



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL,
ARQUITETURA E URBANISMO**

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA NORMA DE RUÍDO AMBIENTAL EM
MUNICÍPIOS DA REGIÃO DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA**

DULCE CLAUDIA JOSÉ VIANA DOS SANTOS

Campinas, SP
2004



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

ARQUITETURA E URBANISMO

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA NORMA DE RUÍDO
AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS DA REGIÃO DE SÃO
JOÃO DA BOA VISTA**

DULCE CLAUDIA JOSÉ VIANA DOS SANTOS

Orientadora: **Prof^a. Dr^a. STELAMARIS ROLLA BERTOLI**

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Edificações.

Campinas, SP.
2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Sa59a Santos, Dulce Claudia Jose Viana dos
Avaliação da aplicação da norma de ruído ambiental
em municípios da região de São João da Boa Vista /
Dulce Claudia Jose Viana dos Santos.--Campinas, SP:
[s.n.], 2004.

Orientador: Stelamaris Rolla Bertoli.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo.

1. Poluição sonora. 2. Ruído urbano. 3. Ruído. 4.
Ruído medição. I. Bertoli, Stelamaris Rolla. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Titulo em Inglês: Evaluation of environmental noise standard applied in cities around
São João da Boa Vista- SP

Palavras-chave em Inglês: Noise pollution, Urban noise, Noise e Noise Measurement

Área de concentração: Edificações.

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Lucila Chebel Labaki, Marcio Henrique de Avelar Gomes e Jose
Geraldo Querido

Data da defesa: 21/012/2004



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL,
ARQUITETURA E URBANISMO

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA NORMA DE RUÍDO
AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS DA REGIÃO DE SÃO JOÃO
DA BOA VISTA**

DULCE CLAUDIA JOSÉ VIANA

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Handwritten signature of Stelamaris Rolla Bertoli.

Prof.^a Dr.^a STELAMARIS ROLLA BERTOLI.
Presidente e Orientadora / UNICAMP

Handwritten signature of Lucila Chebel Labaki.

Prof.^a Dr.^a LUCILA CHEBEL LABAKI.
UNICAMP

Handwritten signature of Marcio Henrique de Avelar Gomes.

Prof. Dr. MÁRCIO HENRIQUÊ DE AVELAR GOMES
UNICAMP

Handwritten signature of José Geraldo Querido.

Prof. Dr. JOSÉ GERALDO QUERIDO
UNITAU

Campinas, 21 de dezembro de 2004.

Aos meus pais Dulce e Cláudio que me ensinaram a lutar por uma vida melhor e nunca esmorecer. Ao meu marido Antonio Carlos que me acompanhou dia a dia nesta trajetória, e aos meus queridos filhos Susan e Leonardo pelo incentivo e compreensão.

AGRADECIMENTOS

DEUS em sua grandeza e misericórdia por ter permitido mais este estudo.

À Profª Drª Stelamaris Bertoli Rolla pela paciência, orientação, companheirismo e entusiasmo.

As minhas queridas irmãs Ivone Silvia e Maria Antonieta que tanto me incentivaram.

Aos Dirigentes da Superintendência da Polícia Técnico-Científica pelo apoio e incentivo ao presente estudo.

Aos meus amigos Peritos Criminais Maria Cristina Peres e Gilberto José Hussar pelo incentivo na realização deste trabalho, apoio e amizade.

Aos meus amigos da Equipe de Perícias Criminalísticas de São João da Boa Vista pelo grande aprendizado da convivência do dia a dia: Antonio, Edson, Elizabete, Maria Luísa, Marcelo, Pedro, Willian, Ester, Rose, Cruz, Lourival, Marcos, Marcelo Scoassado, Pedro Cruz, Nelson e Celso.

Aos Desenhistas Técnicos Periciais Romeu P. Buzon e Jarbas Genova pelos inestimáveis auxílios durante as medições e na área de informática.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	07
2.1. Objetivo geral	07
2.2. Objetivo específico	07
3. NOÇÕES FUNDAMENTAIS	08
3.1. Caracterização do som	08
3.2. Propagação do som no ar livre	12
3.2.1 Atenuação de ruído com a distância	12
3.2.2 Barreiras	15
3.2.3 Absorção do ar	16
3.2.4 Condições meteorológicas	16
3.3. Parâmetros para avaliação do ruído ambiental	18
3.4. Equipamentos para avaliação do ruído	21
4. RUÍDO	24
4.1. Ruído ocupacional	25
4.2. Ruído em edificações	27
4.3. Ruído ambiental	30
4.4. Normas brasileiras sobre ruído ambiental	30
5. METODOLOGIA	38
5.1. Escolha do local	40
5.2. Procedimento das medições	41
5.3. Metodologia para avaliação dos resultados de medição	43
6. RESULTADOS: ANÁLISE E DISCUSSÕES	45
6.1. Caracterização da região estudada	45
6.2. Monitoramento das fontes sonoras	50

7. CONCLUSÃO	61
8. TRABALHOS FUTUROS	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	68
APÊNDICE	70
Apêndice A- Questionário enviado às prefeituras	71

LISTAS DE QUADROS

Quadro 3.1	Freqüências utilizadas em medidas acústicas	10
Quadro 4.1	Valores dB(A) e NC recomendados pela NBR 10.152 (1987)	29
Quadro 4.2	Correção dos níveis sonoros medidos em função das características temporais dos níveis sonoros	32
Quadro 4.3	Correção do critério básico para diferentes períodos	32
Quadro 4.4	Correções do critério básico para uso residencial em diferentes zonas	33
Quadro 4.5	Resposta estimativa da comunidade ao ruído	33
Quadro 4.6	Nível critério de avaliação para diferentes tipos de áreas externas	35
Quadro 6.1	Informações populacionais e territoriais sobre as cidades estudadas	46
Quadro 6.2	Levantamento nos municípios sobre controle do ruído	47
Quadro 6.3	Locais avaliados da região de São João da Boa Vista	50
Quadro 6.4	Tipos de fontes sonoras encontradas na região	52
Quadro 6.5	Número de fontes fora dos limites da NBR 10.151(2000)	56
Quadro 6.6	Comparação dos resultados de porcentagem de queixas com a legislação existente nos municípios	58

LISTAS DE FIGURAS

Figura 3.1	Circuitos de compensação A,B,C e D	11
Figura 3.2	Propagação esférica de uma fonte puntual	13
Figura 3.3	Propagação cilíndrica de uma fonte linear	14
Figura 3.4	Efeito da temperatura na propagação sonora ao ar livre	17
Figura 3.5	Caminho das ondas acústicas com o efeito do vento	18
Figura 3.6	Sistema básico para medição de ruído	21
Figura 5.1	Mapa do Estado de São Paulo com destaque para região de São João da Boa Vista	38
Figura 5.2	Municípios da região de São João da Boa Vista.	39
Figura 5.3	Posição dos equipamentos para medições externas conforme NBR 10.151(2000)	42
Figura 5.4	Posição dos equipamentos para medições internas conforme NBR 10.151 (2000)	42
Figura 6.1	Distribuição comparativa das fontes sonoras	53
Figura 6.2	Distribuição comparativa das fontes sonoras avaliadas pela norma	57

LISTAS DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
C	velocidade de propagação do som (m/s)
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
C. F.	Constituição Federal
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
dB	decibel
EIA	Estudo do Impacto Ambiental
EPI	Equipamento de Proteção Individual
<i>f</i>	freqüência em ciclos por segundos (Hz)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	International Organization for Standardization
L_p	nível de pressão sonora
L_{eq}	nível sonoro equivalente em dBA
L_{dn}	nível sonoro médio dia e noite
NR	Normas Regulamentadoras
NC	Noise Criteria
NCA	Nível de Critério de Avaliação para ambientes externos
P (t)	pressão sonora em função do tempo
P₀	pressão sonora de referência
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PPRA	Programa de prevenção de Riscos Ambientais

RESUMO

O ruído aparece como um dos problemas ambientais mais freqüentes nos grandes centros urbanos. As atividades ruidosas estão atingindo também as cidades menores do interior do Estado de São Paulo. Nessas cidades nem sempre existem legislações específicas relacionadas a ruído ou condições técnicas para o controle das fontes ruidosas. Nos casos mais graves as reclamações por incômodo devido a ruído chegam a via judiciária onde um perito é designado para fazer a avaliação do ruído ambiental baseado na norma NBR 10151-Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade. Nesse trabalho o enfoque de ruído ambiental é analisado através do levantamento dos incômodos gerados por fontes sonoras fixas em dezesseis cidades da região da Equipe de Perícias de São João da Boa Vista. As fontes sonoras são identificadas, mensuradas e catalogadas como aceitáveis ou não de acordo com o nível de critério de avaliação da norma NBR 10151. Paralelamente foi levantado junto aos municípios a existência de legislações municipais específicas sobre ruído ambiental e pessoal técnico para avaliação. Os resultados obtidos nesse trabalho indicaram como está sendo tratada a poluição sonora nessas cidades e quais as principais fontes sonoras de incômodo. Verificou-se também que os critérios de avaliação dos ruídos propostos pela Norma são adequados a esses municípios. O trabalho sugere pontos importantes para estabelecimento de uma legislação e procedimentos específicos relativos a ruído para esses municípios.

PALAVRAS-CHAVE: 1. Poluição Sonora , 2.Ruído Ambiental, 3. Ruído em pequenas cidades, 4. Níveis de Ruído.

ABSTRACT

The noise is shown as the most frequent environmental problem in big cities. The noisy activities are getting also in small cities of São Paulo State. In these cities, not always there is a specific legislation about noise or technical conditions of noisy sources control. In the most serious case, the reclamation for annoyance due the noise, gets, at the judicial mean, where an expert is designated to do the evaluation of the environmental noise based in the NBR 10.151 rule- Evaluation of the noise in inhabit areas, aiming the confort of the community. In this paper the main point of the environmental noise is analysed through the survey of the annoyances generated by fixul noise sources into sixteen cities from the region of São João da Boa Vista Criminal Expert team. The noise sources are identified, measured and catalogue as acceptabel or not in accordance to the level of the criterious of evaluation of NBR 10.151 rule. Paralled was raised with the cities the existence of specific municipal legislation about environmental noise and technicals staff (personal) for evaluation. The results obtained in this work indicated how is being treated the noise pollution in these cities and what the major noise source of annoyance is. It had verified if the criterion of evaluation propose by the rule is adequated in the cities. The work suggests important points for the establishment of a specific legislation and special procedures to these municipalities.

Key words: 1. Noise pollution; 2. Environmental noise; 3.Noise in small cities; 4.Noise levels.

INTRODUÇÃO

A trajetória progressista percorrida pela humanidade desde a Revolução Industrial o homem vem interferindo no meio ambiente alterando o equilíbrio ecológico. Somente nas décadas de 70, se apercebeu que as matas estavam parcialmente destruídas, corpos de água poluídos, os solos e minerais degradados e a fauna e flora comprometidas. Neste momento de conscientização da perda maior das condições mínimas de sobrevivência teve início a corrida para a preservação do meio ambiente através de legislações mais atuantes.

Começaram a ser propostos acordos globalizados para tentarem recuperar o ar, a água, o solo, a fauna e a flora. O ano de 1972, quando ocorreu a Conferência de Estocolmo sobre o meio ambiente, foi considerado como o ano em que o direito ambiental passou a ser reconhecido mundialmente (JUNGSTEDT,1999). Esta conferência teve o grande mérito de haver alertado o mundo para os malefícios que a deterioração do ecossistema poderia causar à humanidade como um todo. Começaram a ser implantadas leis e normas que tentam evitar maiores perdas dos recursos naturais, mas foi através da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992 que se votou, por unanimidade, a chamada “Declaração do Rio de Janeiro”, com 27 princípios básicos onde os países selaram o acordo internacional de proteger o meio ambiente. Representantes das várias ciências se uniram e começaram a discutir os projetos não só tecnicamente, mas associados ao conforto ambiental do homem. O que se discute não é só o que se constrói, mas o impacto que a construção causará no meio ambiente sendo o conforto acústico um dos parâmetros avaliados.

Os ordenamentos jurídicos, inclusive o brasileiro, têm avançado no sentido de buscar a proteção do meio ambiente. No Brasil, com a constituição de 1988 (BRASIL, 1988) foi assegurado tratamento nunca antes visto em qualquer Carta Constitucional anterior à matéria ambiental (ROCHA, 1997), com um capítulo específico dedicado ao meio ambiente (Título VIII Capítulo IV) que diz:

“Art.225-Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

O Brasil só definiu sua Política Nacional do Meio Ambiente, em 31/08/1981, através da Lei 6938 (BRASIL, 1981), fundamentada posteriormente nos art. 23 e 225 da Constituição Federal, onde firme e categoricamente é dito que o meio ambiente é um patrimônio público que deve ser assegurado e protegido, pois é de uso coletivo.

A Lei 6938/81 tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida. Nela definiu-se como poluição a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população. Esta mesma lei estabelece critérios e padrões de qualidade ambientais e de normas relativas ao uso e manejo dos Recursos Ambientais tais como: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora. Ela classifica como poluidora a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável direta ou indiretamente por atividade causadora de degradação ambiental. Impõe ao poluidor ou predador a obrigação de recuperar/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, a contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos. Também esta Lei cria dois conselhos diretivos com objetivos distintos: o SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente), órgão superior do Conselho de Governo e o órgão consultivo e deliberativo, CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) com a finalidade de assessorar, estudar e propor diretrizes para o Meio Ambiente.

Antes de 1981 a noção de poluição sonora já existia no sentido de perturbação do sossego. No Capítulo IV das Contravenções Penais do Código Penal Brasileiro (BRASIL, 1941) de outubro de 1.941 e que está em vigor até nossos dias, o art. 42 prevê a contravenção de perturbação do trabalho ou do sossego alheios (MOURA, 2000), cujo teor é o seguinte:

“ Artigo 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 a guarda.

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

Segundo Carneiro (2001) o Código Penal Brasileiro protege o homem comum com relação ao seu sossego, estabelecendo o estado de quietação necessário ao descanso, repouso ou à concentração do indivíduo.

Em dezembro de 1987, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lança as normas NBR 10.151-Avaliação de ruídos em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade e NBR 10.152- Níveis de ruído para conforto acústico.

A norma NBR 10.151 fixou as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades. Ela especificou um método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos (de acordo com a duração, característica espectral e fator de pico) e uma comparação dos níveis corrigidos com um critério que leva em conta os vários fatores ambientais.

A norma NBR 10.152 fixou níveis de ruídos compatíveis com o conforto acústico interno em ambientes diversos como: escolas, hospitais, teatros e restaurantes. Foram incluídas nesta norma várias curvas de avaliação de ruído (NC),

através das quais um espectro sonoro pode ser comparado, permitindo uma identificação das bandas de frequência mais significativas que necessitem de correção. Por se tratarem de normas técnicas, elas não tiveram nenhum efeito legal servindo apenas como orientação técnica.

No ano de 1990 a Secretaria do Meio Ambiente, através do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) edita a Resolução nº1, estabelecendo normas a serem obedecidas no interesse da saúde sobre as emissões de ruídos em decorrência de quaisquer atividades. Esta resolução definiu a emissão de quaisquer ruídos acima dos parâmetros fornecidos na NBR 10.151 como poluidora e a enquadrou definitivamente na Lei Ambiental, sujeita a controle.

Pela definição dada pela resolução 01/86 do CONAMA (BRASIL, 1990), no seu art.1º, nota-se que a poluição sonora é um impacto ambiental. Portanto, a implementação de qualquer projeto que possua fonte de ruído necessitará de um “EIA” (Estudo do Impacto Ambiental). Tal estudo deverá identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade. Deverão ser avaliados os impactos positivos e negativos, diretos e indiretos, imediatos, a médio e longo prazo, temporários e permanentes (MACHADO, 2001).

O estudo do “EIA” irá considerar a situação atual e futura do entorno do projeto de forma que se considere a existência de áreas habitadas na vizinhança ou da possibilidade de virem a ser habitadas. As conseqüências possíveis da emissão e imissão de sons para a fauna e flora circundantes devem merecer também acurada análise (MACEDO, 1999).

Tanto a União, como os Estados e os Municípios, aplicando-se o princípio da hierarquia das normas (art. 24 da Constituição Federal) têm autonomia para implementar a aplicação da legislação ambiental, através de licenciamento ambiental próprio. A fiscalização da emissão é assunto de competência tríplice e, portanto não excludente, da União, dos Estados e dos Municípios.

Conforme as regiões do Brasil, pode-se encontrar municípios mais atuantes para garantir o direito das pessoas a um meio ambiente ecologicamente equilibrado inclusive no campo da poluição sonora e da tranqüilidade (art. 225 Constituição Federal). Contudo, deve cada município pesquisar a existência de normas federais e estaduais sobre a poluição sonora e se existirem, exigir o cumprimento delas podendo o município suplementar essas normas com outras mais restritivas, no interesse local.

Outro documento importante na legislação brasileira está no disposto no art. 54 da Lei nº 9605/98, a Lei dos Crimes Ambientais, apresentado na transcrição que se segue:

“Art.54- Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais, ou destruição significativa da flora pode ser apenada com reclusão de 1 (um) a 4 (quatro) anos e multa”.

Segundo Fiorillo (2002), o art. 54 da Lei 9.605/98 difere do art. 42 das Leis das Contravenções Penais (BRASIL, 1998) por ser difuso e pedir uma valoração do dano. No art. 42 da Lei das Contravenções Penais o crime não necessita obrigatoriamente resultar em danos à saúde humana basta caracterizar a perturbação.

É clara a necessidade de avaliar o ruído ambiental e criar mecanismos para proteger a população contra a poluição sonora. Estudos sobre avaliação de ruído ambiental e legislações municipais específicas são em geral encontradas para as grandes cidades. Mas o problema de atividades ruidosas vem atingindo cada vez mais as cidades do interior, principalmente no estado de São Paulo. Assim torna-se importante estender os estudos sobre poluição sonora às cidades de pequeno porte onde a identificação dos incômodos gerados pelo ruído e a identificação das principais fontes ruidosas poderão criar mecanismos de prevenção contra a poluição sonora e propiciar melhor qualidade de vida.

Nesse trabalho foi estudado o ruído ambiental através do levantamento dos

incômodos gerados por fontes sonoras fixas em dezesseis cidades da região da Equipe de Perícias Criminais de São João da Boa Vista. As fontes sonoras foram identificadas, mensuradas, e classificadas como aceitáveis ou não, de acordo com o critério de avaliação da norma NBR 10151. Paralelamente, foram levantados dados sobre os municípios que possuem legislações municipais específicas sobre ruído ambiental e pessoal técnico para avaliação. Os resultados obtidos servem de indicativo de como está ocorrendo a poluição sonora nessas pequenas cidades e quais as principais fontes poluidoras. Também foi possível verificar que os critérios de avaliação dos ruídos propostos pela norma são adequados a esses municípios e sugerir no final do estudo os pontos importantes para estabelecimento de controle sonoro nessas cidades.

O texto aqui apresentado foi dividido de forma que no Capítulo 2 destaca-se o objetivo geral e os objetivos específicos. No Capítulo 3 encontra-se uma breve apresentação de conceitos fundamentais associados ao tema. As várias formas de como o tema ruído é abordado e avaliado serão apresentados ao longo do Capítulo 4. A metodologia empregada no desenvolvimento da pesquisa está descrita no Capítulo 5. Os resultados e discussão aparecem juntos no capítulo 6 e o fechamento do trabalho acontece no capítulo 7 com a apresentação das conclusões sobre o tema estudado.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é avaliar a aplicação da norma NBR 10.151 em municípios que possuam até 100.000 habitantes, na região de São João da Boa Vista,SP.

2.2 Objetivos Específicos

Ao atender o objetivo geral do trabalho destacam-se os objetivos específicos:

- Identificar as fontes sonoras fixas que geram incômodo à população nos pequenos municípios.
- Avaliar se a aplicação da NBR 10.151 coincide nesses municípios com a identificação das fontes sonoras que geram incômodos.
- Verificar como os municípios aplicam a norma e se possuem legislações próprias sobre ruído.

3. NOÇÕES FUNDAMENTAIS

Nesse capítulo são abordados os conceitos fundamentais sobre som, sua propagação e forma de medição.

3.1 Caracterização do som

O som é uma onda mecânica que se propaga através de vibrações longitudinais e transversais. No ar essas vibrações são percebidas por compressões e rarefações. Nas compressões, a pressão é mais elevada do que seria no meio em equilíbrio enquanto nas rarefações, a pressão é menor que no equilíbrio. A rigor, as ondas sonoras são longitudinais nos meios materiais gasosos e líquidos. Nos meios sólidos, as ondas sonoras podem ter ainda, uma componente transversal, além da longitudinal. O ouvido, ao ser atingido por uma onda sonora, tem a capacidade de converter a variação da pressão do ar em estímulo nervoso, que ao alcançar o cérebro, dá-nos a sensação auditiva. A pressão sonora percebida pelo ouvido humano varia de $2 \cdot 10^{-5}$ Pascal (menor pressão audível) a 20 Pascal (limiar da dor), na frequência de 1000 Hz.

A velocidade de propagação da onda sonora depende da propriedade do meio em que incide como a elasticidade e a densidade. Em geral, a velocidade do som é maior nos líquidos que nos gases, e maior ainda nos sólidos do que nos líquidos. Por exemplo, a velocidade do som no ar é de 330m/s a 0 °C, na água é de 1400 m/s à mesma temperatura, e no vidro é da ordem de 5.500 m/s (BERTOLI, 2000).

Um dos parâmetros característico de uma onda é a freqüência. O ouvido humano pode detectar uma ampla faixa de freqüências, variando aproximadamente de 20 a 20000 Hz. As baixas freqüências nos dão a sensação de som grave, enquanto as altas freqüências determinam os sons agudos (ARAÚJO; REGAZZI, 2002). Para fins de medição esta faixa de freqüência é dividida em intervalos chamados de bandas, que dependendo da largura são conhecidas como bandas de oitavas ou bandas de terço de oitavas. A faixa é limitada por uma freqüência inferior e superior e denominada pela sua freqüência central.

No Quadro 3.1 se apresentam as freqüências inferior, central e superior das faixas de freqüência em Banda de 1/1 oitava e 1/3 oitava dentro da região audível.

Devido a ampla variação da pressão do som e percepção logarítmica do som pelo ser humano sua medida é feita através do nível de pressão sonora, cuja definição é:

$$L_p = 20 \log (P/P_0) , \text{ dB} \quad (1)$$

onde $P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ (P_0 é a pressão de referência –limiar de audição)

Quadro 3.1 – Freqüências utilizadas em medidas acústicas

Banda de 1/1 oitava (Hz)			Banda de 1/3 oitava (Hz)		
<i>f</i> inferior	<i>f</i> central	<i>f</i> superior	<i>f</i> inferior	<i>f</i> central	<i>f</i> superior
11	16	22	14,1	16,0	17,8
			17,8	20,0	22,4
			22,4	25,0	28,2
22	31,5	44	28,2	31,5	35,5
			35,5	40,0	44,7
			44,7	50,0	56,2
44	63	88	56,2	63,0	70,8
			70,8	80,0	89,1
			89,1	100,0	112,0
88	125	177	112,0	125,0	141,0
			141,0	160,0	178,0
			178,0	200,0	224,0
177	250	355	224,0	250,0	282,0
			282,0	315,0	355,0
			355,0	400,0	447,0
355	500	710	447,0	500,0	562,0
			562,0	630,0	708,0
			708,0	800,0	891,0
710	1000	1420	891,0	1000,0	1122,0
			1122,0	1250,0	1413,0
			1413,0	1600,0	1778,0
1420	2000	2840	1778,0	2000,0	2239,0
			2239,0	2500,0	2818,0
			2818,0	3150,0	3548,0
2840	4000	5680	3548,0	4000,0	4467,0
			4467,0	5000,0	5623,0
			5623,0	6300,0	7079,0
5680	8000	11360	7079,0	8000,0	8913,0
			8913,0	10000,0	11220,0
			11220,0	12500,0	14130,0
11360	16000	22720	14130,0	16000,0	17780,0
			17780,0	20000,0	22390,0

FONTE: BERTOLI, 2000

Sabe-se que o ouvido humano não possui igual sensibilidade para diferentes frequências. Foram criadas curvas que permitem simular respostas do ouvido humano ao som em função das frequências denominadas de curvas isofônicas. A partir das curvas isofônicas surgiram os circuitos eletrônicos de sensibilidade variável com a frequência, de forma a modelar a percepção sonora do ouvido humano. Estes circuitos são padronizados e classificados em curvas de compensação A, B, C e D (GERGES, 2000). A mais utilizada é a escala de ponderação em “A” que atenua os sons em baixa frequência até 1000 Hz, onde a atenuação é zero. Entre 1000 Hz e 5000 Hz ocorre a ampliação dos sons, voltando a atenuá-los a partir de 5.000 Hz (ARAÚJO; REGAZZI, 2002). A curva A simula as correções de curvas isofônicas para sons baixos (aproximadamente 45 dB). Os circuitos B e C são análogos ao circuito A porém, com correções menores para médios e altos níveis de pressão sonora respectivamente (inversos das curvas de 70 e 100 fones respectivamente)(GERGES, 2000). Na Figura 3.1 são mostrados níveis relativos, para as correções dos NPS segundo as curvas de compensação A, B, C e D.

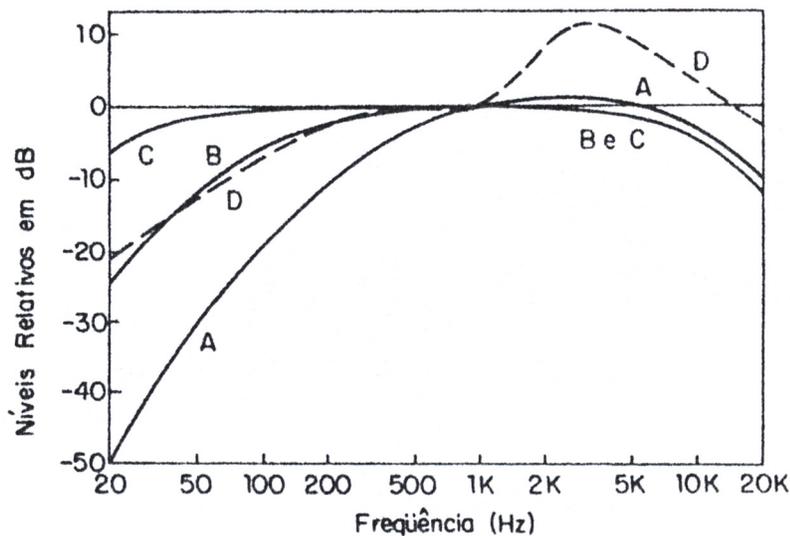


Figura 3.1 – Circuitos de compensação A,B,C, e D

FONTE: GERGES, 2000.

Atualmente o circuito A é o mais utilizado, para caracterizar a percepção humana, pois os circuitos B e C não fornecem boa correlação em testes subjetivos. Quanto à curva D, foi padronizada sua utilização em medições de ruído associadas a aeroportos.

3.2.Propagação do som no ar livre

Quando a energia sonora irradiada por uma fonte sonora é propagação ao ar livre esta sofre atenuação do ar. Outros fatores que causam atenuação do som na propagação ao ar livre são: distância percorrida, barreiras, e condições atmosféricas com variações de temperatura e velocidade do vento.

3.2.1.Atenuação de ruído com a distância

A predição de níveis de pressão sonora em áreas externas adjacentes a fonte de ruído requer a análise da propagação do som ao ar livre (GERGES, 2000). O nível de pressão sonora varia com a distância da fonte sendo diferente para fonte puntiforme e fonte linear. No caso da fonte puntiforme o som irradia esfericamente e a intensidade da fonte sonora é inversamente proporcional ao quadrado da distância.

A Figura 3.2 mostra a propagação esférica de uma fonte puntual:

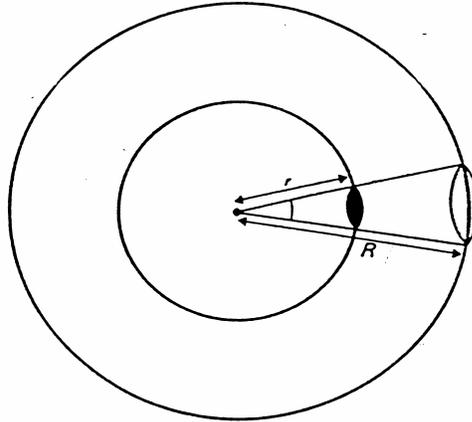


Figura 3.2 – Propagação esférica de uma fonte puntual

FONTE: BERTOLI.2000.

Assim a variação do nível de pressão sonora (L_p) em campo livre entre as distâncias r e R , com R maior que r , obedece à relação:

$$L_{pr} - L_{pR} = 20 \log (R/r) , \text{ dB} \quad (2)$$

onde:

L_{pr} é o nível de pressão sonora na posição r

L_{pR} é o nível de pressão sonora na posição R

Essa relação estabelece que o nível de pressão sonora decaiu 6 dB com a duplicação da distância .

No caso da fonte linear o som irradia radialmente e a intensidade sonora é inversamente proporcional à distância. Este tipo de fonte representa, por exemplo, o

ruído gerado por um fluxo de veículos (ruído de tráfego) ou por dutos longos com escoamento de fluídos turbulentos.

A figura 3.3 representa a propagação cilíndrica de uma fonte linear com a distância.

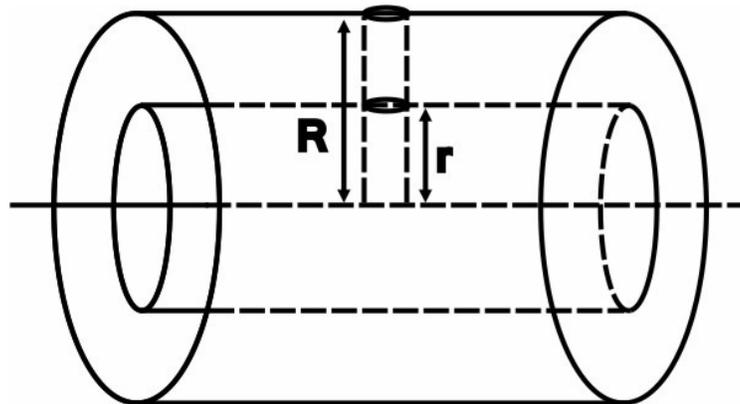


Figura 3.3 – Propagação cilíndrica de uma fonte linear

FONTE: BERTOLI, 2000.

A variação do nível de pressão sonora (L_p) em campo livre entre as distâncias r e R , com R maior que r , obedece a relação:

$$L_{pr} - L_{pR} = 10 \log (R/r), \text{ dB} \quad (3)$$

onde:

L_{pr} é o nível de pressão sonora na posição r

L_{pR} é o nível de pressão sonora na posição R

Essa relação estabelece que o nível de pressão sonora decai de 3dB com a duplicação da distância

Em campo livre e para fontes puntiformes pode-se estimar o nível de pressão sonora (L_p), em função da distância (r) da fonte desde que conhecido o nível de potência sonora (L_w) conforme a relação:

$$L_{pr} = L_w - 11 - 20 \log r, \text{ dB} \quad (4)$$

onde :

L_{pr} - nível de pressão sonora

L_w - nível de potência sonora da fonte

r - distância da fonte

3.2.2. Barreiras

Barreiras colocadas ao ar livre, entre a fonte e o receptor, são formas de redução de ruído no ambiente. A onda sonora ao atingir a barreira tem parte de sua energia refletida, parte transmitida, parte difratada e parte absorvida. A difração ocorre nas bordas da barreira o desempenho da barreira depende da sua distância à fonte e ao receptor e de sua altura. Existem outros fatores que influenciam a eficiência das barreiras. Entre eles pode-se citar o efeito vento, temperatura, tipo de solo e absorção do ar. As barreiras podem ser compostas por diferentes materiais e ter formas variadas. As mais comuns são as do tipo parede ou barreiras vegetais (FERREIRA NETO; BERTOLI, 2002).

As barreiras do tipo parede promovem redução efetiva somente quando as dimensões da barreira são grandes comparadas com o comprimento de onda do som. Elas dependem pouco da densidade superficial do material da barreira e

dependem fortemente da relação fonte/barreira e distância do receptor/barreira. Na prática o limite máximo de atenuação obtido por barreira é de 24 dB. (BERTOLI, 2001).

As barreiras vegetais, dependendo da espessura e tipo de vegetação, podem fornecer algum tipo de atenuação devido à absorção e dispersão. A redução máxima é de 10 dB em florestas densas. As folhas produzem efeito de mascaramento devido ao vento. Barreiras vegetais têm sido muito discutidas. Existem pesquisadores que as consideram importante elemento na redução e controle de ruído e outros discutem a sua eficiência e praticidade (FERREIRA NETO, 2001). Segundo Embleton (1963) e Aylor (1972) entre 160 e 450 Hz ocorre uma atenuação de até 4,5 dB/ 10 m de distância de árvores altas (tipo Pinho) e vegetação densa baixa. Mesmo sendo baixa a atenuação de ruído obtida pela vegetação ela proporciona efeito psicológico favorável devido a não visualização da fonte.

3.2.3.Absorção do ar

A absorção sonora pode ocorrer por dois processos. O primeiro resulta da combinação dos efeitos de viscosidade e condução de calor durante um ciclo de pressão. O segundo efeito da absorção do som no ar é causado pela dissipação de energia no processo de relaxamento vibracional das moléculas de oxigênio e nitrogênio. O processo é dependente da umidade, temperatura e pressão. Em altas frequências a absorção ocorre de maneira mais significativa, porém seu valor é pequeno quando comparado com outros mecanismos de atenuação.

3.2.4.Condições meteorológicas

Os efeitos provocados pelo vento e pela temperatura na propagação sonora são muito parecidos. O aumento de temperatura com a altura (inversão térmica) provoca um aumento das velocidades da frente de ondas causando a mudança de

direção das ondas ascendentes, empurrando-as na direção do solo, conforme mostra a Figura 3.4.

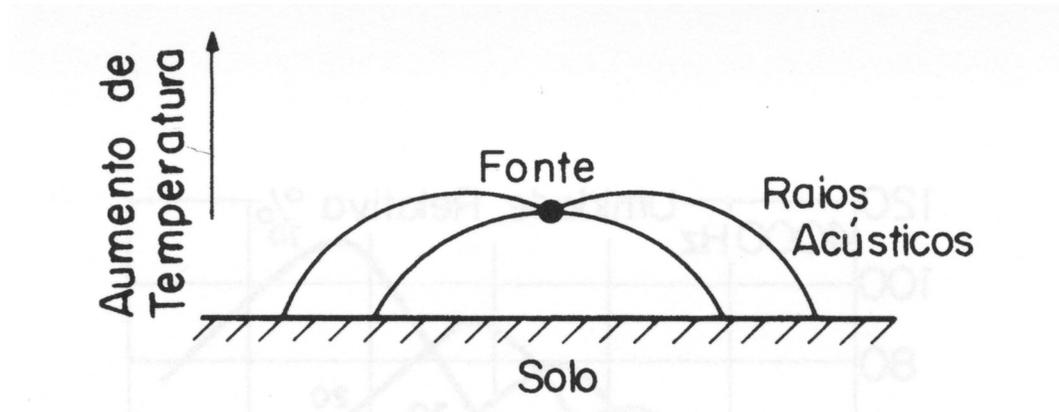


Figura 3.4 – Efeito da temperatura na propagação sonora ao ar livre

FONTE: GERGES, 2000.

Se as temperaturas diminuem com a altura tem-se comportamento oposto, isto é, as frentes de ondas ascendentes divergem afastando-se do solo e formando sombra acústica.

O mesmo conceito pode ser aplicado para o efeito do vento (GERGES, 2000). Forma-se uma zona de sombra acústica na direção de chegada do vento dificultando a percepção do ruído como se pode observar na Figura 3.5.

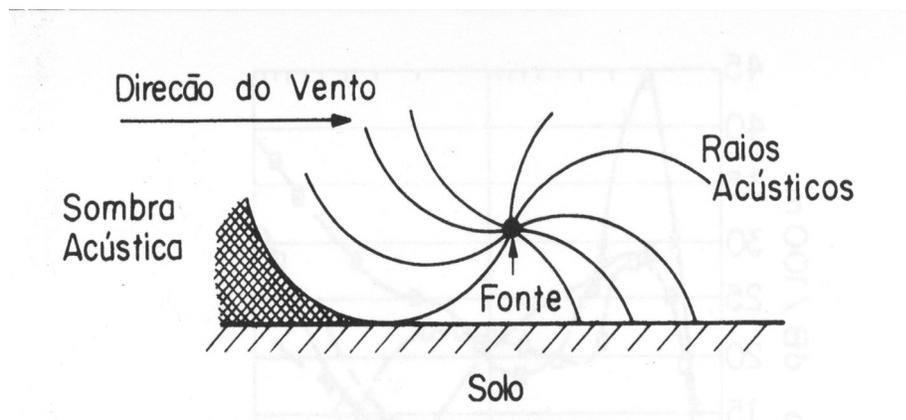


Figura 3.5-Caminho das ondas acústicas com o efeito do vento

FONTE: GERGES,2000.

3.3. Parâmetros para avaliação do ruído ambiental

Internacionalmente, do ponto de vista técnico, tem-se empregado grande variedade de descritores para se medir o ruído ambiental. Levando-se em consideração as particularidades do sistema auditivo e da condição de saúde de cada pessoa exposta ao ruído, destaca-se que a sua percepção em maior ou menor intensidade depende do nível de pressão sonora e da frequência, aliados a fatores subjetivos.

Segundo Zindeluk (1993) os efeitos subjetivos do ruído têm sido estudados através de duas abordagens: a laboratorial e a epidemiológica. A abordagem laboratorial estuda cobaias e seres humanos em situações não cotidianas, com ruídos produzidos sob total controle e com ampla possibilidade de medição de variáveis fisiológicas e algumas reações subjetivas. Cita-se como exemplo as pesquisas sobre o efeito do ruído no sono. A abordagem epidemiológica é especialmente utilizada para desenvolver e testar critérios simplificados. Este tipo de abordagem tem utilidade normativa e legal e abrange a medição de ruído ambiental através da obtenção de dados por meio de entrevistas dos moradores da região estudada.

Segundo Rivas (1994), entre outras razões busca-se valorar o ruído para estabelecer uma resposta do ser humano a exposição, por isso se necessita de um indicador para descrever o ruído e quantificá-lo.

Freqüentemente uma análise instantânea de ruído não é suficiente para caracterizá-lo, sendo necessária então uma média temporal. Esta média, calculada em sua base logarítmica, é realizada, na maioria dos medidores, automaticamente. Chama-se nível da pressão sonora médio contínuo equivalente e pode fornecer os resultados, ponderados segundo a curva de compensação “A”, isto é, em dB (A).(ARAÚJO, 1993).

Para avaliação do ruído ambiental, no âmbito internacional, usa-se a norma ISO 1996 (1982), Acoustics description and measurement of environmental noise. Essa norma apresenta: Part 1: Basic quantities and procedures, Part 2: Acquisition of data pertinent to land use, e Part 3: application to noise limits.As duas primeiras editadas em 1982 e a terceira em 1987. A norma descreve os métodos utilizados para a medição de ruído ambiental, recomenda o L_{eq} (nível de ruído contínuo equivalente) como descritor e propõe correção no nível de ruído levando em consideração vários fatores como: intervalo de tempo relevante, identificação das fontes e suas condições de operação, condições metereológicas, etc...

O nível de pressão sonora equivalente (**L_{eq}**) representa o nível sonoro constante cuja energia é equivalente a energia acústica dos sons flutuantes num determinado período de tempo.Pode ser obtida segundo a equação:

$$L_{eq} = 10 \log \left(\sum F_1 10^{L_1/10} \right), \text{ dB} \quad (5)$$

onde F_1 é a fração do tempo do nível constante L_1 .

Outro parâmetro que pode ser usado na avaliação do ruído ambiental é o nível sonoro médio dia e noite (**L_{dn}**). Esse nível corresponde ao nível sonoro equivalente durante 24 horas com um acréscimo de 10 dB para os níveis noturno. Este acréscimo é

efetuado devido à sensibilidade pressuposta ao ruído durante as horas noturnas. Considera-se período diurno das 07 às 22 horas e período noturno das 22 às 07 horas.

Nos Estados Unidos o descritor nível de pressão sonora médio dia e noite é muito utilizado para o planejamento do uso do solo e nas instruções e regulamentos promulgados pelo Departamento de Transporte e Moradia (IRVINE; RICHARD, 1998).

Na Europa, em 2002, foi aprovada a Diretiva Européia 2002/49/CE (COMUNIDADE EUROPÉIA, 2002) relativa a avaliação e gestão do ruído ambiental da comunidade européia. Entre outros objetivos ela pretende estabelecer métodos comuns de avaliação do ruído ambiente, uma definição de “valores limites de ruído”. Nesse documento foram selecionados vários indicadores como o descritor de ruído dia-fim-de-tarde-noite associado ao incômodo geral (Lden), o indicador de ruído associado ao incômodo durante o período diurno (Lday), o descritor para o final da tarde e associado ao incômodo do período vespertino (L evening) e o indicador de ruído associado a perturbação do sono (L night). Na orientação do cálculo dos indicadores dividiu-se o período diurno como sendo o período compreendido das 07:00 às 19:00 horas; o período vespertino das 19:00 às 23:00 horas e o noturno das 23:00 às 07:00 horas. Esta diretiva destina-se a fornecer a base para desenvolver medidas comunitárias de redução do ruído emitido pelas principais fontes como veículos, aeronaves, equipamentos industriais e de exterior e maquinários móveis. Pode ser aplicada ao ruído ambiental a que os seres humanos se encontram expostos em especial em áreas construídas, parques públicos ou em zonas tranqüilas de uma aglomeração, em campos abertos, nas imediações de escolas, hospitais, edifícios e zonas sensíveis ao ruído. Não se deve utilizar esta norma quando os ruídos forem produzidos pela própria pessoa exposta. Também não se aplicam para ruídos provenientes de atividades domésticas, ruídos produzidos por vizinhos, ruídos em locais de trabalho ou dentro dos meios de transporte ou ainda devido a atividades militares em zonas militares.

Essa Diretiva obriga os estados membros a estabelecer mapas de ruídos estratégicos, que serviram de referência para colocar em marcha os planos de ação

para reduzir o ruído e que estes mapeamentos sejam encaminhados à Comissão até final de 2008.

3.4. Equipamentos para avaliação do ruído

Segundo Gerges (2000) um sistema básico para medição de ruído deve possuir um microfone de alta qualidade para converter a pressão acústica em sinal elétrico, que posteriormente passa por pré - amplificadores lineares e circuitos de compensação (A,B,C ou D) e/ou filtro de passa banda (1/1 ou 1/3 de oitava). O sinal é novamente amplificado e passa pelo detector de RMS sendo indicado em dB, dB(A), dB pico ou dB impulso. Este sinal instantâneo fica disponível em saída analógica. Na Figura 3.6 pode-se observar o cronograma de um sistema básico usado para medição de ruído.

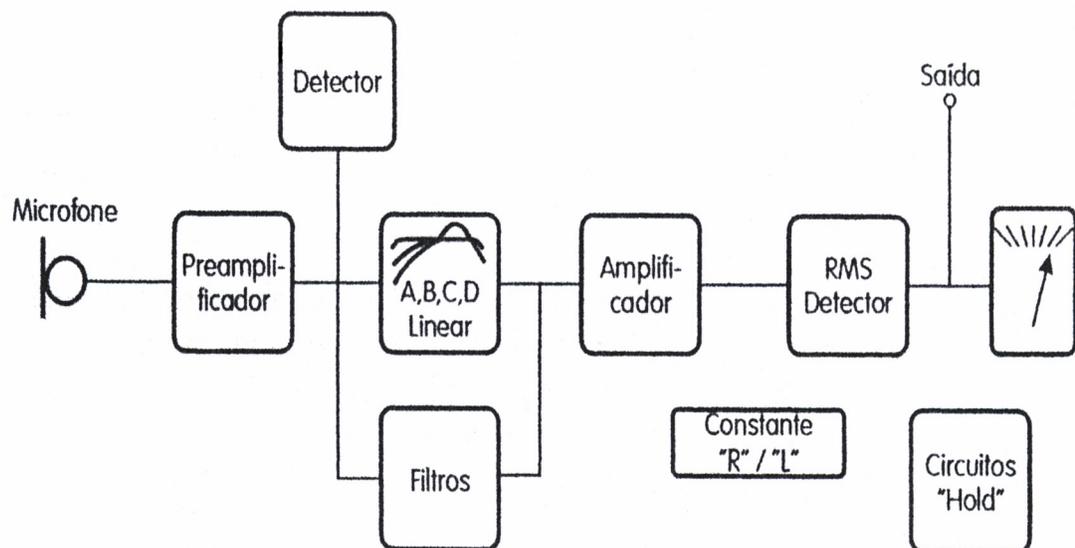


Figura 3. 6 Sistema básico para medição de ruído

FONTE: GERGES,2000.

Os medidores de nível de pressão sonora são classificados, segundo sua precisão em: classe 1 (de precisão), classe 2 (para uso geral), classe 3 (para uso comum). O medidor de nível de pressão sonora deve atender às especificações da norma IEC 61672-1. Os medidores de nível de pressão sonora quanto às características de medição podem ser convencionais ou integradores, os primeiros medem o nível de pressão sonora instantâneo enquanto os segundos medem tanto os níveis instantâneos, quanto a média dos níveis durante o tempo de medição (nível equivalente). Os equipamentos convencionais e integradores apresentam medidas que são médias do nível de pressão sonora (ARAÚJO; REGAZZI, 2002). Os medidores convencionais que apresentam circuitos de resposta lenta e rápida, têm capacidade de integrar eletronicamente. A pressão sonora em tempo muito reduzido. Os medidores integradores que apresentam circuitos de integração para o nível equivalente são capazes de registrar a pressão sonora num tempo maior e expressam o resultado, refletindo a integração dos diversos valores instantâneos medidos. Recomenda-se que o equipamento possua recursos para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” (L_{eq}) conforme IEC 6172-1.

Vários tipos e marcas de instrumentos têm sido tecnologicamente desenvolvidos para medição de ruído. Diversos fatores fazem com que estes aparelhos sejam projetados e construídos para possuir características definidas e essenciais para cada finalidade. Algumas destas propriedades segundo Araújo e Regazzi (2002) podem ser reprodutibilidade, exatidão, sensibilidade, durabilidade, tempo de resposta, portabilidade, simplicidade, estabilidade e boa faixa dinâmica.

Os calibradores avaliam as respostas de um medidor de nível de pressão sonora com a finalidade de efetuar correções de possíveis desvios. Estes desvios podem ocorrer devido a altitude, umidade e temperatura. O calibrador acústico deve atender às especificações da norma IEC 60.942, devendo ser no mínimo da classe 2 ou melhor.

Recomenda-se que uma verificação e eventual ajuste do medidor de nível de

pressão sonora, ou do sistema de medição, deverá ser realizada pelo operador do equipamento, com calibrador acústico, imediatamente antes e após cada medição, ou conjunto de medições, relativas ao mesmo evento.

4. RUÍDO

O ruído é caracterizado como um conjunto de sons indesejáveis ou que provoquem uma sensação desagradável (PINTO, 2000). Entretanto os sons são polissêmicos, ou seja, possuem significados diferentes para pessoas diferentes. Muitas vezes um som pode ser considerado agradável para um indivíduo e ruído para outro.

Os pesquisadores buscam estabelecer as principais características que tornam certos sons desagradáveis e os engenheiros acústicos procuram métodos de controlar, eliminar ou ao menos neutralizar alguns dos ruídos mais comuns na vida cotidiana (CAMPOS; CERQUEIRA; SATTLER, 2000).

O ruído pode causar danos à saúde dependendo de sua intensidade e tempo de duração. As alterações podem ser auditivas ou extra-auditivas. Os efeitos auditivos da exposição a níveis de pressão sonora elevados são a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), a alteração temporária de limiares auditivos e o trauma acústico. Geralmente essas alterações vêm acompanhadas de zumbido. (SOUSA, 2002).

Os efeitos extra-auditivos do ruído podem se manifestar através de alterações no sistema cardiovascular, hipertensão, alterações endócrinas, alterações do sono, desordens físicas, dificuldades mentais e emocionais como a irritabilidade, fadiga, estresse, conflitos sociais, tanto no ambiente do trabalho como em casa (SOUSA, 2002).

Ruídos podem modificar o estado de alerta de um indivíduo aumentando ou diminuindo sua eficiência no trabalho. O efeito do ruído sobre o desempenho de tarefas

tem sido bastante pesquisado, na maior parte das vezes em ambientes de trabalho. Se uma tarefa envolve sinais acústicos de qualquer espécie, ruídos em intensidade suficiente para mascarar ou interferir com a percepção destes sinais vão influenciar no desempenho da tarefa. O desempenho em atividades motoras ou monótonas nem sempre é afetado por ruídos. No outro extremo, atividades mentais, envolvendo vigilância, captação de informações e processos analíticos são sensíveis a ruídos (CAMPOS; CERQUEIRA; SATTLER, 2000).

O ruído pode provocar várias formas de reações, particularmente se o barulho é inesperado ou de fonte desconhecida, refletindo em reações primárias de defesa do organismo (PIMENTEL-SOUZA, 2001).

O ruído advém de diversas fontes e para obter-se um equilíbrio ambiental é necessário controlar os níveis sonoros internos e externos das edificações. Aqueles gerados dentro e fora da indústria e outros advindos da comunidade como o de tráfego de rodovias, ferrovias, aeroportos e os característicos de cada local (festividades locais).

Os critérios de avaliação de ruído são diferentes e dependem se estão associados ao ruído ocupacional, ruído ambiental ou conforto acústico de ambientes.

4.1 Ruído ocupacional

O ruído ocupacional refere-se aos ruídos gerados pelas diversas atividades profissionais dentro do ambiente de trabalho, podendo expor o trabalhador a riscos de surdez profissionais ou doenças do trabalho.

A Constituição de 1988 e a Consolidação das Leis do Trabalho determinam a eliminação ou redução de riscos bem como a limitação do tempo de exposição aos agentes insalubres, perigosos ou penosos. O ruído é um desses agentes (ARAÚJO; REGAZZI, 2002).

Foi com a Portaria 3.214/78, de 8/6/1978 do Ministério do Trabalho (BRASIL,1978), que efetivamente se regulamenta o art. 200 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), onde se estabelece os limites máximos de exposição a agentes nocivos a que o trabalhador pode estar sujeito e o controle de saúde dos trabalhadores expostos através de exames médicos, obrigando a empresa fornecer o equipamento de proteção individual (EPI), quando o agente não puder ser controlado no ambiente de trabalho através das normas regulamentadoras (NR). Esta Portaria de Higiene e Medicina do Trabalho apresenta no seu conjunto sete normas regulamentadoras envolvendo o agente nocivo Ruído, conforme segue:

- a) NR 5 - O anexo trata da formação de uma comissão interna de prevenção de acidentes (CIPA) para análise das operações de riscos e do levantamento das operações de riscos, onde um dos itens avaliados é o ruído.
- b) NR 6 - Discorre sobre a obrigatoriedade do fornecimento de equipamento de proteção individual (EPI) bem como o seu uso para proteção do sistema auditivo através dos protetores auriculares.
- c) NR 7 - Esse item determina os aspectos a serem observados na implantação do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), bem como os parâmetros e a necessidade de realização dos exames audiométricos.
- d) NR 9 - Estabelece os riscos físicos, químicos e biológicos, a serem reconhecidos e identificados no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). O agente físico Ruído deve ser um dos primeiros a ser avaliado no programa.
- e) NR 12 (Máquinas e Equipamentos) - Determina a necessidade dos fabricantes e importadores de motosserras de apresentarem os níveis de ruído e vibrações em seus manuais.
- f) NR 15 (Anexos 1 e 2) – Refere-se à atividades e operações que contenham agentes nocivos, sendo um deles o ruído, para caracterização das atividades e operações insalubres. O anexo 1 fornece metodologia e níveis de pressão sonora máxima para tempo de exposição do trabalhador ao ruído ocupacional e o anexo 2 os limites de tolerância para ruídos de impacto.

g) NR 17 (Ergonomia) - Trata exclusivamente do ruído no aspecto de conforto acústico no ambiente de trabalho.

Dentre as normas regulamentadoras (NR) mencionadas, três são específicas ao Ruído e chegam a estabelecer valores de níveis de pressão sonora, que estão associados a conforto ou saúde. A NR 9, estabelece cinquenta por cento de dose diária como nível de ação, isso corresponde a valores acima de 80 dB(A). A NR 15, fornece tempo máximo permissível para níveis de pressão sonora acima de 85 dB(A). A NR 17- estabelece-se o valor de 65 dB(A) como limite para conforto acústico em ambiente de trabalho para uma jornada de oito horas diárias.

4.2 Ruído em edificações

O comportamento do som em um ambiente depende da forma, dimensões, materiais, sistemas construtivos e acabamentos. A organização espacial das edificações e as atividades exercidas nos seus recintos influenciam nos níveis sonoros percebidos pelos seus ocupantes. O campo acústico pode ser definido pela distribuição da energia sonora no interior dos ambientes e pelos espaços dos edifícios. Onde existir comunicação sonora, o campo acústico deve ser bastante homogêneo para que os ouvintes, independentes de posição, tenham a mesma audibilidade.

Os critérios de conforto acústico de um ambiente definem os níveis de ruídos recomendados no interior dos recintos devido a fontes externas. Em geral esses valores são dados em dB(A). A qualidade do isolamento acústico das envoltórias; a reverberação dos recintos, o tipo de campo acústico define a audibilidade dos sons e a inteligibilidade da palavra falada.

A variedade das respostas pessoais ao ruído é muito grande por isso várias

famílias de curvas foram desenvolvidas para avaliar o nível de conforto associando nível de pressão sonora e frequência. As famílias mais conhecidas são as curvas de avaliação de ruído NR (Noise Rating) e NC (Noise Criteria) (MEHTA,1999). As curvas NC são encontradas na ISO 1996/71 e na NBR 10.152/87, onde se têm níveis de ruído para conforto acústico.

No Brasil, a norma NBR 10.152 (1987) - níveis de ruído para conforto acústico, fornece níveis de ruído para o conforto acústico em recintos fechados em dB(A) e em NC, como se observa no Quadro 4.1. Nesta norma divide-se os recintos em nove grandes grupos, quais sejam: hospitais, escolas, hotéis, residências, auditórios, restaurantes, escritórios, igrejas ou templos e locais para esporte. O valor inferior da faixa, tanto em dB(A) como em NC, representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível aceitável para a finalidade. Os níveis superiores aos estabelecidos na norma são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar em risco de dano à saúde (DE MARCO, 1982).

A norma NBR 10.152 (1987), encontra-se atualmente em fase de revisão pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Quadro 4.1 – Valores dB (A) e NC recomendados pela NBR 10.152/87

Hospitais		
Apartamentos, Enfermarias, Berçários Centros Cirúrgicos	35-45	30-40
Laboratórios. Áreas para uso do público	40-50	35-45
Serviços	45-55	40-50
Escolas		
Bibliotecas, Salas de Música, Salas de desenho	35-45	30-40
Salas de aula. Laboratórios	40-50	35-45
Hotéis		
Apartamentos	35-45	30-40
Restaurantes. Salas de Estar	40-50	35-45
Portaria. Recepção. Circulação	45-55	40-50
Residências		
Dormitórios	35-45	30-40
Salas de estar	40-50	35-45
Auditórios		
Salas de concertos. Teatros	30-40	25-30
Salas de Conferências. Cinemas. Salas de uso múltiplo	35-45	30-35
Restaurantes	40-50	35-45
Escritório		
Salas de reunião	30-40	25-35
Salas de gerência. Salas de projetos e de administração	35-45	30-40
Salas de computadores	45-65	40-60
Salas de mecanografia	50-60	45-55
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40-50	35-45
Locais para esporte		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45-60	40-55

FONTE: ABNT NBR 10.152 /87

4.3 Ruído ambiental

O ruído ambiental pode ser definido segundo Sousa (2002) como o conjunto de ruídos advindos de fontes múltiplas como: de maquinários, de pátios industriais, sistemas de ventilação, meios de transporte, construções e serviço, ruídos domésticos, ruídos de comércio, sistemas viários (rodovias, ferrovias, tráfego aéreo) e aqueles advindos das atividades de lazer. Arruda et. al (2000) definem ruído urbano como um conjunto de ruídos decorrentes das atividades urbanas e se caracteriza por suas fontes sonoras que são de origens múltiplas, como automóveis, trens, aviões, indústrias, obras, entre outras. Nos ruídos urbanos estas fontes sonoras interagem dificultando uma solução exata, já que a mudança em uma região pode afetar outra.

Nas cidades brasileiras, principalmente nas grandes capitais são aplicadas as Resoluções nº 1 e nº 2 do CONAMA (BRASIL,1990) que regulamenta a Norma NBR 10.151- Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade de 1987. Essa norma consiste na avaliação de ruídos em áreas habitadas visando o conforto da comunidade e estabelece níveis sonoros para cada área levando em consideração as suas características físicas e seu uso. Este tipo de avaliação se restringe aos níveis de ruído emitidos pela fonte confrontando-se estes valores com os fornecidos pela Tabela 3 da norma, nível de critério de avaliação para diversos tipos de áreas (rurais, comerciais, recreacionais ou industriais). As normas sobre ruído ambiental e sua utilização estão discutidas com mais detalhes no item 4.4, pois é o tema central e objeto desse trabalho.

4.4 Normas brasileiras sobre ruído ambiental

Atualmente cerca de 80% da população brasileira vive em cidades que apresentam crescimento desequilibrado, com grandes concentrações de atividades econômicas e problemas, que comprometem as áreas de lazer e reservas naturais ecologicamente relevantes. Dentre os diversos tipo de degradação ambiental, a poluição sonora ocupa posição de destaque pois, o ruído excessivo é um problema

sério que afeta à saúde e o bem-estar da população (BARROS, 2000).

O primeiro documento técnico sobre poluição sonora e avaliação de ruído que se teve no Brasil foi a PORTARIA nº 092 de 1980, do Ministério do Interior (BRASIL,1980). Tratava-se de um documento legal sem muita divulgação, onde era estabelecido um método de medição sem muitos cuidados técnicos e utilizava o critério do nível de ruído de fundo, sem especificar como avaliá-lo. Considerava prejudicial à saúde, à segurança e ao sossego, os ruídos que atingiam no ambiente 10 dB(A) acima do ruído de fundo existente no local sem tráfego ou independente do ruído de fundo atingiam no ambiente externo do recinto em que tem origem mais de 70 dB(A) durante o período diurno e 60 dB(A) durante a noite. Também não definiu a competência na fiscalização de seu cumprimento.

Em 1987 a Associação Brasileira de Normas Técnicas publicou a NBR 10.151- Avaliação do Ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade, basicamente similar às recomendações da ISO R 1996 (GERGES, 2001). Essa norma foi pouca divulgada até 1990 e utilizada apenas por técnicos da área acústica e ambiental. Esta norma editada em 1987, era composta por um critério básico de 45 dB(A) e corrigido por uma parcela (Cp) que levava em conta o período de emissão do ruído e uma parcela (Cz) associada ao tipo de zoneamento.

A correção Cp era zero (0) para o período compreendido das 06:00 horas às 20:00 horas (diurno) e -5 para o período das 20:00 horas até 06:00 horas (noturno).

A correção Cz é efetuada para uso residencial em diferentes zonas, conforme Quadro 4.3. Tem-se então o valor expresso pela seguinte expressão:

$$45 + C_p + C_z \quad (6)$$

As recomendações ISO R 1996 e NBR 10.151 estabelecem para limites acústicos em comunidade, o confronto entre dois níveis: um nível medido e um nível

critério, definido após uso das correções.(Quadro 4.2)

Quadro 4.2 –Correção dos níveis sonoros medidos em função das características temporais dos níveis sonoros.

Características temporais do ruído	Correções dB(A)
Fator de pico para ruído impulsivo	5
Presença de tons puros audíveis	5
Duração do ruído em (%) do tempo	
100 a 56	0
56 a 18	-5
18 a 6	-10
6 a 1,8	-15
1,8 a 0,6	-20
0,6 a 0,2	-25
< 0,2	-30

FONTE: ABNT NR 10.151/ 87

O nível critério básico é válido para áreas residenciais com níveis entre 35 dB(A) e 45 dB(A) de ruído externo. Este nível básico deve ser corrigido dependendo do **horário** (Quadro 4.3). Para o dia, não é necessária correção, enquanto para o período noturno o desconto de -5 dB(A); e o **zoneamento** (Quadro 4.4) para fornecer o nível critério.

Quadro 4.3 – Correção do critério básico para diferentes períodos

Período	correção do critério básico Cp-dB(A)
Diurno	0
Noturno	-5

FONTE NBR 10.151/87

Quadro 4.4 – Correções do critério básico para uso residencial em diferentes zonas.

Tipo de Zona	Correção do critério básico Cz- dB(A)
Zona de hospitais	0
Residencial urbana	10
Recreação	0
Centro da cidade (negócios, comércio e administração)	20
Área predominantemente Industrial	25

FONTE: ABNT NBR 10.151/87

Quadro 4.5 – Resposta estimativa da comunidade ao ruído.

Valor em dB(A) pelo qual o nível sonoro corrigido Ultrapassa o nível-critério	Resposta estimada da comunidade	
	Categoria	Descrição
0	Nenhuma	Não se observa reação
5	Pouca	Queixas esporádicas
10	Média	Queixas generalizadas
15	Enérgicas	Ações Comunitárias
20	Muito Enérgicas	Ações Comunitárias Vigorosas

FONTE : ABNT NBR 10151/87

No ano de 1990 a Secretaria do Meio Ambiente, através do Conselho Nacional

do Meio Ambiente editou a Resolução nº1 de 08/03/90 (BRASIL,1990), estabelecendo normas a serem obedecidas no interesse da saúde sobre as emissões de ruídos em decorrência de quaisquer atividades. Esta resolução definiu a emissão de quaisquer ruídos acima dos parâmetros fornecidos na NBR 10.151 (1987), como poluidor e a enquadrando definitivamente na Lei Ambiental, sujeita a controle.

A Resolução nº 1 do CONAMA além de regulamentar o uso da NBR 10.151 para fiscalização dos níveis de ruído estabelece que nenhuma legislação municipal ou estadual pode ser menos restritiva que a federal. Essa resolução também remete ao Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) a responsabilidade da fiscalização do ruído emitido por veículos automotores, e para o Ministério do Trabalho (MT) a fiscalização do ruído em locais de trabalho.

A norma NBR 10151 (1987) foi revisada em junho de 2000. Um dos pontos relevantes da revisão foi a melhor especificação do método para medição de ruído levando em conta vários fatores como horário e lei de zoneamento. As medições são efetuadas através do nível de pressão sonora equivalente. O número de medições é variável para cada caso. As áreas foram divididas em seis zonas tendo cada uma o seu limite. Se o nível de ruído ambiente, antes chamado de ruído de fundo, for superior aos valores para área e horário em questão, o nível critério de avaliação assume o valor do nível de ruído ambiente.

No Quadro 4.6 são apresentados os valores de nível critério de avaliação diurno e noturno para seis áreas, começando com a mais silenciosa, ou seja, área rural de sítios e fazendas e finalizando com as áreas predominantemente industriais.

Quadro 4.6 - Nível Critério de Avaliação (NCA) para diferentes tipos de áreas externas

Tipos de áreas	Diurno dB(A)	Noturno dB(A)
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 10.151/2000

Segundo Sousa (2000), após treze anos de uso, a revisão da norma trouxe, através de um texto claro e atualizado, as novas pesquisas e propostas dos acústicos. O objetivo permaneceu o mesmo, ou seja, fixar condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidade, independente da existência de reclamações.

Outros pontos interessantes incorporados na revisão foram:

- a exigência de certificado de calibração do medidor de nível de pressão sonora com renovação a cada dois anos;
- a aproximação dos valores de níveis de pressão sonora.
- a escala do tempo de medição de forma a permitir a caracterização do ruído;
- a possibilidade de que a medição envolve a uma única amostra ou uma seqüência delas;
- a indicação de que o nível de critério de avaliação de ambientes externos depende de cada tipo de área, agora definidas.
- a definição do ruído de fundo como ruído ambiental.

Na revisão da Norma 10.151(1987), foi retirado o Quadro 4.5 que apresenta uma estimativa da avaliação da comunidade em relação ao incômodo gerado.

O Quadro 4.5 era bastante útil porque relacionava em parte o aspecto subjetivo com o objetivo da avaliação dos sons percebidos. Segundo Casali (2000), incômodo é uma reação geral da comunidade exposta a ruídos que estão freqüentemente descritos nas atividades do nosso cotidiano.

Outro avanço na área de poluição sonora foi a elaboração da Resolução nº 02 de 1990 do CONAMA que criou o Programa Silêncio, coordenado pelo IBAMA com os seguintes objetivos:

- a) Incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor nível de ruído, quando de sua utilização na indústria, veículos em geral, construção civil e utilidades domésticas.
- b) Capacitação técnica e logística de pessoal nos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais em todo país.
- c) Divulgação, junto à população, de matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais do ruído.
- d) Introdução do tema “Poluição Sonora” nos currículos escolares de 2º grau da rede pública e privada de educação.
- e) Estabelecimento de convênios, contratos e atividades afins com órgãos e entidades que possam contribuir para desenvolvimento do controle do ruído.

Outras resoluções também aprovadas e indicadas pelo CONAMA merecem citação:

As Resoluções nº 1 e 2/93 que estabelecem os limites de ruído emitidos por veículos em aceleração e na condição parado. Nessas resoluções são considerados os veículos automotores nacionais e importados, exceto motocicletas, motonetas e ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados.

A Resolução nº 8 /93 que estabelece a compatibilização dos cronogramas de implantação dos limites de emissão dos gases de escapamento com os limites de emissão de ruído dos veículos pesados no ciclo Diesel estabelecidos na resolução 01/93.

A Resolução nº 20/94 que institui o Selo Ruído como forma de indicação do nível de potência sonora medido em decibel, dB(A), de uso obrigatório a partir desta Resolução para aparelhos eletrodomésticos, que venham a ser produzidos, importados e que gerem ruído no seu funcionamento.

Na figura 5.2 aparece o detalhamento da região estudada. Ela é composta pelos municípios de: Aguai, Águas da Prata, Caconde, Casa Branca, Divinolândia, Espírito Santo do Pinhal, Itobi, Mococa, Santo Antonio do Jardim, Santa Cruz das Palmeiras, São João da Boa Vista, São José do Rio Pardo, São Sebastião da Gramma, Tambaú, Tapiratiba e Vargem Grande do Sul.



Figura 5.2- Municípios da região de São João da Boa Vista

Fonte : (IBGE,2000) adaptado por Jarbas Genova

Nessa região, várias situações de incômodo por ruído chegam às vias judiciárias. Nessa instância o juiz indica que um perito da Equipe de Perícias Criminalística de São João da Boa Vista faça a avaliação técnica do local. Todos os municípios citados são atendidos pela mesma equipe. Os peritos empregam para a avaliação no local de reclamação os procedimentos da norma NBR 10.151(1987).

A questão que se levanta é se nessas cidades a aplicação da norma traduz a insatisfação do reclamante quanto ao ruído percebido.

Assim para atender o objetivo geral do trabalho que é avaliar a aplicação da norma NBR 10.151 em municípios que possuem até 100.000 habitantes, adotou-se uma metodologia composta basicamente de quatro etapas quais sejam:

1) A primeira etapa consistiu em caracterizar a região atendida através de levantamentos de dados populacionais, área e densidade demográfica e atividades principais dos municípios envolvidos no estudo.

2) A segunda etapa consistiu na identificação das fontes sonoras (cidade, horário) e dos locais de incômodo por ruído (tipo de atividade principal).

3) Na terceira etapa realizaram-se as medições dos ruídos gerados pelas referidas fontes, nos locais onde existem os incômodos. Os resultados foram confrontados com os limites aceitáveis pela norma NBR 10.151(2000).

4) Na quarta e última etapa buscou-se informações em cada município, através de questionários, sobre as ações e legislações na área de ruído ambiental.

5.1 Escolha do local

Os locais foram determinados segundo as reclamações feitas pelos membros da comunidade. A reclamação de perturbação pelo ruído teve início a partir das queixas registradas pelo Ministério Público ou pelo Plantão Policial. As denúncias registradas na Unidade Policial foram repassadas à Equipe de Perícias Criminalística existente na região onde ocorreu a designação de um Perito para efetuar os levantamentos necessários. O Perito diligenciou o local no período e hora de maior incômodo fornecido pelo reclamante e efetuou os levantamentos necessários.

5.2 Procedimento das medições

As medições do nível de pressão sonora foram realizadas de acordo com os procedimentos da norma NBR 10.151(1987) - Avaliação do Ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade. Elas foram efetuadas com o medidor de nível de pressão sonora da marca "INSTRUTERM", modelo "DEC-405" que atende as especificações das normas IEC 60651(tipo II), DIN 651. As medidas dos níveis de pressão sonora foram feitas com a ponderação em frequência segundo a curva "A" e a resposta temporal lenta. A norma estabelece que as medidas sejam realizadas sem o conhecimento daquele que gera o ruído.

As medições podem ser externas ao limite das propriedades que contém as fontes ou na parte interna das edificações sujeita ao ruído. Segundo a norma o local de maior incômodo deve ser apontado pelo reclamante. Nas medições no exterior das edificações o microfone ficou afastado no mínimo 2,0 m da divisa do imóvel e de quaisquer superfícies refletoras e, a altura aproximada de 1,20 do piso. A Figura 5.3. ilustra disposição do microfone nas medições.

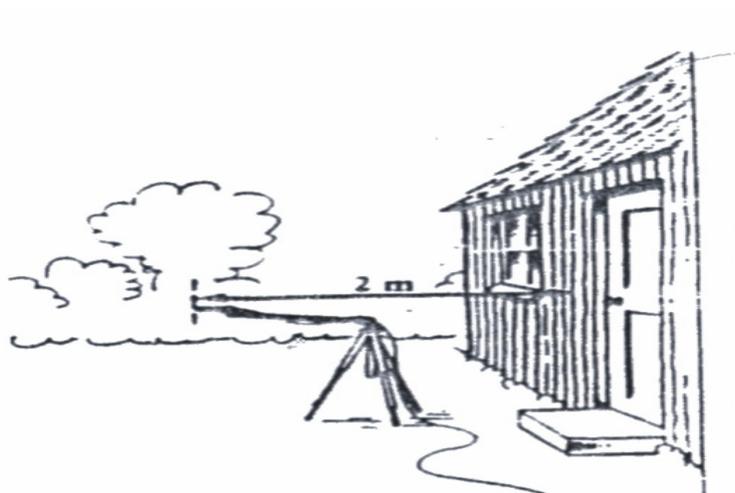


Figura 5.3- Posição dos equipamentos para as medições externas conforme NBR 10.151(1987).

Fonte: Schmidt., 1993.

As medições em ambientes internos foram efetuadas a uma distância mínima de 1m de quaisquer superfícies como paredes, tetos e pisos. Os níveis de pressão sonora obtidos no interior da edificação foram resultado da média aritmética dos valores medidos em três posições distintas afastados entre si de 0,5m. A Figura 5.4 ilustra as distâncias a serem observadas.

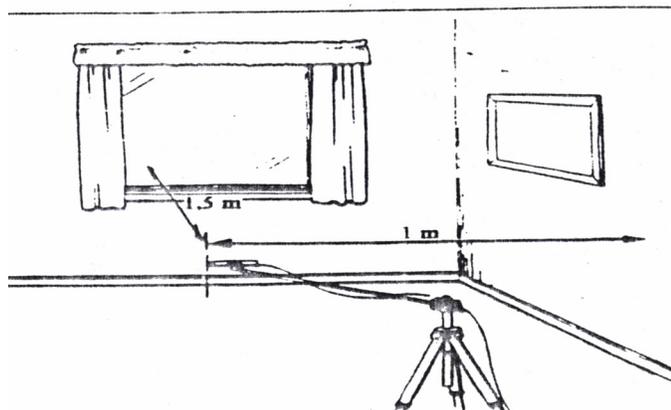


Figura 5.4-Posição dos equipamentos para medições internas conforme a NBR 10.151 (1987).

Fonte: SCHMIDT, 1993.

Durante as medições é importante que o operador não cause reflexões que interfiram nas medições. Para evitar reflexões provenientes do operador o medidor de nível de pressão sonora deve estar afastado do operador a 0,5 m para trás e 0,5m para um dos lados.(SCHMIDT, 1993). O tempo de medição foi escolhido em cada caso de forma a permitir a caracterização do ruído em questão, envolvendo uma única amostra ou uma seqüência delas.Mediu-se em condições em que o ruído de tráfego não existiu.

5.3 Metodologia para avaliação dos resultados de medição

Existem diversos tipos de ruídos como: ruído de vizinhança, ruído de tráfego de veículos, ruído de construção civil e ruído de indústrias. Neste trabalho especificamente foram estudados os ruído de vizinhança provenientes de fontes fixas. Em geral, são ruídos gerados por equipamentos de som em volume alto, pelo uso de eletrodomésticos, cultos religiosos, bares com música ao vivo, clubes, shows diversos, academias de ginástica, loja de vendas de CD, mecânicas e retificas em geral, grupos de energia elétrica.

No período de 1999 a 2004 foram avaliadas as reclamações de ruído de vizinhança recebidas pela Equipe de perícias e identificadas as principais fontes fixas de ruído. Estabeleceu-se a porcentagem de reclamações associadas a cada uma dessas fontes. Os resultados foram agrupados de acordo com a fonte sonora.

Todas as reclamações foram atendidas pela Equipe de Perícias e os níveis de pressão sonora foram medidos nesses locais.Os resultados foram divididos em dois conjuntos, um deles dos locais que atendiam a norma NBR 10.151 e outro dos pontos que não atendiam.

Através de consulta formal a prefeitura de cada município estudado respondeu ao questionário solicitado com informações sobre a existência de legislação municipal

sobre ruído ou poluição sonora, a existência de técnico especializado e equipamento de medição. Procurou-se estabelecer se a existência de legislação e ou equipe de medição contribuiu para o decréscimo do índice de incômodo nas cidades.

6. RESULTADOS: ANÁLISE E DISCUSSÕES

Nesse capítulo são apresentados os resultados e a análise dos dados levantados.

6.1 Caracterização da região estudada

Os dados populacionais e territoriais das cidades que compõe a região estudada, no período de 1999 e 2004 são apresentados no Quadro 6.1. Abrange municípios bem diversificados quanto à população e área. Nota-se, por exemplo, que o município de Santo Antônio do Jardim é o menor em termos populacionais com 6.154 habitantes enquanto São João da Boa Vista é o mais populoso da região com 77.387 habitantes.

Quadro 6.1- Informações populacionais e territoriais sobre as cidades estudadas

CIDADE	Habitantes	Área (Km²)	Densidade (Km/ área)
Aguai	28.195	474	59,48
Águas da Prata	7.131	143	49,86
Caconde	18.378	472	38,93
Casa Branca	26.800	868	30,87
Divinolândia	12.016	223	53,88
Espírito Santo do Pinhal	40.480	392	103,26
Itobi	7.466	139	53,71
Mococa	65.574	856	76,07
Santa Cruz da Palmeiras	25.556	296	86,33
Santo Antonio do Jardim	6.154	110	55,94
São João da Boa Vista	77.387	517	149,68
São José do Rio Pardo	50.077	420	119,23
São Sebastião da Gramma	12.454	253	49,22
Tambaú	22.258	563	39,53
Tapiratiba	12.942	221	58,56
Vargem Grande do Sul	36.302	267	135,96

Fonte : IBGE /2000

Foi enviado a cada município um questionário solicitando informações quanto à existência de Leis Municipais sobre controle de ruído, pessoal treinado e equipamentos de medição de ruído, fontes mais poluidoras bem como um órgão que reunisse informações sobre reclamações de ruído. No Quadro 6.2 são apresentados os resultados obtidos na consulta.

Quadro 6.2 – Levantamento nos municípios sobre controle do ruído

Município	Tipo de fonte	Leis Municipais	Pessoal Treinado	Medidor NPS(1)
Aguai	Carros som e bares	1834	não	Não
Águas da Prata	não tem	não	não	Não
Caconde	Bares e boates	não	não	Não
Casa Branca	Igreja, lanchonetes e bares	não	não	Não
Divinolândia	não tem	445/70	não	Não
E.Santo do Pinhal	Carro.Som, bares, Academia de Ginástica	1905/92 , 2383/98	não	LUTRON
Itobi	igrejas	não	não	Não
Mococa	Academia de Ginástica e Lojas CD	2247/92, 3147/91	não	Não
Sto.Ant. Jardim	não tem	não	não	Não
S.Cruz das Palm.	não tem	não	não	Não
S..José R.Pardo	Bares,clubes e carros som	2121/01, 2461/01	sim	LUTRON
S. João Boa Vista	Carros som, bares e clubes	29,199/03,149/98	sim	LUTRON
S.Seb. da Grama	não tem	não	não	Não
Tambáú	igreja	não	não	Não
Tapiratiba	Carro som	não	não	Não
V.Grande do Sul	Igreja e bares	2207/97	não	Não

No Quadro 6.2, os resultados da segunda coluna, que indicam as principais

fontes de ruído. Foram apresentados pelas prefeituras nos questionários enviados. Tem-se a repetição freqüente das mesmas fontes sonoras em várias cidades como sendo as que possuem maior número de reclamações como: carros de som, bares, lanchonetes e igrejas. Algumas prefeituras alegaram até não receber reclamações.

Quanto a legislação específica sobre ruído observa-se na terceira coluna Quadro 6.2, quais cidades que já se preocupam com o controle da poluição sonora e as que não possuem qualquer tipo de legislação. Das cidades que possuem legislação específica cita-se São João da Boa Vista, São José do Rio Pardo, Espírito Santo do Pinhal, Mococa, Vargem Grande e Aguaí. Na seqüência são apresentados os principais pontos das legislações municipais de cada cidade:

1) São João da Boa Vista

A cidade de São João da Boa Vista, na área do ruído ambiental dispõe das seguintes legislações: **Lei 29/1993** (sobre a prática de música ao vivo e/ ou através de aparelho de som em estabelecimentos comerciais), **Decreto 199/1993** (regulamenta a lei anterior sobre a prática de música ao vivo e através de aparelhos de som em estabelecimentos comerciais, fixando níveis e horários), **Lei 149/1998** (dispõe sobre a utilização de som em propaganda ou divulgações comerciais) e a **Lei 844/2002** (altera a **Lei 149/1998** e dispõe sobre a utilização de som em propagandas ou divulgações comerciais).

2) São José do Rio Pardo

O município de São José do Rio Pardo no campo da poluição sonora apresenta as Leis Municipais nº s **2121/1996 e 2461/ 2001** (Programa de Proteção à Poluição Sonora Móvel).

3) Espírito Santo do Pinhal

Na cidade de Espírito Santo do Pinhal constatou-se duas Leis Municipais a de

nº **1905/92** (concessão de alvará de funcionamento) e nº **2383/98** (Proteção ao bem estar e ao sossego público).

4) **Mococa**

Mococa tem a Lei Municipal nº **2.247/92** que dispõe sobre a emissão de sons e ruídos em decorrência de quaisquer atividades, industriais, comerciais, sociais ou recreativas.

5) **Vargem Grande do Sul**

Vargem Grande do Sul dispõe da **Lei Municipal 2.207/97** que regulamenta a utilização de som em propaganda ou divulgações comerciais no município.

6) **Aguai**

Aguai possui a **Lei 1834/ 01** sobre ruídos visando proteção ao bem estar e ao sossego público.

7) **Divinolândia**

Divinolândia para coibir ruído utiliza-se da Lei **445/1970**-Código de Posturas do município, Capítulo I - Da Moralidade e do sossego público que possui apenas alguns sons indesejáveis e bem como estipula um horário para o ruído.

Nas duas últimas colunas do Quadro 6.2 nota-se que apenas São João da Boa Vista, São José do Rio Pardo e Espírito Santo do Pinhal possuem medidores de nível de pressão sonora de leitura instantânea e têm em seus quadros funcionários com noção de ruído ambiental.

6.2 Monitoramento das Fontes Sonoras

Através do banco de dados da Equipe de Perícias de São João da Boa Vista levantou-se as localidades dos incômodos, os tipos de fontes, e o ruído medido. O resumo das medições realizadas foi apresentado no Quadro 6.3 constando os endereços e os municípios avaliados, os tipos de estabelecimento, o nível de pressão sonora equivalente obtido nos locais (Leq), o ruído ambiental (RA), bem como o nível de critério de avaliação (NCA) de cada área. Como fontes sonoras encontram-se clubes, lanchonetes, bares, trailers, fábricas de peças, academia de ginástica, auto elétrico, igrejas, supermercados e bancos.

Quadro 6.3 - Locais avaliados da região de São João da Boa Vista

	Cidade	Endereços	Tipo de Estab.	Leq	R.A	NCA	Atende
				dB(A)	dB(A)	dB(A)	a norma
01	Aguai	R.Cap. Silva Borja	Residência e bar	68	46	60D/55N	não
02	Caconde	R.Bejamin Constant	Residência e Igreja	50	42	55D/50N	sim
03	Caconde	R. Tapiratiba	Residência e clube	59	43	55D/50N	não
04	CB	R.Amador Sagarosa	Residência e fábrica peças	64	42	55D/50N	não
05	CB	R Orquídea	Residência e residência	63	44	55D/50N	não
06	CB	R Maquinista Lisboa	Residência e residência	64	45	55D/50N	não
07	CB	R.Moacir T.Peres	Residência e lanchonete	56	38	55D/50N	não
08	CB	R Amador Sagarosa	Residência e fabrica peças	80	42	55D/50N	não
09	CB	R.Moacir T. Peres	Residência e lanchonete	44	38	55D/50N	sim
10	CB	R.Duque de Caxias	Residência e lanchonete	72	42	55D/50N	não
11	CB	Av Coronel Castro	Residência e Lanchonete	43	40	55D/50N	sim
12	CB	R.M.Eva Ramos	Residência e Igreja	67	40	55D/50N	não
13	CB	R.Dr. Moacir T.Peres	Residência e Igreja	64	40	55D/50N	não

Continuação do Quadro 6.3

	Cidade	Endereços	Tipo de Estab.	Leq	R.A	NCA	Atende
				dB(A)	dB(A)	dB(A)	a norma
14	CB	R.Moacir T.Peres	Residência e Supermercado	53	52	55D/50N	não
15	CB	R. Av Ipiranga	Residência e lanchonete	53	52	55D/50N	não
16	CB	R.Cel Júlio	Residência e banco	53	52	55D/50N	sim
17	CB	R.Angelo Stefanini	Residência e Igreja	78	43	60D/55N	não
18	Pinhal	R Marques de Herval	Residência e supermercado	53	52	60D/55N	sim
19	Itobi	R. Dr Ant. Luis Pires	Residência e serralharia	80	43	55D/50N	não
20	Itobi	R.Amadeu Gozzo	Residência e fabrica móveis	52	46	55D/50N	sim
21	Itobi	R.José Ciampon Neto	Residência e Igreja	74	46	55D/50N	não
22	Mococa	R.Circulo Mocoq.	Apartamento e clube	86	42	65D/60N	sim
23	SJBV	Rodovia SP 342	Residência e clube	68	30	40D/35N	não
24	SJBV	R. Nicolau Redher	Residência e auto elétrico	50	42	55D/50N	sim
25	SJBV	R.Benedito Araújo	Residência e supermercado	60	42	55D/50N	não
26	SJBV	R.Ademar de Barros	Residência e supermercado	60	43	60D/55N	sim
27	SJBV	Av. João Osório	Apartamento e Igreja	82	55	60D/55N	não
28	SJBV	R. Antonio Machado	Residência e clube	62	44	60D/55N	não
29	SJBV	R Teodoro Pauluci	Residência e academia ginástica	64	44	50D/45N	não
30	SJRP	R .João Modesto	Residência e lanchonete	64	46	55D/50N	não
31	SJRP	Rod Prof Lupércio	Residência e residência	48	43	55D/50N	sim
32	Tambaú	Av Pres Cast Branco	Residência e Igreja	76	40	55D/50N	não
33	Tambaú	R. Padre Donizetti	Residência e Igreja	78	40	55D/50N	não
34	Tambaú	R Padre Donizetti	Residência e Igreja	78	40	55D/50N	não
35	Tambaú	Av Pres Cast Branco	Residência e Igreja	86	42	55D/50N	não
36	VGS	R Pitangueiras	Residência e Igreja	73	46	55D/50N	não

Nota específica: (1) CB - Casa Branca (3) SJRP - São José do Rio Pardo

(2) SJBV - São João da Boa Vista (4) VGS - Vargem Grande do Sul

Das avaliações realizadas foi possível identificar as principais fontes fixas, bem como a porcentagem de reclamações associadas a essas fontes. O Quadro 6.4 resume essas informações.

Quadro 6.4 – Tipos de fontes sonoras encontradas na região

Tipos de Fontes Fixas	Número de fontes examinadas	Porcentagem %
Academia de ginástica	01	3
Bares, lanchonetes e Trailers	07	20
Clubes	04	11
Igrejas	11	29
Indústrias	04	11
Mecânicas /Auto elétricos e Retíficas	01	3
Residências	03	9
Supermercados/ Ar condicionado/ refrigeração.	04	11
Bancos (ar condicionado.)	01	3
TOTAL	36	100

Nota-se que entre as principais fontes fixas, as que mais geram incômodo para comunidade nestes municípios são em primeiro lugar as igrejas, depois os bares/ lanchonetes/ trailers, clubes, indústrias, supermercados, residências, academias e mecânicas.

Na Figura 6.1 a visualização dos resultados fica mais clara.

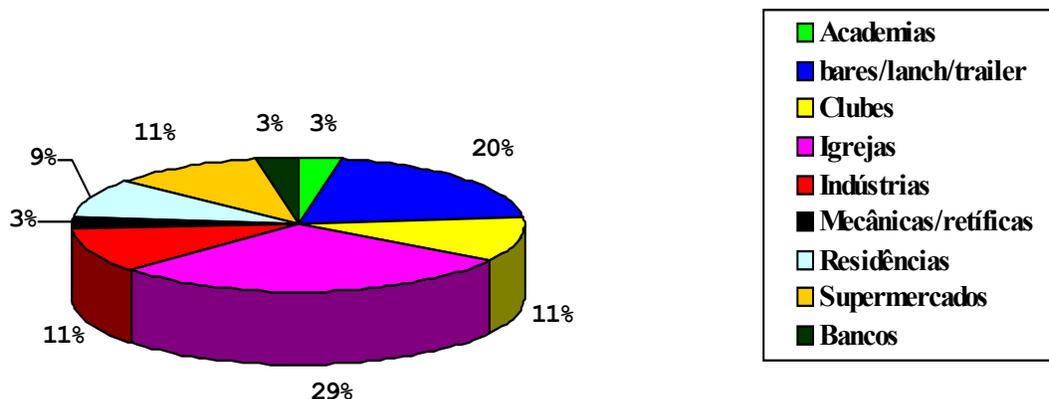


Figura 6.1- Distribuição comparativa das fontes sonoras

O ruído proveniente das instalações para cultos religiosos foram as fontes que mais contribuíram para as reclamações pois, na maioria dos casos elas são instaladas em qualquer bairro sem os cuidados de lei de zoneamento, Os responsáveis pelas igrejas em geral requisitam alvará apenas para um culto religioso, em geral pequenos salões ou até garagens de residências e depois de aberto ao público, além de microfones, muitos colocaram aparelhagem de som ou até possuíam conjuntos eletrônicos que vinham de outras localidades para tocar para os fiéis. Estes cultos geralmente trazem uma enorme repercussão para a vizinhança pois, as pessoas além de ficarem expostas ao ruído propriamente dito, também se sentem violentadas por conceitos religiosos que não professam. Ocorreu um caso interessante em que as reclamações foram de uma comunidade inteira, até dos seguidores da própria seita, pois o incômodo iniciava às 04:00 da manhã com o badalar de sinos para acordar as pessoas mais cedo para recepcionar os romeiros. Muitas igrejas fazem vigílias sem respeitarem os alvarás de funcionamento e durante esse período para conservarem os fiéis acordados, cantam e colocam músicas altas e pregações eletrônicas durante a madrugada inteira. Isso traz sérios problemas aos vizinhos do local que chegam até a tentar a mudar de residência, mas têm seus imóveis desvalorizados.

Sabe-se que os bares e trailers, apesar de possuírem alvará de funcionamento, na maioria das vezes não possuem licença para uso de aparelhagem de som. O som é instalado posteriormente para melhorar o movimento e atrair clientes, mas acabavam gerando reclamações, pois as instalações são inadequadas parcialmente abertas e sem qualquer controle da prefeitura. Os trailers geralmente colocam mesas e cadeiras ao ar livre e qualquer tipo de som ou conversação entre os usuários gera incomodo. Em alguns casos os bares prolongam os horários de fechamento nos finais de semana para atrair um maior número de fregueses. Após a meia-noite onde justamente começa a ocorrer a queda do ruído ambiental (RA) observa-se o aumento do número de reclamações.

Os clubes avaliados eram de pequeno e médio porte e costumeiramente as prefeituras liberam o uso para bailes e shows de artistas, sem quaisquer restrições, ocorrendo reclamações não somente nas proximidades do local, mas no bairro como um todo. As prefeituras não analisam as edificações liberadas para shows. Existem cidades onde são utilizados clubes esportivos com projetos totalmente incompatíveis com a fonte sonora. Observou -se pequenos salões sem forro, e com elementos vazados locados por particulares para festas e reuniões que causam bastante transtorno. Uma vistoria no imóvel antes da liberação para funcionamento poderia minimizar os problemas. Encontrou-se 86 dB(A) durante a madrugada em um dos clubes avaliados da região. Apenas em Espírito Santo do Pinhal constatou-se a exigência de projeto acústico para liberação e funcionamento dos clubes e casas noturnas. São José do Rio Pardo esta começando a solicitar em alguns casos projetos para liberação de shows noturnos. Nas outras cidades as prefeituras liberam shows com música ao vivo sem qualquer cautela quanto ao incômodo sonoro.

No caso das residências aqui avaliadas as reclamações foram devido ao uso de aparelhagem de som, geralmente envolvem jovens e adolescentes, que ligam o aparelho de som em horário e volume inadequados, em área residencial e acabam por incomodar toda a vizinhança. Os casos que foram avaliados ocorriam com freqüência e foram solicitados diretamente pelas delegacias.

Nos casos dos supermercados foram analisados os ruídos gerados em duas situações distintas. A primeira proveniente do sistema de refrigeração/ ar condicionado que assim que foram detectados foram levados a juízo e sanados pelos estabelecimentos com o enclausuramento do mesmo. A segunda situação refere-se ao ruído da propaganda das promoções rápidas, algumas dentro do mercado outras na porta externa do mercado, para atrair clientes e transeuntes. Esse último caso requerer um melhor controle do ruído por parte das prefeituras pois, em geral são usados altos falantes e ultrapassarem os limites de ruído especificado para a área de zoneamento.

As academias de ginástica de dois anos para cá começaram a entrar no rol de fontes sonoras poluidoras, pois antigamente empregavam outro tipo de condicionamento. Com as inovações recentes começou-se a incorporar o som aos exercícios e dificilmente uma academia de ginástica trabalha sem ele. As academias precisam de um projeto acústico específico porque dificilmente conseguem trabalhar com janelas e portas fechadas. Também o período de trabalho geralmente das 0700 horas às 21:00horas, contribuindo muito para o incômodo dos vizinhos.

A maioria das indústrias avaliadas foi catalogada até 2002, nos anos de 2003 e 2004 não ocorreram queixas nesse item. Percebeu-se que a tendência é diminuir as reclamações porque quase todas as cidades estão criando bairros industriais. São criados incentivos para que as indústrias que geram ruído se mudem para esses bairros onde a lei de zoneamento permite até 70dB(A) no horário diurno e 60 dB(A) no período noturno. É necessário também criar mecanismos que impossibilitam a criação de núcleos residências na redondeza.

Tendo em vista as queixas de incômodo gerado pelo ruído e o critério estabelecido pela norma NBR 10.151, determinou-se qual a quantidade de resultados obtidos que realmente estavam fora da norma e ultrapassaram os limites estabelecidos.

No Quadro 6.5 são indicados o total de casos examinados quantos excederam o limite estabelecido pela norma para cada tipo de fonte.

Quadro 6.5 – Número de fontes fora dos limites da NBR 10.151(2000)

Fontes de ruído Fixas	Número de fontes examinadas	Número de fontes acima do limite da norma
Academia de Ginástica	01	01
Bares/lanchonetes/trailers	07	04
Clubes	04	04
Igrejas	11	10
Indústrias	04	03
Mecânicas	01	00
Residências	03	02
Supermercados	04	02
Bancos (ar cond.)	01	00
TOTAL	36	26

Das trinta e seis fontes examinadas, dez se enquadram no limite, que em princípio não correspondia a incômodo. Existem, porém pessoas com hipersensibilidade a ruídos o que a norma não contempla. No maior número de casos não confirmados como perturbação referiam-se aos bares /trailers, pois não existia uma fonte de ruído fixa e sim o burburinho das pessoas que passavam e paravam para comprar lanches, portanto não era um ruído de fonte fixa.

A Figura 6.2 facilita a visualização dos resultados do Quadro 6.5.

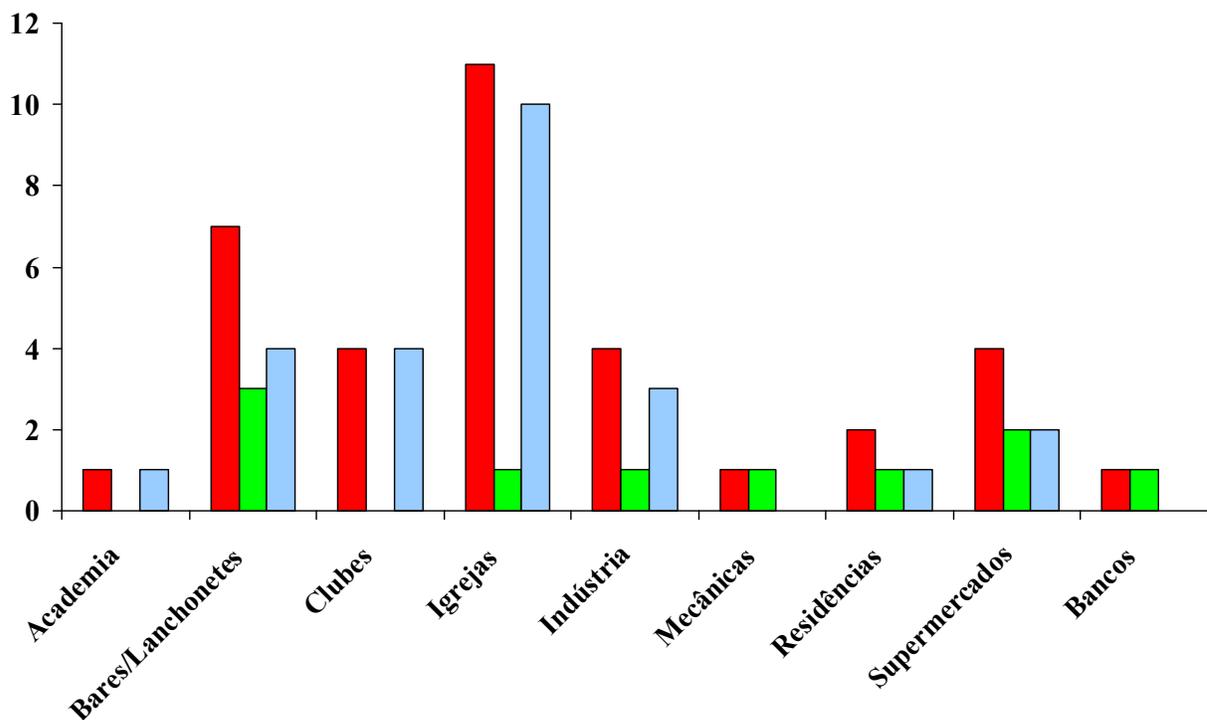


Figura 6.2 – Distribuição comparativa das fontes sonoras avaliadas pela norma

Uma questão que foi levantada é se a existência de legislação específica contribui para a redução do número de queixas e também se a legislação refere-se a norma NBR 10.151. Para esta análise elaborou-se o QUADRO 6.6 coletando o número de queixas registradas em cada cidade, bem como o que ela representa no total das queixas avaliadas nos dezesseis municípios. Nesse quadro também são informados se os municípios possuem legislação sobre ruído ambiental e se as legislações sancionadas tiveram como embasamento a norma NBR 10.151.

Quadro 6.6 – Comparação dos resultados de porcentagem de queixas com a legislação existente nos municípios

Municípios	Habitantes	Número queixas	Porcentagem das queixas Recebidas	Lei(s) Municipal	Embasada na NBR 10.151
Aguai	28.195	01	3,0	01 .	Sim
Águas da Prata	7.131	-	-	não	-
Caconde	17.754	02	5,5	não	-
Casa Branca	24.466	14	39,0	não	-
Divinolândia	12.016	-		01	Não
Esp.Sto.do Pinhal	40.480	01	3,0	02	Sim
Itobi	6.812	03	8,0	não	-
Mococa	66.114	01	3,0	01	Sim
Sto. Antônio do Jardim	6.154	-	-	não	-
Sta. Cruz das Palmeiras	24.810	-	-	não	-
São João da Boa Vista	77.387	07	19,0	04	Sim
São José do Rio Pardo	49.380	02	5,5	02	Sim
São Sebastião da Gramma	12.454	-	-	não	-
Tambaú	21.980	04	11,0	não	-
Tapiratiba	13.163	-	-	não	-
Vargem Grande do Sul	36.302	01	3,0	01	Sim
Total	444.598	36	100		

Analisando o Quadro 6.6 envolvendo os dezesseis municípios chega-se a conclusão que São José do Rio Pardo e Espírito Santo do Pinhal que possuem maior preocupação jurídica e técnica no tocante a poluição sonora apresentam menores índices de queixas, respectivamente 5,5% e 3,0%, apesar de serem cidades com número

relevante de habitantes.

Na cidade de Espírito Santo do Pinhal exige-se projeto acústico para locais onde se utiliza música. Essa preocupação com a liberação do uso do imóvel contribui para a diminuição considerável do número de reclamações. Nessa cidade ocorreu apenas um caso de reclamação.

São João da Boa Vista apesar de possuir um número grande de leis associadas ao ruído apresentou 19% dos casos de reclamação por ruído. Acredita-se que isso ocorra devido à falta de aplicação da Norma na liberação de alvará de funcionamento dos estabelecimentos.

Interessante observar que a cidade de Casa Branca com um terço da população de São José do Rio Pardo, sem qualquer subsidio legal e técnico no campo de ruído, sem qualquer comprometimento com a redução da poluição sonora, abarca quatorze reclamações representando 39% do total das queixas analisadas.

Pequenos municípios como: Águas da Prata, Divinolândia, Santo Antônio do Jardim, Santa Cruz das Palmeiras e São Sebastião da Gramma não registraram nenhuma queixa de perturbação de ruído no período.

Dos municípios que apresentaram legislação ambiental apenas Divinolândia possui lei que não menciona ou fornece indicação da NBR 10.151, todas as outras cidades se embasam nela.

De uma forma geral a norma NBR 10.151 vem servindo de orientação e embasamento para as cidades que vivenciam problemas sonoros. É possível nessas cidades usar a Norma como forma de controle de ruído ambiental. Falta porém investimento por parte das autoridades municipais no sentido de criar mecanismos de

fiscalização, capacitação de técnicos e a aquisição de equipamentos para avaliação do ruído.

Campanhas educativas sobre poluição sonora podem contribuir para que a população colabore na redução de emissão de ruído.

7. CONCLUSÃO

Buscando responder ao objetivo geral desse trabalho, após sua realização e diante dos resultados obtidos pode-se destacar várias conclusões sobre o tema que é a aplicação da norma NBR 10151 em pequenas cidades da região de S. João da Boa Vista como:

De uma forma geral a norma é aplicada pela Equipe de Perícias para avaliar reclamações sobre ruído.

O número de casos analisados foram 36, e correspondem a casos extremos.

Os estabelecimentos religiosos foram as fontes sonoras causadoras de maior perturbação.

Das cidades estudadas 7 apresentam legislações específicas e apenas uma delas não se embasou na NBR 10.151.

Um dos principais problemas detectados foi ausência de fiscalização nas cidades devido à falta de pessoal técnico e de aparelhagem.

8. TRABALHOS FUTUROS

A partir dos resultados obtidos neste trabalho sugere-se ampliar a avaliação de ruído para outras pequenas cidades da região envolvendo nas medições dessas cidades além das fontes fixas também o ruído de tráfego e da construção civil. Com a criação de um escritório regional em um das cidades mais centrais para coleta de queixas da região das fontes selecionadas. Disponibilizar através de convênio aparelhagem e uma ou duas equipes de técnicos capacitados para avaliação de ruído através de agendamento em várias cidades simultaneamente. Fazer mapas de predição para as pequenas cidades para terem dados para elaborarem leis específicas de zoneamento sonoro aliado a uso de solo.

Fica claro ao término desse estudo a necessidade de conscientização da comunidade e a divulgação da norma. Uma das propostas na área preventiva seria através de voluntariado levar às escolas públicas e particulares noções de som, ruído e poluição sonora. Para divulgação da Norma sugere-se realizar entrevistas educativas em rádios e televisões locais priorizando os problemas relacionados à saúde, causado pelo ruído. Além de esquematizar cartilhas e folhetos explicativos sobre poluição sonora para distribuição a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUAL. **Lei Municipal nº 1834/01**. Dispõe sobre a emissão de sons e ruídos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas na sede e nos distritos. 2001.

ARAÚJO, M. A. N. **Ruído: metrologia e normalização**. In: Seminário de Poluição Sonora. da Secretaria do Meio Ambiente do Paraná, junho, 1993. P.R.

ARAÚJO, G.M ; REGAZZI, R.D **Perícias e Avaliação de Ruído e Calor**. 2ª ed. Rio de Janeiro : [S.l.:s.n.].2002

ARRUDA, F. R.; COELHO, J.L.B.; SLAMA, J. at al. **Aspectos do controle de Ruído urbano na Cidade do Rio de Janeiro**. In: XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, abr, 2000, Belo Horizonte, MG.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151**: Avaliação do Ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151**: Avaliação do Ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 10.152**. Tratamento acústico em recintos fechados. 1987.

AYLOR, D. **Noise reduction by vegetation and ground**. JASA, vol.51, pp.197-205, 1972.

BARROS, C. J. **A Análise Espacial do Controle da Poluição Sonora em Belo Horizonte**: In XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, abril, 2000, MG.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. **Brasília. DF: Senado. (1988)**.

BRASIL.**Portaria 3.214/78. Segurança e Medicina do Trabalho.** NR 15, Anexo 01.

BRASIL.**LEI nº 6938. Política Nacional do Meio Ambiente.** Brasília: DF. 1981.

BRASIL.**LEI nº 9605(1998).** Atividades Lesivas ao Meio Ambiente.Brasília: DF. 1998.

BRASIL.MINISTÉRIO DO INTERIOR. **Portaria nº 92.**Dispõe sobre a emissão de sons e ruídos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente.**Resoluções nº 01 e 02 da CONAMA.** Brasília: DF, 1990.

BRASIL. .Conselho Nacional do Meio Ambiente.**Resoluções nº 01, 02 e 8 da CONAMA.** Brasília: DF, 1993.

BRASIL.Conselho Nacional do Meio Ambiente.**Resolução nº 20 da CONAMA.** Brasília: DF, 1994.

BRASIL. **Código Penal Brasileiro, Decreto-Lei Nº 3.688.** Leis das Contravenções Penais.Brasília: DF. 1941.

BERTOLI, S. R. **Apostila de Acústica e Controle de Ruído.** Campinas: UNICAMP. p 1- 54. 2000.91 p.

BERTOLI, S. R. **Apostila de Poluição Sonora.** Campinas: UNICAMP. 2001.

CAMPOS, A. A. ; CERQUEIRA, E. A; SATTLER, M. A. **Ruídos Urbanos na Cidade de Feira de Santana** ,[2000?]

CARNEIRO,W A. M. **Perturbações Sonoras nas Edificações Urbanas.**São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001.153 p.

CASALI; J. G. **Acoustical Litigation Issues en Community Noise Annoyance.** In: XIX Meeting of The Brazilian Society of Acoustics .april 15-19, 2000.

COMUNIDADES EUROPÉIAS.Directiva 2002/49/ce do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002.Relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.contendo 16 artigos e 6 anexos..**Jornal Oficial das Comunidades européias.** Parlamento Europeu, Luxemburgo, pub em 18 jul 2002.L 189.

DE MARCO, C. S. **Elemento de Acústica Arquitetônica.** São Paulo: Nobel.1982.

DIRECTIVA EUROPÉIA.**La UE se compromete a legislar sobre ruido ambiental.**Disponível www.geoscopio.com/est/geos/cont/noticias, em 23/04/04

EMBLETON, T.F.W. **Sound propagation in homogeneous deciduous and evergreen woods**. JASA, vol.35, pp.1119-1125, 1963.

DIVINOLÂNDIA. **Lei Municipal 445/70**. Código de Postura, Cap. I-Da moralidade e do sossego público. 1970.

ESPÍRITO SANTO DO PINHAL. **Lei Municipal nº 1905/92**. Dispõe sobre a concessão de alvará de funcionamento para locais particulares, destinados a diversões públicas. 1992.

ESPÍRITO SANTO DO PINHAL. **Lei Municipal nº 2383/98**. Dispõe sobre a proteção ao bem estar e ao sossego público e dá outras providências. 1998.

GERGES, S. N.Y. **Ruído: fundamentos e Controle**. 3. ed. ampl. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.676 p.

_____. **Efeitos do Ruído e Vibrações no Homem**. Revista Semestral de Acústica. Nº 18- 32, p 51-58, jul.2001.

FERREIRA, A. M. **Controle da Poluição Sonora nos Centros Urbanos**. In: Seminário de Poluição Sonora da Secretaria do Meio Ambiente do Paraná, junho. 1993. PR.

FERREIRA NETO, M. F.; BERTOLI, S. R. **Desempenho de barreiras Acústicas ao ar livre : Comparação entre eficiência e qualidade sonora..** In: XX Encontro do Sociedade Brasileira de Acústica, outubro, 2002,R.J.

FERREIRA NETO, M.F. **Estudo de barreiras acústicas ao ar livre, sob a perspectiva de eficiência e qualidade sonora**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2001. 51f

FIORILLO, C. A. P. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro. 3. Ed. ampl. São Paulo:Saraiva, .p.111-123, 2002. 337p.**

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO).Dados disponível www.ibge.gov.br em 31/10/04.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dados do Recenseamento de 2002.Disponível www.ibge.gov.br/home/estatística/população/censo2000 em 31/10/2004.

INTERNACIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO). R 1996/1. **Acoustics-Description and measurement of environmental noise**. Part 1: Basic quantities and procedures. (1982).

INTERNACIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO). R 1996/2-**Acoustics-Description and measurement of environmental noise**.Part 2:Acquisition of data pertinent to land use (1987-first edition).

IRVINE, K.L.; RICHARD, R. L. **Acoustics and Noise Control Handbook for Architects and Builders**.Flórida:Krieger Publishing Company,1998.

JUNGSTEDT, L. O.C. **Direito Ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Editora,1999.781 p.

MACEDO, L. S. V. **Algumas considerações sobre a análise da Emissão e Imissão de Ruídos em áreas Urbanas**.São Paulo: USP,[1999?]

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros ,2001.1031 p.

MEHTA,M.; JOHNSON, J.; ROCAFORT, J.**Architectural Acoustics Principles and design**. Columbus:Prentice Hal.Ohio, 1999.

MOCOCA. **Lei Municipal nº 2247/92**. Dispõe sobre a emissão de sons e ruídos em decorrência de qualquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas na sede e nos distritos. 1992.

MOURA, L. A. A. **Apostila: Aspectos Jurídicos na Perícia de Crimes Ambientais**.São Paulo: USP.[2000?]

PIMENTEL~SOUZA,F. P. **Efeitos do Ruído Estressante**. Disponível na internet http://www.geocities.com/ambientche/ef_estres.htm . Acessado em 08/05/2001..

PINTO, F. A. R. **Poluição Sonora: Um levantamento de dados da cidade de Fortaleza no período de 1988 a 2000**. Revista Semestral de Acústica. Nº 25 , p 51-58, jul. 2000.

IBAMA.Disponível na internet www.ibama.gov.br/silencio/home.htm .Acessado em 10/10/2004

RIVAS, I. S. **Contaminacion Ambiental por Ruído**.In: 1^{er}.Congreso Mexicano de Acústica, sep,1994,Monterrey.México

ROCHA, J. C. S. **A Proteção Legal ao Meio Ambiente no Estado da Bahia**.Feira de Santana: Egba,1997.120 p.

SÃO JOÃO DA BOA VISTA **Lei Municipal nº29/93**.Música ao vivo ou através de aparelhos de som em estabelecimentos comerciais.

SÃO JOÃO DA BOA VISTA. **Lei Municipal nº 199/93**.Regulamentação de Lei anterior sobre musica ao vivo e aparelhagem de som em estabelecimentos comerciais. 1993

SÃO JOÃO DA BOA VISTA. **Lei Municipal nº 149/98**. Dispõe sobre a utilização de som em propaganda e divulgações comerciais. 1998

SÃO JOÃO DA BOA VISTA. **Lei Municipal nº 844/2002**. Altera a Lei 149/98 e dispõe sobre a utilização de som em propaganda ou divulgação comerciais .2002.

SÃO JOSÉ DO RIO PARDO. **Lei Municipal nº 2121/96**. Título III, Cap.I dispõe sobre da Moralidade e do sossego público. 2002.

SÃO JOSÉ DO RIO PARDO. **Lei Municipal nº 2461/2001**. Dispõe sobre sobre o Programa de Proteção à Poluição Sonora móvel causada por carros de som. 2001.

:SCHMIDT,D.E. **Monitoramento de Ruído**. .In:Seminário de Poluição Sonora. Secretaria Municipal do Meio Ambiente do Paraná, junho, 1993.PR, pág 96.

SOUSA, C. M. **Ruído Urbano na Cidade de São Paulo**. In: XX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, outubro; 2002, R.J

SOUSA, M. C. R. de. **NBR 10151- 2000: A Revisão da Norma**. Revista Semestral de Acústica. Nº 25, p 59, jul. 2000.

VARGEM GRANDE SO SUL. **Lei Municipal nº 2207/97**. Regulamenta a utilização de som em propagandas ou divulgações comerciais. 1997.

ZINDELUK, M. **Ruído ou Música**. . In: Seminário de Poluição Sonora da Secretaria do Meio Ambiente do Paraná, jun.1993. PR

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGUAÍ. **Aspectos Gerais do Município.** Disponível em <http://www.aguai.sp.gov.br/aspectos.htm> >. Acesso em 31/10/03.

AGUAS DA PRATA. **A cidade.** Disponível em <http://www.guiaaguasdaprata.com.br/Pag/Acidade/Esg..htm> >. Acesso em 31/10/03.

ANTROP, D F. **Noise Polution.** London: Lexington Books, 1973.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:** informação e documentação: Referências- Elaboração. Rio de Janeiro. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520:** informação e documentação : citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

BERANEK, L.L. **Noise Reduction.** New York: MacGraw-Hill Book Company, 1960

BONGESTABS, D. **Tratamento Acústico de Ambientes.** In: Seminário sobre Poluição Sonora. Secretaria do Meio Ambiente do Paraná, junho, 1993. PR.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental** [tradução de Juergen Heinrich Maar].São Paulo:USP,1980.pag.189-191.

IEC NATIONAL COMMITTEES. IEC 61672-1-Ed.1.0:Eletoacoustics-Sound level meters,Part 1:Specifications.2002.

IEC NATIONAL COMMITTEES. IEC 60942-Ed.3.0:Eletoacoustics-Sound CALIBRATORS,2003.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Apostila do Curso de Ruído Ambiental.** In: XX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, outubro; 2002, RJ.

CACONDE. **Destino Caconde.** Disponível em <http://www.braziladventure.com.br/destino/caconde/aconde..htm> >. Acesso em 29/10/03.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Avaliação e controle de ruído e Vibração Industrial**. São Paulo: Procop, 1991.

COMUNIDADES EUROPEIAS. Recomendação da comissão, de 06 de agosto de 2003. Relativa as orientações sobre os métodos de cálculo provisórios revistos para ruído industrial, o ruído de aeronaves e o ruído do tráfego rodoviário e ferroviário, bem como dados de emissões relacionados com a Directiva 2002/49/CE. **Jornal Oficial da União Européia**. Brussels, pub em 22 ago 2003. L 212.

MAGRAB, E. B. **Environmental Noise Control**. New York: John Wiley & Sons, 1975.

MARTI, C.S.; DIAZ, E.G. **La educacion ambiental em el siglo XXI**. Hacia una ciudad sin ruidos. In: XXIX Jornadas TecniAcústica, 14-16 set, 1998, Lisboa.

MENDEZ, A.M; BASSO, G.J.; STORTINI, A J. et al. **Investigaciones sobre ruído urbano em La Plata**. In: XXIX Jornadas TecniAcústica, 14-16 set, 1998, Lisboa.

MOCOCA. **Aspectos Gerais**. Disponível em <http://www.mococaonline.com.br/topo3..htm> >. Acesso em 26/10/03.

NEPONUCENO L. X. **Acústica Técnica** São Paulo: Edgard, 1968. 578 p.

PIMENTEL~SOUZA, F. **Efeito do ruído no homem dormindo e acordado**. In: XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica. Abril 15-10, 2000, MG.

REVISTA SEMESTRAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA. **Acústica & Vibrações**. Santa Catarina: A&V, 1994-2003.

SANTOS, A S. R. **Poluição sonora e sossego público**. Disponível na internet. <http://www.ormnicom.com.br/ocanal/silencio.htm>, acesso em 19/04/2003

SÃO JOÃO DA BOA VISTA. **Características do Município**. Prefeitura Municipal: <http://www.saojoao.sp.gov.br/acidade/caract.htm>, acessado em 07/02/03.

SÃO JOSÉ DO RIO PARDO. **A cidade**. Disponível em http://www.br.share.geocities.com.br/hp_joaohenrique/são_jose..htm >. Acesso em 29/10/03.

VIEIRA, S. **Como escrever uma tese**. São Paulo : Pioneira. 1991. 82 p.

VIANNA, N. S. **O Estado da Arte em Ensino e Pesquisa na Área de Conforto Ambiental no Brasil**. São Paulo: [S.l.:n c} 2001. 192 p.

APÊNDICE

Apêndice A - Questionário enviado as dezesseis prefeituras da região de São João da Boa Vista

Questionário

- 1) Número de Reclamações relativas a ruído recebidas por esse órgão nos anos 1999, 2000, 2001 e 2002.
- 2) Número de reclamações sobre cada tipo de fontes sonoras (tipo de estabelecimento emissor).
- 3) Este Município possui Portaria específica sobre Ruído em áreas habitadas? Qual? (mandar por favor xerox)
- 4) O Município possui pessoal treinado ou teve treinamento específico de algum órgão para avaliação de ruído ambiental? Em caso positivo, qual?
- 5) O Município possui o medidor de pressão sonora a disposição?
- 6) Qual das parcerias abaixo interessaria ao Município:
 - () assessoria em alguns casos de repercussão;
 - () curso de treinamento
 - () palestras.