onde se permite a instalação do comércio e prestação de serviços de atendimento ao bairro, ao longo das ruas destinadas ao Sistema de Transporte Coletivo e à distribuição de tráfego, propiciando maior privacidade no interior das zonas residenciais que atravessam. São regulamentadas pelo Decreto nº 354/87 e através de decreto, novos trechos viários podem ser incorporadas a esse setor. Possui de média-alta densidade, onde se permite habitação coletiva. Os limites permissíveis de acordo com o período do dia variam de 55 a 65 dB(A).

O monitor localizado na Av. Iguaçu encontra-se disposto entre duas vias rápidas de sentido único que servem de acesso centro-bairro. Situa-se na Zona Residencial ZR4 com via coletora. São regulamentadas pelo Decreto nº 354/87 e através de decreto, novos trechos viários podem ser incorporadas a esse setor. Possui de média-alta densidade, onde se permite habitação coletiva. Os limites permissíveis de acordo com o período do dia variam de 55 a 65 dB(A). São setores onde se permite a instalação do comércio e prestação de serviços de atendimento ao bairro, ao longo das ruas destinadas ao Sistema de Transporte Coletivo e à distribuição de tráfego, propiciando maior privacidade no interior das zonas residenciais que atravessam.

O bairro Jardim Social situa-se na zona residencial ZR1, sendo exclusiva para habitação unifamiliar com edificações de até dois pavimentos. Essa região possui limites permissíveis entre 45 e 55 dB(A), de acordo com o período do dia (diurno, vespertino e noturno). Está disposto entre duas vias de sentido duplo que possibilita o acesso bairro-centro-bairro.

O decibímetro fixo da Praça Rui Barbosa, situa-se na Zona Central de Curitiba, região tradicional da cidade onde se permitem habitações coletivas, comerciais e serviços de bairro e setoriais de qualquer porte, à exceção de supermercados. Com o intuito de estimular o adensamento residencial e ampliar os espaços de uso público na Zona Central, foram instituídos incentivos construtivos (Decreto nº 1.137/95), para implantação de galerias comerciais e edifícios de uso habitacional. Esta região possui limites permissíveis de ruído que compreendem de 55 a 65 dB(A).

A localização dos pontos onde estão instalados os monitores acústicos foi cedida pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados preliminares encontram-se sistematizados nos Gráficos 1 a 5.

Gráfico 1 - Monitor Acústico localizado no Shopping Água Verde

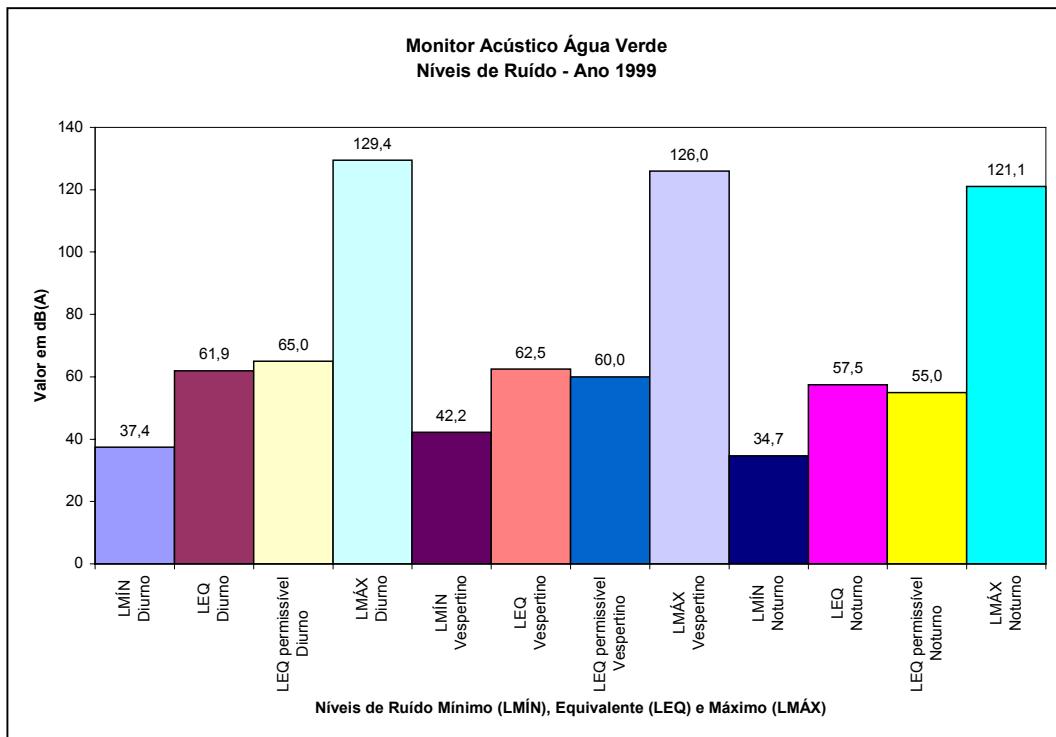


Gráfico 2 - Monitor Acústico localizado na Av. Kennedy

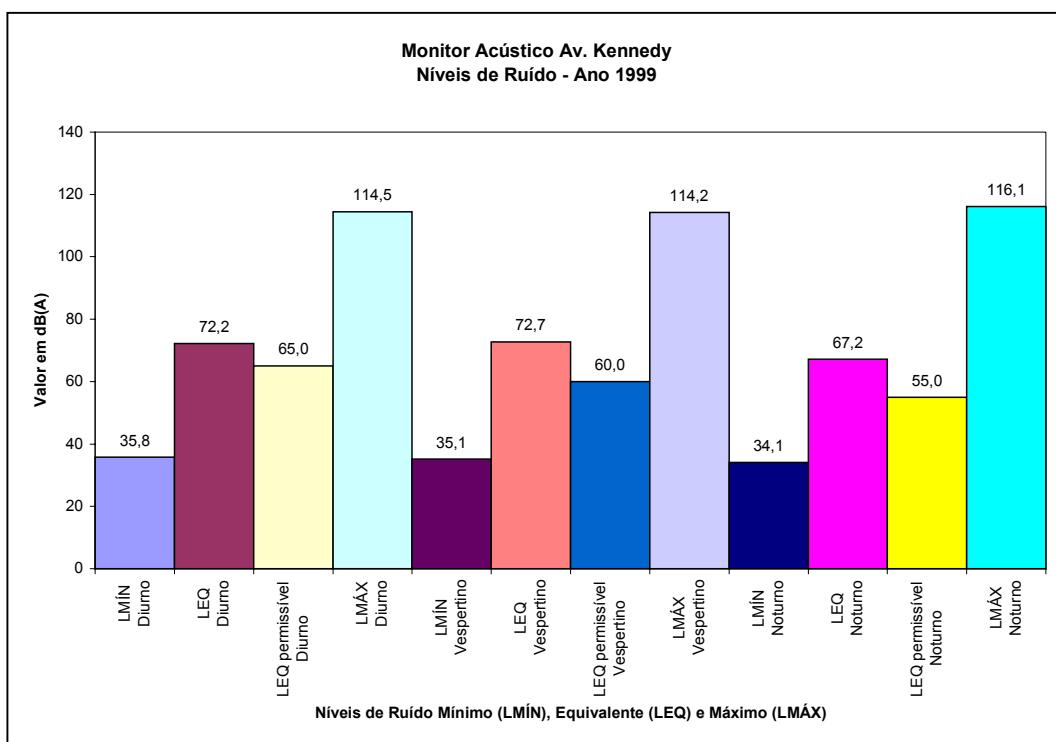


Gráfico 3 – Monitor Acústico localizado na Av. Iguáçu

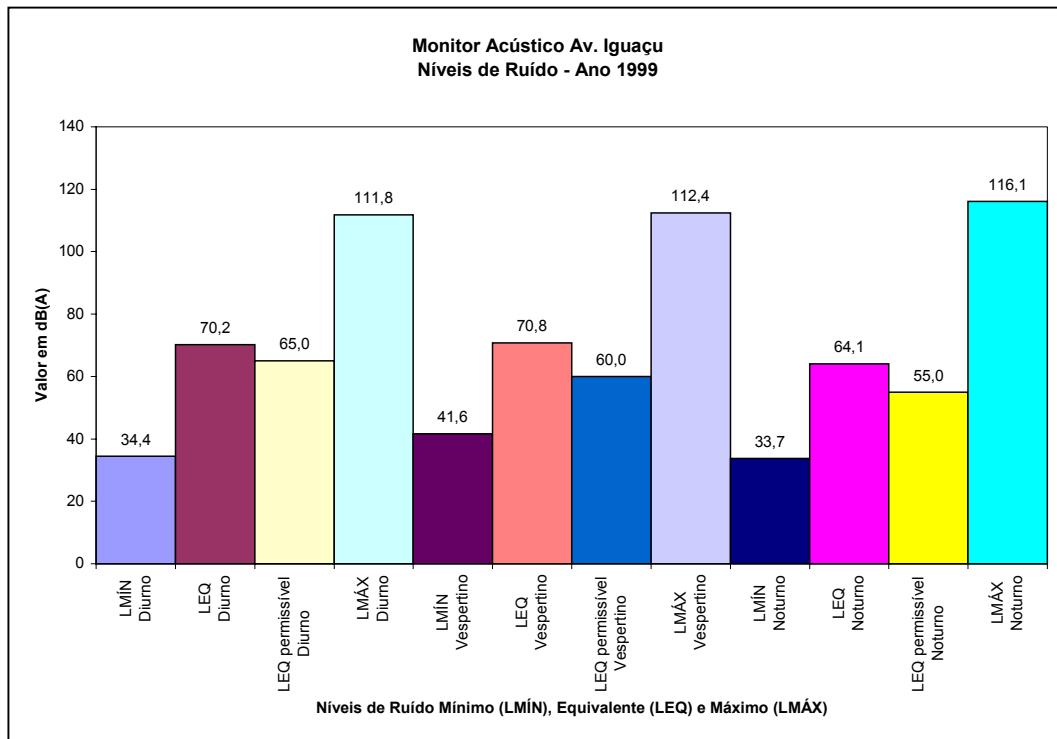


Gráfico 4 – Monitor Acústico localizado no bairro Jardim Social

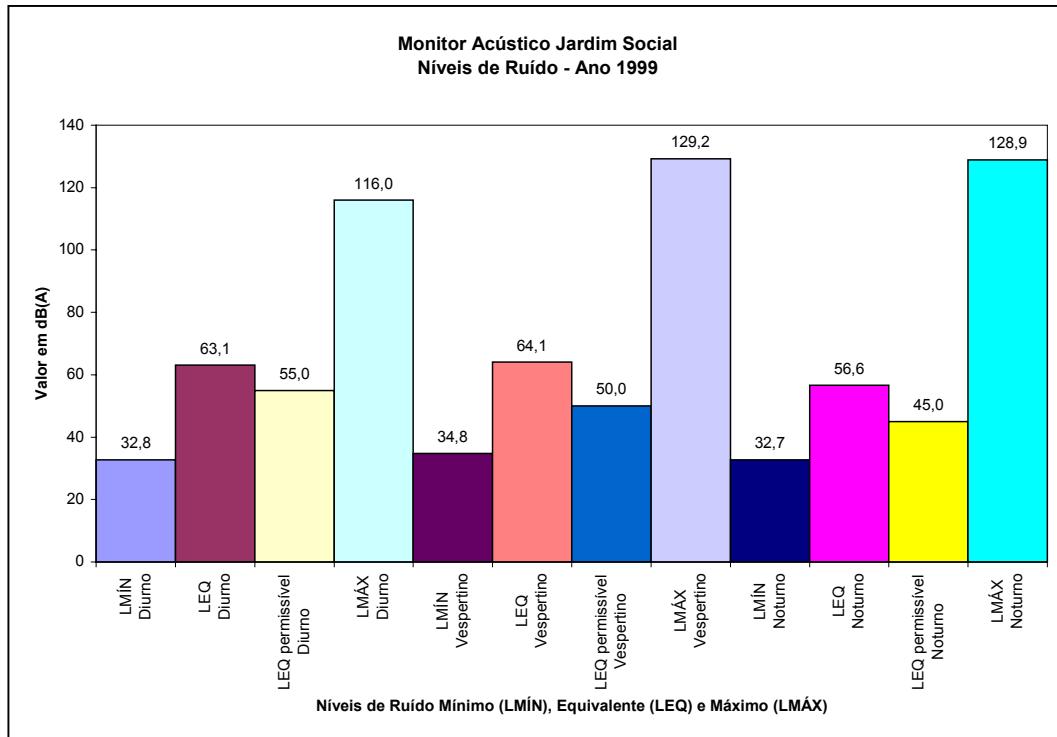
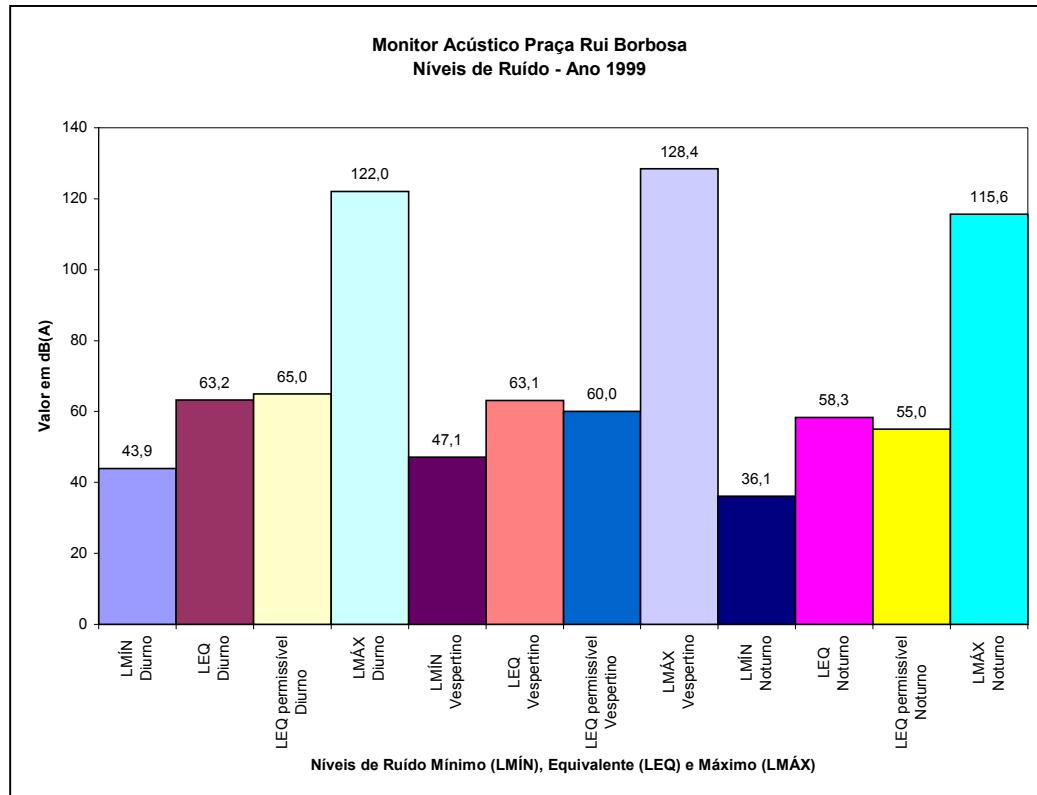


Gráfico 5 – Monitor Acústico localizado na Praça Rui Barbosa



No capítulo Localização dos pontos, percebe-se que todas apresentam particularidades, seja no aspecto de movimentação de veículo, seja na atividade econômica que ali se desenvolve. Dentro desse contexto, tem-se:

Água Verde: Conforme o Gráfico 1, verifica-se que os níveis equivalentes anuais de ruído superam os valores recomendados pela legislação municipal em dois períodos (vespertino e noturno), havendo pouca variação dos mesmos ao longo do ano. Essa diferença é de 2.5 dB(A). No período diurno, o nível equivalente anual de ruído encontra-se abaixo do limite permissível pela mesma Lei nº 8.385/95 (PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA, 1998). Há alguma variação nos níveis de ruído mínimo (LMÍN) e máximo (LMÁX), sendo esta, mais expressiva nos níveis de ruído máximos, onde são apreendidos picos momentâneos em razão da passagem de tráfego de carga pesada, por exemplo. Todos os níveis equivalentes mensais de ruído permaneceram dentro da faixa recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), ou seja, abaixo de 70 dB(A).

Av. Kennedy: Os níveis equivalentes anuais de ruído referentes aos meses do ano de 1999, para os três períodos do dia (diurno, vespertino e noturno), apresentam-se muito acima do permissível pela legislação municipal de Curitiba (Lei nº 8.385/95). O valor excedido desse parâmetro de cada mês no período diurno ficou entre 5.2 dB(A) e 8.9 dB(A). No entanto, os períodos vespertino e noturno apresentaram valores alarmantes de LEQ's anuais com excesso variando de 11.3 dB(A) a 14.1 dB(A) e 9.8 dB(A) a 16.3 dB(A), respectivamente. Durante os meses de maio, julho, agosto e setembro o monitor estava em manutenção e não foi possível realizar medições nesse período. Esse monitor acústico possuía em 1999, uma característica particular para o período noturno, pois o valor do nível equivalente anual de ruído permaneceu acima do limite máximo permissível para o período diurno, que teoricamente é o mais ruidoso, indicando um elevado tráfego de veículos à noite naquela região. O Gráfico 2 apresenta os valores anteriormente discutidos, o qual indica um tempo elevado de exposição ao ruído, caracterizando a região como muito ruidosa quando comparada com a recomendação da OMS.

Av. Iguaçu: O Gráfico 3 apresenta valores também elevados para os níveis equivalentes anuais de ruído nesse ponto. Durante o mês de janeiro não houve medição por motivo de manutenção do equipamento. Os valores excedidos dos níveis de ruído mínimos (LMIN) e máximos (LMAX) ficaram

entre 3.7 dB(A) a 5.1 dB(A) e 0.9 dB(A) a 10.1 dB(A) para o período diurno, respectivamente. Durante os períodos vespertino e noturno, o nível equivalente anual de ruído apresentou um valor de aproximadamente 10 dB(A) acima do permitido pela legislação municipal, mostrando que a Av. Iguaçu possuía características de muito movimento durante esses períodos. Os níveis equivalentes anuais de ruído para os três períodos do dia apresentam-se elevados quando comparados com os valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde.

Jardim Social: Para todos os períodos diurno, vespertino e noturno, os valores dos níveis equivalentes anuais de ruído apresentam-se acima do limite permitido recomendado pela legislação municipal. Entretanto, quando comparados com a OMS, esses LEQ's anuais encontram-se, aproximadamente, entre 7 dB(A) e 14 dB(A) abaixo do limite sugerido. Comparando-se os níveis equivalentes mensais de ruído para um mesmo período do dia, constata-se uma pequena variação que demonstra uma certa estabilidade do tráfego durante o ano nos três períodos investigados. O Gráfico 4 apresenta os dados em questão.

Praça Rui Barbosa: O Gráfico 5 mostra que no período diurno o nível equivalente anual de ruído é de 1.8 dB(A) abaixo do limite permitido pela legislação municipal, enquanto que os períodos vespertino e noturno apresentam LEQ's anuais de aproximadamente 3 dB(A) acima do limite permitido pela mesma. Nesse ponto verificam-se altos valores de níveis de ruído máximos nos três períodos (diurno, vespertino e noturno). Esses picos caracterizam, provavelmente, o ruído de impacto causado pela colisão de algum objeto ou fogos de artifício. Todos os LEQ's mensais e o anual encontram-se abaixo do valor recomendado pela Organização Mundial de Saúde.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com a literatura, verificou-se:

- Nas vias rápidas, como por exemplo, Avenidas Iguaçu e Kennedy, verifica-se que o nível de ruído é muito elevado. Esse fato era esperado, uma vez que os veículos transitam em maior velocidade;
- No equipamento instalado no bairro Jardim Social, situado num zoneamento exclusivamente residencial, os níveis equivalentes de ruído permaneceram em patamares baixos uma vez que o fluxo de tráfego pesado é pequeno em virtude das características sócio-econômicas da região.

O presente trabalho sugere, para efeito de estudos posteriores, que se faça uma comparação da variação dos níveis equivalentes de ruído entre os anos de 1992 (BARBOSA, 1992) e 2001, dados a serem levantados; verificação de parâmetros que influem nos níveis de ruído, como T e UR e tráfego levando-se em consideração a frota e o fluxo de ônibus e automóveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Noise and its measurement**. Washington, D.C., U.S., 1977.

Associação Brasileira de Normas Técnicas

\_\_\_\_ NBR 101/1963

\_\_\_\_ NBR 10.151/1987

BARBOSA, William Alves. **Aspectos do Ruído Comunitário em Curitiba**. Tese apresentada como requisito parcial para concurso público à classe de Professor Titular da carreira do magistério superior. Curitiba, 1992.

BRUEL & KJAER. **Acoustic Noise Measurements**. Narun, Denmark, 1979.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Minidicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro : Nova Fronteira, 1993.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Curitiba em dados**. 1996.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Cadernos de Meio Ambiente – Poluição Sonora.** Belo Horizonte, 1992.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Coletânea de Legislação Ambiental do Município de Curitiba.** Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Curitiba : Artes Gráficas Ed. Unificado, 1998

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Environmental Health Aspects of Metropolitan Planning and Development.** Technical Report Series nº 297, Geneva, 1965.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Résumé d'orientation des Directives de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement.** Disponível em <<http://www.who.int/home-page/>>. Acessado em 10.08.01

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Geraldo T. D. Cavalcante pelo fornecimento dos dados e contribuições na realização do trabalho.

