

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
Centro de Aperfeiçoamento Tecnológico – CENATEC

Laura Guiomar Moraes Vieira da Silva

Avaliação de ruído ambiental na cidade de São José dos Campos/SP

São Paulo

2006

Laura Guiomar Moraes Vieira da Silva

Avaliação de ruído ambiental na cidade de São José dos Campos/SP

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, para exame de qualificação como exigência para a obtenção do grau de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Gestão Ambiental

Orientador: Dr. Marcio Augusto Rabelo Nahuz

São Paulo

Junho de 2006

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pelo exemplo, a minha amada filha Beatriz, que tanto foi privada da minha presença, aos meus irmãos e demais familiares que sempre me incentivaram em especial a Adelaide que por diversas vezes supriu minha ausência como mãe e ao meu esposo Osvaldir pelo apoio recebido.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcio Augusto Rabelo Nahuz, pela contribuição e incentivo, sempre com amizade e consideração.

Aos fiscais da Prefeitura de São José dos Campos, em especial na pessoa do Senhor Luiz Bento, por possibilitar o desenvolvimento do estudo apresentado.

As minhas amigas Regina Fátima de Lima e Eunice Basseto, sempre presentes nos momentos difíceis.

Aos colegas do mestrado pela amizade e colaboração resultante do nosso convívio.

A todos que de alguma forma participaram deste trabalho.

Ao Dr. Marco Nabuco e Dra. Maria Akutsu pelas sugestões e participação na banca examinadora.

Agradecimentos especiais ao Prof. Peter Joseph Barry, do Laboratório de Acústica do IPT que, de forma sempre disponível, dedicou seu tempo, conhecimento e inquestionável experiência, auxiliando de forma incontestável na realização deste trabalho

A Deus pela capacitação.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar o incômodo causado pelo ruído na comunidade da cidade de São José dos Campos.

Inicialmente, foram analisadas as normas brasileiras de medida e avaliação de ruído. Para o estudo de caso, foram utilizados os mais de cem relatórios realizados entre os anos de 2003 e 2004 pelos fiscais municipais.

Não existem procedimentos escritos a serem seguidos; por este motivo, estes foram deduzidos através dos relatórios e entrevistas com os fiscais. Foi analisado o procedimento adotado pelos fiscais e comparado com o recomendado pela norma brasileira NBR 10151:2000.

Os níveis de ruído obtidos dos relatórios foram também compilados e analisados. Os resultados indicam que bares e locais com música são a maior fonte de reclamações, seguidos por atividades de comércio em geral e prestação de serviços. A música presente nas igrejas também é uma importante fonte de reclamação por parte da comunidade.

Finalmente, foram analisados os níveis do ruído acima do nível estabelecido e a reação da comunidade. Os resultados mostram que a quantidade e a intensidade das reclamações da comunidade estão intimamente relacionadas, na maior parte do tempo, ao aumento da intensidade do ruído.

Isto mostra que os níveis estabelecidos na NBR 10151:2000 são apropriados e que as reclamações são justificadas. Entre as conclusões sobre o programa de fiscalização de queixas, são comentados os pontos positivos e controversos encontrados.

As conclusões mostram também a importância de se rever o processo de liberação de alvará para atividades notoriamente poluidoras.

Palavras-chave: ruído, incômodo à população, norma brasileira NBR 10151:2000, fontes de ruído, reação da comunidade.

ABSTRACT

Assessment of environmental noise of the city of São José dos Campos/SP

The aim of this work is to assess the degree of annoyance caused by noise among the population of the city of São José dos Campos, SP, Brazil.

Initially, the Brazilian standards for noise measurement and assessment were analyzed. For the case study, reports by the municipal environment inspectors in the years of 2003 and 2004, over 100 in number, were used.

There are no written procedures, so these were deduced from the reports and interviews with the inspectors. The procedures were analyzed and compared to the recommendations established in the Brazilian standard NBR 10151:2000.

The noise levels obtained from the reports were also consolidated and analyzed. The results show that bars and places offering music are the major source of complaints, followed by commercial activities and services. The music in churches is another important source of complaints from the community.

Finally, an analysis of the level of the noise above the recommended levels enabled an estimation of the community reaction to be made. These results show the rate and degree of complaints to be closely correlated, most of the time, to the magnitude of the increase in noise levels. This shows both that the levels established in the NBR 10151 standard are appropriate and that the complaints are justified.

The conclusions on the analysis of the complaint inspection programme are made, commenting the positive as well as the controversial points. Conclusions are also drawn on the importance of revising the process of concession of permits for activities which are notoriously prone to cause annoyance.

Keywords: noise, annoyance to the population, Brazilian Standard NBR 10151:2000, noise sources, community reaction.

Lista de ilustrações

Figura 1	Fixação do equipamento utilizando um tripé	26
Figura 2	Fluxograma do processo de avaliação de ruído em São José dos Campos	46
Figura 3	Fotografia do equipamento utilizado pela Prefeitura	47
Figura 4	Número total de medições realizadas em função do local/fonte	62
Figura 5	Reação da comunidade da população de São José dos Campos	67

Lista de tabelas

Tabela 1	Medição com ruído de fundo	19
Tabela 2	Padrões ou tipo dos medidores de ruído conforme a aplicação	21
Tabela 3	Estabilidade e tolerância das flutuações em níveis de saída dos calibradores	22
Tabela 4	Estabilidade e tolerância da frequência de saída dos calibradores	22
Tabela 5	Níveis de critérios de avaliação NCA em dB(A) para conforto	36
Tabela 6	Níveis de ruído para ambientes internos com janela aberta	37
Tabela 7	Níveis de ruído recomendados para ambientes internos com janela fechada	38
Tabela 8	Índices do município de São José dos Campos	42
Tabela 9	Número de reclamações sobre ruído em São José dos Campos, 2003 e 2004	49
Tabela 10	Total de medições, em 2003 e 2004, por tipo de área	50
Tabela 11	Medidas realizadas em área predominantemente industrial em 2003	51
Tabela 12	Medidas realizadas em área predominantemente industrial em 2004	52
Tabela 13	Medidas em área mista com vocação comercial e administrativa em 2003	53
Tabela 14	Medidas em área mista com vocação comercial e administrativa em 2004	55
Tabela 15	Medidas realizadas em área mista predominantemente residencial em 2003	56
Tabela 16	Medidas realizadas de bares e boates localizados em área mista, predominantemente residencial, em 2004	58
Tabela 17	Medidas realizadas em atividades comerciais e de prestação de serviços, localizados em área mista predominantemente residencial, no ano de 2004	59
Tabela 18	Medidas realizadas em zona estritamente residencial urbana ou de hospitais ou escolas no ano 2003	60
Tabela 19	Medidas realizadas em zona estritamente residencial urbana ou de hospitais ou escolas no ano de 2004	61
Tabela 20	Resposta da comunidade em função do aumento do nível do ruído	63
Tabela 21	Reação da comunidade em zona estritamente residencial	64
Tabela 22	Medidas realizadas em área mista predominantemente residencial	65
Tabela 23	Medidas em área mista com vocação comercial	66
Tabela 24	Valores de ruído em locais com janela aberta e janela fechada	69

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CF	Constituição Federal
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
dB	Decibel
dB(A)	Decibel ponderado na escala A
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial
INSS	Instituto Nacional de Seguridade Social
L	<i>Nível de pressão sonora</i>
L_{Aeq}	<i>Nível de pressão sonora equivalente ponderado em A</i>
L_C	<i>Nível de ruído corrigido</i>
L_f	<i>Nível de ruído de fundo</i>
L_{eq}	<i>Nível de pressão sonora contínuo equivalente</i>
L_i	<i>Nível de pressão sonora instantâneo</i>
L_{ra}	<i>Nível de ruído ambiente</i>
L_s	<i>Nível de ruído da fonte</i>
L_t	<i>Nível de ruído da fonte adicionado do ruído de fundo</i>
NBR	<i>Norma Brasileira</i>
NCA	<i>Nível de critério de avaliação</i>
NPS	<i>Nível de Pressão Sonora</i>
OMS	<i>Organização Mundial da Saúde</i>
p	<i>Pressão sonora</i>
p_0	<i>Pressão sonora de referência</i>
PAIR	Perda Auditiva Induzida por Ruído
q	Fator de troca
RBC	Rede Brasileira de Calibração
SI	Sistema Internacional de Medidas
SISEMA	Sistema Estadual do Meio Ambiente
TTS	<i>Temporary Threshold Shift</i>

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Objetivos	3
1.1.1	Geral	3
1.1.2	Específicos	3
1.2	Método e procedimentos	4
1.2.1	Método	4
1.2.2	Procedimentos	4
2	Os efeitos do ruído no homem	5
2.1	Considerações iniciais	5
2.2	Diferença entre ruído ambiental e ocupacional	6
2.3	Fontes de ruído	6
2.4	Os efeitos sobre o aparelho auditivo	7
2.4.1	A orelha humana	7
2.4.2	Alterações temporárias no aparelho auditivo	8
2.4.3	Mudança permanente no aparelho auditivo	9
2.4.4	O trauma acústico	10
2.5	Os efeitos sobre o bem-estar em geral	10
2.6	Outros efeitos do ruído	13
3	Medição de ruído	15
3.1	Caracterização do som	15
3.1.1	Som e ruído	15
3.1.2	Nível sonoro	15
3.1.3	Frequência	16
3.1.4	Ponderação em frequência	17
3.2	Caracterização de ruído	18
3.2.1	Diferentes tipos de ruído	18
3.2.2	O ruído de fundo	19
3.3	Instrumentos	20
3.3.1	O medidor de nível de pressão sonora	20
3.3.2	O calibrador	21
3.3.3	O dosímetro	23
3.3.4	Fator de troca	24
3.4	Cuidados a serem tomados com a aquisição de equipamentos	24
3.5	Cuidados a serem tomados nas medições	25
4	Legislação aplicada à poluição sonora	27
4.1	Normas federais e estaduais	27
4.2	Normas municipais	30
4.2.1	Normas do município de São Paulo	30
4.2.2	Normas do município de São José dos Campos	31

5	A norma brasileira NBR 10.151	34
5.1	O que é uma normalização?	34
5.2	Normalização sobre ruído ambiental	34
5.3	Comparação entre a NBR 10151 e 10152	35
5.4	Correções para ruído com características especiais	39
6	Implementação da legislação: caso de São José dos Campos	41
6.1	Histórico da cidade	41
6.2	Queixas da população	42
6.3	Procedimentos adotados e particularidades encontradas nas medições realizadas pela Secretaria de Fiscalização	43
6.3.1	Fluxograma do processo de medição	44
6.3.2	Os equipamentos utilizados	47
6.3.3	O relatório das medições (laudo)	47
7	Ruído ambiental: o caso de São José dos Campos	49
7.1	Situações analisadas	49
7.2	Os resultados das medições	50
7.2.1	Medições em área predominantemente industrial	50
7.2.2	Medições em área mista com vocação comercial e administrativa	52
7.2.3	Medições em área mista predominantemente residencial	56
7.2.4	Medições em área estritamente residencial	59
7.3	Análise dos resultados	61
7.4	A análise da resposta da comunidade ao ruído	63
7.5	Análise das medições efetuadas com janela aberta e janela fechada	68
8	Discussão e conclusões	71
8.1	Os pontos positivos no procedimento adotado pela Prefeitura	71
8.2	Pontos controversos no procedimento adotado pela Prefeitura	71
8.3	Análise do ruído ambiental em São José dos Campos	73
8.4	A utilização da norma NBR 10151	74
8.5	Análise da atenuação apresentado pelas janelas	74
8.6	Considerações finais	75
	Referências	77

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o censo de 2000, mais de 80% da população brasileira reside em áreas urbanas (IBGE, 2000). Este desejo de proximidade entre as pessoas é da própria natureza social do homem, trazendo diversos benefícios nas áreas econômica, social e cultural. Entretanto, ao viver em uma cidade, o homem não somente usufrui o conforto de uma metrópole, mas também fica exposto aos aspectos negativos da mesma, como a violência, engarrafamentos e inundações, entre outros fatores que normalmente não fazem parte da vida da população residente na área rural. Entre esses aspectos negativos, um dos mais impactantes é a poluição ambiental, principal agente de degradação do meio ambiente e de redução da qualidade de vida do homem.

Dentre os impactos causados pela poluição urbana, encontra-se a poluição sonora, neste trabalho também chamada de ruído¹, que vem se tornando um problema cada vez maior nas grandes cidades e nos centros industriais. Segundo a OMS – Organização Mundial da Saúde, o ruído é o terceiro agente causador de poluição, sendo superado apenas pela poluição do ar e da água (ARAÚJO; REGAZZI, 1999).

Sem sombra de dúvida, apesar dos grandes avanços tecnológicos, o ruído continua a fazer parte de nossa vida. No comércio, na indústria, no lazer e na totalidade das residências existe a presença deste agente. A situação foi agravada pelo chamado “progresso”, que está diretamente ligado à produção do ruído. Segundo Berglund, Lindvall e Schwela (1995), os maiores vilões são o trânsito e a construção civil, uma vez que o crescimento da população é sempre acompanhado de um acréscimo no número de carros e habitações. A instalação de comércio e indústria em áreas antes estritamente residenciais também contribui para o aumento da incidência do ruído.

Na cidade de São José dos Campos, objeto deste estudo, uma grande parte dos habitantes vive na zona urbana. As reclamações da população que se sente incomodada por alguma fonte de ruído são atendidas pela Secretaria de Fiscalização da Prefeitura Municipal; e de acordo com os laudos existentes, o número de reclamações vem crescendo anualmente.

Quando não solucionadas no âmbito da administração municipal, algumas questões já alcançaram as esferas judiciais, envolvendo juízes, peritos, advogados e testemunhas. Há

¹ Ruído: “O ruído é usado para descrever um som indesejável como buzina, explosão, barulho de trânsito e máquinas”. (SANTOS, 1996)

diversas sentenças obrigando pessoas a se desfazerem de seus cães, a fecharem seu comércio, ou até mesmo condenadas ao pagamento de multas (CARNEIRO, 2004).

Toda decisão judicial que envolve reclamação sobre ruído supostamente fora dos limites permitidos deve ter respaldo em um laudo técnico, onde são registradas as medições e a conclusão se o nível está dentro do estabelecido pela norma NBR 10151. Dessa forma, este laudo tem um peso muito significativo. Por isso, o ruído deve ser medido corretamente.

No Brasil, poucas cidades possuem legislação específica sobre ruído. A referência principal no país é a Norma Brasileira NBR 10151, de junho de 2000 (Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento) em consonância com a Resolução CONAMA n.º. 1 de 08 de março de 1990, que estabelece as normas a serem obedecidas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades.

Esta Norma, em função da resolução CONAMA, determina os métodos, os equipamentos de medição e os níveis de ruído que são permitidos em ambientes externos, em função da área envolvida. Entretanto, acredita-se que esta norma não esgota o assunto, ficando alguns pontos relevantes a serem considerados.

Este trabalho visa realizar um estudo dessa Norma, por meio da análise crítica dos procedimentos adotados pela Prefeitura da cidade de São José dos Campos na elaboração de laudos de atendimento a reclamações de excesso de ruído. Algumas conclusões retiradas destes laudos serão apresentadas, permitindo uma avaliação das características da perturbação causada pela poluição sonora e o seu impacto na comunidade do município de São José dos Campos.

A seguir são apresentados os objetivos, o método e os procedimentos utilizados.

1.1. Objetivos

Fundamentada nos fatos de que o gerenciamento do ruído é uma prerrogativa ao desenvolvimento sustentável, de que este aspecto ambiental tem sido negligenciado por aqueles que o produzem e de que os procedimentos de avaliação deste aspecto devem ser corretamente utilizados, esta pesquisa tem os seguintes objetivos.

1.1.1. Geral

O objetivo geral deste trabalho é identificar as principais fontes de ruído da cidade de São José dos Campos, através das queixas da população junto à Prefeitura, analisando os procedimentos utilizados pela Secretaria de Fiscalização da cidade confrontando-os com os indicados pela Norma Brasileira NBR 10151, de junho de 2000 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento.

1.1.2. Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- identificar as prováveis fontes de ruído apontadas pela comunidade da cidade de São José dos Campos através dos laudos realizados pela Secretaria de Fiscalização de São José dos Campos;
- descrever o procedimento utilizado nas medições de ruído ambiental realizados pela Secretaria de Fiscalização, confrontando-as com os procedimentos recomendados pela norma NRB 10151;
- avaliar a provável resposta da comunidade em função da exposição ao ruído;
- fazer uma análise crítica da norma brasileira, e
- apresentar possíveis contribuições para avaliação de ruído ambiental.

1.2. Método e procedimentos

1.2.1. Método

Neste trabalho, foi utilizado o método indutivo, ou seja, foram avaliados alguns casos de exposição ao ruído, especificamente através das reclamações da comunidade, comparando os procedimentos sugeridos pela Norma Brasileira com os procedimentos adotados pelos fiscais da Prefeitura de São José dos Campos. Com os resultados, é possível obter parâmetros para avaliar e comparar os procedimentos de avaliação do nível de poluição sonora gerado no município de São José dos Campos com os indicados pela Norma Brasileira.

1.2.2. Procedimentos

Os procedimentos seguidos neste o trabalho foram:

- pesquisa em bibliotecas, órgãos ambientais e sites da Internet, para levantamento bibliográfico sobre o tema proposto;
- pesquisa de legislação nacional a respeito do assunto, com o objetivo de obter orientação adequada às proposições da pesquisa e embasamento legal;
- levantamento dos laudos realizados pelo órgão municipal;
- compilação dos resultados;
- análise dos resultados encontrados;
- análise dos procedimentos adotados pelos fiscais; e
- elaboração de sugestões a serem adotadas em procedimentos de avaliação de ruído ambiental.

A pesquisa abrange a cidade de São José dos Campos, SP, podendo, entretanto, ser ampliada para outras cidades, pois os estudos realizados com relação aos procedimentos de avaliação do ruído, por questões de similaridade técnica, poderão ser aplicados em outros casos.

2. OS EFEITOS DO RUÍDO NO HOMEM

2.1. Considerações iniciais

A poluição sonora não desperta na população em geral e nem mesmo nos órgãos públicos a mesma atenção que aquela dispensada quando o assunto é poluição do ar, da água ou do solo.

Muitos acreditam que tal postura se deve ao fato de que a poluição sonora não deixa “resíduo” no ambiente. Assim, tão logo seja desligada a fonte, seus efeitos deixam de ser percebidos, ao contrário do que acontece com os resíduos decorrentes, por exemplo, de água poluída.

Mesmo a comunidade reconhece com mais facilidade, seja pela mídia, seja pela alta incidência destas mazelas em nosso país, as doenças relacionadas à poluição da água, tais como as verminoses e dermatites de contacto, ou ainda, aquelas desencadeadas pela contaminação do ar, tais como as doenças do aparelho respiratório.

Entretanto, a poluição sonora é um dos graves problemas ambientais dos centros urbanos, ainda que seja desconhecida pela comunidade em geral. De forma genérica, pode-se dizer que toda a população está exposta a este problema, que penaliza, de forma insidiosa e contínua, as crianças, os adultos e os idosos que residem nos centros urbanos. Apesar da exposição constante, uma grande parte da sociedade desconhece os efeitos do ruído, principalmente sobre a saúde humana.

Nos últimos trinta anos, inúmeros trabalhos têm sido publicados relatando os efeitos do ruído sobre a saúde humana, porém, na maioria das vezes, em livros e revistas técnicas. Eventualmente algum jornal ou revista popular apresenta artigos sobre o assunto.

Kwitko (2001) relata diferentes efeitos na saúde humana, causados pela exposição ao ruído, sendo a perda auditiva a patologia mais claramente observada e a mais mensurada pelos profissionais da saúde. O autor relata que diversos estudos têm relacionado os efeitos nocivos do ruído sobre a saúde humana, trazendo efeitos deletérios já desde a idade fetal.

2.2. Diferença entre ruído ambiental e ocupacional

Inicialmente devem ser apontadas as diferenças conceituais existentes entre o ruído ocupacional e o ruído ambiental.

Considera-se ruído ocupacional aquele a que está exposto o trabalhador, incluindo terceiros, dentro das instalações físicas do seu local de trabalho. Este ruído é classificado como risco físico e é atualmente o risco mais presente nas atividades fabris. Praticamente todas as atividades industriais têm o ruído como agente potencial de risco, segundo Araújo e Regazzi (1999). As estatísticas do INSS - Instituto Nacional de Seguridade Social comprovam que o ruído tem sido um agente comumente causador de doenças e gerador de ações indenizatórias junto àquele órgão.

O presente trabalho não tem como objeto principal o ruído ocupacional pois este é mais apropriado ao campo da higiene ocupacional. Este trabalho trata do ruído ambiental, aquele existente fora do ambiente do trabalho, também conhecido como “poluição sonora”. Entretanto, em alguns casos, os níveis de poluição sonora ultrapassam os níveis permitidos pela legislação trabalhista brasileira.

2.3. Fontes de ruído

Harris (1957) dividia as principais fontes de ruído em uma comunidade em três classes: fontes de ruído dos meios de transporte, fontes de ruído industrial e ruído produzido pelas pessoas, sendo que os meios de transporte eram considerados os que mais contribuía para o agravamento da situação.

Quase meio século depois, o ruído de trânsito de veículos automotores ainda é um dos que mais contribuem para o aumento da poluição sonora e cresce a cada dia nas cidades brasileiras, agravando a situação. Segundo Zannin et al. (2002), o tráfego de veículos é a fonte de ruído que mais causa incômodo na opinião das pessoas entrevistadas na cidade de Curitiba.

Em reportagem publicada no jornal “O Estado de São Paulo”, Tavares e Diniz (2004) apresentaram um estudo realizado pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente da cidade de São Paulo, em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas. O estudo confirmou que as principais fontes de ruído são o trânsito e as construções. O artigo relata que em áreas

predominantemente residenciais, onde o limite permitido é de 50 dB(A)², foram encontrados níveis acima de 66 dB(A).

Na cidade de Belo Horizonte, em estudo realizado por Álvares e Pimentel (1990), o nível encontrado em diversas áreas residenciais, comerciais e industriais ultrapassou o valor de 69 dB(A).

Atualmente, as fontes de ruído em uma cidade são as mais variadas, e não se limitam apenas ao trânsito. O crescimento desordenado das metrópoles contribui para que bares, indústrias e diferentes tipos de comércio se instalem em zonas que inicialmente foram projetadas para serem áreas estritamente residenciais. Esta aproximação entre residências e atividades comerciais, inicialmente, é até bem-vinda pela população, que necessita dos serviços oferecidos. Entretanto, a música tocada nos bares, freqüentemente até de madrugada, e sistemas de refrigeração e de ar condicionado (compressores e torres de resfriamento etc.) presentes em diversos tipos de comércio transformam-se em fontes de ruído, causando descontentamento na população, e muitas vezes provocando reações enérgicas.

Para efeito didático, costuma-se dividir os efeitos do ruído sobre o homem em dois grupos: os que atuam sobre a saúde psicológica e bem-estar, e os que agem diretamente sobre a saúde fisiológica e a audição. Estes são apresentados separadamente a seguir.

2.4. Os efeitos sobre o aparelho auditivo

Não é o objetivo deste trabalho apresentar um estudo sobre a anatomia e fisiologia do sistema auditivo, pois o assunto é objeto de estudo da área médica. Neste trabalho, será apresentada apenas uma pequena explanação sobre este tema.

2.4.1. A orelha humana

O sistema auditivo humano, segundo Gerges (2000), é muito sensível, delicado, complexo e discriminativo, pois permite perceber e interpretar o som. Antigamente utiliza-se o termo ouvido, atualmente, o termo adotado é orelha.

² O (A) utilizado após o dB corresponde ao valor de ruído medido em decibel ponderado em A e será explicado no item 3.1.2.

Simplificadamente, o sistema auditivo pode ser dividido em três partes: orelha externa, orelha média e orelha interna.

A orelha externa é formada pelo pavilhão auditivo e pelo canal auditivo externo. A orelha externa termina na membrana timpânica (ou simplesmente tímpano). O pavilhão auditivo é o responsável por conduzir as ondas sonoras até o conduto auditivo externo. Este é um canal cilíndrico que conduz as ondas sonoras até a membrana timpânica. A forma cilíndrica do conduto auditivo contribui para a audição, amplificando as frequências na faixa de 3.000 Hz. Segundo Santos (1996), estas estruturas mais periféricas da orelha contribuem para que a sensibilidade não seja a mesma quando existe uma variação da frequência.

A orelha média é constituída por várias estruturas e funciona como um amplificador formado por três ossos: o martelo, a bigorna e o estribo. Estes são considerados os menores ossos do corpo humano. Funcionam como uma ponte que liga a membrana do tímpano a orelha interna.

A partir dos movimentos de vibração da membrana timpânica e dos ossos da orelha média, o som é transmitido por terminações nervosas até o cérebro através da orelha interna. É na orelha interna que a vibração mecânica provocada na orelha média se transforma em energia elétrica e estímulo nervoso, que irá então produzir a sensação sonora.

2.4.2. Alterações temporárias no aparelho auditivo

Os efeitos do ruído sobre o aparelho auditivo são os únicos reconhecidos pela legislação trabalhista e previdenciária brasileira e podem ser divididos em três fases: a perda transitória (temporária) do limiar auditivo (TTS – *Temporary Threshold Shift*), a perda permanente do limiar auditivo e o trauma acústico.

Para Santos (1996), a TTS é o efeito em curto prazo que consiste em uma redução da sensibilidade da audição. Após essa queda, o limiar retorna gradualmente ao normal depois de cessada a exposição. O autor relata que estudos comprovam que os ruídos de alta frequência produzem mais TTS, que a banda de frequência entre 2.000 a 6.000 Hz produz mais TTS e, que, para a maioria das pessoas, os níveis acima de 60 a 80 decibels provocam TTS.

Graças a pesquisas médicas (FERREIRA JÚNIOR, 1998) sabe-se que pessoas expostas ao nível de 85 decibels ou mais por jornadas superiores a 8 (oito) horas/dia não só apresentam TTS como também estão sujeitas a uma perda permanente de audição. Por este

motivo, este é o limite de tolerância determinado pelo Ministério do Trabalho na Norma Regulamentadora 15 - Atividades e Operações Insalubres - para uma jornada de trabalho de 8 horas/dia (ATLAS, 2003).

2.4.3. Alteração permanente no aparelho auditivo

A alteração permanente do limiar auditivo é decorrente do acúmulo de traumas acústicos que incidem dia após dia no aparelho auditivo.

Inicialmente os efeitos do ruído no corpo humano manifestam-se como zumbido, cefaléia, fadiga e tontura. A seguir, se não houver o afastamento da fonte de ruído, o indivíduo passará a ter dificuldade para escutar sons agudos como o tique-taque do relógio, as últimas palavras de uma conversação, o barulho da chuva, além de confundir os sons em ambientes ruidosos.

Em uma fase mais avançada de exposição ao ruído, pode-se observar que o déficit auditivo passa a agir diretamente na comunicação oral, tornando-a difícil ou praticamente impossível. Pode aparecer também um zumbido permanente que chega a perturbar o indivíduo durante o repouso da noite.

Santos (1996) afirma que a mudança permanente do limiar auditivo é o resultado de repetidas mudanças temporárias, decorrentes de exposições a níveis elevados de ruído superpostos a uma orelha que não se recuperou de uma exposição anterior. As alterações permanentes na função auditiva ocorrem quando o homem é exposto repetidamente a níveis elevados de pressão sonora.

Ainda segundo Santos (1996), a evolução da perda auditiva ocorre quando existe uma fadiga auditiva fisiológica, isto é, quando após um período de repouso acústico, não existe mais o retorno ao normal. Assim, a sobreposição de novas doses de ruído em uma orelha que ainda não recuperou seus limiares de referência instala ou agrava déficits auditivos.

Os fatores que mais contribuem para a perda permanente da audição são: nível de pressão sonora, tempo de exposição, frequência e a susceptibilidade individual. Os três primeiros itens são conhecidos e fáceis de serem avaliados. O quarto item (susceptibilidade individual) é de caráter subjetivo e varia de indivíduo para indivíduo, sendo assim considerado um fator ligado às características individuais.

Quando a perda auditiva é decorrente o processo natural de envelhecimento humano ela é conhecida como presbiacusia (FERREIRA JÚNIOR, 1998). Quando as perdas de audição são causadas por ruído proveniente de atividades extra-ocupacionais (externa ao ambiente de trabalho), estas são conhecidas como socioacusias.

2.4.4. O trauma acústico

O trauma acústico é definido como uma perda súbita de audição, decorrente de uma única exposição a uma intensa fonte de ruído. Não é rara a ocorrência de ruptura da membrana timpânica desencadeada por trauma acústico.

2.5. Os efeitos sobre o bem-estar em geral

Há mais de três décadas vêm sendo estudados os diversos efeitos do ruído sobre o homem. Estes não se limitam à agressão contra o aparelho auditivo, mas constituem também importante mecanismo na causa de outros danos corporais.

Estudos têm demonstrado que o homem, desde o útero materno, já responde aos sons advindos do meio externo, que determinam alterações fisiológicas, psicológicas e sociais (SANTOS, 1996).

De acordo com Campos, Cerqueira e Sattler (2003), as principais alterações fisiológicas determinadas pelo ruído são: dilatação da pupila, hipertensão sanguínea, mudanças gastrointestinais, reação da musculatura e constrição dos vasos sanguíneos.

Segundo o depoimento de um médico otorrinolaringologista à revista *Veja* (BOCK, L.; CENTOFANTI, M., 2004), no Hospital das Clínicas, em São Paulo, aproximadamente 8% dos pacientes do setor apresentam diversos sintomas causados pelo barulho. Estes sintomas, ao contrário da PAIR, normalmente são reversíveis. Em ensaio com 1.000 pessoas submetidas a níveis de pressão sonora maior que 70 decibels, observou-se um alto índice de hipertensão arterial, sendo o grupo etário mais susceptível as pessoas com idade entre 29 e 39 anos.

Altos níveis de ruído estimulam diretamente o feto, causando aumento da frequência cardíaca (KWITKO, 2001).

Segundo Berglund, Lindvall, Schwela, (1999), para a OMS o limite tolerável de pressão sonora para a orelha humana é de 65 decibels. Efeitos cardiovasculares têm sido notados em pessoas expostas a ruídos acima deste nível. Acima disso, de acordo com esta mesma instituição, o organismo passa a sofrer de estresse, aumentando o risco de diversas doenças.

Também são registrados na literatura estudos sobre alterações bioquímicas decorrentes da exposição ao ruído, tais como mudanças na produção de cortisona, mudanças na produção do hormônio da tireóide, mudança na produção de adrenalina, fracionamento dos lipídeos do sangue, mudanças na glicose sanguínea e mudança na proteína do sangue (MASCHKE; NIEMANN, 2005 e SANTOS, 1996).

Estudos comprovaram que o aumento da liberação de endorfina causada pela exposição ao ruído explica o fato de que muitas pessoas só conseguem dormir, quando em locais silenciosos, com rádio, televisão ou até mesmo ventilador ligados.

Quanto à relação “bem-estar & ruído”, pode-se inferir que o ruído agride o corpo humano de várias formas: desde o estresse até efeitos sociológicos.

O ruído causa irritação geral, perturba a comunicação por telefone, prejudica o repouso e o relaxamento, podendo inclusive causar uma mudança geral na conduta social. O ruído diminui o poder de concentração influenciando diretamente no humor das pessoas, tornando-as extremamente mal-humoradas.

É durante o sono, entretanto, que o ruído produz um dos maiores reflexos no organismo humano. O sistema auditivo humano nunca dorme; está permanentemente respondendo aos estímulos, por isto mesmo, durante o sono, é grande a interferência do ruído.

De acordo com Pimentel (1992), o ruído pode dificultar o adormecer e causar sérios danos ao longo do período de sono profundo, causando o despertar inesperado. O autor demonstra a seguinte relação entre exposição a níveis de ruído e perturbação do sono:

- Nível de ruído acima de 35 dB(A) – o sono vai ficando superficial;
- Nível de ruído de 75 dB(A) – atinge uma perda de 70% dos estágios profundos do sono.

O autor afirma ainda que acordar devido à exposição inesperada a um ruído traz também efeitos conhecidos como secundários (ou do dia seguinte), tais como alteração na

disposição corporal, mudança no rendimento físico e intelectual, perda da eficiência no trabalho, queda da atenção concentrada e aumento do risco de acidentes como consequência do mal-estar geral provocado pela noite mal dormida.

O nível de ruído máximo recomendado pela OMS para um dormitório, segundo Berglund e Lindvall (1995), é de 45 dB³.

Resumidamente os efeitos do ruído sobre a saúde e o bem estar geral são:

- aumento da frequência cardíaca no feto
- dilatação da pupila
- hipertensão sanguínea
- mudanças gastrointestinais
- reação da musculatura
- constrição dos vasos sanguíneos
- efeitos cardiovasculares
- estresse
- alterações no sono
- mudança na produção de cortisona
- mudança na produção do hormônio da tireóide
- mudança da produção de adrenalina
- fracionamento dos lipídeos do sangue
- mudança na glicose sanguínea
- mudança na proteína do sangue
- aumento de liberação de endorfina
- irritação
- perturba a comunicação por telefone

³ O autor apresentou o valor em dB, embora no desenvolvimento do seu trabalho este se refere a dB(A). No presente trabalho será utilizado a nomenclatura dB(A) sempre que for mencionado nível de pressão sonora medido na ponderação A.

- prejudica o repouso e o relaxamento
- mudança geral na conduta social
- diminui o poder de concentração
- influi no humor
- dificuldades para adormecer
- efeitos secundários no dia seguinte (alteração na disposição corporal, mudança no rendimento físico e intelectual, perda da eficiência no trabalho, queda de atenção, aumento do risco de acidentes).

2.6. Outros efeitos do ruído

Os efeitos do ruído sobre as pessoas expostas podem ser observados não somente na saúde e no bem-estar em geral, mas também estão presentes na área social e na área econômica.

São constantes e presentes em todas as sociedades os conflitos causados entre vizinhos por perturbações causadas pela exposição excessiva ao ruído.

Inúmeros casos de disputas judiciais são levados adiante por pessoas que se sentem incomodadas pela exposição ao ruído e que, não tendo encontrado solução junto à fonte geradora, buscam na justiça uma interrupção da perturbação e às vezes até uma indenização.

Carneiro (2004) relata diversos casos, já julgados, de incidentes envolvendo situações de perturbações sonoras. A própria justiça já reconhece os danos psicológicos provocados pelo ruído e em algumas regiões não tem se omitido do julgamento. Em um dos casos mais interessantes, o autor relata:

“Julgamos na Comarca de Diadema uma ação interessante. Um menor pleiteou indenização por danos psíquicos devido ao ruído prolongado produzido por latidos de cães de um canil da prefeitura próximo à sua casa. A perícia reconheceu o dano psiquiátrico, a ação foi julgada procedente e confirmada em segunda instância, o que mostra a amplitude de causas e formas de danos que a poluição sonora pode produzir”.

Também do mesmo autor há inúmeros exemplos de casos julgados, tendo o judiciário reconhecido à responsabilidade do construtor pela falta de isolamento acústico de imóveis comercializados. A respeito deste assunto, é apresentada uma interessante sentença judicial prolatada por uma juíza do município de Santo Amaro/SP. Através desta sentença, ficou garantida ao réu uma indenização por danos morais, pelas incontáveis noites de sono interrompido, desconforto físico e fadiga mental advindos do ruído.

Outro efeito provocado pelo ruído na vida humana é na área econômica. Nela o efeito pode não ser tão importante como nos danos à saúde, mas também tem grande relevância social.

Alguns imóveis perdem o valor econômico por estarem localizados em ruas onde o nível de ruído é elevado. Há sempre uma preocupação, principalmente por parte daqueles que já enfrentaram problemas com ruído, em procurar uma rua tranqüila para morar. Em reportagem publicada no jornal *Folha de São Paulo*, citada por Cardoso (2004), foi constatada a desvalorização de até 35% no preço de um imóvel residencial situado nas proximidades de uma grande avenida, pelo nível de ruído presente.

Alguns moradores partem para soluções individuais e paliativas, como a instalação de janelas anti-ruído. Outros chegam a trocar de imóvel. Um morador de São Paulo, em entrevista a revista *Veja São Paulo* (BOCK, L.; CENTOFANTI, 2004), declarou que, sem conseguir dormir pelo barulho, teve que pagar uma diária em um hotel. Anteriormente, esta mesma pessoa tivera que se dirigir a um hospital para retirar um tampão de silicone que ficara preso à orelha, quando tentava diminuir o desconforto causado pelo ruído.

Desta forma, os efeitos do ruído devem ser tratados de formas distintas, ou seja, de acordo com o problema causado: por um médico, se ligado diretamente a danos ao aparelho auditivo; por um tratamento no ambiente, quando o problema é desconforto acústico; e, no caso de um impasse com um vizinho inconveniente, possivelmente a solução virá somente através de uma ação judicial.

Existe uma ampla literatura sobre os efeitos nocivos do ruído para o homem. É necessário, em primeiro lugar, que a sociedade seja alertada quanto aos efeitos nocivos da exposição a níveis excessivos de ruído para que, assim, possa cobrar das autoridades atitudes concretas para a diminuição e controle deste agente.

Por exemplo, como medida de controle por parte do poder público, pode ser citado um estudo feito por Zannin et al. (2002), do Laboratório de Acústica Ambiental do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, que comparou os níveis de ruído na cidade em 2000 e 1992, e constatou uma redução de 94%, graças à fiscalização do trânsito. Com a instalação de radares e a redução do limite de velocidade nas áreas centrais e residenciais, o barulho caiu para menos de 65 dB(A).

3. MEDIÇÃO DE RUÍDO

Diferenciações conceituais são de grande valia. Por exemplo, nem todo som é ruído e nem todo ruído é agente de poluição sonora. Uma música pode ser um som agradável para uma pessoa e para outra pode ser um som desagradável. A seguir são apresentados alguns conceitos aplicados neste trabalho.

3.1. Caracterização do som

3.1.1. Som e ruído

O conceito subjetivo de som é ligado às sensações prazerosas, como música, canto de pássaros ou fala, ao passo que ruído é sempre ligado a sensações indesejáveis, como o barulho de trânsito ou de um alarme estridente. Para ser classificado como poluição sonora, é necessário que este ruído seja persistente e que cause desconforto ou incômodo para a maioria das pessoas.

O conceito técnico de som é de um fenômeno físico vibratório, resultante de variações oscilantes da pressão no meio, com o sentido das oscilações e da propagação da energia sonora (ARAÚJO; REGAZZI, 1999). No caso do meio ser o ar, estas variações de pressão se dão em torno da pressão atmosférica estática e se propagam longitudinalmente, a uma velocidade de 344 m/s, em uma temperatura de 20 Celsius.

O som se caracteriza por três parâmetros físicos: amplitude da variação de pressão; a frequência da oscilação; e sentido da direção da propagação. Para o estudo dos efeitos do som sobre o ser humano é necessário considerar somente os primeiros dois destes parâmetros.

3.1.2. Nível sonoro

A amplitude do som corresponde a uma pressão e, como tal, é expressa em Pascal (Pa).

De acordo com Fernandes (2002), o homem tem capacidade de escutar sons cuja diferença de pressão sonora é, na escala linear, na casa dos trilhões de vezes. Utilizando uma escala linear temos, por exemplo, o limiar de audição em torno de 2.10^{-5} Pa, um dormitório em torno de 3.10^{-3} Pa, uma conversação em torno de 3.10^{-2} Pa, o ruído de uma rua

movimentada em torno de $3 \cdot 10^{-1}$ Pa, um processo industrial ruidoso pode ser em torno de 3 Pa e um jato decolando, medido na pista, em torno de 100 Pa. É uma gama imensa. Matematicamente, esta escala é impraticável e, fisiologicamente, não reflete a sensação auditiva, como veremos adiante.

Foi, então, criado o nível de pressão sonora, isto é, uma escala logarítmica que torna mais tratável a expressão desta gama de amplitude de pressão sonora.

A definição do nível de pressão sonora, L , é dada pela equação:

$$L = 10 \log\left(\frac{p^2}{p_0^2}\right)$$

onde

p = pressão sonora (Pa);

p_0 = pressão sonora de referência (20 μ Pa).

O nível foi inicialmente denominado Bel (de Alexander G. Bell) e mais tarde optou-se por expressar o nível em décimos de Bel, isto é, em decibel (dB).

Convém salientar que o decibel não é uma unidade em si, já que é adimensional. É, como exposto acima, somente uma forma conveniente de representar uma grandeza com grande variação de valores, como, por exemplo, a pressão sonora. Também, decibel pode ser usado para expressar outras grandezas, como por exemplo, tensão elétrica e potência (sonora e elétrica).

O termo decibel é utilizado na medida do nível da pressão sonora porque, para sons de mesma frequência, a intensidade da sensação sonora cresce proporcionalmente ao logaritmo da intensidade física. Alguns autores citam que a menor variação que se pode ouvir é em torno de 1 dB (ARAÚJO; REGAZZI, 1999). Este foi o fato que levou à utilização da escala logarítmica para medir o nível de pressão sonora. Outro fator importante é que, segundo Gerges (2000), a escala em decibel apresenta uma correlação com a audibilidade humana muito melhor do que uma escala absoluta.

3.1.3. Frequência

A frequência é definida como o número de oscilações por segundo do movimento vibratório do som. Para uma onda sonora em propagação, a frequência pode ser definida como o número de ondas em um certo intervalo de tempo. A unidade de frequência no Sistema Internacional de Medidas (SI) é Hertz (Hz). O sistema auditivo humano é capaz de

captar sons cujas frequências variam entre 20 e 20.000 Hz. Os sons com frequência menor que 20 Hz são chamados de infra-sons e os sons com mais de 20.000 Hz são chamados de ultra-sons. Esta faixa de frequências, entre 20 e 20.000 Hz, é definida como faixa audível de frequências ou banda audível.

3.1.4. Ponderação em frequência

Ao ser estimulado por um som, o sistema auditivo humano não responde igualmente em todas as frequências, sendo difícil medir a sensibilidade auditiva. Ele é menos sensível para frequências muito baixas e/ou muito altas, e mais sensível para as frequências intermediárias (entre 2.000 e 5.000 Hz), segundo Gerges (2000). Para compensar as deficiências de sensibilidade de audição conforme as frequências dos sons, foram criadas ponderações de frequência que proporcionam uma correção espectral dos níveis som medidos, simulando, assim, o comportamento do sistema auditivo humano.

Estes circuitos são também chamados de filtros de ponderação A, B, C e D, padronizados internacionalmente (IEC 61672:2002), e são utilizados nos instrumentos de avaliação de ruído para aproximar a medição do ruído efetuada por estes instrumentos das características perceptivas do sistema auditivo humano (SANTOS, 1996). O objetivo é simplificar as medições para que a sensibilidade varie com a frequência, tentando simular a sensibilidade de audição humana.

Atualmente, a ponderação A é a mais usada, pois é a que mais se aproxima da resposta de incômodo humano. A representação de um valor em dB seguido de uma letra “A” entre parênteses dB(A), significa que a medida foi realizada utilizando-se a ponderação A. As ponderações B e C apresentam menor correlação em testes subjetivos e estão em desuso. A ponderação D foi padronizada para medição de ruído em aeroportos e ainda é utilizada.

A legislação trabalhista brasileira tem se baseado somente em medições efetuadas com as ponderações A para ruído contínuo e C para ruídos de impacto. Em frequências baixas, a curva de ponderação A é zero em 1.000 Hz e atenua os sons graves, dando maior ganho para a banda de 2 a 5 kHz, e voltando a atenuar levemente os sons agudos. Esta é a curva de sensibilidade de audição humana levantada em laboratórios. Geralmente os medidores de nível de pressão sonora apresentam pelo menos duas curvas de ponderação, permitindo ao usuário a opção de escolha entre as ponderações A ou C.

3.2. Caracterização de ruído

3.2.1. Diferentes tipos de ruído

Neste trabalho, o enfoque será a norma ABNT NBR 10151:2000. São analisados seus pontos principais, a metodologia indicada e os critérios adotados. Alguns termos técnicos são apresentados a seguir, sendo que foram utilizados prioritariamente os conceitos apresentados na norma NBR 10151:2000.

A NBR 10151:2000 define diferentes tipos de ruído existentes, a saber: ruído contínuo, ruído com caráter impulsivo, ruído com componentes tonais.

Ruído contínuo é aquele onde a variação do nível de pressão sonora é muito pequena em função do tempo, como, por exemplo, uma chuva constante, ou o ruído de motores de geladeiras e compressores. São ruídos característicos de motores elétricos e engrenagens.

Ruído com caráter impulsivo é o que contém impulsos, ou seja, que apresenta picos de energia acústica com duração menor do que um segundo, que se repetem a intervalos maiores do que 1 s. Como exemplo, é citado na NBR 10151 o ruído provocado por martelagens, bate-estacas, tiros ou explosões.

Conforme a norma ABNT NBR 10151:2000, existem também os ruídos com componentes tonais, ou seja, aqueles que contêm tons puros, como o som de apitos ou zumbidos.

Existem situações em que a norma NBR 10151:2000 recomenda, que para se avaliar melhor o incômodo da população, são necessárias certas correções, por exemplo, se o ruído medido apresentar características especiais. O nível corrigido é denominado L_c .

Para um L_c sem caráter impulsivo e sem componentes especiais a norma estabelece que se encontre o nível de pressão equivalente, abreviado como L_{Aeq} sendo definido pela fórmula:

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_a^2(t)}{p_o^2} \cdot dt$$

Onde:

$p_a(t)$ = Pressão instantânea ponderada em A

T = Tempo total da medição

$p_o =$ Pressão sonora de referência igual a $20 \mu Pa$ ou $2 \times 10^{-5} N/m^2$.

Na prática, é obtido um nível de ruído contínuo, que possui a mesma energia sonora que os níveis flutuantes originais, durante um dado período de tempo.

3.2.2. O ruído de fundo

Um dos causadores de erros na determinação e avaliação de ruído é o ruído existente no ambiente, que não faz parte do ruído que está sendo analisado, ou seja, é gerado por outra fonte. Frequentemente este ruído pré-existente é denominado de ruído de fundo.

Para obter o ruído da fonte, na presença de ruído de fundo, pode ser realizado o seguinte ensaio: medir o nível de ruído com a fonte a ser analisada em funcionamento e, em seguida, repetir a medida com a fonte desligada.

Na primeira medida, será obtido o ruído total (L_t - ruído da fonte adicionado do ruído de fundo) e, na segunda medida, será encontrado apenas o ruído de fundo (L_f). Quando a diferença entre L_t e L_f for maior que 3 dB, o nível de ruído somente da fonte (L_s) pode ser obtido pela seguinte equação:

$$L_s = L_t + 10 \log(1 - 10^{-0,1\Delta L})$$

onde $\Delta L = L_t - L_f$

A Tabela 1 apresenta as algumas correções já calculadas.

Tabela 1. Medição com ruído de fundo.

Diferença entre os dois níveis de ruído ($L_t - L_f$) em dB	Valor a ser subtraído do nível de L_t em dB
3	3,0
4	2,2
5	1,7
6	1,4
7	1,0
8	0,8
9	0,7
10	0,6

3.3. Instrumentos

Na medição de ruído ambiental, são utilizados instrumentos para avaliar o nível de pressão sonora e, em algumas aplicações e estudos, a frequência da onda sonora.

Uma extensa variedade de tipos e marcas de instrumentos está disponível no mercado. A escolha depende dos objetivos das avaliações e da verba financeira disponível.

Em uma avaliação de ruído, a medição do Nível de Pressão Sonora (NPS) é a principal atividade, e é aquela que pode definir todas as demais. Dependendo da aplicação, pode ser realizada desde uma simples avaliação de curta duração, passando por um levantamento mais minucioso, até uma análise de alta precisão onde são utilizados instrumentos analisadores de frequência, que não foram abordados neste trabalho.

3.3.1. O medidor de nível de pressão sonora

O medidor de nível de pressão sonora é o instrumento mais utilizado no campo de avaliação do ruído. Popularmente este instrumento também é chamado de “decibilímetro”, equivocadamente, pois este termo implica em medir uma grandeza “decibel”. Segundo Gerges (2000), qualquer grandeza física pode ser expressa em dB.

O instrumento inicialmente converte a grandeza física pressão sonora, que é recebida na entrada do instrumento, pelo microfone, em sinal elétrico. Esta energia, captada através de circuitos eletrônicos, é ampliada e filtrada, convertido em forma logarítmica e mostrado em decibel referente a 20 μ Pa. O mostrador hoje geralmente tem formato digital, mas também pode ser analógico.

Para avaliação de ruído em comunidade, a norma brasileira NBR 10151:2000 utiliza, para especificar as características dos equipamentos que devem ser utilizados, os padrões técnicos das normas internacionais da IEC (*International Electrotechnical Commission*).

O objetivo da IEC é promover uma cooperação em todas as questões relativas à padronização nos campos elétricos e eletrônicos. Os aparelhos eletrônicos de boa procedência normalmente atendem às especificações das normas da IEC.

A norma NBR 10151:2000 determina que o medidor de nível de pressão sonora atenda às especificações da norma IEC 60651:1979 – *Sound level meters* para o tipo 0, o tipo 1 ou o tipo 2. A classificação que define o tipo de instrumentos leva em conta a precisão nas medições (tolerâncias) apresentadas pelos medidores. De acordo com a norma IEC, os medidores podem ser classificados em quatro classes de acordo com a tolerância apresentada

em cada instrumento, como mostra a Tabela 2. Dependendo do valor da tolerância, cada instrumento possui um tipo diferente de aplicação.

Tabela 2. Padrões ou tipo dos medidores de ruído conforme a aplicação.

Classe do Medidor	0	1	2	3
Tolerância em dB	$\pm 0,4$	$\pm 0,7$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$
Aplicação	Padrão de referência em laboratórios	Uso em laboratório ou campo em condições controladas	Aplicações gerais em campo	Avaliações preliminares

Fonte: IEC 60651:1979

A norma NBR 10151:2000 também recomenda que o medidor de nível de pressão sonora possua recursos para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado na escala A (L_{Aeq}) conforme a IEC 60804:1985 – *Integrated averaging sound level meters*. Instrumentos mais sofisticados possuem integradores que podem calcular a média dos níveis durante um certo intervalo de tempo, indicando assim o nível equivalente (L_{Aeq}). Existem instrumentos que medem apenas o nível de pressão sonora instantâneo.

Os medidores de nível de pressão sonora usam diferentes características de ponderação temporal para facilitar as leituras de ruído em situações com pouca ou muita flutuação de nível. Essas ponderações temporais são designadas pela norma IEC 60651 com S (“*slow*” ou lenta) e F (“*fast*” ou rápida) e correspondem a constantes de tempo de 1 s e 0,125 s, respectivamente. Há ainda outras configurações, por exemplo, usada para a medição de ruído de impacto.

As normas IEC 60651:1979 e IEC 60804:1985 foram substituídas pela norma IEC 61672:2003. Entretanto, as normas antigas continuam válidas para instrumentos fabricados conforme as suas especificações. As medições analisadas neste trabalho foram feitas utilizando equipamentos que atendem às normas agora substituídas.

3.3.2. O calibrador

A norma IEC 60942:1988 – *Sound Calibrators* define o calibrador como um instrumento projetado para produzir um Nível de Pressão Sonora (NPS) conhecido (em

decibel) em uma determinada frequência nominal (em Hertz). Este sinal serve de referência para verificar o nível de um Medidor de Nível Sonoro e ajustar seu ganho, se necessário.

Na prática, o NPS gerado por um calibrador, por exemplo, o pistonfone, pode depender de parâmetros ambientais tais como pressão atmosférica, temperatura e umidade.

Nestes instrumentos deve ser feita a correção de acordo com o especificado no manual do fabricante.

Outros motivos que podem levar um calibrador a apresentar desvios podem ser o desgaste com o mau uso, quedas, entre outros, os quais devem ser evitados.

A norma define dois fatores preponderantes na classificação dos calibradores: a tolerância e a estabilidade. Ainda de acordo com a IEC 60942:1988, as flutuações nos níveis de saída do calibrador, durante o intervalo de tempo de 20 (vinte) segundos, não podem exceder os dados da Tabela 3.

Tabela 3. Estabilidade e tolerância das flutuações em níveis de saída dos calibradores.

Classe do calibrador	0	1	2
Tolerância em dB	± 0,15	± 0,3	± 0,5
Estabilidade em dB	± 0,05	± 0,1	± 0,2

Fonte: IEC 60942:1988

Outra característica importante no calibrador é a precisão da frequência de saída, pois esta servirá de referência para o ajuste do medidor. Desta forma, a norma IEC também classifica os calibradores por esta frequência, conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Estabilidade e tolerância da frequência de saída dos calibradores.

Classe do calibrador	0	1	2
Tolerância em %	± 1	± 2	± 4
Estabilidade em %	± 0,3	± 0,5	± 1

Fonte: IEC 60942:1988

Estas características devem ser mantidas em testes com a pressão variando de -65 kPa a 108 kPa, em uma temperatura ambiente variando de -10° C a 50° C, com uma umidade relativa de 10% a 90%.

A norma IEC 60942, versão de 1988, foi reeditada em 2001 com algumas alterações nos valores das tabelas acima para levar em conta as incertezas do laboratório que faz os testes de certificação e de calibração do instrumento.

Na NBR 10151:2000, o tipo do calibrador deve atender às especificações da norma IEC 60942:1988, devendo ser do tipo 2 ou melhor.

3.3.3. O dosímetro

O dosímetro é um equipamento normalmente portátil que pode acumular o nível de pressão sonora utilizando circuitos e microfones similares ao medidor de pressão sonora.

Ao longo da medição, o sinal é acumulado e, através de uma integração, é fornecido o valor da dose acumulada em um intervalo de tempo determinado (daí o nome do equipamento). Em função deste recurso, o dosímetro é muito utilizado para avaliar a exposição ao ruído no ambiente de trabalho.

Os dosímetros mais completos calculam também o nível médio ponderado (L_{Aeq}), e os níveis máximos da pressão sonora.

Atualmente, o dosímetro também vem sendo usado em estudos sobre os efeitos do ruído no sono. O microfone é colocado na lapela da pessoa cuja exposição está sendo avaliada (SMITH et al., 2002).

3.3.4. Fator de troca

Na área da higiene ocupacional sabe-se que os danos causados pelo ruído têm relação direta com o nível de pressão sonora e, este guarda uma relação com o tempo de exposição, foi estabelecida uma relação entre estes dois fatores, conhecida como fator de troca ou ainda, fator de dobra, em inglês “*exchange rate*” (SANTOS, 1996), representado pela letra “q”. Este valor expressa o aumento em dB(A) que provoca a duplicação do nível de potência sonora dentro de um determinado intervalo de tempo de exposição. Em muitos países, este valor é considerado igual a três e em outros é igual a 5; isto significa que para cada 3 dB(A) ou para cada 5 dB(A), respectivamente, duplica-se a contribuição do nível de pressão sonora à dose. No Brasil, o Ministério do Trabalho adota a taxa de duplicidade igual a cinco ($q = 5$) para medição de ruído ocupacional (Norma Regulamentadora nº 15, Anexo 1). A Fundacentro utiliza a taxa de duplicidade igual a três na Norma de Higiene Ocupacional nº 01 (FUNDACENTRO, 2001). Segundo os especialistas (SANTOS, 1996) o valor de “q” igual a três é matematicamente mais correto, pois ao dobrar a pressão sonora acrescenta-se o valor de três decibels ao nível de pressão sonora.

A norma NBR 10151:2000 estabelece a utilização da grandeza Nível Sonoro Equivalente, abreviatura “ L_{Aeq} ”. Se for usado um dosímetro o fator de troca (fator q) deve ser igual a 3 (três) para a avaliação de ruído ambiental. Os profissionais que utilizam dosímetros para avaliações de ruído ambiental e também para o ruído ocupacional devem observar o valor correto de “q” para cada aplicação.

3.4. Cuidados a serem tomados com a aquisição de equipamentos

Alguns cuidados devem ser tomados na realização das medidas de avaliação de ruído. Os instrumentos são sensíveis e diversos fatores podem influenciar negativamente a medição, fazendo com que os resultados encontrados não correspondam à realidade.

Ao adquirir os instrumentos, deve-se inicialmente verificar a classe dos mesmos. A NBR 10151:2000 recomenda somente a utilização de equipamentos até o tipo 2 (já definido anteriormente).

Também é recomendável que o medidor e o calibrador sejam do mesmo fabricante, para facilitar a conexão entre os dois equipamentos no momento da calibração; entretanto, isto não é obrigatório.

Ao adquirir um Medidor de Nível de Pressão Sonora (MNS) e um calibrador, estes instrumentos devem ser calibrados por laboratório da Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou no próprio INMETRO. A norma NBR 10151:2000 determina que esta calibração seja feita no mínimo a cada dois anos. Sempre que for iniciada uma medição, deve-se verificar a calibração do medidor de nível de pressão sonora com o calibrador. Por possuir circuitos eletrônicos, o MNS é sensível, assim como o microfone, à temperatura, à umidade e à pressão atmosférica. A calibração do instrumento pode variar, devido a alterações nos componentes eletrônicos. A norma NBR 10151:2000 determina, no item 4.3, que a utilização do calibrador seja realizada antes e depois da cada medição.

Alguns tipos de microfones apresentam características diferentes quanto a limites de temperatura, umidade e orientação do microfone em relação à fonte de ruído, devendo ser seguidas às recomendações do fabricante.

3.5. Cuidados a serem tomados nas medições

Diversos equipamentos são alimentados por baterias. Inicialmente, sempre deve ser verificado o nível da bateria antes de cada medição.

Na medição de ruído ambiental, a avaliação é feita com o medidor de NPS, aproximando-se o aparelho da fonte e lendo diretamente o nível de ruído do local. Se for um ruído apenas do tipo contínuo, e de apenas uma fonte, pouca variação é percebida nos valores marcados pelo mostrador. Inicialmente, é necessário ajustar a faixa dinâmica que mais engloba e representa, sem sobrecarga, o nível de ruído a ser medido. Em seguida, deve ser escolhida a curva de ponderação “A”.

O medidor deve estar regulado na curva de ponderação de frequência A e com a ponderação temporal “S” (lenta - “*slow*”). Na medição de ruído de impacto, o medidor deve estar regulado na curva de ponderação C e com a ponderação temporal “F” (rápida - “*fast*”).

Na avaliação de ruídos flutuantes, é desejável que o medidor possua recurso para registrar a pressão sonora num certo intervalo de tempo e expressar o resultado refletindo a

integração dos diversos valores instantâneos medidos, registrando o valor encontrado, que será o L_{Aeq} .

O tempo de duração da medição deve ser escolhido em cada caso para que a caracterização do ruído em questão seja a mais adequada. Se for um ruído constante este pode ser menor do que quando existirem ruídos flutuantes. A NBR 10151:2000 não define o tempo mínimo de duração da medição uma vez que existem ilimitadas possibilidades de situações.

Um cuidado especial deve ser tomado com relação ao vento, que também causa interferência no microfone do medidor. Para reduzir esse “sopro” sobre o microfone, deve ser usado, conforme recomendado pelo fabricante, um paravento, isto é um protetor de vento mais comumente feito de espuma de célula aberta.

No levantamento de níveis de ruído a NBR 10151:2000 recomenda que as medições sejam efetuadas externamente aos limites da propriedade que contém a fonte do ruído, em pontos afastados, pelo menos 2,0 m do limite da propriedade, evitando qualquer superfície refletora, como paredes e muros e a uma altura de 1,2 m do piso. Na impossibilidade de atender algumas destas recomendações, o fato deve ser registrado no relatório, com a descrição da situação de como a medição foi realizada.

Apesar de não mencionado na norma, deve-se evitar também que o corpo do operador do medidor interfira nas medidas. Alguns fabricantes disponibilizam um cabo extensor, que permite manter o operador afastado durante as medições.

As medições devem ser efetuadas sem interferências audíveis provenientes de fenômenos da natureza como trovões e chuvas fortes.

Outra forma para se evitar a interferência na medida pela proximidade do operador é através da utilização de um tripé onde o equipamento pode ser fixado, conforme demonstrado na Figura 1.



Figura 1. Fixação do equipamento utilizando um tripé.
Fonte: fotografia da autora

4. LEGISLAÇÃO APLICADA À POLUIÇÃO SONORA

A poluição sonora tem despertado a atenção não somente da sociedade, que sofre com as conseqüências da mesma, mas também dos legisladores, que são os responsáveis por criar formas de controle e meios legais para evitar os abusos.

Jornais e revistas apresentam periodicamente notícias e reportagens sobre o tema, mostrando principalmente os níveis elevados de ruído presentes nas cidades e as reclamações da população atingida. Desta forma, a sociedade também desperta no legislador a necessidade do controle dessa forma de poluição através de dispositivos jurídicos.

O sistema brasileiro permite que seja criada legislação ambiental no âmbito federal, estadual e municipal. De acordo com o artigo 24 da Constituição Federal (CF) (SILVA, 2002), a União, os Estados e o Distrito Federal têm competência legislativa concorrente sobre meio ambiente. Isto é, a União fixa as normas gerais, enquanto os Estados têm o que se chama, em Direito, de competência suplementar. O município, por sua vez, conforme o artigo 30, § I e II da CF, também pode legislar sobre meio ambiente, respeitando os limites das regras superiores existentes. Ou seja, sempre deve ser observada a concordância da norma municipal com a federal podendo ser definidas regras mais restritivas. Por exemplo, de acordo com Machado:

...as diretrizes da Resolução 1/90, do CONAMA, incorporando os valores da NBR 10152⁴, são normas gerais, conforme o art. 24, § 1º, da CF. Assim, os Estados e os Municípios podem suplementar esses valores para exigirem mais, isto é, fixar índices menores de decibéis no sentido de aumentar a proteção acústica. Contudo, Estados e Municípios não poderão diminuir os índices de conforto acústico, apontados pela norma federal” (MACHADO, 2000, apud CARNEIRO, 2004, p. 7).

Este fato será mais comentado no tópico a seguir.

⁴ Na primeira publicação da Resolução 1/90, do CONAMA, a NBR 10152 foi adotada equivocadamente como referência para limites de níveis de ruído sendo retificada em 16.8.90 onde foi utilizada a NBR 10151.

4.1. Normas federais e estaduais

No âmbito federal, é direito constitucional garantido o direito ao sossego público. Este direito pode ser entendido como um meio ambiente equilibrado e saudável. Neste ambiente não pode ser admitida a presença de poluição sonora (artigo 225 da Constituição Federal). Este direito constitucional também foi resguardado na lei que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, no artigo 3º, III, (Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981), que apresenta como definição legal de poluição o seguinte:

- ...a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente:
- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
 - b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
 - c) afetem desfavoravelmente a biota;
 - d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
 - e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Este artigo apresenta, desta forma, o embasamento jurídico para que o ruído em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos seja enquadrado como um agente poluidor, já que afeta diretamente a saúde humana e o bem-estar da população.

Também no nível federal, o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente – é o órgão que possui, na forma da Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, a competência para elaborar normas e estabelecer padrões necessários para manter a qualidade de vida.

Com relação à emissão de ruído, este órgão estabeleceu na Resolução CONAMA nº 01, de 08 de março de 1990, pontos importantes. Inicialmente, reconheceu que os problemas de poluição sonora vêm se agravando ao longo do tempo e que o ruído é uma séria ameaça à saúde, ao bem-estar público e à qualidade de vida, principalmente em grandes centros urbanos. Também determinou que as emissões de ruído decorrente de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, devem obedecer aos limites estabelecidos pela norma NBR 10151.

Portanto, estes limites devem ser respeitados em todo o território federal. Estados e municípios podem estabelecer limites inferiores e outros pontos não abrangidos pela norma como o estabelecimento de horário noturno.

Na mesma data, foi editada a Resolução CONAMA nº 02, de 8 de março de 1990, criando o Programa Silêncio, dando competência ao IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – para coordenar o programa Silêncio. Este

programa também deu competência ao Estados e Municípios para implementar programas estaduais de educação e controle da poluição sonora.

Buscando também solução para o ruído doméstico por eletrodoméstico, foi editada pelo CONAMA a Resolução nº 20, de 7 de dezembro de 1994, tornando obrigatória a indicação do nível do nível de potência sonora para aparelhos eletrodomésticos que gerem ruído no seu funcionamento.

Ainda do CONAMA é a Resolução nº 01, de fevereiro de 1993, sobre poluição sonora provocada por autos, que estabelece limites máximos de ruídos para vários tipos de veículos automotores, uma vez que o trânsito é, sem sombra de dúvida, um dos grandes causadores da poluição sonora.

O ruído também pode ser enquadrado na área penal como uma contravenção. O embasamento jurídico é apresentado no artigo 42, pelo Decreto-lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941, Lei das Contravenções Penais, sobre perturbação do trabalho ou sossego alheios, (MILARÉ, 2001) como segue:

Art. 42. Perturbar alguém, o trabalho ou o sossego alheios:

I - com gritaria ou algazarra;

II - exercendo profissão incômoda ou ruidosa, em desacordo com as prescrições legais;

III - abusando de instrumentos sonoros ou sinais acústicos;

IV - provocando ou não procurando impedir barulho produzido por animal de que tem guarda:

Pena-prisão simples, de 15 (quinze) dias a 3 (três) meses, ou multa.

Portanto, como bem explanado por Carneiro (2004), perturbar o sossego alheio, além de ser ilícito civil, é legalmente constituído como contravenção penal. Para este autor, se a pessoa incomodada já tiver superado, sem sucesso, todas as alternativas no âmbito particular para a solução de um caso de exposição a ruído excessivo, ela deve dirigir-se à delegacia de seu bairro e registrar uma ocorrência policial, direito este desconhecido pela grande parte da população.

Por sua vez, como consumidor, através do artigo 10 da Lei nº 8.078/90, Código do Consumidor, à população é proibido o fornecimento de produtos e serviços potencialmente nocivos ou prejudiciais à saúde, podendo-se considerar como tais os que produzem poluição sonora.

Assim, de acordo com Carneiro (2004), por se tratar de problema social e difuso e de crime definido em lei, a poluição sonora deve ser combatida tanto pelo poder público como

por toda a sociedade afetada por ela. O Ministério Público tem atuado em diversas ações em função constitucional de promover o inquérito civil e a ação civil pública, para a proteção do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos.

Individualmente, o cidadão prejudicado pode acionar a Prefeitura de seu município; caso esta não resolva o problema, o cidadão pode procurar a Delegacia de Polícia e registrar queixa. Como última alternativa, o incomodado pode acionar o meio jurídico, através de uma ação judicial isoladamente ou coletivamente mediante uma ação civil pública (Lei nº 7.347/85).

No nível estadual, o Estado de São Paulo possui o Sistema Estadual do Meio Ambiente, o SISEMA, que tem como coração a Secretaria do Meio Ambiente. O SISEMA é formado por diversos órgãos ambientais, sendo a CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – a agência responsável pelo controle da poluição no Estado. Hoje a CETESB é centro de referência nacional em questões de poluição ambiental. A Agência utilizou como referência, em curso ministrado para a Prefeitura de São José dos Campos, os níveis de ruído recomendados pela norma NBR 10151:2000. Uma das ações da Agência em relação ao ruído foi a participação no Programa Nacional de Controle de Ruído Veicular, instituído pela Resolução CONAMA nº 18, de 06 de maio de 1986, e as Resoluções CONAMA nº 001, de 11 de fevereiro de 1993, e nº 002, de 11 de fevereiro de 1993, que estabeleceram limites máximos de ruído para veículos automotores e motocicletas.

4.2. Normas municipais

Alguns municípios possuem instrumentos legais na tentativa de controlar os problemas locais.

Como já citado, os municípios podem legislar sobre poluição, mas sempre respeitando as leis hierarquicamente superiores.

4.2.1. Normas do município de São Paulo

O município de São Paulo, a maior metrópole do país, também sofre com a poluição urbana e, como forma de tentar controlar esta poluição, cria leis e programas de controle para a fiscalização do ruído excessivo. Pela importância do município e proximidade com a cidade

de São José dos Campos, foi realizado um levantamento da legislação existente na área de controle de ruído na cidade de São Paulo.

Resumidamente, a legislação sobre poluição sonora na cidade de São Paulo pode ser vista da seguinte forma:

- Lei nº 8.106 – de 30 de agosto de 1974 – Primeira lei criada (revogada em 1995);
- Lei nº 11.501 – de 11 de abril de 1994 – Dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora; impõe penalidades, não fixa limites permitidos;
- Lei nº 11.780 – de 30 de maio de 1995 – Dispõe sobre as obrigações do Poder Público Municipal e dos proprietários ou incorporadores de edificações, no controle da poluição sonora;
- Lei nº 11.804 – de 19 de junho de 1995 – Revoga a Lei nº 8.106, vigente desde 1974, e dispõe sobre avaliação da aceitabilidade de ruídos na Cidade de São Paulo, visando o conforto da comunidade utilizando os limites estabelecidos pela norma NBR 10151;
- Lei nº 11.986 – de 16 de janeiro de 1996 – Altera dispositivos da Lei nº 11.501, de 11 de abril de 1994, que dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora; impõe penalidades, e dá outras providências. Enfoca mais o aspecto de multas e interdições de estabelecimentos geradores de poluição sonora.

Entretanto, apesar de todo o aparato jurídico, nenhum desses dispositivos legais tem demonstrado surtir o efeito desejado. A cidade de São Paulo ocupa atualmente o quarto lugar no *ranking* mundial do barulho, segundo o jornal *O Estado de São Paulo* (TAVARES, 2004).

Estabelece como critério para projetos de novas edificações a norma NBR 10152, mas considera, para implantação de obras viárias ou de outro tipo de intervenção urbana, os ruídos até os limites de 71 dB(A) para o período diurno, e de 59 dB(A) para o período noturno, independentemente do tipo de zona.

Em 6 de outubro de 1994, foi instituído o Programa Silêncio Urbano – PSIU, visando controlar e fiscalizar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem-estar da população, estabelecendo uma série de ações a serem implantadas junto a toda a comunidade e diversos órgãos públicos, em especial à Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente.

4.2.2. Normas do município de São José dos Campos

No município de São José dos Campos, ainda não existe legislação específica sobre o controle da poluição sonora. O município conta apenas com a Lei Complementar nº 165, de 15 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a ordenação do território mediante controle do parcelamento, do uso e da ocupação do solo do Município, e com a Lei Complementar nº

172/98, de 09 de julho de 1998, que permite a instalação de atividades econômicas de pequeno porte e de âmbito doméstico em edificações residenciais, em alguns tipos de zona. Esta última possui apenas um artigo referente ao sossego público, como segue:

Fica proibida a instalação de atividades que emitam poluentes aos setores vizinhos, bem como, daquelas que perturbem o sossego e o bem estar público.

Na Lei Complementar nº 165, são definidos os tipos de zonas existentes no município e as diferentes características de cada uma. A lei possui restrições de atividades para diversas áreas da cidade.

De acordo com a Lei Complementar nº 165, as zonas urbanas na cidade são classificadas da seguinte maneira:

- ZR – zona residencial destinada à ocupação predominantemente residencial unifamiliar (uma habitação por lote);
- ZR2 – zona residencial destinada à ocupação predominantemente residencial unifamiliar, admitindo-se o uso residencial multifamiliar, com baixo coeficiente de aproveitamento;
- ZR3 – zona residencial destinada à ocupação predominantemente residencial unifamiliar e residências geminadas;
- ZCHR – zona de chácaras de recreio – apropriada ao uso residencial de chácaras de recreio, admitindo o uso compatível com o uso residencial e a agroindústria;
- ZM1, 2, 3 e 4 – zonas mistas onde são admitidos o uso residencial e o uso industrial compatível com residencial;
- ZC – zona central – atividades residenciais, de comércio, de serviços e uso industrial compatível com o uso residencial;
- ZUPI – zona de uso predominantemente industrial;
- ZETI – zona especial de transição industrial onde se admite o uso industrial compatível com o uso residencial;
- ZEA – zona especial aeroportuária – área destinada a impedir a instalação de usos incompatíveis com a curva de ruído do aeroporto;
- ZEPA1 – zona especial e proteção ambiental constituída por terrenos de topografia acidentada para ocupação de chácaras de recreio;
- ZEPA2 – zona especial de proteção ambiental destinada à ocupação urbana de baixa densidade em decorrência da característica física do terreno; e
- ZEPA3 – zona especial de proteção ambiental destinada a atividades agrícola, pecuária e de lazer, com baixa taxa de ocupação e alta restrição quanto à impermeabilização do solo.

Quanto à utilização, nas zonas ZR – Zona Residencial e ZEPA 2 – Zona Especial de Proteção Ambiental, são admitidas as atividades de ensino infantil e básico até o primeiro grau, berçário, creche, hotelzinho infantil e atividades de caráter cultural e religioso, respeitando sempre o limite de lotação máximo de 100 (cem) pessoas. Entretanto, a lei determina uma restrição para estas atividades: para construções novas nessas zonas, a área máxima que poderá ser edificada deve ser de 250,00 m² (duzentos e cinquenta metros quadrados) e, deve ser respeitada a área máxima de 360,00 m² (trezentos e sessenta metros quadrados) para edificações já existentes.

Como forma de controle de ruído, a Lei Complementar nº 165 estabelece, no artigo 109, parágrafo único, que para agremiações carnavalescas, danceterias, boates, casa de shows e música em geral, estas atividades deverão possuir 100% (cem por cento) dos lotes confinantes, defrontantes e circundantes ocupados por usos não residenciais.

Nas áreas ZM – Zona Mista e ZC – Zona Central, a Lei nº 165 admite a existência de atividades compatíveis com o uso residencial, desde que estas não estejam relacionadas no Anexo 5 desta referida lei. Este anexo relaciona diversas atividades comerciais e de prestação de serviços que estão sujeitas a controle, indicando medidas mitigadoras que deverão ser atendidas, e que estão relacionadas em um outro anexo, o Anexo 6, da mesma lei.

As primeiras medidas mitigadoras sugeridas estão relacionadas ao ruído; a medida correspondente à letra “a” dispõe que os níveis de ruído emitidos pela atividade deverão atender ao disposto na legislação vigente. A segunda medida, referente à letra “b”, dispõe sobre casos em que ocorra a emissão de ruído para fora dos limites da propriedade, e prevê a execução de um projeto de isolamento acústico no estabelecimento.

O Anexo 6, desta lei, ainda estabelece que os motores de refrigeração, exemplificados como câmara fria e freezer, deverão ser providos de isolamento acústico, e que as operações mais ruidosas deverão ser realizadas o mais distante possível das edificações ou lotes vizinhos e em local confinado.

O loteamento industrial⁵, de acordo com esta mesma lei, poderá ser implantado nas Zonas de Uso Predominantemente Industrial (ZUPI), nas Zonas de Uso Especial de Transição Industrial (ZETI) e em Zona de Vazio Urbano (ZVU), além de zonas mistas ZM2, ZM3 e

⁵ É considerado loteamento industrial o parcelamento do solo destinado a absorver atividades industriais, comerciais e prestadoras de serviço.

ZM4, mediante análise específica das Secretarias de Planejamento e Meio Ambiente e de Transporte.

5. A NORMALIZAÇÃO BRASILEIRA

5.1. O que é uma normalização?

Normalização, de acordo com a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, é a “atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem em um dado contexto”.

No Brasil, a ABNT é uma entidade privada, sem fins lucrativos, fundada em 1940 para ser o órgão responsável pela normalização técnica no país. Ela é a única e exclusiva representante no Brasil da ISO – *International Organization for Standardization* (organismo internacional não governamental integrado por Organismos Nacionais de Normalização), da IEC – *Internacional Electrotechnical Commission*. As normas da ABNT são elaboradas por Comissões de Estudo (CE) formadas por representantes dos setores envolvidos, como produtores, consumidores e setores neutros como universidades, laboratórios e outros.

Portanto, sempre que surge a necessidade de criar normas para atender diversos objetivos, a ABNT, através de seus Comitês Técnicos, lança mão desta prerrogativa para elaborar e revisar as normas necessárias. No Brasil, algumas normas ABNT têm força de lei e podem ser usadas como padrões obrigatórios em ações judiciais.

5.2. Normalização sobre ruído ambiental

Atualmente, o Brasil tem dois textos de referência na área de avaliação de ruído ambiental, a saber:

- NBR 10151:2000 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento; e
- NBR 10152:1987 – Acústica – Níveis de ruído para conforto acústico.

A primeira tem o objetivo de atender a necessidade de normalização do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade. Esta norma foi criada em 1987, substituída em 1999 e revisada no ano de 2000.

A segunda visa o conforto dos usuários dentro das edificações. A norma foi criada em 1987, pelo Comitê Brasileiro de Construção Civil e pela CE-02:135.01 – Comissão de Estudo de Desempenho Acústico de Edificações. O objetivo desta norma é fixar as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído ambiente num determinado recinto de uma edificação, de acordo com a finalidade de utilização do mesmo.

Estas duas normas já estão dentro do prazo indicado para revisão, pois segundo a ABNT as normas devem ser revistas a cada cinco anos, em observância a princípios internacionais. Esta revisão sistemática é realizada para que o conteúdo da norma possa ser analisado, confirmando a atualidade da norma; serve também para verificar se o seu conteúdo não tem mais aplicação ou se está ultrapassado, em função da existência de novas tecnologias, ou ainda, se deve ser mantida em função da existência de equipamentos, produtos ou serviços ainda em utilização.

5.3. Comparação entre a NBR 10151 e a NBR 10152

Estes dois textos de referência na área de acústica, a NBR 10151:2000 e a NBR 10152:1987, apesar de tratarem do mesmo assunto, têm pontos em comum e pontos divergentes.

Em primeiro lugar está a aplicabilidade de cada uma das normas. A NBR 10151:2000 é utilizada para a medição de ruído externo e interno, causado por uma fonte externa que esteja provocando incômodo a uma comunidade ou até mesmo a uma só pessoa. O título da Norma faz referência ao objetivo da mesma: visa o conforto da comunidade.

Já a norma NBR 10152:1997 é utilizada como referência para recomendar níveis de ruído para diversos ambientes internos, a fim de que seja garantido o conforto acústico dos usuários deste recinto. A norma leva em conta a finalidade da utilização do local. Por exemplo, os níveis recomendados são diversos se o ambiente em questão for uma sala de concerto, uma sala de aula ou a enfermaria de um hospital.

Por sua vez, a norma NBR 10151:2000 é usada principalmente para avaliação de ambientes externos. Ela determina qual o nível aceitável, levando em consideração o local onde está sendo avaliado o ruído, ou seja, qual o tipo de área dentro do zoneamento da cidade. A Norma 10151:2000 apresenta uma única tabela para nível de critério de avaliação (NCA),

em função da localização da fonte de ruído (Tabela 5). Nesta tabela são definidos os níveis de critério de avaliação somente para ambientes externos. A norma permite que seja realizada a medição também em ambientes internos, por exemplo em casos de não ter acesso ao ambiente externo. Neste caso deve ser feita a correção de -10 dB(A), para janela aberta, e de -15 dB(A) para ambientes com janelas fechadas nos valores da Tabela 5..

Tabela 5. Níveis de critérios de avaliação NCA em dB(A) para conforto.

Tipos de área	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151:2000

Por exemplo, de acordo com esta Norma, em zona mista predominantemente residencial, é determinado que, em um recinto interno, com janela fechada, seja permitido um nível máximo de ruído de 35 dB(A) durante o período noturno, e de 40 dB(A) para o período diurno. Este valor é independente de se é um dormitório ou sala de uma residência, uma sala de enfermaria de um hospital ou um centro cirúrgico. Caso este hospital esteja instalado em uma área estritamente residencial ou de hospital ou escola, este nível passa a ser de 30 dB(A) e 35 dB(A), respectivamente para o período noturno e diurno.

Na NBR 10152:1987, o nível recomendado para um hospital, uma enfermaria e um centro cirúrgico está entre 35 e 45 dB(A). O valor inferior representa o nível sonoro para conforto e o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade.

Nas Tabelas 6 e 7 são demonstrados comparativamente os níveis de ruído recomendados pelas duas normas sendo que, para a NBR 10151:2000, os níveis são diferentes para janela aberta e fechada.

Tabela 6. Níveis de ruído diurno para ambientes internos com janela aberta.

LOCAIS	NBR 10152	NBR 10151	
	dB(A)	Zona residencial	Zona mista
Hospitais Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros Cirúrgicos Laboratórios, Áreas para uso público Serviços	35 - 45 40 - 50 45 - 55	40	45
Escolas Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho Salas de aula, Laboratórios Circulação	35 - 45 40 - 50 45 - 55	40	45
Hotéis Apartamentos Restaurantes, Salas de estar Portaria, Recepção, Circulação	35 - 45 40 - 50 45 - 55	40	45
Residências Dormitórios Salas de estar	35 - 45 40 - 50	40	45
Auditórios Salas de concerto, Teatros Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	30 - 40 35 - 45	40	45
Restaurantes	40 - 50	40	45
Escritórios Salas de reunião Salas de gerência, Salas de projetos e de administração Salas de computadores Salas de mecanografia	30 - 40 35 - 45 45 - 65 50 - 60	40	45
Igrejas e Templos	40 - 50	40	45
Locais para esportes Pavilhões fechados para espetáculos e ativ. esportivas	45 - 60	40	45

Fonte: NBR 10151:2000 e NBR 10152:1987

De um modo geral, analisando os níveis de ruído recomendados pela NBR 10151:2000 e pela NBR 10152:1987, pode-se observar que, na maioria dos locais, os níveis de ruído das duas normas não apresentam conflitos, com exceção de locais onde os níveis recomendados são relativamente muito baixos.

Tabela 7. Níveis de ruído diurno recomendados para ambientes internos com janela fechada

LOCAIS	NBR 10152 dB(A)	NBR 10151	
		Zona residencial	Zona mista
Hospitais Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros Cirúrgicos Laboratórios, Áreas para uso público Serviços	35 – 45 40 – 50 45 – 55	35	40
Escolas Bibliotecas, salas de música, salas de desenho Salas de aula, Laboratórios Circulação	35 – 45 40 – 50 45 – 55	35	40
Hotéis Apartamentos Restaurantes, salas de estar Portaria, recepção, circulação	35 – 45 40 – 50 45 – 55	35	40
Residências Dormitórios Salas de estar	35 – 45 40 – 50	35	40
Auditórios Salas de concerto, teatros Salas de conferências, cinemas, salas de uso múltiplo	30 – 40 35 – 45	35	40
Restaurantes	40 - 50	35	40
Escritórios Salas de reunião Salas de gerência, salas de projetos e de administração Salas de computadores Salas de mecanografia	30 – 40 35 – 45 45 – 65 50 – 60	35	40
Igrejas e Templos	40 – 50	35	40
Locais para esportes Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 – 60	35	40

Fonte: NBR 10151:2000 e NBR 10152:1987

A NBR 10152:1987 está relacionada com o desempenho acústico da edificação, diferentemente da NBR 10151:2000, que está relacionada com a aceitabilidade do nível de ruído gerado. A NBR 10151:2000 não leva em conta as características da edificação enquanto a NBR 10152 não leva em conta a origem do ruído.

Em relação aos procedimentos para avaliação de ambientes internos, as duas normas recomendam exatamente o mesmo procedimento: que as medições do L_{Aeq} sejam efetuadas a uma distância de, no mínimo, 1,0 m de quaisquer superfícies como paredes, teto, piso e móveis e que o Nível de Ruído Ambiente (L_{ra}) seja o resultado da média aritmética dos

valores medidos em pelo menos, três posições distintas, sempre que possível, afastadas entre si por, pelo menos, 0,5 m.

Quase todos os medidores de nível sonoro modernos possuem uma função para obter o Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) diretamente. Caso o medidor utilizado não disponha desta função, as duas normas também apresentam em anexo um método alternativo para o cálculo do L_{Aeq} . Deve-se utilizar a mesma fórmula:

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log_{10} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

onde:

L_i = nível de pressão sonora instantâneo, em dB(A)

n = número total de leituras

Na NBR 10152, o L_i é lido em resposta rápida (*fast*) a cada dez segundos, durante pelo menos cinco minutos. Na NBR 10151:2000, a leitura é a cada cinco segundos e não dez, sendo que o tempo de medição não é determinado. É recomendado que este tempo seja escolhido de forma a permitir a caracterização do ruído em questão.

Quanto à determinação do horário noturno, a norma permite que este seja definido pelas autoridades de acordo com os hábitos da população, mas na NBR 10151:2000 existe a restrição de que o período noturno não deva começar depois das 22 horas e não deva terminar antes das 7 horas do dia seguinte. Também existe ainda a ressalva de que o término do período noturno não ocorra antes das 9 horas, se o dia seguinte for domingo ou feriado.

5.4. Correções para ruídos com características especiais

A norma NBR 10151:2000 faz referência a diferentes classificações de ruído: ruído com caráter impulsivo ou de impacto, ruído com componentes tonais e ruído que apresenta simultaneamente características impulsivas e componentes tonais.

Para ruído sem caráter impulsivo e sem componentes tonais, é determinado que o nível corrigido (L_C) seja determinado pelo nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}).

Para o ruído de características especiais para melhor representar o incomodo causado por este ruído a norma estabelece correções ao nível de pressão sonora equivalente:

- a) O L_C para ruído com características impulsivas ou de impacto é determinado pelo valor máximo medido com o medidor de nível de pressão sonora ajustado para a resposta rápida (*fast*), devendo o mesmo ser acrescido de 5 dB(A).
- b) O L_C para ruído com componentes tonais é determinado pelo L_{Aeq} acrescido de 5 dB.
- c) O L_C que apresenta simultaneamente características impulsivas e componentes tonais deve ser determinado utilizando os procedimentos para ambos os tipos de ruído, isto é, o medidor de nível de pressão sonora deve ser ajustado para resposta rápida (*fast*), com o L_{Aeq} acrescido de 5 dB, utilizando-se como resultado o maior valor.

6. IMPLEMENTAÇÃO DA LEGISLAÇÃO: CASO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

6.1. Histórico da cidade

De acordo com os registros existentes, São José dos Campos foi inicialmente uma fazenda de pecuária criada a partir da concessão de sesmarias, por volta de 1590, a pedido de padres jesuítas. Em 1935, já elevada a município, a cidade foi transformada em Estância Hidromineral, para o tratamento de tuberculose pulmonar, devido às condições climáticas supostamente favoráveis, passando a receber recursos oficiais que puderam ser aplicados na área sanatorial.

O processo de industrialização do município foi impulsionado a partir da instalação do Centro Técnico de Aeronáutica - CTA, em 1950, e da inauguração da Rodovia Presidente Dutra, possibilitando assim uma ligação mais rápida entre as capitais Rio de Janeiro e São Paulo. Estes fatores foram pontos fundamentais para que o município desenvolvesse o potencial científico-tecnológico atualmente existente. Nessa mesma época, foi criada a Lei nº 155, que concedia isenções fiscais, fomentando o estabelecimento de novas indústrias no município.

Na década de 1950, também foram instaladas as empresas Johnson & Johnson S. A., atualmente uma das maiores indústrias do País, e a General Motors do Brasil S.A., uma das maiores indústrias do município e também uma das maiores do País, no ramo automobilístico.

Nas décadas de 70 e 80 ocorreu um grande avanço industrial no município sendo que em 1980, o município registrava 390 indústrias, empregando 49.917 pessoas. A população total era de 287.513 habitantes.

Em 1990, o número de indústrias sobe para 628 e, em 2000, passa para 811, tornando o município de São José dos Campos um dos maiores pólos industriais do Estado de São Paulo. Entre 1980 e 2000, a taxa de crescimento populacional do município manteve-se acima da média estadual e regional. Em 1991 a população total do município era de 442.370 habitantes.

A cidade situa-se na região do Vale do Paraíba, a 90 km da capital, São Paulo, e atualmente tem o terceiro PIB do Estado de São Paulo.

Na Tabela 8 são apresentados alguns índices do município de São José dos Campos.

Tabela 8. Índices do município de São José dos Campos

População IBGE 2000: 539.313 Hab.	Taxa de Analfabetismo 1999: 4,29%
População Urbana: 532.717 Hab.	População Rural: 6.596 Hab.
Área Total IBGE 2000: 1.102 km²	Área Urbana: 288 km²
Área de Proteção Ambiental: 62%	Temperatura Média da Cidade: 20°C

Fonte: IBGE - Censo de 2000

6.2. Queixas da população

Na cidade de São José dos Campos, objeto deste estudo, a população rural vem diminuindo progressivamente. Segundo o IBGE, no ano de 2000 (IBGE, 2000), mais de 98% da população habitavam a área urbana. Esta população urbana sofre com os efeitos da poluição sonora, pois esta é subproduto da urbanização.

A poluição sonora é fato facilmente comprovado em diversas áreas da cidade de São José dos Campos. As fontes de ruído são as mais diversas, como o trânsito, as atividades da construção civil, e música em bares, restaurantes e igrejas, entre outras.

Quando a população da cidade se sente incomodada por alguma fonte de ruído, ela aciona os órgãos públicos em busca de solução, pois muitas vezes o desconforto é causado por um vizinho próximo; a prática serve para evitar um confronto direto.

Em São José dos Campos, as queixas da população são atendidas pela Secretaria de Fiscalização da Prefeitura Municipal. Muitas queixas são motivadas por perturbações causadas por atividades comerciais autorizadas pela própria prefeitura. É criado, portanto, um impasse: mesmo que os níveis de ruído estejam acima do limite permitido, a atividade é oficialmente autorizada e, assim, o problema fica sem solução em curto prazo, ficando a comunidade de mãos atadas e decepcionada com o poder público, que liberou o funcionamento da fonte de poluição.

De acordo com os laudos existentes na Secretaria de Fiscalização, o número de reclamações por parte da população que se sente incomodada por alguma fonte de ruído vem crescendo anualmente. No ano de 2004, houve um aumento de mais de 35% em relação ao ano de 2003.

Neste trabalho, são analisados os resultados obtidos em mais de 100 medições realizadas nos anos de 2003 e 2004 e é realizado um estudo crítico sobre a metodologia utilizada para a avaliação de ruído.

6.3. Procedimentos adotados e particularidades encontradas nas medições realizadas pela Secretaria de Fiscalização

A pessoa incomodada, ao procurar um órgão público para a reclamação, é instruída a registrar uma queixa formal na Prefeitura ou em uma das Administrações Regionais.

É importante ressaltar que a Prefeitura de São José dos Campos realiza medições somente se a fonte geradora de ruído que está causando o incômodo na comunidade for proveniente de comércio, indústria, casas noturnas, igrejas, ou seja, pessoas jurídicas. Queixas de origem doméstica, como latidos de cachorros, festas, equipamentos de som e ruídos gerados em residências, não são atendidas pela Prefeitura. Nesses casos os cidadãos são orientados a procurar a Delegacia de Polícia mais próxima de sua residência.

As medições das fontes de ruído citadas nas reclamações são realizadas pela Secretaria de Fiscalização, que possui diversos funcionários sendo que, destes, 8 (oito) fiscais (base fevereiro de 2004) se revezam na atividade de avaliação do ruído durante o horário comercial. Nas noites de quinta-feira, sexta-feira, sábado, domingo e nos feriados, fica sempre um fiscal de plantão, para atender as queixas da população, sempre mais numerosas nesses dias.

Os funcionários da Prefeitura que realizam as medições de ruído receberam um treinamento realizado pela CETESB sobre o procedimento a ser utilizado na avaliação. O procedimento é baseado na NBR 10151:2000, uma vez que não existe uma lei municipal específica para a avaliação dos níveis de ruído.

Na realidade, não existe um procedimento por escrito, apenas um modelo de laudo que deve ser preenchido pelo fiscal.

6.3.1. Fluxograma do processo de medição

O processo inicia-se com um registro de ocorrência por parte da pessoa que se encontra incomodada por alguma fonte de ruído e, por diversos motivos, procura o órgão público, buscando uma solução, em alguns casos após tentativas frustradas de encontrar uma solução amigável.

Na cidade de São José dos Campos, a queixa pode ser feita por telefone ou pessoalmente na própria Prefeitura Municipal, em uma das diversas Administrações Regionais localizadas em vários bairros ou até na própria Secretaria de Fiscalização.

Uma vez de posse do registro da ocorrência, o funcionário designado pela chefia entra em contato com o reclamante, para marcar o horário e o local onde deve ser avaliado o ruído.

Em conjunto com o reclamante, o fiscal define o horário em que o nível de ruído é considerado mais incômodo. Em caso de bares e casas noturnas, este horário é sempre à noite e normalmente durante os finais de semana. No caso de igrejas, este horário é normalmente aos domingos, no período noturno.

Já no local, o fiscal classifica o tipo de área onde está localizado o imóvel para a definição do nível de ruído admitido naquela zona. Esta classificação é feita através da análise visual do fiscal em função do tipo de imóvel que estão próximos, ou seja, os imóveis defrontantes e circundantes. Por exemplo, se todos os imóveis forem comerciais, a área é classificada como área mista, com vocação comercial e administrativa. De acordo com a Tabela 1 da norma NBR 10151, para este tipo de área, o Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos é de 60 dB(A) no período noturno. Se 75% (setenta e cinco por cento) dos imóveis são residenciais, a área é classificada, de acordo com a mesma Tabela da norma, como área estritamente residencial com NCA de 50 dB(A) para período diurno.

Em São José dos Campos, os fiscais consideram que o período noturno inicia-se às 22 horas e termina às 6 horas do dia seguinte.

Depois de definir o NCA, o fiscal decide o local onde será feita a medição. Quando há permissão, a medição é realizada dentro da própria residência do reclamante. Em muitos casos, o reclamante não quer ser identificado e a medição é feita na área externa.

De posse do valor medido, o fiscal preenche o laudo conclusivo e dá ciência ao reclamado, por escrito, do valor medido.

Se o NCA medido estiver acima do permitido pela NBR 10151, o reclamado recebe uma notificação preliminar para que apresente sua defesa. Normalmente, o reclamado tem um prazo de 30 (trinta) dias para apresentar sua defesa.

Após o período de aproximadamente 30 (trinta) dias o fiscal repete a medição. Se novamente o nível medido estiver acima do determinado para o local, são aplicados um auto de infração e uma multa. Após esta primeira multa a medição é repetida um tempo depois, não especificado em lei ou procedimento, mas, que gira em torno de um mês. Se novamente o nível estiver acima é aplicada uma segunda multa, podendo o estabelecimento ser até interditado.

Um fluxograma deste processo é apresentado a seguir. O fluxograma não foi feito pela Prefeitura, mas por esta autora, através de entrevistas colhidas na Secretaria de Fiscalização.

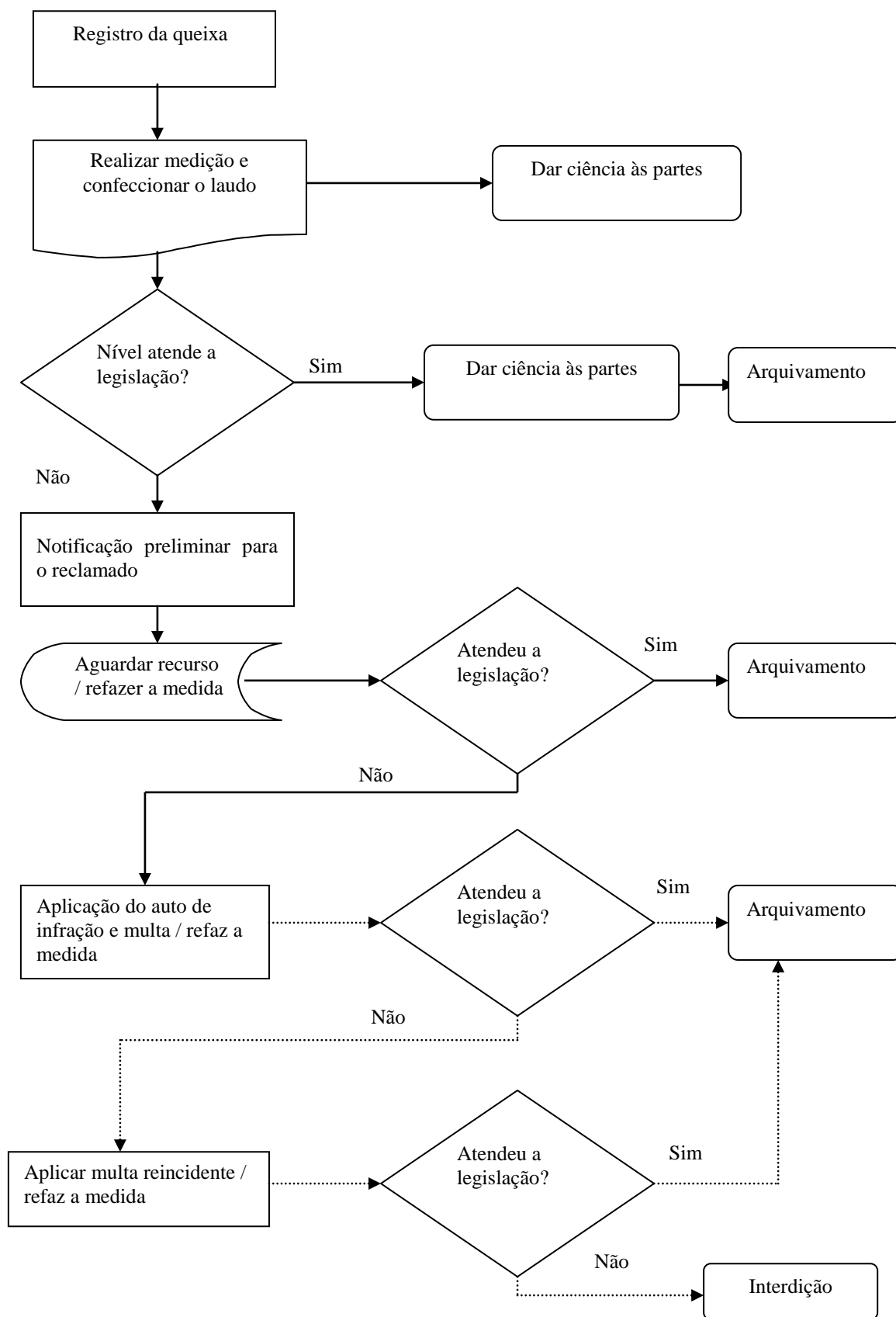


Figura 2. Fluxograma do processo de avaliação de ruído em São José dos Campos

6.3.2. Os equipamentos utilizados

O equipamento utilizado atualmente pela Secretaria de Fiscalização é um “*Sonômetro Integrador Controller*” (conforme descrito no catálogo do fabricante), modelo 2237, fabricado pela empresa Brüel Kjør, o qual atende às especificações da norma IEC 60651 referente a tipo 1. Possui calibrador próprio, modelo 4231, também da Brüel Kjør, atendendo a norma IEC 60942, classe 1 (ilustrado na figura 2) .

Este fabricante é internacionalmente conhecido pela excelente qualidade de seus instrumentos

A Prefeitura de São José dos Campos possui dois destes instrumentos, calibrados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) a cada dois anos.



Figura 3 - Fotografia do equipamento utilizado pela Prefeitura

Fonte: fotografia da autora

6.3.3. O relatório das medições (laudo)

A Secretaria de Fiscalização tem um formulário padrão utilizado pelo fiscal para o registro das medições. Este documento, também chamado de laudo, é apresentado como relatório final. Para cada medição realizada, um laudo é elaborado.

Neste relatório, são registrados os seguintes itens:

- A identificação do local, com endereço e razão social;

- A data da realização das medições;
- Os equipamentos existentes que possam contribuir como fonte de ruído;
- O NCA indicado pela NBR 10151 para: ambiente externo, ambiente interno com janela aberta e ambiente interno com janela fechada, de acordo com o tipo de zona;
- O L_{Aeq} encontrado em cada local;
- A conclusão, se o resultado encontrado atende ou não aos níveis legais;
- O gráfico impresso pelo equipamento com o resultado das avaliações.

O documento não recebe numeração, o que impossibilita seu rastreamento. Em algumas situações um laudo pode ser retirado da Secretaria de Fiscalização para fazer parte de um processo administrativo de interdição de um estabelecimento, por exemplo.

Após a utilização dos relatórios, os mesmos são arquivados em pastas, uma para cada ano, na Secretaria de Fiscalização.

Em alguns casos, o relatório é utilizado em processos administrativos na Prefeitura e nenhuma cópia fica arquivada na Secretaria de Fiscalização.

7. RUÍDO AMBIENTAL: O CASO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

7.1. Situações analisadas

Neste trabalho, foram analisados 54 (cinquenta e quatro) relatórios de medições realizados pela Secretaria de Fiscalização da Prefeitura de São José dos Campos no ano de 2003 e 79 (setenta e nove) relatórios do ano de 2004. Algumas medições do ano de 2004 foram acompanhadas por esta autora, mediante autorização da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente da Prefeitura.

A Tabela 9 mostra o número total de medições realizadas a cada ano, agrupadas em grupos que apresentam algumas atividades similares. Observa-se um aumento significativo nas medições realizadas no ano de 2004 em relação ao ano anterior, principalmente em locais com música.

Tabela 9. Número de reclamações sobre ruído em São José dos Campos, 2003 e 2004.

Local	Ano 2003	Ano 2004
Academias, escolas, clubes	3 (5,6%)	4 (5,1%)
Bares, boates, restaurantes, locais com música	14 (25,9%)	26 (32,9%)
Comércio em geral, oficinas mecânicas, indústrias, serralherias	30 (55,5%)	37 (46,8%)
Igrejas e associações religiosas	7 (13,0%)	12 (15,2%)
Total de medições	54 (100%)	79 (100%)

Como já foi dito, alguns relatórios são encaminhados para a Prefeitura, quando é aberto processo administrativo relacionado ao local onde foi realizada a medição. Este trabalho, assim, não contemplou a totalidade das medições realizadas durante estes dois anos; entretanto, é certo que a grande maioria dos relatórios foi analisada.

Inicialmente, esta autora, de posse dos relatórios, verificou o Nível de Critério de Avaliação (NCA) determinado para cada local, em função da classificação das áreas que constam da Tabela 1 da norma NBR 10151. Este nível é definido pelo fiscal no momento da confecção do laudo, em função do tipo dos imóveis localizados próximo ao local a ser

medido. Não é considerada a lei de zoneamento da cidade, como já foi explicado anteriormente.

Analisando os níveis de critérios adotados como limite, é possível determinar em qual tipo de área o fiscal enquadrou o imóvel. Foram encontrados quatro tipos de áreas nos relatórios analisados, conforme exposto na Tabela 10.

Tabela 10: Total de medições realizadas, nos anos de 2003 e 2004, por tipo de área

Tipo de área	Ano 2003	Ano 2004
1. Área predominantemente industrial	13 (24,1%)	11 (13,9%)
2. Área mista, com vocação comercial e administrativa	17 (31,5%)	25 (31,7%)
3. Área mista, predominantemente residencial	10 (18,5%)	35 (44,4%)
4. Área estritamente residencial urbana	14 (25,9%)	08 (10,1%)
Total de medições	54 (100%)	79 (100%)

Pode-se observar na Tabela 10 um aumento significativo no número total de medições realizadas no ano de 2004 em relação a 2003, principalmente na área mista, predominantemente residencial. Nas áreas industriais e estritamente residenciais houve uma queda no número total de medições efetuadas de um ano para o outro.

Não foi registrada nenhuma medição que pudesse ser classificada como área rural ou, área mista com vocação recreacional.

7.2. Os resultados das medições

As medições foram realizadas algumas vezes somente em ambiente externo, outras vezes em ambientes internos. Nos ambientes internos, houve medições com as janelas abertas e com as janelas fechadas.

Os relatórios municipais apresentam o resultado com o valor numérico a uma casa decimal, o que, considerando as variáveis e as incertezas, provavelmente não se justifica sendo mais apropriado arredondar a um número inteiro mais próximo. Neste trabalho, esses resultados são reproduzidos conforme constam dos laudos.

7.2.1. Medições em área predominantemente industrial

Na Tabela 11, são mostradas as medições realizadas no ano de 2003, na área industrial da cidade.

Tabela 11: Valores obtidos em medições realizadas em área predominantemente industrial no ano de 2003

Fonte de Ruído			Medição e Enquadramento						Atende?
Atividade	Equipamento	Hora	Externo		Janela aberta		Janela fechada		
			NCA	M1 ⁽¹⁾	NCA	M2 ⁽²⁾	NCA	M3 ⁽³⁾	
Bar	Musicais	01:11	60	74,0					N
Bar	Musicais	23:04	60	82,0					N
Bar	Musicais	23:04	60	82,0					N
Indústria S	Industriais	17:18	70	42,0					S
Indústria S	Industriais	17:19	70	53,0					S
Indústria S	Industriais	17:29	70	59,0					S
Indústria S	Industriais	17:49	70	60,0					S
Indústria	Industriais	09:46	70	43,0	60	37			S
Indústria S	Industriais	17:56	70	51,7					S
Indústria S	Industriais	17:13	70	55,0					S
Indústria S	Industriais	18:23	70	70,5					N
Indústria S	Industriais	17:23	70	36,0					S
Indústria S	Industriais	17:32	70	38,0					S

1 Medição externa

2 Medição interna com janela fechada

3 Medição interna com janela aberta

Obs: Os resultados em negrito estão acima do limite estabelecido pela norma.

Pode-se observar a predominância de medições na indústria identificada por “Indústria S”. Trata-se de uma mesma empresa, que já fora objeto de muitas reclamações em anos anteriores; por ordem judicial, a Prefeitura deve avaliar, uma vez por mês, o nível de ruído emitido pela mesma. Todos os valores obtidos nesta indústria estão dentro do nível recomendado.

As medidas 7 (sete) e 8 (oito), ainda da Tabela 12, são exatamente iguais. De acordo com informações colhidas junto aos fiscais, estas correspondem a dois pontos comerciais

muito próximos um do outro. Por este motivo, o fiscal que realizou a medição decidiu fazê-la em apenas um ponto localizado entre os dois estabelecimentos.

Os três bares localizados em área industrial apresentaram nível de ruído acima do permitido. Apesar de ser uma área classificada como industrial, ainda existem algumas residências antigas, que já existiam antes da área ser classificada como industrial. Provavelmente as reclamações são de pessoas que residem próximo a este local.

Na Tabela 12 são mostradas as medições realizadas no ano de 2004, na área industrial da cidade.

Tabela 12: Valores obtidos em medições realizadas em área predominantemente industrial o ano de 2004.

Fonte de Ruído			Medição e Enquadramento						Atende ?
Atividade	Equipamento	Hora	Externo		Janela aberta		Janela fechada		
			NCA	M1 ⁽¹⁾	NCA	M2 ⁽²⁾	NCA	M3 ⁽³⁾	
Indústria S	Industriais	17:25	70	42,5					S
Bar	Musicais	19:00	70	79,2					N
Indústria S	Industriais	17:53	70	53,4					S
Indústria S	Industriais	17:03	70	46,8					S
Indústria S	Industriais	17:20	70	45,3					S
Indústria S	Industriais	17:40	70	50,4					S
Indústria S	Industriais	17:09	70	53,2					S
Indústria S	Industriais	18:18	70	53,8					S
Indústria S	Industriais	17:10	70	52,7					S
Indústria S	Industriais	17:12	70	59,3					S
Indústria S	Industriais	16:43	70	52,0					S

1 Medição externa

2 Medição interna com janela fechada

3 Medição interna com janela aberta

Obs: Os resultados em negrito estão acima do limite estabelecido pela norma.

Novamente observa-se que, na área industrial da cidade, quase todas as medidas obtidas estão dentro do determinado pela norma, com exceção de uma, realizada em um bar. A indústria identificada como “S”, que foi avaliada mensalmente por ordem judicial, apresentou os níveis dentro do permitido para área industrial. Observa-se, porém, que todas as medições foram feitas apenas em ambiente externo.

7.2.2 Medições em área mista com vocação comercial e administrativa

O problema é maior quando as reclamações ocorrem em áreas classificadas como mistas e/ou estritamente residenciais, como era de se esperar.

Em áreas estritamente residenciais, quase sempre existem, próximo às residências, algumas atividades de comércio e prestação de serviço para atender a comunidade ao redor.

As áreas classificadas como mistas são classificadas como: zona mista com vocação comercial e administrativa ou zona mista predominantemente comercial. Nestas áreas, diversas atividades estão presentes lado a lado com as residências; porém, existem em maior número na primeira. As atividades comerciais presentes variam entre diferentes tipos de comércio e empresas de prestação de serviços.

Na Tabela 13 estão apresentadas as medições realizadas em zona mista com vocação comercial e administrativa no ano de 2003.

Tabela 13: Valores obtidos em medições realizadas em área mista com vocação comercial e administrativa no ano de em 2003.

Fonte de Ruído			Medição e Enquadramento						Atende?
Atividade	Equipamento	Hora	Externo		Janela aberta		Janela fechada		
			NCA	M1 ⁽¹⁾	NCA	M2 ⁽²⁾	NCA	M3 ⁽³⁾	
Igreja	Musicais	20:32			50	68,1			N
Bar	Musicais	01:11	55	63,2	45	59,4	40	56,6	N
Bar	Musicais	01:02	55	63,2	45	59,4	40	56,6	N
Bar	Musicais	01:01	55	40,6	45	38,5	40	34,3	S
Igreja	Musicais	20:12			50	66,3			N
Academia	Musicais	12:05			50	63,8	45	48,4	N
Igreja	Musicais	20:32			45	55,2	-	-	N
Igreja	Musicais	20:32			45	62,0	-	-	N
Açougue	Compressor	22:28	55	56,1			40	51,2	N
Mercado	Compressor	03:37	55	35,3					S
Mercado	Voze/veículo	01:15	55	43,0					S
Igreja	Musicais	20:03	55	58,3					N
Bar	Musicais	01:43	55	65,3					N
Academia	Musicais	23:47	55	72,3	45	59,7			N
Pizzaria	Musicais	03:58	55	66,6					N
Televisão	Gerador	18:13	60	59,6					S
Bar	Musicais	08:59	60	69,6	-	-	-	-	N

1 Medição externa

2 Medição interna com janela fechada

3 Medição interna com janela aberta

Obs: Os resultados em negrito estão acima do limite estabelecido pela norma.

Nas 17 (dezessete) medidas obtidas em área mista com vocação comercial e administrativa no ano de 2003, apenas 4 (quatro) estão dentro do determinado pela norma. A maioria das reclamações é ocasionada por ruído proveniente de músicas em bares, igrejas e academias. As reclamações provenientes das atividades comerciais são relativas ao ruído gerado por motores e compressores.

Em 2004 foram analisados 26 (vinte e seis) relatórios de zona mista com vocação comercial e administrativa. Este número representa um aumento significativo nas reclamações, comparado com o ano anterior.

Foi mantida a predominância de reclamações em função da execução de música em bares e igrejas (em comparação com os relatórios apresentados na mesma área no ano de 2003).

A Tabela 14 apresenta o resultado das medidas realizadas em zona mista com vocação comercial e administrativa no ano de 2004.

Tabela 14: Valores obtidos em medições realizadas em área mista com vocação comercial e administrativa no ano de 2004.

Fonte de Ruído			Medição e Enquadramento						Atende?
Atividade	Equipamento	Hora	Externo		Janela aberta		Janela fechada		
			NCA	M1 ⁽¹⁾	NCA	M2 ⁽²⁾	NCA	M3 ⁽³⁾	
Boate	Musicais	21:54	55	66,0	40	58,0	35	54,0	N
Clube Esportes	Musicais	22:50	55	78,7					N
Boate	Musicais	00:27	55	40,9	45	43,5	40	40,0	S
Bar	Musicais	23:03	55	66,0					N
Bar	Musicais	22:20	55	75,0					N
Boate	Musicais	01:28	55	52,0			35	50,0	N
Boate	Musicais	01:55	55	63,0					N
Bar	Musicais	01:00	55	61,0					N
Boate	Musicais	00:43					40	46,0	N
Bar	Musicais	20:53	55	60,0	45	55,0	40	41,0	N
Restaurante	Musicais	03:00	55	66,1					N
Mercado	Compressor	03:37	55	35,3					S
Evento ar livre	Musicais	12:11	60	73,0					N
Igreja	Musicais	19:49	60	73,2					N
Academia	Musicais	21:48			50	60,9	45	48,6	N
Mercado	Compressor	00:54	60	33,5					S
Oficina	Compressor	15:18	60	66,6	50	61,2	45	61,0	N
Comércio	Compressor	19:30	60	62,4	50	57,0	45	50,6	N
Caldeiraria	Diversos	15:34	60	54,0					S
Marmoraria	Diversos	14:38	60	62,7	50	55,0	45	49,9	N
Marmoraria	Diversos	10:22	60	65,2	50	51,8	45	48,2	N
Serralheria	Diversos	15:07	60	62,3					N
Bar	Musicais	17:32	60	61,4					N
Bar	Musicais	01:41	60	64,5				-	N
Lavador de autos	Motor elétrico	11:00	60	66,0	50	57,0	45	48,0	N

1 Medição externa

2 Medição interna com janela fechada

3 Medição interna com janela aberta

Obs: Os resultados em negrito estão acima do limite estabelecido pela norma.

Na Tabela 14 pode-se notar que, de um total de 25 (vinte e cinco) medidas, apenas 6 (seis) atenderam ao nível determinado pela norma. Com relação aos pontos comerciais, a reclamação mais constante tem relação com o ruído provocado pelos motores dos

compressores geralmente utilizados em supermercados e açougues, em câmaras-frias. Estes compressores normalmente são instalados sem nenhum tipo de enclausuramento para a diminuição do ruído emitido. Marmorarias e serralherias, normalmente instaladas em bairros mais afastados do centro da cidade, apresentaram níveis fora do estabelecido pela norma.

7.2.3. Medições em área mista predominantemente residencial

Foram analisados 9 (nove) relatórios de áreas mistas predominantemente residenciais, do ano de 2003, conforme indicado na Tabela 15.

Tabela 15: Valores obtidos em medições realizadas em área mista predominantemente residencial no ano de 2003

Fonte de Ruído			Medição e Enquadramento						Atende?
Atividade	Equipamento	Hora	Externo		Janela aberta		Janela fechada		
			NCA	M1 ⁽¹⁾	NCA	M2 ⁽²⁾	NCA	M3 ⁽³⁾	
Indústria	Industrial	20:44	50	67,6					N
Bar	Musicais	02:30	50	73,8					N
Gráfica	Ar condicionado	14:47			45	61,0			N
Escritório	Ar condicionado	14:47			45	61,0			N
Indústria	Diversos	23:35	50	55,6	40	46,3			N
Bar	Musicais	00:32	50	61,4					N
Indústria	Industrial	23:01	50	63,8					N
Bar	Musicais	01:28	50	46,0	40	42,0			N
Serralheria	Diversos	10:15	55	80,4					N
Serralheria	Diversos	10:59	55	66,0	45	59,0	40	56,0	N

1 Medição externa

2 Medição interna com janela fechada

3 Medição interna com janela aberta

Obs: Os resultados em negrito estão acima do limite estabelecido pela norma.

Pode-se observar que todas as medidas obtidas neste ano estavam acima do nível determinado pela norma.

As três indústrias localizadas em áreas classificadas como mista, mas com predominância de residências estão em bairros muito afastados do centro da cidade.

Em 2004, o número de relatórios foi superior, conforme pode ser visto nas Tabelas 17 e 18, ao número de relatórios para a mesma área no ano de 2003.

O maior número de reclamações é pela presença de bares localizados próximos a residências, onde não somente a música, mas também a movimentação de veículos e aglomeração de pessoas, geralmente durante a madrugada, contribuem para o aumento do nível de ruído.

Nas Tabelas 16 e 17 são mostrados os resultados relativos a comércios localizados em área mista avaliados no ano de 2004. Os relatórios foram divididos em dois grupos, pois o número de medidas obtidas é muito extenso.

Na Tabela 16 são apresentadas as medições feitas apenas em bares e outros locais com música, como igrejas.

Tabela 16: Valores obtidos em medições realizadas em bares e boates localizados em área mista, predominantemente residencial, no ano de 2004.

Fonte de Ruído			Medição e Enquadramento						Atende?
Atividade	Equipamento	Hora	Externo		Janela aberta		Janela fechada		
			NCA	M1 ⁽¹⁾	NCA	M2 ⁽²⁾	NCA	M3 ⁽³⁾	
Boate B	Musicais	01:30	50	67,0					N
Boate B	Musicais	00:22	50	48,0					S
Boate B	Musicais	02:21	50	48,0					S
Boate	Musicais	01:57			40	42,0	35	39,0	N
Boate B	Musicais	01:42	50	45,6	40	46,0	35	34,9	N
Boate B	Musicais	23:00	50	63,1					N
Boate B	Musicais	00:31	50	71,0					N
Boate B	Musicais	00:21	50	68,8					N
Boate B	Musicais	23:59	50	71,0	40	61,0	35	55,0	N
Boate B	Musicais	02:09	50	68,0				-	N
Boate B	Musicais	02:01					35	46,0	N
Boate B	Vozes	01:27	50	42,0					S
Igreja	Musicais	22:13	50	79,0	40	72,0	35	65,0	N
Tenda Umbanda	Musicais	21:30	50	48,0	40	45,0			N
Igreja	Musicais	19:32	55	64,0	45	65,0	40	51,0	N
Igreja	Musicais	21:46	55	66,0	45	59,0	40	44,0	N
Igreja	Musicais	09:35	55	70,1	45	55,0	40	41,7	N
Igreja	Musicais	19:00	55	67,0	45	70,0	40	53,0	N
Tenda Umbanda	Musicais	18:01	55	66,0	45	62,0	40	63,0	N

1 Medição externa

2 Medição interna com janela fechada

3 Medição interna com janela aberta

Obs: Os resultados em negrito estão acima do limite estabelecido pela norma.

Na Tabela 17 são mostrados os resultados dos comércios localizados em área mista predominantemente residencial, avaliados no ano de 2004.

Tabela 17: Valores obtidos em medições realizadas em atividades comerciais e de prestação de serviços, localizados em área mista predominantemente residencial, no ano de 2004

Fonte de Ruído			Medição e Enquadramento						Atende?
Atividade	Equipamento	Hora	Externo		Janela aberta		Janela fechada		
			NCA	M1 ⁽¹⁾	NCA	M2 ⁽²⁾	NCA	M3 ⁽³⁾	
Academia	Musicais	20:24	55	47,0	45	45,0	40	34,0	S
Comércio	Compressor	10:11	55	61,0	45	60,0	50	40,0	N
Comércio	Compressor	15:49	55	58,6	45	53,4	40	48,1	N
Comércio	Compressor	17:21	55	59,8	45	49,9			N
Comércio	Compressor	09:29	55	38,0	45	34,0			S
Comércio	Compressor	23:36			45	63,0	40	54,0	N
Clínica	Alarme	17:08	55	54,0	45	42,0	40	41,0	N
Escritório	Ar condicionado	16:07			50	55,1			N
Escritório	Ar condicionado	09:28	55	63,0	45	57,0	40	52,0	N
Indústria	Diversos	09:39			45	42,9	40	35,3	S
Serralheria	Diversos	08:36	55	58,0	45	58,0	40	50,0	N
Serralheria	Diversos	14:21	55	66,0	45	57,0	40	54,0	N
Serralheria	Diversos	10:15	55	62,0	45	63,0	40	56,0	N
Serralheria	Diversos	12:45	55	70,0					N
Serralheria	Diversos	10:59	55	66,0	45	59,0	40	56,0	N
Telefonia	Compressor	02:06			40	41,0	35	38,0	N

1 Medição externa

2 Medição interna com janela fechada

3 Medição interna com janela aberta

Obs: Os resultados em negrito estão acima do limite estabelecido pela norma.

Da mesma forma que no caso dos bares, a presença de certos tipos de comércio em áreas predominantemente residenciais também contribui para o aumento de reclamações por parte da população.

7.2.4 Medições em área estritamente residencial

Durante o ano de 2003, em área predominantemente residencial, foram realizadas 14 (quatorze) medições, apresentadas na Tabela 18, sendo que apenas 4 (quatro) atenderam o especificado na norma.

Tabela 18: Valores obtidos em medições realizadas em zona estritamente residencial urbana ou de hospitais ou escolas no ano 2003

Fonte de Ruído			Medição e Enquadramento						Atende?
Atividade	Equipamento	Hora	Externo		Janela aberta		Janela fechada		
			NCA	M1 ⁽¹⁾	NCA	M2 ⁽²⁾	NCA	M3 ⁽³⁾	
Telefonia	Ar condicionado	05:56	45	35,9	35	31,7	30		S
Telefonia	Ar condicionado	05:45	45	52,0	35	45,4	30		N
Buffet	Musicais	00:07	45	34,6					S
Buffet	Musicais	02:54	50	58,8					N
Bar	Musicais	21:46	50	67,9	40	60,8			N
Comércio	Compressor	14:00	50	60,6	40	54,2	35	49,1	N
Comércio	Compressor	21:11	50	34,9					S
Escola	Sirene	11:13	50	72,3					N
Igreja	Musicais	20:58	50	66,5	40	64,1	35	56,6	N
Igreja	Musicais	21:11			40	44,1	35	36,9	N
Padaria	Compressor	14:22	50	68,1	45	62,2			N
Padaria	Compressor	14:22	50	40,6	45	36,1			S
Serralheria	Diversos	10:03	50	70,3					N
Serralheira	Diversos	14:49	50	61,7					N

1 Medição externa

2 Medição interna com janela fechada

3 Medição interna com janela aberta

Obs: Os resultados em negrito estão acima do limite estabelecido pela norma.

Como pode ser observado na Tabela 18, no ano de 2003 também ocorreram reclamações pela música de bares e boates. Existem também reclamações motivadas pelo ruído causado por aparelhos de ar condicionado e motores de compressores de câmaras-frias de pontos de comércio e atividades de prestação de serviço a comunidade.

No ano de 2004, na zona estritamente residencial (Tabela 19) foram realizadas 9 (nove) medidas, sendo que nenhuma atendeu ao especificado na norma para área predominantemente residencial.

Tabela 19: Valores obtidos em medições realizadas em zona estritamente residencial urbana ou de hospitais ou escolas no ano de 2004.

Fonte de Ruído			Medição e Enquadramento						Atende?
Atividade	Equipamento	Hora	Externo		Janela aberta		Janela fechada		
			NCA	M1 ⁽¹⁾	NCA	M2 ⁽²⁾	NCA	M3 ⁽³⁾	
Serralheria	Diversos	16:31	50	66,8	40	59,9	35	50,2	N
Lavador de autos	Motor elétrico	12:37	50	67,0	40	58,0	35	48,0	N
Bar	Musicais	16:45	50	76,4					N
Igreja	Musicais	09:28	50	55,7	40	45,4		-	N
Bar	Musicais	17:21	50	76,3					N
Igreja	Musicais	20:58	50	66,5	40	64,1	35	56,6	N
Igreja	Musicais	20:59	50	60,0					N
Igreja	Musicais	20:29	50	75,0	40	65,0	35	62,0	N

1 Medição externa

2 Medição interna com janela fechada

3 Medição interna com janela aberta

Obs: Os resultados em negrito estão acima do limite estabelecido pela norma.

Pode-se observar a predominância de reclamações motivadas pela música em bares e instituições religiosas. Da mesma forma, as presenças de uma serralheria e de um lavador de autos, em zona estritamente residencial, causam ruídos que normalmente incomodam as pessoas residentes em locais próximos, em função dos tipos de equipamentos utilizados por estes comércios.

7.3. Análise dos resultados

A classificação do tipo de área realizada pelo fiscal na hora da medição é o fator determinante, pois é esta que irá definir o valor do nível de ruído permitido para aquele local específico. Por levar em conta apenas os imóveis vizinhos, esta classificação nem sempre é coerente com a lei de zoneamento da cidade.

O tipo de fonte que gera o ruído esta diretamente relacionada à atividade exercida. Pode-se observar que diferentes tipos de fontes motivaram as reclamações por parte da população. Estavam presentes desde música em bares a equipamentos industriais.

A Figura 4 mostra graficamente o número de queixas registradas em função do tipo de local, nos anos de 2003 e 2004.

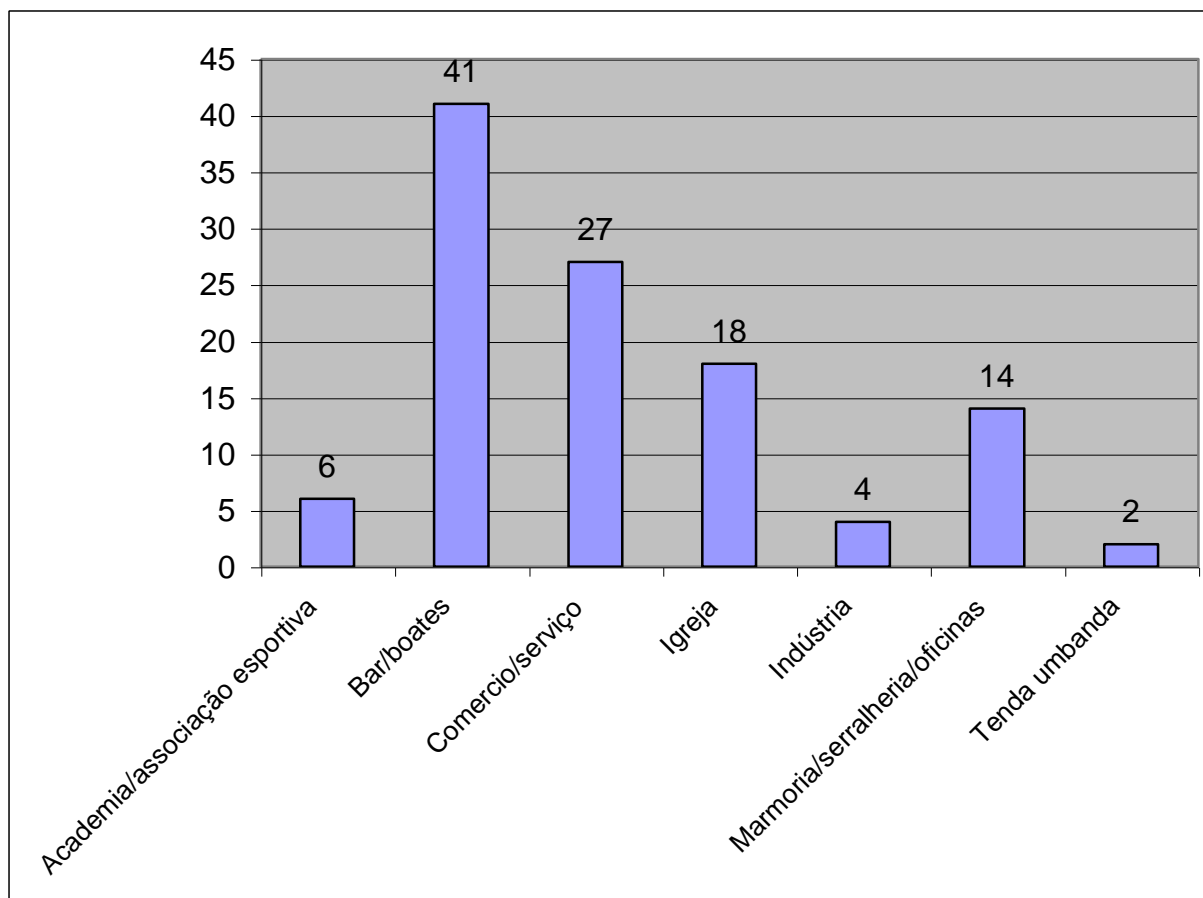


Figura 4. Número total de medições realizadas em função do local/fonte.

Pode-se observar que as queixas da população são, na sua grande maioria, causadas por bares e outros locais com música.

As atividades de comércio, normalmente supermercados e açougues, ocupam o segundo lugar na lista de queixas em função dos motores das câmaras frias.

As igrejas ocupam o terceiro lugar, seguidas por oficinas, marmorarias e serralherias. Todas as 18 (dezoito) igrejas avaliadas apresentavam ruídos acima do nível permitido.

Analisando os relatórios, é possível encontrar lugares onde dois fiscais fizeram a classificação de forma diferenciada. Um dos problemas comuns é que nem sempre é possível identificar o tipo de imóvel localizado nos fundos; em algumas situações, o resultado pode favorecer um lado e prejudicar o outro. Em diferentes relatórios, a área central da cidade é

classificada como: mista predominantemente residencial, mista com vocação comercial e administrativa, e até mesmo como zona industrial.

Este problema não deveria ocorrer na área predominantemente industrial, pois existe apenas uma no município de São José dos Campos, denominada Chácaras Reunidas. Neste bairro estão localizadas diversas indústrias de médio e de pequeno porte. A maioria das grandes indústrias está localizada em áreas ao longo da Rodovia Presidente Dutra e não neste bairro industrial. Possivelmente, este é o motivo pelo qual não foi registrada nenhuma queixa contra essas grandes indústrias, pois não há residências próximas às suas instalações.

7.4. Análise da resposta da comunidade ao ruído

A resposta humana à exposição ao ruído varia de pessoa para pessoa. Um som altíssimo de uma banda de *rock* possivelmente provocará respostas diferentes entre aqueles que gostam e os que desgostam deste tipo de música. O horário da exposição também interfere na percepção do ruído. As pessoas tendem a se irritar mais com ruído durante o período da noite, normalmente reservado para descanso.

A norma ISO R1996:1971, apresentava uma tabela com uma estimativa da resposta da comunidade em função do nível de ruído que excederia o nível de referência. Estes dados são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20: Resposta da comunidade em função do aumento do nível do ruído

Alteração dB(A)	Categoria	Descrição
0	Nenhuma	Nenhuma reação observada
5	Pequena	Reclamações esporádicas a frequentes
10	Média	Reclamações generalizadas
15	Forte	Reação enérgica da comunidade
20	Muito forte	Reação vigorosa e agressiva da comunidade

FONTE: ISO R1996: 1971

Na versão 2003 dessa norma, não consta mais a tabela acima, devido às decisões da ISO de deixar critérios de resposta humana para entidades nacionais e locais, já que envolve

também questões culturais. Entretanto, a classificação apresentada nas versões anteriores continua largamente utilizada e comprovada na avaliação de ruído comunitário.

Utilizando esta tabela e comparando com os valores encontrados nos relatórios, é possível classificar a categoria da reação da comunidade de São José dos Campos.

A Tabela 21 mostra a resposta esperada da comunidade residente em área estritamente residencial.

Tabela 21: Reação da comunidade em zona estritamente residencial

Atividade	Hora	Nível recomendado pela NBR 10151	Nível encontrado	Valor excedente	Reação da comunidade (ISO 1996:1971)
Igreja	21:11	40	44,1	4,1	Nenhuma
Igreja	09:28	50	55,7	5,7	Baixa
Tenda Umbanda	21:30	40	45,0	5,0	Baixa
Igreja	20:59	50	60,0	10,0	Média
Telefonia	05:56	45	35,9	10,9	Média
Telefonia	05:45	35	45,4	10,4	Média
Serralheria	10:03	50	70,3	10,3	Média
Comércio	14:00	40	54,2	14,2	Média
Serralheria	16:31	40	59,9	14,9	Média
Serralheira	14:49	50	61,7	11,7	Forte
Padaria	14:22	50	68,1	18,1	Forte
Igreja	20:58	50	66,5	16,5	Forte
Buffet	02:54	50	58,8	18,8	Forte
Bar	21:46	40	60,8	20,8	Muito forte
Igreja	20:58	40	64,1	24,0	Muito forte
Escola	11:13	50	72,3	22,3	Muito forte
Lavador autos	12:37	35	68,0	33,0	Muito forte
Bar	16:45	50	76,4	26,4	Muito forte
Bar	17:21	50	76,4	26,4	Muito forte
Igreja	20:29	50	75,0	25,0	Muito forte

A Tabela 22 mostra a resposta esperada da comunidade residente em área mista predominantemente residencial.

Tabela 22: Medidas obtidas em área mista predominantemente residencial

Atividade	Hora	Nível recomendado pela NBR 10151	Nível encontrado	Valor excedente	Reação da comunidade (ISO 1996:1971)
Telefonia	02:06	35	38,0	3,0	Nenhuma
Comércio	17:21	55	59,8	4,8	Nenhuma
Clínica	17:08	55	54,0	4,0	Nenhuma
Bar	01:28	40	42,0	2,0	Nenhuma
Indústria	23:35	40	46,3	6,3	Baixa
Comércio	15:49	45	53,4	8,4	Baixa
Boate	01:57	35	39,0	4,0	Baixa
Boate B	01:42	40	46,0	6,0	Baixa
Escritório	16:07	50	55,1	5,1	Baixa
Escritório	09:28	45	57,0	12,0	Média
Bar	00:32	50	61,4	11,4	Média
Indústria	23:01	50	63,8	13,8	Média
Boate B	23:00	50	63,1	13,1	Média
Boate B	02:01	35	46,0	11,0	Média
Igreja	21:46	45	59,0	14,0	Média
Serralheria	08:36	45	58,0	13,0	Média
Serralheria	14:21	45	57,0	12,0	Média
Gráfica	14:47	45	61,0	16,0	Forte
Boate B	01:30	50	67,0	17,0	Forte
Boate B	00:21	50	68,8	18,8	Forte
Escritório	14:47	45	61,0	16,0	Forte
Boate B	02:09	50	68,0	18,0	Forte
Igreja	09:35	55	70,1	15,1	Forte
Comércio	23:36	45	63,0	18,0	Forte
Serralheria	10:15	45	63,0	18,0	Forte
Comércio	10:11	45	60,0	15,0	Forte
Indústria	20:44	50	67,6	17,6	Forte
Bar	02:30	50	73,8	23,8	Muito forte
Serralheria	10:15	55	80,4	25,4	Muito forte
Boate B	00:31	50	71,0	21,0	Muito forte
Boate B	23:59	50	71,0	21,0	Muito forte
Igreja	19:32	45	65,0	20,0	Muito forte
Igreja	22:13	35	65,0	30,0	Muito forte
Tenda Umbanda	18:01	40	63,0	23,0	Muito forte

Igreja	19:00	45	70,0	25,0	Muito forte
Serralheria	12:45	55	70,0	25,0	Muito forte

A Tabela 23 mostra a resposta esperada da comunidade residente em área mista com vocação comercial.

Tabela 23: Medidas obtidas em área mista com vocação comercial

Atividade	Hora	Nível recomendado pela NBR 10151	Nível encontrado	Valor excedente	Reação da comunidade (ISO 1996:1971)
Igreja	20:03	55	58,3	3,3	Nenhuma
Bar	01:41	60	64,5	4,5	Nenhuma
Bar	17:32	60	61,4	1,4	Nenhuma
Serralheria	15:07	60	62,3	2,3	Nenhuma
Comércio	19:30	50	57,0	7,0	Baixa
Marmoraria	14:38	50	55,0	5,0	Baixa
Marmoraria	10:22	60	65,2	5,2	Baixa
Boate	01:55	55	63,0	8,0	Baixa
Bar	01:00	55	61,0	6,0	Baixa
Boate	00:43	40	46	6,0	Baixa
Lavador de autos	11:00	50	57,0	7,0	Baixa
Restaurante	03:00	55	66,1	11,1	Média
Serralheria	10:59	55	66,0	11,0	Média
Bar	08:59	60	69,6	9,6	Média
Academia	12:05	50	63,8	13,8	Média
Igreja	20:32	45	55,2	10,2	Média
Pizzaria	03:58	55	66,6	11,6	Média
Açougue	22:28	40	51,2	11,2	Média
Bar	01:43	55	65,3	10,3	Média
Bar	23:03	55	66,0	11,0	Média
Evento ao ar livre	12:11	60	73,0	13,0	Média
Igreja	19:49	60	73,2	13,2	Média
Academia	21:48	50	60,9	10,9	Média
Boate	01:28	35	50	15,0	Forte
Bar	20:53	55	60,0	15,0	Forte
Boate	21:54	50	66,0	16,0	Forte
Oficina	15:18	45	61,0	16,0	Forte
Igreja	20:32	50	68,1	18,1	Forte
Bar	01:11	40	56,6	16,5	Forte
Bar	01:02	40	56,6	16,5	Forte
Igreja	20:12	50	66,3	16,3	Forte

Igreja	20:32	45	62,0	17,0	Forte
Academia	23:47	55	72,3	17,0	Forte
Clube	22:50	55	78,7	23,7	Muito forte
Bar	22:20	55	75,0	20,0	Muito forte

No total, 92 medidas apresentaram níveis acima dos critérios da norma 10.151. Dessas, 75% (setenta e cinco por cento) estavam mais de 10 dBA acima desses critérios o que de acordo com a tabela da ISO R1996:1971 provocaria na população uma reação de média a muito forte (ver Figura 5).

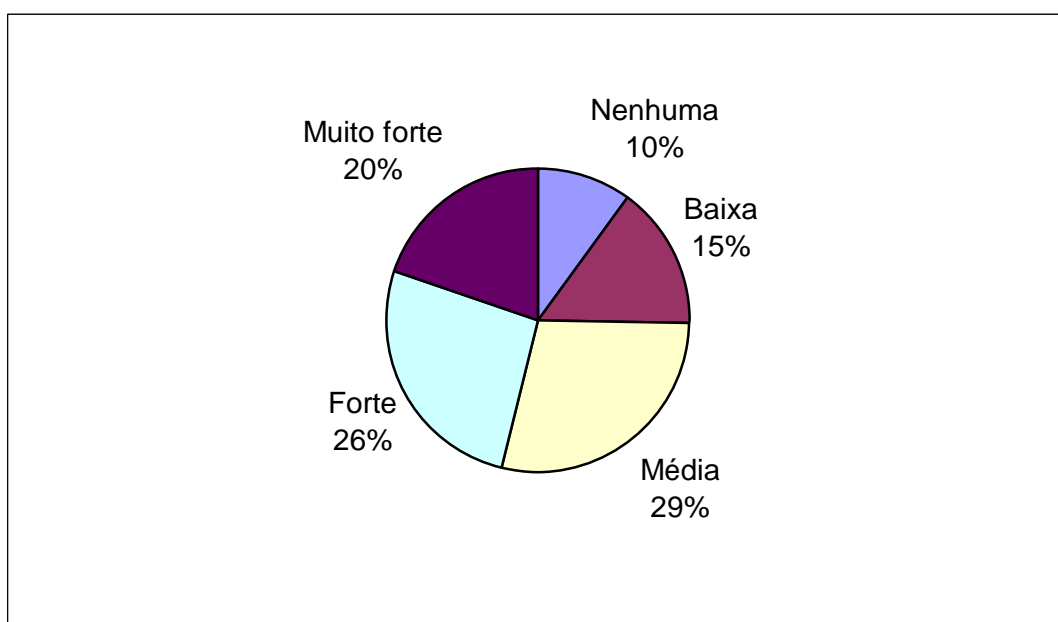


Figura 5. Reação da comunidade da população de São José dos Campos.

Em função do local, pode-se observar, por exemplo, que algumas igrejas apresentaram níveis de ruído mais de 25 dB(A) acima do limite. Seis igrejas apresentaram níveis mais de 20 dB(A) acima do permitido. Todas, com apenas uma exceção, apresentavam níveis de ruído 10 dB(A) acima do limite.

Nos locais com música ao vivo, a situação é semelhante. Mais de 70% desses apresentaram um nível mais de 10 dB(A) acima do limite permitido. Ocorreram situações onde o nível permitido era de 50 dB(A) e foi obtido um valor de 74 dB(A) em plena madrugada, nível que não é permitido nem mesmo em horário diurno em zona residencial. Em diversas medições, o nível medido em bares ultrapassava o limite em mais de 20 dB(A).

A situação é a mesma nas serralherias e oficinas. Algumas serralherias apresentaram 30 dB(A) acima do permitido. A grande maioria apresentou medidas acima de 60 dB(A) no limite permitido. Foram encontradas serralherias que apresentaram níveis de até 80 dB(A), limite não permitido nem em área estritamente industrial.

7.5. Análise das medições efetuadas com janela aberta e janela fechada

A NBR 10151:2000 apresenta uma tabela com níveis de critérios para ambientes externos. Entretanto, a norma estabelece que o nível de critério para ambiente interno é o nível indicado na tabela mencionada com a correção de -10 dB(A) e de -15 dB(A) para janela fechada considerando desta forma que as janelas fechadas ofereçam uma atenuação de pelo menos 5 decibels.

A Tabela 24 apresenta todos os valores onde foram efetuadas as medições com janela aberta e com janela fechada. Foram desprezadas as medições efetuadas apenas no exterior.

Tabela 24: Níveis de ruído em locais com janela aberta e janela fechada

Atividade	Critérios e medição				Diferença de valor com janela aberta e fechada
	Janela aberta		Janela fechada		
Clínica	45	42,0	40	41,0	1,0
Tenda Umbanda	45	63,0	40	62,0	1,0
Oficina	50	61,2	45	61,0	1,2
Bar	45	59,4	40	56,6	2,8
Serralheria	45	59,0	40	56	3,0
Boate	40	42,0	35	39,0	3,0
Serralheria	45	57,0	40	54,0	3,0
Serralheria	45	59,0	40	56,0	3,0
Telefonia	40	41,0	35	38,0	3,0
Igreja	40	65,0	35	62,0	3,0
Boate	45	43,5	40	40,0	3,5
Marmoraria	50	51,8	45	48,2	3,6
Boate	40	58,0	35	54,0	4,0
Bar	45	38,5	40	34,3	4,2
Escritório	45	57,0	40	52,0	5,0
Marmoraria	50	55,0	45	49,9	5,1
Comércio	40	54,2	35	49,1	5,1
Comércio	45	53,4	40	48,1	5,3
Boate B	40	61,0	35	55,0	6,0
Comércio	50	57,0	45	50,6	6,4
Igreja	40	72,0	35	65,0	7,0
Serralheria	45	63,0	40	56,0	7,0
Igreja	40	44,1	35	36,9	7,2
Igreja	40	64,1	35	56,6	7,5
Igreja	40	64,1	35	56,6	7,5
Indústria	45	42,9	40	35,3	7,6
Serralheria	45	58,0	40	50,0	8,0
Lavador de autos	50	57,0	45	48,0	9,0
Comércio	45	63,0	40	54,0	9,0
Serralheria	40	59,9	35	50,2	9,7
Lavador de autos	40	58,0	35	48,0	10,0
Academia	45	45,0	40	34,0	11,0
Boate B	40	46,0	35	34,9	11,1
Academia	50	60,9	45	48,6	12,3
Igreja	45	55,0	40	41,7	13,3
Bar	45	55,0	40	41,0	14,0
Igreja	45	65,0	40	51,0	14,0
Igreja	45	59,0	40	44,0	15,0
Academia	50	63,8	45	48,4	15,4
Igreja	45	70,0	40	53,0	17,0
Comércio	45	60,0	50	40,0	20,0

Com os valores da Tabela 24, se calculada a média geométrica da diferença encontrada entre as medições obtidas com janela aberta e fechada é possível encontrar um valor de aproximadamente 5,9. Entretanto, de um total de 41 (quarenta e uma) medições, em 14 (quatorze), ou seja, em 24%, foi encontrado um valor menor que 5 (cinco).

Como nos relatórios analisados não existem informações sobre as características das janelas em questão não é possível concluir sobre a isolamento de diferentes tipos de janelas e nem se o incomodo provocado dentro do recinto depende da natureza da fonte.

8. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Tendo em vista os dados levantados e, o estudo realizado do procedimento utilizado nas avaliações realizadas pela Prefeitura de São José dos Campos é possível tecer algumas considerações finais importantes bem como apontar aspectos positivos e controversos no procedimento adotado pelos fiscais.

8.1. Os pontos positivos no procedimento adotado pela Prefeitura

Diversos aspectos dos procedimentos adotados pelos fiscais estão de acordo com o recomendado pela norma NBR 10151.

Os instrumentos utilizados são de boa qualidade, de fabricante conhecido mundialmente (Brüel Kjør), são do tipo 1 (de precisão), e são devidamente calibrados pelo INMETRO a cada dois anos.

Outro ponto importante é que as medições são feitas nos locais indicados pelo reclamante, na medida do possível. Em algumas situações o reclamante não foi encontrado no horário da medição.

O relatório final atende às diversas exigências do item “7 – Relatório” do ensaio sugerido pela norma, a saber: a marca, modelo e número de série dos equipamentos; a data e o número do último certificado de calibração dos equipamentos; o horário e a duração das medições do ruído; o nível de pressão sonora corrigido, L_c .

Além desses dados, é anexado também o gráfico fornecido pelo equipamento com os resultados dos valores encontrados e a conclusão se o nível encontrado atende ou não o determinado para a área.

8.2. Pontos controversos no procedimento adotado pela Prefeitura

Alguns pontos adotados pelos fiscais podem ser considerados em desacordo com o sugerido pela norma. A questão é: qual a importância dos mesmos e a sua influência no resultado encontrado? Estes pontos podem ser objetos de estudos futuros.

Um aspecto importante a ser comentado é sobre o procedimento de calibração, que deve ser realizado no medidor de nível de pressão sonora antes de cada medição. De acordo com a fiscalização, como a prefeitura possui dois desses aparelhos, a calibração não é realizada utilizando-se o calibrador acústico; ela é conferida ligando-se os dois medidores de nível de pressão sonora simultaneamente para medir a mesma fonte. Se os valores forem os mesmos, os aparelhos são considerados calibrados. Este procedimento não está correto uma vez que a norma recomenda que uma verificação e um eventual ajuste do ganho do medidor de nível de pressão sonora sejam feitos com o calibrador acústico, imediatamente antes e após cada medição. Este é o procedimento que deveria ser seguido pelos fiscais uma vez que os instrumentos utilizados são sensíveis e sujeitos a variações.

Também não é realizado arredondamento dos resultados das medidas como recomendado pela norma, no item 5.1, onde é estabelecido que os valores medidos do nível de pressão sonora devam ser aproximados ao valor inteiro mais próximo. Este é um procedimento apropriado, já que a incerteza da medição é da ordem de ± 1 dB. Entretanto, em se tratando de situações onde o nível medido está muito próximo ao NCA, as regras de arredondamento podem provocar um mal-entendido entre as partes litigantes. Apesar de ser um item que não é atendido, este ponto não pode ser considerado por si só como negativo. A própria norma poderia ser mais inambígua no tratamento de arredondamento, incertezas e atendimento aos valores de NCA.

A norma recomenda também que as condições de realização das medições para evitar interferências de paredes e superfícies refletoras devem ser observadas sugerindo as distâncias mínimas que devem ser tomadas e, na impossibilidade de atender alguma das recomendações propostas, a situação encontrada deverá constar no relatório. Foram acompanhadas algumas medições onde havia interferência, mas a recomendação não foi seguida em nenhum dos relatórios dos anos de 2003 e 2004. Esta situação de interferência deveria fazer parte do relatório e seria recomendado haver um comentário no próprio corpo do laudo a ser preenchido.

Nas medições em ambientes internos, a norma recomenda que os níveis de pressão sonora sejam o resultado da média aritmética dos valores medidos em pelo menos três posições distintas, sempre que possível, afastadas entre si pelo menos em 0,5 m (meio metro). O atendimento a este item não pôde ser observado nos relatórios das medições, ou por não ter sido realizado, ou por simplesmente não ter sido citado.

Em nenhum dos relatórios foi encontrada a caracterização de ruído do tipo de impacto ou com componentes tonais.

Nos relatórios, não consta a natureza da atividade exercida pela empresa que provocou a reclamação. Se este ponto fosse acrescido nos relatórios os futuros trabalhos de levantamento de tipos de fonte seriam facilitados.

Os relatórios tampouco são numerados, de forma que não é possível rastrear o documento dentro do processo, nem verificar se algum relatório foi extraviado.

O ponto mais crítico, entretanto, é a definição do tipo de área de localização do imóvel avaliado para a determinação do nível de critério. Os fiscais não utilizam a lei de zoneamento da cidade, sendo que a definição do tipo de área é determinada levando em conta o tipo de imóvel que existe no entorno, conforme foi explicado neste trabalho no item 6.3.1. Em alguns casos, o enquadramento está em desacordo com a lei de zoneamento, sendo possível encontrar dois laudos com enquadramento em zonas diferentes. Nossa sugestão é que deve ser utilizada a lei de zoneamento da cidade e que a classificação das zonas sejam sempre atualizadas pelas autoridades.

8.3. Análise do ruído ambiental em São José dos Campos

Os relatórios analisados permitem identificar as principais fontes geradoras de queixa por poluição sonora na comunidade de São José dos Campos. Atividades comerciais instaladas em áreas mistas são a maior fonte de reclamações da comunidade seguida de perto por locais com músicas.

Em função do crescimento de pontos de entretenimento como bares e restaurantes com música ao vivo, não surpreende que estes representem um dos principais focos de reclamações por parte da população. A maioria quase absoluta das medições realizadas em bares e boates apresentou resultados acima do limite permitido.

Pontos comerciais que utilizam compressores para manter câmaras frias aparecem na lista das reclamações com níveis de até 15 dB(A) além do permitido. Ações simples de enclausramento destes motores podem ser facilmente implantadas, mas, mesmo em grandes redes de supermercado, ações para correção dos problemas somente são tomadas após a autuação do local pela Prefeitura.

A utilização da tabela sugerida pela ISO R1996:1971 da estimativa da resposta da comunidade em função do nível de ruído que excederia o nível demonstra que a população, na grande maioria das vezes, está com a razão e, que esta tabela pode ser utilizada em estudos de estimativa de resposta da comunidade. Entretanto, neste estudo faltaram informações da Prefeitura que permitiram avaliar o tipo e o grau de resposta da comunidade (número de reclamações, processos na justiça, etc).

8.4. A utilização da norma NBR 10151

Todo o procedimento adotado pelos fiscais na Prefeitura é embasado em um treinamento oferecido pela CETESB onde o texto da norma NBR 10151 é referenciado (esta autora não pode ter acesso a esta apostila distribuída no treinamento).

Legalmente a questão esta correta em atendimento ao estabelecido pela Resolução CONAMA 01/90. Por este motivo, esta norma é de muita importância, pois pode gerar consequências de grande peso principalmente em questões de litígio. Empresas podem ser autuadas, interditadas e até fechadas se não atenderem o limite estabelecido pela referida norma.

Por se tratar de um texto técnico, a norma é facilmente interpretada por profissionais qualificados. Os limites estabelecidos atendem os parâmetros internacionais. Os estudos apresentados neste trabalho sobre a resposta da comunidade também contribuem para esta conclusão. Falta a Prefeitura implementar um sistema da qualidade dentro do qual serão sanadas as eventuais não conformidades.

Entretanto, a norma deveria apenas se limitar ao campo da avaliação do ruído externo deixando talvez para a norma NBR 10152 para ser utilizada na avaliação do ruído interno, pois este depende não apenas da fonte geradora mais das características de desempenho da edificação em questão. Também evitaria algumas diferenças entre os valores estabelecidas pelas duas normas.

8.5. Análise da atenuação apresentado pelas janelas

Quando a NBR 10151 recomenda considerar em 5 dB o valor de atenuação esperado para uma janela fechada ela está considerando as qualidades físicas das janelas em relação ao

nível de atenuação oferecido pelas mesmas, ou seja, as características de desempenho acústico da mesma.

Nos laudos avaliados do município de São José dos Campos, foi possível concluir que o nível de 5 dB recomendado pela norma não é atendido por aproximadamente 25% das residências avaliadas. Talvez este dado possa servir para futuras revisões da norma.

Uma vez que a norma NBR 10151 é utilizada, no município de São José dos Campos, para avaliar o incômodo causado por uma fonte externa de ruído, para esta aplicação deveria ser recomendado que as medições fossem realizadas somente na parte externa. Desta forma estaria sendo avaliado o nível de ruído gerado pela fonte que gerou a reclamação e não o desempenho acústico da janela da pessoa que reclamou.

8.6. Considerações finais

Os relatórios avaliados foram de grande utilidade principalmente para identificar as principais fontes de reclamação da comunidade de São José dos Campos e, avaliar o procedimento utilizado pelos fiscais.

Como sugestão para a prefeitura, sendo que alguns itens já foram mencionados no corpo deste trabalho, alguns outros podem ser destacados: os fiscais devem realizar a calibração dos instrumentos antes e depois de cada medição utilizando o calibrador apropriado, os relatórios devem ser numerados, as medições devem ser realizadas preferencialmente no lado externo ao local de geração do ruído.

Com relação aos alvarás de funcionamento para atividades de comércio que utilizem ar comprimido e, locais com música, estes devem ser mais rigorosos e não serem permitidos o início das atividades destes locais sem as medidas de mitigação previstas na legislação municipal.

Algumas questões importantes devem ser levantadas: como estes estabelecimentos conseguem o alvará de funcionamento sem a implantação da medida mitigadora prevista na lei de zoneamento municipal? Como igrejas e academias com lotação superior a 100 (cem) pessoas conseguem se estabelecer em zonas estritamente residenciais, contrariando o disposto na mesma lei?

A maioria das pessoas procura bairros que tenham “algum comércio” próximo, para “facilitar a vida”. Entretanto, esta população mais tarde se queixa do ruído provocado por essas facilidades. Este aspecto serve de embasamento para o estudo de planejamento urbano.

Onde está o problema: na população que busca facilitar suas necessidades diárias ou no órgão público que libera indiscriminadamente alvarás de funcionamento sem que as medidas mitigadoras do ruído que possa ser gerado estejam implantadas?

Quando a prefeitura libera o funcionamento de um comércio ou serviço que fará uso de compressor, ou de bares com música ao vivo sem um laudo de ruído preliminar, estará criada, com certeza, uma situação para futuras reclamações da população vizinha.

Também, devem ser previstas ações de conscientização junto aos infratores, com informações sobre o prejuízo que o som elevado acarreta aos clientes, aos próprios funcionários e à vizinhança.

Com relação à norma NBR 10151, pode-se concluir que a mesma é uma ferramenta útil para esta aplicação, mas, a mesma deveria ser utilizada apenas para avaliação de ruído externo e não deveria recomendar a medição em locais internos.

Trabalhos futuros são necessários, por exemplo, devem ser definidas quais influências que possam existir por parte dos diferentes parâmetros de medição, tais como as distâncias que devem ser obedecidas, o tempo de aquisição da medição, a influência da posição do operador, entre outros.

Lacunas apontadas neste trabalho poderiam ser preenchidas pelo registro de maiores informações associadas aos relatórios emitidos, sem necessariamente incluí-las no relatório. São a falta de informações sobre o grau, número e tipo de reclamação e a falta de informações sobre as características das janelas. O primeiro permitiria um estudo de comprovação ou ajuste da estimativa de resposta da comunidade da norma ISO R1996 (vide tabela 20); o segundo permitiria avaliar o incômodo de diferentes tipos de ruído e avaliar os tipos de janela – conclusões essas de interesse para os moradores e para as construtoras.

A comunidade também deve ser conscientizada, por meio do poder público, sobre os males que podem ser causados pela exposição a ruído e, ser despertada quanto aos seus direitos de reivindicar e impor mudanças na cidade, promovendo um controle da poluição sonora e, conseqüentemente, melhorando a qualidade de vida de todos.

Neste trabalho não se pretendeu esgotar o assunto, mas principalmente buscou-se oferecer ajuda na realização de avaliações do incomodo causado por diferentes fontes à população de São José dos Campos.

Esta população deve ser devidamente protegida e ações para melhorar a qualidade de vida das pessoas devem ser priorizadas. O progresso não pode ser utilizado como justificativa para que o nível de poluição sonora em nossas cidades seja cada vez mais elevado.

A população não deve se emudecer e, neste caso, espera-se que a comunidade reclame cada vez mais alto.

REFERÊNCIAS

ALVARES, P. A. S.; PIMENTEL-SOUZA, F. **A Poluição Sonora em Belo Horizonte**. Revista de Acústica e Vibrações, 10: 22-42. ASDA (Ed.), 1990.

ARAÚJO, G. M.; REGAZZI, R.D. **Perícia e avaliação de calor passo a passo: teoria e prática.**, Rio de Janeiro: [s.n.], 1999. 335p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento**. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 10151: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento**. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 1987.

ATLAS. **Segurança e Medicina do Trabalho: Manuais de legislação Atlas**. 52a. ed. São Paulo: Equipe Atlas (Ed.). Editora Atlas S.A., 2003. 715p.

BERGLUND, B; LINDVALL, T. **Community Noise**. Printed by James Snabbtryck, Stockholm, Sweden, 1995. Disponível em: <www.elaw.org/assets/pdf/noise1.pdf>. Acesso em 2 ago. 2004.

BERGLUND, B.; LINDVALL, T.; SCHWELA, D. H. **Guidelines for community noise**. World Health Organization, Genebra, 1995 . Disponível em: <<http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>> . Acesso em 11 mar. 2005.

BOCK, L. E CENTOFANTI, M. Poluição sonora – cidade do barulho, **Revista Veja São Paulo**, São Paulo, 21 de jul. 2004, editora Abril, ano 37, número 29, pág. 12 a 18.

BORTOLI, P. S. **Análise da poluição sonora urbana em zoneamento distintos da cidade de Curitiba**. 2002. 103f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2002. Disponível em: <<http://www.ppgte.cefetpr.br/dissertacoes/2002/bortoli.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2003.

BRASIL. Decreto-lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941. Lei das contravenções penais. Disponível em: <www.chegadebarulho.com>. Acesso em 2 fev. 2004.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <www.chegadebarulho.com>. Acesso em 2 fev. 2004.

BRAZ, S. **Estudo do sono e seus distúrbios numa amostra probabilística da cidade de São Paulo**. 150p. 1988. Tese (Doutorado) – Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1988.

CAMPOS, A. C. A.; CERQUEIRA, E. A.; SATTLE, M. A. **Ruídos urbanos na cidade de Feira de Santana**. Sitientibus, Revista da Universidade Estadual de Feira de Santana, n. 28, p.21-35, jan./jun., 2003. Disponível em: <http://www.uefs.br/sitientibus/tec_28/ruídos_urbanos.pdf>. Acesso em 20 nov. 2004.

CARNEIRO, W. W. M. **Perturbações sonoras nas edificações urbanas**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 3 ed., 2004. 330p.

FERNANDES, J. C. **Acústica e ruídos**. Apostila desenvolvida para os cursos da Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Mecânica – Laboratório de Acústica e Vibrações. Set 2002. Disponível em <<http://www.saudeetrabalho.com.br/downloads-diversos.htm>>. Acesso em 16 ago. 2003.

FERREIRA JUNIOR, M. **PAIR – Perda Auditiva Induzida por Ruído – Bom Senso e Consenso**. São Paulo: VK, 1998.

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – **Norma de Higiene Ocupacional – procedimento técnico – avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. 2001. São Paulo, 2001.

GERGES, Samir N. y. **Ruído: Fundamento e controle**. 2 ed. Florianópolis: NR, 2000. 676 p.

HARRIS, C. M. **Handbook of noise control**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1957. cap. 35.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Relatório do ano de 2000. Brasília, 2000**.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO: Recommendation ISO R1996. **Acoustics – Assessment of noise with respect to community response**. Geneva, 1971.

JUNIOR, A. **São José dos Campos e sua história.** Primeiro prêmio do Concurso “Cassiano Ricardo” promovido pela Prefeitura Municipal. 1ª ed. São José dos Campos:[s.n.]. 1978.

KWITKO, A. **Coletânea n. 1: pair, paio, ruído, epi, epc, pca, cat, perícias, reparação e outros tópicos sobre audiologia ocupacional.** São Paulo: LTR, 2001. 144p.

MASCHKE, C.; NIEMANN, H. **Health effects of neighbourhood noise induced annoyance.** In: The 2005 International Congress and Exposition on Noise Control Engineering. Rio de Janeiro, Anais, 2005. CD-ROM.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente: doutrina, prática, jurisprudência, glossário.** 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001. 783p.

PIMENTEL-SOUZA, F. **Efeitos da poluição sonora no sono e na saúde em geral – ênfase urbana,** Revista Brasileira de Acústica e Vibrações, 10:12-22, 1992.

PROGRAMA SILÊNCIO – SELO RUÍDO. **Programa Silêncio – Selo Ruído.** Disponível em: <<http://www.unilivre.org.br/centro/experiencias/experiencias/308.html>> Acesso em: 16 ago. 2003.

Resolução CONAMA nº 18 de 06 de maio de 1986. **Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE.** Disponível em: <www.mma.gov.br/conama/res/res86/res1886.html>. Acesso em 2. fev. 2004.

Resolução CONAMA nº 01 de 08 de março de 1990. **Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos, das atividades industriais.** Disponível em: <www.mma.gov.br/conama/res/res90/res0190.html>. Acesso em 2. fev. 2004.

Resolução CONAMA nº 02 de 08 de março de 1990. **Dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – Silêncio.** Disponível em: <www.mma.gov.br/conama/res/res90/res0290.html>. Acesso em 2. fev. 2004.

Resolução CONAMA nº 020 de 07 de setembro de 1994. **Institui o Selo Ruído, como forma de indicação do nível de potência sonora, de uso obrigatório para aparelhos eletrodomésticos.** Disponível em: <www.mma.gov.br/conama/res/res94/res2094.html>. Acesso em 2. fev. 2004.

Resolução CONAMA n° 001 de 01 de fevereiro de 1993. **Estabelece, para os veículos automotores nacionais e importados, exceto motocicleta, motonetas, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados, limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e na condição parado.** Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res92/res0192.html>. Acesso em 2. fev. 2004.

ROCHA, J. C. S. **Direito ambiental e meio ambiente do trabalho: dano, prevenção e proteção jurídica.** São Paulo: LTR, 1997. 117p.

SANTOS, U. P. (Org.). **Ruído: riscos e prevenção.** São Paulo: Hucitec, 1996.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Lei Complementar n°. 165, de 15 de dezembro de 1997 que dispõe sobre a ordenação do território mediante controle do parcelamento, do uso e da ocupação do solo do Município. Disponível em: <http://www.sjc.sp.gov.br/downloads/legislacao/LEI165_zoneamento.pdf>. Acesso em 3 out. 2003.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Lei Complementar n° 172, de 09 de julho de 1998 que permite a instalação de atividades econômicas de pequeno porte e de âmbito doméstico em edificações residenciais. Disponível em: <<http://www.sjc.sp.gov.br/downloads/legislacao/LC172.pdf>>. Acesso em 3 out. 2003.

SÃO PAULO (Cidade). Lei n°. 8.106, de 30 de agosto de 1974. Disponível em: <www.chegadebarulho.com>. Acesso em 2 fev. 2004.

SÃO PAULO (Cidade). Lei n° 11.501, de 11 de abril de 1994. Dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora; impõe penalidades, e dá outras providências. Disponível em: <www.chegadebarulho.com>. Acesso em 2 fev. 2004.

SÃO PAULO (Cidade). Decreto n°. 34.569, de 6 de outubro de 1994. Institui o Programa Silêncio Urbano – PSIU visando controlar e fiscalizar o ruído excessivo. Disponível em: <www.chegadebarulho.com>. Acesso em 2 fev. 2004.

SÃO PAULO (Cidade). Lei n.º 11.780, de 30 de maio de 1995. Dispõe sobre as obrigações do Poder Público Municipal e dos proprietários ou incorporadores de edificações, no controle da poluição sonora do Município de São Paulo, e dá outras providências. Disponível em: <www.chegadebarulho.com>. Acesso em 2 fev. 2004.

SÃO PAULO (Cidade). Lei nº. 11.804, de 19 de junho de 1995. Dispõe sobre avaliação da aceitabilidade de ruídos na cidade de São Paulo, visando o conforto da comunidade. Disponível em: <www.chegadebarulho.com>. Acesso em 2 fev. 2004.

SÃO PAULO (Cidade). Lei nº. 11.986, de 16 de janeiro de 1996. que dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora; impõe penalidades, e dá outras providências. Disponível em: <www.chegadebarulho.com>. Acesso em 2 fev. 2004.

SÃO PAULO (Cidade). Decreto nº. 35.928, de 6 de março de 1996. Reestrutura o Programa Silêncio Urbano – PSIU. Disponível em: <www.chegadebarulho.com>. Acesso em 2 fev. 2004.

SILVA, V. G. **Legislação ambiental comentada**. Belo Horizonte: Fórum, 2002. 278p.

SMITH, A.; NUTT, D.; WILSON, S.; RICH, N.; HAYWARD, S.; HEATHERLEY, S. **Noise and Insomnia: a study of community noise exposure**. Published: 18/11/2002. <http://www.dh.gov.uk/PolicyAndGuidance/HealthAndSocialCareTopics/NoisePollution/NoisePollutionGeneralInformation/NoisePollutionGeneralArticle/fs/en?CONTENT_ID=4031971&chk=ChjYP6>. Acesso em 12 mar. 2005.

SOUZA, H. M. M. R. **Análise experimental dos níveis de ruído produzido por peça de mão de alta rotação em consultórios odontológicos: possibilidade de humanização do posto de trabalho do cirurgião dentista**. Tese (Doutorado) – Escola Nacional de Saúde, Pública Fundação Oswaldo Cruz, 1998. Rio de Janeiro, 121p. Disponível em: <http://portaldeseres.cict.fiocruz.br/transf.php?script=thes_cover&id=000107&lng=pt&nrm=iso> Acesso em: 2. fev. 2005.

TAVARES, B.; DINIZ, L. SP é a quarta no ranking mundial do barulho. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 4 out. 2004, C1.

ZANNIN, P. H.; CALIXTO A.; DINIZ, F. B.; FERREIRA J. A.; SCHUHLE R. B. **Annoyance caused by urban noise to the citizens of Curitiba, Brazil**. Rev. Saúde Pública, 2002 Aug; 36(4):521-4. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=12364928&dopt=Abstract>. Acesso em 27 jun. 2005.

