

# Estudo comparativo da percepção do ruído urbano

## Comparative study of the perception of urban noise

Elaine Carvalho da Paz, Andressa Maria Coelho Ferreira e Paulo Henrique Trombetta Zannin

*Departamento de Engenharia Mecânica. Laboratório de Acústica Ambiental - Industrial e Conforto Acústico. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, Brasil*

---

### Descritores

Ruído. Efeitos do ruído. Medição de ruído. Zonas urbanas. Poluição sonora.

### Resumo

#### Objetivo

Analisar comparativamente a percepção ao ruído urbano no cotidiano dos habitantes de uma zona controlada acusticamente e outra não controlada.

#### Métodos

Dois zonas de uma cidade foram selecionadas por meio de avaliações objetivas dos níveis sonoros equivalente como zona controlada e zona não controlada acusticamente. Uma amostra aleatória de cada zona foi selecionada e submetida a questionário. Foram gerados indicadores estatísticos da percepção ao ruído urbano por meio da análise multivariada fatorial.

#### Resultados

O valor médio para o nível sonoro ( $L_{eq}$ ) encontrado no centro (zona não controlada acusticamente) foi de 72,9 dB(A), e na zona controlada acusticamente foi de 53,3 dB(A). A análise multivariada fatorial gerou três indicadores estatísticos: percepção temporal, percepção de ruídos atípicos e fontes e distúrbios.

#### Conclusões

A população da zona controlada indicou aumento no nível de ruído percebido. O nível sonoro no centro da cidade tem se mantido praticamente constante e muito acima do especificado pela Lei Municipal. Os indicadores gerados podem servir como parâmetros para caracterizar a percepção à exposição contínua ao ruído pela população.

### Keyword

Noise. Noise effects. Noise measurement. Urban areas. Noise pollution.

### Abstract

#### Objective

To comparatively analyze the perception of daily urban noise between residents of an acoustically and a non-acoustically controlled area.

#### Methods

Two urban areas were selected through objective assessments of equivalent sound levels and defined as a non-acoustically and an acoustically controlled area. A random sample of each area was selected and a questionnaire was applied to its residents. Statistical indicators of urban noise perception were generated through factorial multivariate analysis.

#### Results

The average sound level ( $L_{eq}$ ) found in the downtown district (a non-acoustically controlled area) was 72.9 dB(A) and in the acoustically controlled area was 53.3

---

### Correspondência para/ Correspondence to:

Paulo Henrique Trombetta Zannin  
LAAICA/UFPR, s/n Bloco 4 sala PG-05  
Jardim das Américas  
81531-990 Curitiba, PR, Brasil  
E-mail: zannin@demec.ufpr.br

Trabalho realizado no Laboratório de Acústica Ambiental, Industrial e Conforto Acústico (LAAICA), Departamento de Engenharia Mecânica da UFPR.  
Financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Processo n. 301998/2004-3).  
Recebido em 29/10/2004. Reapresentado em 5/4/2004. Aprovado em 8/12/2004.

*dB(A). Three statistical indicators were generated through factorial multivariate analysis: temporary perception, perception of atypical noises and sources and disturbances.*

#### **Conclusions**

*Residents of the acoustically controlled area reported increased noise level. The sound level in the downtown district has remained practically constant and much above the standards established by local law. The generated indicators are useful parameters to characterize the perception to continuous noise exposure in the population.*

## INTRODUÇÃO

A comunidade científica confirmou em pesquisas recentes uma significativa associação entre ruído urbano e seus efeitos no organismo humano.<sup>4,6</sup> O nível equivalente de ruído ( $L_{eq}$ ) de 65 dB(A) é considerado o limiar de conforto acústico para a medicina preventiva. A exposição contínua à valores acima desse limite pode causar distúrbios psico-fisiológicos diversos,<sup>8</sup> independente da idade, tais como distúrbios no sono, diminuição da performance laboral, hipertensão, agravamento de doenças cardiovasculares.<sup>2,11</sup>

Os efeitos orgânicos podem ser observados quantitativamente por meio de exames laboratoriais, como a audiometria. Por outro lado, observações qualitativas podem ser realizadas quando amostra representativa de uma população é submetida a uma pesquisa classificada. Esse tipo de observação caracteriza a forma subjetiva de sensibilidade ao ruído, ou seja, a percepção.<sup>9</sup> Em ambas as situações, podem ser identificados distúrbios físicos e psicológicos, ocasionados pela exposição excessiva a níveis de ruído elevados, passíveis de comprometimento à qualidade de vida.<sup>3</sup>

A World Health Organization (WHO, 2003)<sup>15</sup> recomenda que em áreas residenciais o nível de ruído não ultrapasse o nível sonoro equivalente  $L_{eq}=55$  dB(A). Em adição, estipula que o nível sonoro de até  $L_{eq}=50$  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  $L_{eq}=70$  dB(A) é tido como o nível de desgaste do organismo, aumentando os risco de infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial e outras patologias. Ao nível sonoro equivalente de  $L_{eq}=80$  dB(A) ocorre a liberação de endorfinas, causando sensação de prazer momentâneo, e níveis sonoros da ordem de  $L_{eq}=100$  dB(A) podem levar a danos e ou perda da acuidade auditiva (WHO).<sup>15</sup>

A análise comparativa de avaliações subjetivas de habitantes de zonas de alta e baixa incidência de ruído pode fornecer subsídios que indiquem a existência de potenciais efeitos negativos para a saúde dos habitantes expostos à poluição sonora.<sup>3</sup> Trata-se de

uma estratégia de pesquisa que permite correlacionar os efeitos orgânicos sentidos e a percepção individual ao ruído no contexto das regiões urbanas. Além disso, pode ser corroborado pela avaliação objetiva do nível de ruído ambiental existente por meio de medições físicas.

As perturbações e distúrbios, devidos ao ruído, estão associados com altas incidências de doenças isquêmicas do coração. Chang et al,<sup>5</sup> (2003) utilizando modelo de regressão linear, indicaram que cada acréscimo de 1 dB(A) no nível de ruído, corresponde ao aumento de 1 mm/Hg da pressão sanguínea. Estudos epidemiológicos recentes sugerem que a exposição ao ruído excessivo pode causar estresse crônico, fator de risco para ocorrência de disfunções cardiovasculares.<sup>2</sup>

Lusk et al<sup>7</sup> (2002), por meio de análise bi-variada, também correlacionando a percepção ao ruído à pressão sanguínea, indicaram que altos níveis de ruído têm correspondência com o acréscimo das pressões sanguíneas sistólica e diastólica. A exposição contínua ao ruído ambiental na infância também pode ser um fator de risco para o desenvolvimento do sistema auditivo.

Alguns estudos têm sido desenvolvidos no Brasil, onde resultados subjetivos e objetivos foram correlacionados.<sup>12-14</sup> Nesse sentido, a modelagem estatística apresenta-se como ferramenta científica importante ao estudo da percepção ao ruído.

O objetivo do presente trabalho foi analisar comparativamente a percepção ao ruído urbano no cotidiano dos habitantes de duas zonas distintas de uma cidade, com o intuito de caracterizá-las num perfil subjetivo a partir de indicativos gerados de um modelo estatístico.

## MÉTODOS

Foram realizadas avaliações objetivas do ruído urbano (medições *in situ*), a fim de caracterizar fisicamente os níveis sonoros de cada zona urbana, foco da avaliação subjetiva. Baseando-se em estudo realizado por Zannin et al,<sup>13</sup> foram avaliados acusticamente

Tabela - Indicadores gerados e suas percentagens de explicação, a partir do agrupamento dos fatores.

Indicadores	Zona controlada acusticamente	Zona não controlada acusticamente
	Poder explicativo (%)	
Percepção temporal	35	27
Percepção de ruídos atípicos	18	16
Indicação de fontes e distúrbios	45	38
Total	98	81

25 pontos na zona de controle (bairro) e 97 pontos na zona não controlada (centro).

As avaliações *in situ* foram realizadas a partir de medições dos níveis sonoros equivalentes, no período diurno (7:01 às 22:00 horas), nas vias principais de cada zona, num total de 122 medições, ou seja, uma medição para cada ponto avaliado. Utilizou-se para as medições o analisador sonoro BK 2260. Foi utilizado o *software* Evaluator BK 7820 para obtenção do valor médio para o nível sonoro equivalente de cada zona. Seguindo as recomendações da Norma Brasileira NBR-10.151/2000,<sup>1</sup> as medições foram feitas com ausência de fontes sonoras atípicas, tais como chuva e vento forte, e de acordo com as seguintes etapas: 1) escolha, de acordo com análise de cada local, de diferentes pontos de medição; 2) limitação do tempo de medição, em cada ponto, em três minutos; 3) modo de operação *fast* do aparelho.

O nível sonoro utilizado para comparação com o nível sonoro médio obtido para as 25 medições da zona controlada, foi o nível sonoro equivalente de  $L_{eq} = 55$  dB(A), o qual é fixado para as zonas residenciais (bairro - zona controlada) pela Lei Municipal 10.625.<sup>10</sup> Para o centro da cidade (zona não controlada) o nível de referência fixado pela Lei Municipal de emissões sonoras, é o nível sonoro equivalente de  $L_{eq} = 65$  dB(A). O outro parâmetro utilizado foi o nível sonoro equivalente de 55 dB(A), o qual é estabelecido pela WHO<sup>15</sup> para áreas residenciais.

Para a avaliação subjetiva do ruído os indivíduos de cada zona foram submetidos a questionário elaborado pelos autores. Assim, foi possível identificar quais eram as principais fontes de ruído urbano percebidas pela população, bem como suas reações.

Inicialmente foi selecionada uma área representativa (vias principais) de cada zona onde os questionários foram aplicados aleatoriamente somente aos ali residentes, de ambos os sexos e faixa etária entre 17 e 69.

A amostra de moradores contou com 63% de homens e 37% de mulheres, num total de 104 entrevistados na zona controlada. Na zona não controlada,

52% de homens e 48% de mulheres, totalizando 130 entrevistados.

Os questionários foram preenchidos pelos próprios indivíduos na presença do pesquisador, no período diurno entre 7:01 e 22:00h. Para a percepção quantitativa ao ruído foi utilizada a Escala de Likert, variando de zero a seis com os seguintes critérios: (0) nada, (1) bem pouco, (2) pouco, (3) médio, (4) muito, (5) intenso e (6) extremo. Para a percepção qualitativa foram utilizadas questões de múltipla escolha, tais como: esclarecimento da população quanto à questão do ruído urbano, identificação de ocorrência de distúrbios psico-fisiológicos e determinação de quais tipos de fonte causam maior incômodo. Informações de identificação e registro dos indivíduos também foram contempladas pelo questionário.

Os dados da percepção ao ruído foram tratados estatisticamente, utilizando o *software* Statistica 5.0. No tratamento estatístico optou-se pela análise multivariada fatorial dos dados em função da normalidade das amostras das duas populações, testada ao nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). O método de extração aplicado foi das componentes principais com utilização da rotação *varimax* normalizada, onde o critério de seleção para a determinação do número de fatores foi o "Critério de Kaiser".

Procurou-se, em primeira análise, identificar o nível de esclarecimento da população em relação ao problema do ruído urbano e classificar o grau de incômodo do ruído, utilizando a técnica de análise estatística descritiva univariada. A etapa seguinte abrangeu a realização da análise multivariada fatorial das observações obtidas.

A avaliação subjetiva contava inicialmente com um total de 19 variáveis, para ambas populações, para caracterização da percepção ao ruído. Com a aplicação da análise fatorial, as variáveis\* foram agrupadas em fatores em função da relação de correlação linear entre as mesmas.

Foram identificados seis fatores principais para a zona não controlada e para a zona controlada. Os

\*A relação de variáveis da análise fatorial podem ser obtidas mediante solicitação aos autores do artigo.

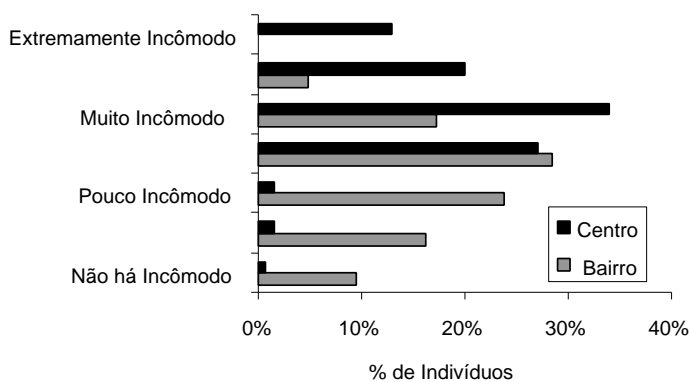


Figura 1 -Nível de incômodo gerado pelo ruído.

fatores foram agrupados em três indicadores estatísticos principais, em função de suas variações explicadas. Esses indicadores foram denominados de: 1) Percepção temporal; 2) Percepção de ruídos atípicos e 3) Indicação de fontes e distúrbios (Tabela).

## RESULTADOS

As medições mostram que o nível sonoro médio para a zona de controle foi de  $L_{eq} = 53,3$  dB(A) e para a zona não controlada foi de  $L_{eq} = 72,9$  dB(A).

A análise dos questionários revelou que 95,5% no centro e 98% no bairro, acreditam que o ruído pode lhe causar prejuízos em relação à saúde.

Identificou-se que cerca de 50,5% da população do bairro e 94,0% da população do centro sentem-se incomodadas pelo ruído. As diferenças encontradas quanto ao grau de percepção do incômodo gerado pelo ruído nos indivíduos do centro e do bairro; considerando desde “ausência de incômodo”, concentrando-se em maior grau no bairro até “incômodo extremo” percebido somente pelos moradores do centro; podem ser visualizadas no gráfico da Figura 1.

A sensibilidade do grau de aumento do nível de ruído é de 78,3% entre “aumentou” e “aumentou extremamente” no centro, e 71,7% entre “aumentou bem pouco” e “aumentou” no bairro.

Para o bairro, os indicadores formulados explicam cerca de 98% do fenômeno, já para o centro os indicadores explicam cerca de 81% do fenômeno, o que mostra que o modelo criado se aproxima do real.

A análise do indicativo estatístico de Per-

cepção Temporal revelou que 61,5% dos moradores do centro e 57,2% dos moradores do bairro perceberam aumento no nível de ruído, principalmente durante a semana nos períodos manhã e tarde, e nos finais de semana durante a noite (Figuras 2).

Já na análise do indicativo estatístico de Percepção de Ruídos Atípicos, verificou-se que 70% da população do centro e 30% da população do bairro, sente-se incomodada com ruídos advindos de fontes atípicas.

O indicativo de Fontes e Distúrbios englobou o maior número de variáveis correlacionáveis do estudo. Essas variáveis são relativas às informações acerca dos tipos de fontes existentes e/ou percebidas no ambiente urbano, e à ocorrência dos principais distúrbios psico-fisiológicos relatados pelos indivíduos. Verificou-se que para ambas as regiões estudadas a irritabilidade e a baixa concentração são os efeitos orgânicos de maior ocorrência (Figura 3). Em adição, o ruído oriundo do tráfego de veículos foi indicado como o tipo de ruído que causa maior incômodo (Figura 4), seguido do ruído proveniente da região, tais como: alarmes, atividades de construção civil, e outros.

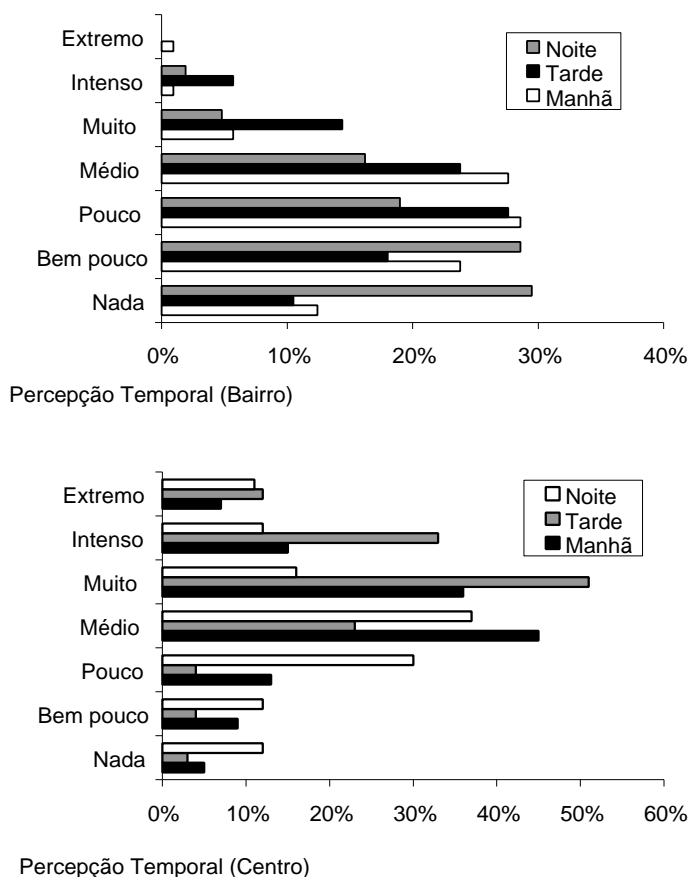


Figura 2 -Percepção temporal do ruído para o bairro e centro.

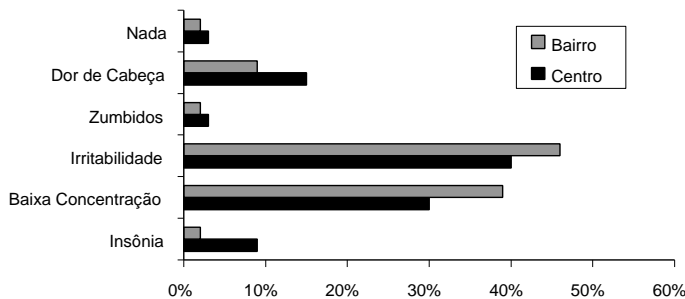
Ressalta-se que para o bairro, o segundo tipo de ruído identificado como causador de maior incômodo foi o proveniente de aviões. Isso se deve ao fato da existência de um eixo de chegada nas proximidades do bairro.

## DISCUSSÃO

O esclarecimento acerca da poluição sonora é o precursor da adoção de medidas de controle, segundo Stansfeld & Matheson<sup>11</sup> (2003). A avaliação subjetiva mostrou que a maioria da população estudada está ciente dos prejuízos advindos da exposição ao ruído urbano, esclarecimento considerado alto para ambas as zonas.

Ficou evidenciado, pela avaliação subjetiva, que a população da zona de controle indica aumento no nível de ruído percebido.

Esse aumento no nível das emissões sonoras percebidas subjetivamente pela população é corroborado pelos resultados obtidos para a análise ambiental do ruído em Zannin et al<sup>12</sup> (2001). Nesse trabalho, em 26 pontos medidos no bairro, o nível sonoro médio obtido foi de 50 dB(A). Tem-se portanto um aumento de 50 dB(A) para 53,3 dB(A). Deve-se ressaltar que os pontos onde foram realizadas as medições, tanto em Zannin et al<sup>12</sup> (2001), como no presente trabalho, são os mesmos. Uma explicação possível para o aumento nos níveis sonoros na área de controle, é o fato de que a mesma é uma zona residencial de urbanização recente e intensa, pois a mesma dispõe de muitas áreas verdes. Nela não é permitida a construção de prédios, e a existência de comércio só é permitida na avenida central do bairro. Outro fato que colabora para o aumento no nível de ruído, é que o bairro analisado está nas proximidades de um corredor aéreo de Curitiba, e o fluxo aeroviário aumentou na cidade em face do crescente desenvolvimento industrial. Embora houve um aumento no nível sonoro médio da

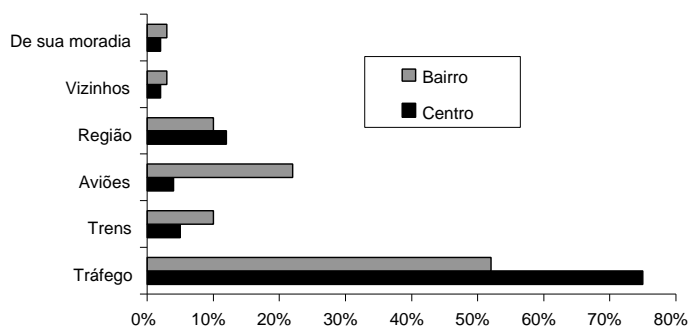


Fator Fontes e Distúrbios: Principais Distúrbios Indicados pelos Indivíduos  
Figura 3 -Principais distúrbios indicados pelos moradores.

área de controle, percebido também pela análise da reação da população, o nível atual de emissão sonora  $L_{eq} = 53,3$  dB(A), satisfaz plenamente tanto a legislação municipal Lei 10.625 como o parâmetro para zonas residenciais da WHO, que é de  $L_{eq} = 55$  dB(A). O importante na zona de controle não é o aumento do nível sonoro verificado, mas sim a consciência da necessidade da preservação dos níveis atuais.

Em 1992, somente 0,6% de um total de 25 pontos avaliados encontravam-se na faixa de emissões sonoras de Trata-se do aumento no número de pontos medidos dentro da faixa de ruído de  $50 < L_{eq} \leq 55$  dB(A), sendo que no ano de 2000 o número de pontos medidos nesta faixa passou para 26, ou 7,4% do total de 350 pontos medidos. nessa faixa de ruído, aumentado para 7,4% em 2000. No trabalho aqui apresentado, o nível sonoro médio foi de  $L_{eq} = 53,5$  dB(A). O número de pontos avaliados foi tanto em 1992 como em 2000, de 350 pontos. Os pontos avaliados em 2000, são os mesmos avaliados em 1992.

Para a zona não controlada (centro da cidade), medições realizadas em 2002 por Zannin et al<sup>13</sup> (2002) em 97 pontos, mostraram para o nível sonoro o valor médio de  $L_{eq} = 73,4$  dB(A). No trabalho aqui apresentado o valor médio (97 pontos de medição) obtido foi de  $L_{eq} = 72,9$  dB(A). Há portanto, situação de risco permanente à saúde da população residente e a população que ali trabalha. O nível de  $L_{eq} = 70$  dB(A) é tido, pela WHO<sup>15</sup> (2003) como o nível de desgaste do organismo, o qual aumenta os riscos de infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial e outras patologias. Além disso, o limite estabelecido para a região central, pela Lei Municipal 10.625/2002<sup>10</sup> de emissões sonoras do município de Curitiba é de 65 dB(A) no período diurno (7-22h). Percebe-se então, que o nível sonoro no centro da cidade tem se mantido praticamente constante e muito acima do especificado pela Lei Municipal, apresentando portanto um grave problema de poluição sonora.



Fator Fonte e Distúrbio: Percepção do Ruído que causa mais incômodo  
Figura 4 -Percepção do ruído mais incômodo, segundo moradores.

Embora o nível sonoro no centro da cidade tenha mantido-se praticamente constante, no período de 2001 (Zannin et al<sup>12</sup>) até 2004 (período das medições constantes do presente trabalho), a avaliação subjetiva mostrou que os moradores indicaram aumento no nível sonoro. Isso pode ser explicado pelo fato do centro de Curitiba ser hoje um dos locais mais procurados para locações residenciais devido ao menor valor dos aluguéis. No entanto, quando o morador compara o local onde morava com o centro da cidade, percebe instantaneamente um nível sonoro muito mais elevado no centro. Isso pode ser constatado pelos resultados obtidos  $L_{eq}=72,9$  dB(A) no centro da cidade contra  $L_{eq}=53,3$  dB(A) no bairro residencial.

Segundo Berglund et al,<sup>4</sup> a irritabilidade, usualmente, tem efeito contínuo no organismo, uma vez que sua ação ainda é percebida após a paralisação ou atenuação do ruído. Isso é característico da exposição a ruídos de alta frequência e é um parâmetro precursor para a perda auditiva a sons nessa frequência. A baixa concentração e a irritabilidade estão no grupo de efeitos orgânicos de segunda categoria (fisiológicos de

atenção). Verificou-se que para ambas as zonas estudadas a irritabilidade e a baixa concentração são os efeitos orgânicos de maior ocorrência, tal como foi verificado no estudo de Belojevic et al<sup>3</sup> (1997) para a exposição ao ruído de tráfego. Logo, segundo a classificação de Muzet<sup>9</sup> (2002) essa população se encontra em situação de atenção.

Em adição, o ruído oriundo do tráfego de veículos foi indicado como o tipo de ruído que causa maior incômodo, o que corrobora o resultado dos principais efeitos orgânicos indicados pela população. Esses efeitos são característicos de exposição contínuo a esse tipo de ruído, de acordo com Belojevic et al<sup>3</sup> (1997). O ruído de tráfego então pode ser caracterizado como fator de estresse psicossocial, seguindo a classificação de Berglund et al<sup>3</sup> (1990) e Muzet<sup>9</sup> (2002).

Pode-se concluir que os indicadores gerados: 1) percepção temporal, 2) percepção de ruídos atípicos e 3) fontes e distúrbios, podem servir de parâmetros para caracterizar a percepção à exposição contínua ao ruído pela população.

## REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. NBR-10.151: Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro; 2000.
2. Babisch W, Ising H, Gallacher JEJ. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occup Environ Med* 2003;60:739-45.
3. Belojevic G, Jakovlevic B, Alesksc O. Subjective reactions for traffic noise with regard to some personality traits. *Environ Int* 1997;23:221-6.
4. Berglund B, Lindval T, Schwela DH, editors. Guidelines for community noise. Stockholm: Stockholm University, Karolinska Institute; 1990.
5. Chang T, Jain R, Wang C, Chan C. Effects of occupational noise exposure on blood pressure. *J Occup Environ Med* 2003;45:1289-96.
6. Job RFS. The Influence of subjective reactions to noise on health effects of the noise. *Environ Int* 1996;22:93-104.
7. Lusk SL, Hagerty BM, Gillespie B, Caruso CC. Chronic effects of workplace noise on blood pressure and heart rate. *Arch Environ Health* 2002;57:273-81.
8. Maschke C. Preventive medical limits for chronic traffic noise exposure. *Acustica* 1999;85:444-8.
9. Muzet A. Noise exposure from various sources – sleep disturbances dose-effect relationships on adults. In: Proceedings WHO Technical Meeting on Exposure-response relationships of noise on health; 2002 jul; Strasbourg, France. 2002. p. 1-18.
10. Paraná (Estado). Lei No. 10.625, de 19 de dezembro de 2002. Curitiba: Diário Oficial do Estado do Paraná; 19 dez 2002.
11. Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull* 2003;68:243-57.
12. Zannin PHT, Calixto A, Diniz FB, Calixto, A. Environmental noise pollution in residential areas of the city of Curitiba. *Acustica* 2001;87:625-8.
13. Zannin PHT, Diniz FB. Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. *Appl Acoustics* 2002;63:351-8.
14. Zannin PHT, Calixto A, Diniz FB, Ferreira JA. A survey of urban noise annoyance in a Large Brazilian City: the importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis. *Environ Impact Assess Rev* 2003;23:245-55.
15. World Health Organization [WHO]. Résumé d'orientation des directives de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement [on-line]. Geneve; 2003. Available from URL: <http://www.who.int/homepage/primers> [2003 Mar 5]