

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
AMBIENTAL**

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE PRESSÃO  
SONORA NOS LOCAIS DE MAIOR  
INCIDÊNCIA DE RUÍDO NA CIDADE DE  
SANTA MARIA, RS**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**Luís Garcia Guimarães**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

# **ANÁLISE DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA NOS LOCAIS DE MAIOR INCIDÊNCIA DE RUÍDO NA CIDADE DE SANTA MARIA, RS.**

**Por**

**Luís Garcia Guimarães**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização do  
Programa de Pós-graduação em Educação Ambiental, da  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
Especialista em Educação Ambiental

**Orientador: Prof. Dr. Djalma Dias da Silveira**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental**

A comissão Examinadora, a baixo assinado,  
aprova a Dissertação de Especialização

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA NOS  
LOCAIS DE MAIOR INCIDÊNCIA DE RUÍDO NA CIDADE  
DE SANTA MARIA, RS.**

Elaborada por  
**Luís Garcia Guimarães**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Especialista em Educação Ambiental**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Dr: Djalma Dias da Silveira**  
(presidente/orientador)

Prof. Dr. Jorge Luiz Pizzuti dos Santos (UFSM)

Prof. Dr. Claiton Grabauska (UFSM)

Santa Maria, RS, 24 de junho de 2005.

Nem se fundava o Rio Grande  
Nem o lendário Viamão  
O pago era céu e chão  
Cochilha várzea e perau  
Já o Uruguai dera vau  
Numa apoteose bravia  
E o gaúcho antenascia  
No velho São Nicolau.  
*(Jaime Caetano Braum)*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me dá força e saúde para que eu possa realizar meus sonhos.

À Universidade Federal de Santa Maria, por me proporcionar esta oportunidade de enriquecer meus conhecimentos, através de seus professores e funcionários.

Ao professor orientador, Dr. Djalma Dias da Silveira, não só pela orientação no desenvolvimento desta monografia e pela dedicação e incentivo a minha realização profissional, mas também pela sua amizade e disponibilidade em todas as horas.

Aos meus colegas e amigos, Paulo Barreto, Gabriela, Silvia, Fabiane, Rita, Elizete, Márcia e Renata, que comigo integraram a equipe que deu início este trabalho, o meu obrigado especial pelo companheirismo e carinho. E também a minha vizinha, Ana Paula, pela sua contribuição no desenvolvimento do trabalho.

Aos professores Drs. Jorge Luiz Pizzuti dos Santos e Claiton Grabauska, pela orientação e pelas excelentes sugestões de melhorias para este trabalho.

Aos colegas do 2º Batalhão Ambiental, Maj. Grasel, Sgt Emerson e Sd Cruz pelo apoio e incentivo. E, também, ao Major Pereira, por disponibilizar o sonômetro para coleta das medições. Enfim, obrigado a todos os colegas do Comando Ambiental de Porto Alegre, que de uma maneira ou de outra, me apoiaram no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, Maria e José, que me dão incentivo e total compreensão nas horas difíceis. A minha namorada, Karin, pelo apoio e carinho, e aos meus irmãos, Juliano, Suiene, Lochane e Lusiane que torceram por mim, e foram compreensivos quando não pude me fazer presente.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE SIGLAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 Considerações Iniciais.....	13
1.2 Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
<b>2 O RUÍDO E A POLUIÇÃO SONORA.....</b>	<b>16</b>
2.1 O ruído e seus efeitos sobre a audição.....	16
2.2 Grandeza acústica considerada.....	17
2.2.1 NPS (Nível de pressão sonora).....	17
2.2.2 Nível Sonoro Equivalente.....	18
2.2.3 Níveis estatísticos (L <sub>90</sub> , L <sub>50</sub> e L <sub>10</sub> , entre outros).....	19
2.2.4 Nível dia/noite (L <sub>dn</sub> ).....	19
2.2.5 Índice de ruído de tráfego (TNI).....	19
2.2.6 Nível de poluição sonora (LPS).....	19
2.2.7 Nível total de pressão sonora.....	20
2.3 Nível de pressão sonora – o decibel (dB).....	21
2.4 Circuitos de compensação A, B, C e D.....	21
2.5 Ruído e saúde.....	24
2.5.1 Como o ruído pode prejudicar a saúde humana.....	25
2.5.2 Zumbido induzido pelo ruído.....	26
2.5.3 Como o zumbido afeta os seres humanos.....	26
2.5.4 Programa de conservação de audição.....	27
2.5.5 Outras conseqüências à saúde com relação à exposição ao ruído.....	27
2.6 Ruído de som e tráfego.....	27
2.7 Alguns fatores que influenciam na propagação do som em zonas urbanas.....	28

2.7.1 Vegetação.....	29
2.7.2 Temperatura.....	29
2.7.3 Cobertura do Solo.....	29
2.7.4 Vento.....	30
2.8 Absorção do som por fontes lineares.....	30
2.9 Aspectos legais referentes à poluição sonora e ao conforto acústico em edificações.....	30
2.10 Lei das contravenções penais: Poluição Sonora.....	38
2.11 Exemplos de níveis sonoros permitidos em algumas cidade.....	39
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>41</b>
3.1 Entrevista com a população.....	41
3.2 Coleta dos dados de níveis sonoros e fluxo de veículos.....	42
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>44</b>
4.1 Características básicas onde foram coletados os dados de campo.....	44
4.2 Análise dos NPS dos Leq no ponto 1.....	49
4.3 Análise dos NPS dos Leq no ponto 2.....	50
4.4 Análise dos NPS dos Leq no ponto 3.....	51
4.5 Análise dos NPS dos Leq no ponto 4.....	52
4.6 Análise dos NPS dos Leq no ponto 5.....	52
4.7 Análise dos NPS dos Leq no ponto 6.....	53
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01- Comparativo dos níveis máximos de ruído, segundo a NBR 10151 e o Código de Posturas de Santa Maria/RS, para os seis diferentes tipos de áreas habitadas citadas na referida norma técnica da ABNT.....	37
FIGURA 0 2 – Mapa do Bairro Centro.....	45
FIGURA 0 3 – Mapa do Bairro Nossa de Lourdes.....	46
FIGURA 0 4 – Mapa do Bairro KM 3.....	47
FIGURA 05 – Análise dos NPS dos Leq no ponto 1.....	49
FIFURA 06 – Análise dos NPS dos Leq no ponto 2.....	50
FIGURA 07 – Análise dos NPS dos Leq no ponto 3.....	51
FIGURA 08 – Análise dos NPS dos Leq no ponto 4.....	52
FIGURA 09 – Análise dos NPS dos Leq no ponto 5.....	53
FIGURA 10 – Análise dos NPS dos Leq no ponto 6.....	54



**LISTA DE TABELAS**

TABELA 01 – Relação de alguns valores de NPS e suas respectivas pressões.....	17
TABELA 02 – Valores que afetam algumas partes do corpo humano.....	22
TABELA 03 – Valores dB(A) e NC(A) Níveis de Correções.....	23
TABELA 04 – Limites de Tolerância para ruído contínuo e intermitente.....	35
TABELA 05 – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).....	36
TABELA 06 – Classificação das Áreas para os diferentes níveis de Poluição Sonora.....	37
TABELA 07 – Níveis sonoros em três rodovias da Grande Florianópolis.....	40
TABELA 08 – Áreas e população residente do município, no bairro centro, Nossa Senhora de Lourdes e KM 3 de Santa Maria.....	44
TABELA 09 – Locais de coleta dos Pontos com ruído.....	48
TABELA 10 – Locais de coleta dos Pontos sem ruído.....	48

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ASTM – American Society for Testing and Materials  
CIB – Conseil International du Batiment  
CONAMA – Conselho Nacional do meio Ambiente  
COBRACON – Comitê Brasileiro da Construção  
dB – Decibel  
ISO – International Organization for Standardization  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.  
Leq – Nível Sonoro Equivalente  
Ldn – Nível dia/noite  
NBR – Normas Brasileiras de Regulamentação  
NC – Níveis de Correções  
NCB – Balanced Noise Criteria  
NR – Norma de Regulamentação  
NR – Noise Rating  
NPS – Níveis de Poluição Sonora  
RC – Circuito Rápido  
RC – Room Criteria  
RCN e PNC – Preferred Noise Criterion  
RILEM – Réunion Internationale de Laboratoires d'Essais et de recherches sur les Materiaux et Constructions  
RMS – Real Música Sonorisada  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
TNI – Índice de Ruído de Tráfego

## RESUMO

Monografia de Especialização  
Curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ANÁLISE DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA NOS LOCAIS DE MAIOR INCIDÊNCIA DE RUÍDO NA CIDADE DE SANTA MARIA, RS.**

Autor: Luís Garcia Guimarães

Orientador: Djalma Dias da Silveira

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 24 de junho de 2005.

A poluição sonora é um problema que atinge, com maior ou menor intensidade todas as pessoas que vivem desde os pequenos até os grandes centros urbanos. Buscou-se utilizar ferramentas da Educação Ambiental na cidade de Santa Maria como instrumentos para avaliar alguns pontos com incidência de problemas referentes à poluição sonora, fornecendo subsídios para que se estabeleçam parâmetros nos projetos que visam o conforto acústico dos cidadãos que residem próximo a esses locais. Esta pesquisa foi programada em duas etapas, nas quais buscou-se ouvir a população residente nos locais escolhidos para coleta dos dados, através de entrevistas com a população e realizaram-se medições dos ruídos provocados pelos bares, boates e lanches rápidos nos locais de maior movimento nos bairros Centro, Km 3 e Nossa Senhora de Lourdes de Santa Maria. Através dos levantamentos, foi observado que as pessoas que freqüentam esses locais não tem nenhuma preocupação com aquelas pessoas que residem próximo dos bares, usando-os para sua diversão, e além do ruído e incômodo que causam, eles deixam os locais intransitáveis após o término das festas. Encontrou-se lixo espalhado nas ruas, como: garrafas quebradas, copos e garrafas de plástico, guardanapos de lanches rápidos, entre outros, que causam poluição visual, além da já mencionada Poluição Sonora.

Palavras chaves: Educação Ambiental, Ruído, Pressão Sonora, Leq, Santa Maria.

## **ABSTRACT**

Specialization Monograph  
Pos Graduation Course in Environmental Education  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brazil

### **ANALYSIS OF THE SOUND PRESURE LEVELS IN THE PLACES OF MAJOR OCCURRENCE OF NOISE IN SANTA MARIA, RS**

Author: Guimarães, Luís Garcia  
Advisor: Silveira, Djalma Dias da  
Date and Local of defense: Santa Maria, 24<sup>th</sup>, 2005.

Sound pollution is a problem that reaches, with higher or lower intensity, all people that live in small and mainly in big urban centers. We tried to apply the Environmental Education tools in the city of Santa Maria as instruments to evaluate some places that occur problems of sound pollution, providing subsidies in order to set up bases to the projects that aim at the acoustic comfort of the citizens that live near these places. This research has been planned to be done in two stages, in which we have listened the population that live in the chosen places, to collect information through interviews with their residents and we have done measurements of the noise of the bars, night clubs, fast food places that are more frequented on downtown and in the “Km3” and “Nossa Senhora de Lourdes” quarters in Santa Maria. Through the surveys we could observe that the persons who frequent these places don't have any concern about the people that live near those bars, using them to have fun and besides the noise and inconvenience cause, they let these locals untransitable after the parties. We have found garbage spread on the streets like broken bottles, plastic glasses and bottles, paper napkins, fast food recipients, that causes visual pollution besides of the sound pollution already mentioned.

Key Words: Environmental Education, Noise, Sound Pressure, Leq, Santa Maria.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

A poluição sonora é um problema que atinge, com maior ou menor intensidade, a todas as pessoas que vivem nos pequenos até nos grandes centros urbanos. Pesquisas desenvolvidas por Rott (1995) sobre o assunto identificaram as principais fontes de ruído, sendo elas: automóveis, caminhões, ônibus, camionetas, motocicletas e sons de veículos de propaganda que circulam pelas ruas das cidades.

Os Estudos revelaram, inclusive a detecção do aparecimento de problemas de saúde, causados quando o ruído excede os níveis estabelecidos na legislação vigente, como por exemplo, os distúrbios auditivos, cardíacos, alucinógenos, entre outros, oriundos da tensão em virtude da ausência de um número suficiente de horas de sono. As Pessoas, em suas residências, locais de trabalho, escolas e áreas de lazer, também podem ser atingidas.

Com o desenvolvimento industrial e tecnológico, as várias fontes de poluição ambiental têm sido causadoras de danos ao ser humano e ao meio ambiente. Somente a partir da década de setenta, é que surgiram as maiores preocupações neste sentido. Burgess (1996), afirma que o ruído tem recebido maior atenção como um fator importante no desconforto e insalubridade nos centros urbanos.

“A cidade sempre foi e sempre será, pela natureza da sua essência, artisticamente fragmentária, tumultuosa e inacabada (...). As estruturas urbanas (...) são, constantemente, objeto de intervenções, quase selecionadas pela pulsação histórica, atrás da qual vai sendo arrastado, com maior ou menor atraso” (Goitia 1982, p. 35). Em sua maioria, os centros urbanos brasileiros caracterizam-se por apresentarem uma concentração excessiva de atividades sócio-econômicas nas áreas centrais.

Nesse contexto, a capacidade viária disponível tem fortes restrições para atender satisfatoriamente a demanda da circulação de pessoas, bens e serviços, acentuando, com isso, os congestionamentos, acidentes de trânsito e desperdício do consumo energético, além dos conflitos oriundos do excesso de ruídos, que ocasionam um empobrecimento do conforto ambiental. “Em

conseqüência, tem-se o tráfego veicular, buscando caminhos, nem sempre apropriados do ponto de vista do planejamento de transportes, degradando ainda mais a qualidade de vida da população” (Silva, 1998).

O presente trabalho visa analisar a problemática relacionada ao ruído motivada pelos aspectos acima relacionados e somado-se a isso, o fato de, até o presente momento, não existir, na cidade de Santa Maria, nenhum levantamento acústico aprofundado em relação aos Níveis de Pressão Sonora (NPS),

Para o desenvolvimento desta pesquisa, procurou-se através da educação ambiental, desenvolver nova metodologia para buscar melhorias que poderão ser alcançadas e informadas a população a respeito dos níveis sonoros a que está exposta, a qual poderá melhor proteger-se contra os efeitos do ruído sobre o desempenho físico e mental, tanto nas horas de trabalho, como nos momentos de repouso e lazer.

Para tornar possível a realização deste trabalho, a sua aplicação será desenvolvida na zona urbana, por ser a área de maior incidência do tráfego de veículos e pessoas da cidade.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

♦Análise dos níveis de pressão sonora nos locais de maior incidência de ruído na cidade de Santa Maria.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

♦Adicionalmente, objetiva-se verificar, nos pontos de coleta, os maiores causadores de elevados níveis de pressão sonora;

- ◆ Utilizar algumas ferramentas da Educação Ambiental<sup>1</sup> para análise do ruído nos locais de coleta;
  
- ◆ Subsidiar as autoridades competentes, para que sejam tomadas medidas de controle segundo as normas técnicas para o ruído;
  
- ◆ Servir como referencial para o desenvolvimento de futuros trabalhos nesta área, ressaltando-se que a poluição sonora deve ser monitorada permanentemente para que se possa avaliar a eficiência e os resultados das medidas mitigadoras de controle adotadas;

---

<sup>1</sup> Questionário aplicado às pessoas que residem próximo aos locais, onde foram realizadas as medições sonoras.

## 2. O RUÍDO E A POLUIÇÃO SONORA

### 2.1 O ruído e seus efeitos sobre a audição

O que é ruído? Ruído é, por definição, um som indesejável. Ele varia em sua composição em termos de frequência, intensidade e duração. Sons que são agradáveis para algumas pessoas podem ser desagradáveis para outras. Por exemplo: os sons de uma determinada música podem ser divertidos para alguns, mas outros já os consideram lesivos. Então, para um som ser classificado como "ruído", este deve ser julgado pelo ouvido.

A **altura** da onda do som é a característica que distingue os sons graves dos agudos. A experiência mostra que dois sons, de alturas diferentes, correspondem a ondas de frequências diferentes, segundo Amaldi (1995). Ao encontrar um obstáculo, uma onda pode chocar-se contra ele e caminhar em sentido inverso. Esse fenômeno é chamado reflexão e se manifesta de diferentes formas, de acordo com o tipo da onda. Por exemplo: a imagem que aparece num espelho é resultado da reflexão de ondas luminosas sobre uma superfície refletora. As ondas sonoras também se refletem em obstáculo e sob circunstâncias propícias e provocam um fenômeno conhecido como *eco*. As principais características físicas do som são a frequência e o comprimento de onda. A **frequência** é o número de oscilações que ela realiza numa unidade de tempo. A distância entre duas cristas consecutivas (ou dois vales) denomina-se **comprimento de onda** (Amaldi 1995). Cabe a este estudo, conceituar vibrações que, segundo Astete (1991), são o movimento, oscilação, balanço de objetos que, quando facilmente detectado pelo tato, é chamado de vibração.

A tarefa de medir pressões sonoras não é simples, pois o sistema auditivo consegue detectar variações de pressão do ar 200 vezes superior ao valor limiar de audibilidade, estendendo-se numa faixa de, aproximadamente 0,00002 Newton/m<sup>2</sup>, (Goitia 1993). Contudo, pretende-se não apenas medir as variações de pressão, mas também ter uma idéia da sensação humana quando o ouvido é exposto, dentro da faixa de áudio-frequência, a diferentes pressões sonoras que o estimulam.



## 2.2 Grandeza acústica

O som é causado pela variação da pressão ou da velocidade de moléculas em um meio fluido e é uma forma de energia transmitida pela colisão destas moléculas. O som se propaga em ondas esféricas, a partir de uma fonte pontual (Gerges, 1992).

A unidade utilizada para medir o som é o decibel, simbolizado por dB. Como o ouvido humano não é igualmente sensível a todas as faixas de freqüências, representa-se a audibilidade humana utilizando-se o dB(A), que é o decibel ponderado para a curva A, sendo o mais próximo do ouvido humano.

### 2.2.1 NPS (Nível de pressão sonora)

O nível de pressão sonora é determinado através de uma equação onde podemos visualizar:

$$\text{NPS} = 10 \log(P^2/P_0^2) \quad (1)$$

Onde:

P = pressão sonora ( N/m<sup>2</sup>)

P<sub>0</sub> = pressão sonora de referência (2 x 10<sup>-5</sup> N/m<sup>2</sup>) que corresponde ao limiar da audição a 1 KHz.

A tabela mostra a relação entre NPS e pressão, para alguns valores típicos.

**Tabela 1** – Relação de alguns valores de NPS e suas respectivas pressões

NPS dB	Pressão (N/m <sup>2</sup> )
140 (limiar da dor)	200
120	20
100	2
80	0,2
60	2 x 10 <sup>-2</sup>
40	2 x 10 <sup>-3</sup>
20	2 x 10 <sup>-4</sup>
0 (limiar da audição)	2 x 10 <sup>-5</sup>

Fonte: Rott (1995).

### 2.2.2 Nível Sonoro Equivalente

O nível sonoro equivalente (Leq) é o nível sonoro médio integrado durante uma faixa de tempo determinada. O Leq é uma das medidas mais usadas para medições de ruído de som e tráfego e a maioria dos aparelhos utilizados nas medições acústicas o determinam automaticamente com a definição do tempo desejável (Gerges, 1992).

Todos os sons são produzidos por corpos que vibram. Vivemos num mundo de sons quase constantes. A propagação do som não é instantânea, é necessário certo tempo para que as ondas acústicas provenientes da fonte sonora atinjam certa distância. Para que nossos ouvidos percebam uma onda elástica como som, é necessário que a fonte esteja vibrando com freqüência entre 16 e 20.000 Hz. Essas duas freqüências extremas são chamadas limites de audibilidade. Fora desse intervalo de freqüência, nosso aparelho auditivo é surdo.

Os danos causados à audição em função de um determinado ruído dependem do seu nível sonoro, da sua duração e banda de freqüência. Para exemplificar, uma exposição a 100 dB (A) durante 1 minuto é menos prejudicial que a 90 dB(A) por 60 minutos (Gerges 1992). O Leq é uma das medidas mais usadas para medições de ruído de tráfego, sendo definido como:

$$Leq = 10 \log \left[ \left[ \frac{1}{T} \right] \int_0^T \left\{ \left[ \frac{P^2}{P_0^2} \right] dt \right\} \right] \quad (2)$$

onde:

T = tempo de integração;

P(t) = pressão acústica instantânea;

P<sub>0</sub> = pressão acústica de referência;

Leq = nível sonoro contínuo equivalente.

A maioria dos aparelhos utilizados para medições acústicas executa automaticamente o Leq.

### 2.2.3 Níveis estatísticos (L90, L50 e L10, entre outros)

Os Níveis estatísticos muito utilizados, juntamente com o Leq, são:

L90: é o nível excedido em 90% do tempo de medição;

L50: é o nível excedido em 50% do tempo de medição;

L10: é o nível excedido em 10% do tempo de medição.

Se os valores instantâneos dos níveis sonoros do tráfego seguem uma distribuição normal, tem-se: (Sancho & Sencherms, 1982).

$$\text{LeqL50} + [(L10 - L90)^2 / 60] \quad (3)$$

### 2.2.4 Nível dia/noite (Ldn)

É definido como um nível sonoro contínuo equivalente durante o período de 24 horas, fazendo-se uma correção de 10 dB aos níveis sonoros da noite (22:00 – 07:00) para considerar o aumento de incômodo produzido pelo ruído nestes horários. Pode ser avaliado por Sancho & Sencherms (1982):

$$\text{Ldn} = 10 \log \left[ \frac{1}{24} (15 \times 10^{10} + 9 \times 10 (\text{Ln} + 10) / 10) \right] \quad (4)$$

Onde:

Ld = Leq para o período do dia (07:00 – 22:00);

Ln = Leq para a noite (22:00 – 07:00).

### 2.2.5 Índice de ruído de tráfego (TNI)

O índice de ruído de tráfego, utilizado em trabalhos onde os dados coletados são L90 e L10, é obtido pela equação de Szokolay (1980):

$$\text{TNI} = L90 + 4(L10 - L90) - 30 \quad (5)$$

### 2.2.6 Nível de poluição sonora (Lps)

O nível de poluição sonora é dado por Gerges (1992):

$$\text{Lps} = \text{Leq} + 2,56\sigma \quad (6)$$

Onde:

$\sigma$  = desvio padrão do nível de ruído em dB.

Na maioria dos casos o valor de  $L_p$  pode ser aproximado para:

$$L_p = L_{eq} + L_{10} - L_{90} \quad (7)$$

### 2.2.7 Nível total de pressão sonora

É uma grandeza que fornece apenas um nível em dB ou dB(A) sem informações sobre a distribuição deste nível nas frequências. Constitui-se, portanto, uma medida global simples, Real Música Sonorizada (RMS), que pode ser efetuada com um medidor de nível sonoro sem filtros. No medidor de nível sonoro existem dois circuitos RC, um com constante de tempo de 125 ms (circuito rápido) e outro de 1 ms (circuito lento).

Para Weber & Fechner (*apud* GOITIA 1993), “para haver um aumento na sensação, é necessário que a intensidade do estímulo cresça” e “o aumento da sensação é proporcional ao logaritmo do estímulo”, ou seja, o estímulo físico cresce em função dos números 1 – 2 – 4 – 10 – 100 – 1.000 – 10.000 – 100.000 – 1.000.000 a sensação humana cresce correspondentemente nos números: 0 – 0,3 – 0,6 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6. O estímulo físico é multiplicado por 10, a sensação aumenta em apenas uma unidade. De uma forma mais prática, criou-se então uma escala que fosse de fácil manuseio, quanto às enormes variações de pressões sonoras e ao mesmo tempo, considerou-se a reação humana ao estímulo. Esse meio criado foi uma relação logaritmo expressa em decibéis (dB), entre uma pressão de referência arbitrariamente adotada e a pressão sonora real que existe no local. A relação é conhecida como **NÍVEL DE PRESSÃO SONORA – NPS**, que apresenta um barulho contínuo ou intermitente – variação de pressão sonora expressa como um valor médio dos valores reais que mudam rapidamente através do tempo. A pressão RMS é conhecida como pressão quadrilátera, ou pressão sonora. É medido em intervalos de tempos suficientemente longo para incluir, em cada valor, vários ciclos de vibrações.

A faixa audível de pressão é grande, de  $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$  e  $20.000.000 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ , o que torna difícil se pretendemos colocá-la numa faixa linear (Costa, 1997).

Para Costa (1997), NPS é o índice que compara o quadrado da pressão real existente “P” no ambiente com o quadrado de uma pressão de referência  $P_0$  (ponto zero). Como pressão de referência temos o valor  $2 \times 10 \text{ N/m}^2$ .

Decibel exprime a relação entre grandezas variáveis, não sendo uma unidade por si mesma.

### **2.3 Nível de Pressão Sonora – o decibel (dB)**

O ouvido humano responde a uma larga faixa de intensidade acústica, desde o limiar da audição até o limiar da dor. Por exemplo, a 1000 Hz a intensidade acústica que é capaz de causar a sensação de dor é 10 vezes a intensidade acústica capaz de causar a sensação de audição. É visível a dificuldade de se expressar números de ordens de grandeza tão diferentes numa mesma escala linear, portanto, usa-se a escala logarítima. Um valor de divisão adequado a esta escala seria  $\log 10$ , sendo a razão das intensidades do exemplo acima representada por  $\log 10^1$ , ou 14 divisões de escala. Ao valor de divisão de escala  $\log 10$ , dá-se o nome de Bel. Dois Bels é  $\log 100$ , etc., no entanto o Bel é um valor de divisão de escala muito grande e usa-se então o decibel (dB) que é um décimo do Bel. Um Bel é igual a 10 decibéis.

### **2.4 Circuitos de compensação a, b, c e d**

Os fatores que determinam a audibilidade subjetiva de um som são complexos. Um desses fatores é que o ouvido humano não é igualmente sensível a todas as freqüências, mas é mais sensível à faixa entre 2 kHz e 5 kHz, e menos sensível para freqüências extremamente baixas ou altas. Este fenômeno é mais pronunciado para baixos NPS do que para altos. Por exemplo: um tom de 100 Hz deve ter um nível de 5 dB mais alto, para dar a mesma audibilidade subjetiva que um tom de 1000 Hz, a um nível de 80 dB. Circuitos eletrônicos de sensibilidades variáveis com a freqüência, de forma a modelar o comportamento do ouvido humano, são padronizados e classificados como A, B, C, e D. O circuito A aproxima-se das curvas de igual audibilidade para baixos NPS. Os circuitos B e C são análogos ao circuito A, porém para

médios e altos NPS respectivamente. Hoje, entretanto, somente o circuito A é largamente usado, uma vez que os circuitos B e C não fornecem boa correlação em testes subjetivos. Uma característica especial, a curva de compensação D, foi padronizada para medições de ruído em aeroportos. Os NPS de 70 dB em 1 kHz, o ouvido humano percebe integralmente 70 dB(A), entretanto, se este nível está em 50 Hz, o ouvido humano percebe um NPS =  $70 - 30,2 = 39,8$  dB(A). A escala em dB é linear e, em consequência, os dB não podem ser adicionados ou subtraídos aritmeticamente. Exemplo: audição de 95 dB mais 95 dB é igual a 98 dB e não 190 dB, como seria em uma escala linear. Então, diminuir o nível de pressão sonora em 10 dB é equivalente a reduzir a pressão sonora em 90% (Santos, 1998).

Quanto às vibrações detectáveis, considera-se os diferentes valores de aceleração e comprimento de onda, com características variáveis, em função da região do organismo considerado.

**TABELA 2:** Valores que afetam algumas partes do corpo humano.

TÓRAX -ABDOMEN	30 – 6 Hz
GLOBO OCULAR	60 – 9 Hz
MANDÍBULA E LÁBIOS	200 – 300 Hz

FONTE: Troppmair 1988.

MONTAGEM: Guimarães, L. G.

Enfim, as faixas de interesse estendem-se desde 0,1 a 1.000 Hz e desde 0,1 a 100 m/s<sup>2</sup> de aceleração RMS. As frequências audíveis estão entre 16 e 20.000 Hz, faixa chamada de “áudio-frequência”. O nível de audibilidade é definido como o nível de pressão sonora do som padrão (NPS a 1.000 Hz) necessário para que um número significativo de observadores escute o som padrão e o desconhecido com a mesma intensidade. Assim, é evidentemente uma escala logarítmica. Portanto, de forma semelhante à relação “nível de expressão sonora/ pressão sonora”, existe como relação “nível de audibilidade/audibilidade”. No que se refere a aparelhos para medir NPS, devem ser chamados de “medidores de nível de pressão sonora” ou “medidores de nível sonoro”, eventualmente, sonômetros. Embora tecnicamente incorreto, na prática, são conhecidos como “decibelímetro”. São

constituídos por um sistema cuja forma básica simplificada corresponde a microfone, amplificador, filtros de compensação, amplificador/retificador e medidor. Os medidores podem ter respostas lentas ou rápidas. A resposta lenta facilita as medições quando o barulho varia excessivamente, obtendo-se um valor “médio”. É recomendada resposta rápida para se usar quando estão sendo avaliados problemas em relação a limites de tolerância para barulho contínuo e intermitente, como podemos observar na tabela os limites em dB(A) durante o dia e a noite, conforme Santos (1998). Podemos identificar, na tabela 3, os níveis de correções em diferentes locais para o bem estar da pessoa.

**TABELA 3:** Valores dB (A) e NC.(A)

<b>Locais</b>	<b>dB(A)</b>	<b>Nc</b>
<b>Hospitais</b>		
Apartamentos, enfermarias berçário	35 – 45	30 – 40
Laboratórios, área para uso público e serviços	40 – 50 45 - 55	35 – 45 40 - 50
<b>Escolas</b>		
Bibliotecas, salas de músicas, salas de desenho, salas de aula,	35 – 45 40 – 50	30 – 40 35 – 45
Laboratório, circulação	45 - 55	40 – 50
<b>Hotéis</b>		
Apartamentos	35 – 45	30 – 40
Restaurantes, salas de estar,	40 – 50	35 – 45
Portaria, recepção, circulação.	45 - 55	40 - 50
<b>Residências</b>		
Dormitórios	35 – 45	30 – 40
Salas de estar	40 - 50	35 - 45
<b>Auditórios</b>		
Salas de concertos, teatros,	30 – 40	25 – 30
Salas de conferências, cinemas	35 - 45	35 - 45
<b>Restaurantes</b>		
	40 - 50	35 - 45
<b>Escritórios,</b>		
Salas de reunião,	30 – 40	25 – 35
Salas de gerências, salas de projetos,	35 – 45	30 – 40
Salas de computadores,	45 – 65	40 – 60
Salas de mecanografias	50 – 60	45 – 55
<b>Igrejas e templos</b> (cultos mediativos)		
	40 - 50	35 – 45
<b>Locais para esportes,</b>		
Pavilhões fechados para espetáculos E atividades esportivas	45 - 60	40 - 55

FONTE: Norma Brasileira de Regulamentação NBR 10.152/87

## 2.5 Ruído e saúde

Há uma preocupação mundial em avaliar os efeitos nocivos do excesso de ruído sobre as pessoas. Estudos apontam os seguintes efeitos:

A poluição sonora pode trazer vários problemas ao corpo humano. Os problemas causados pelos ruídos vão, desde uma ou mais alterações passageiras, até graves distúrbios, como:

- a) Mudança temporária ou limiar de audição, também conhecida como surdez temporária, que ocorre após a exposição do indivíduo a barulho intenso, mesmo por curto período de tempo;
- b) Surdez permanente, que se origina da exposição repetida durante longos períodos a barulhos de intensidades excessivas.
- c) trauma acústico, que é a perda auditiva repentina após a exposição a barulho intenso, causado por explosões ou impacto sonoro semelhante.

O ruído estressante libera substância excitante no cérebro, tornando a pessoa sem motivação própria, incapaz de suportar o silêncio. Libera também substâncias anestésicas, semelhantes ao ópio e a heroína, que provocam prazer, abrindo campo para o uso de fortes drogas psicotrópicas. As pessoas tornam-se viciadas, dependentes do ruído, paradoxalmente tornando-se depressivas em ambiente com silêncio salutar, permanecendo agitadas, incapazes de reflexão e medição mais profunda (Coelho, 1996).

Se o ruído é excessivo, o corpo ativa o sistema nervoso que o prepara contra o ataque de um inimigo invisível, sem pegadas, que invade todo o meio ambiente pelas menores frestas por onde passa o ar ou por toda ligação rígida a fonte ruidosa. O cérebro acelera-se e os músculos consomem-se sem motivo. Sintomas secundários aparecem: - aumento de pressão arterial; - paralisação do estômago e intestino; - má irrigação da pele e - impotência sexual (Coelho, 1996).

O ruído é um dos principais fatores de degradação da qualidade do ambiente urbano e, em vários países, é reconhecido como problema de saúde pública. Sabe-se que a poluição sonora gerada no ambiente das cidades raramente afeta o sistema auditivo, mas recentes pesquisas mostram que a resposta humana envolve o sistema cardiovascular e o sistema neuroendócrino (Coelho, 1996).



Os níveis de aceitabilidade são chamados de “limites de tolerância” e devem ser interpretados, no caso de barulho, como “níveis de pressão sonora e durações diárias de cada um deles aos quais a maioria da população pode estar exposta sem que isso resulte efeito adverso na sua habilidade de ouvir”.

Ressaltam-se as diferenças no corpo humano, e a sensibilidade que cada um possui conforme seu biótipo, afirmando uma interpretação minuciosa quanto à linha certa que separa barulho perigoso de sons aceitáveis.

A organização Mundial da saúde considera que à 55 dB(A), inicia o estresse auditivo (WHO, 1980).

### **2.5.1 Como o ruído pode prejudicar a saúde humana**

Muitos sons, em nosso ambiente, excedem estes padrões e a exposição contínua a esses sons pode causar até perda da audição. A diferença em níveis de decibéis é maior do que se poderia esperar: 100 vezes mais energia sonora entra nos ouvidos em um ambiente de 95 dB do que num ambiente de 75 dB. A perda auditiva típica observada com as pessoas que possuem uma longa história de exposição a ruído é caracterizada por perda de audição na faixa entre 3000 e 6000 Hz. Na fase precoce à exposição, uma perda de audição temporária é observada ao fim de um período, desaparecendo após algumas horas. A exposição contínua ao ruído resultará em perda auditiva permanente que será de natureza progressiva e se tornará notável subjetivamente ao trabalhador no decorrer do tempo. Esta mudança nos limiares auditivo pode ser monitorada através de testes audiométricos e isto alertará os médicos que as medidas preventivas deverão ser iniciadas. Nos estágios avançados, uma perda de audição nas freqüências altas afetará seriamente a habilidade para entender a fala normal. Em geral, pessoas com perdas auditivas nas freqüências altas não experimentarão dificuldades para detectar a fala, mas terão problemas para entender conversações (Coelho, 1996).

### **2.5.2 Zumbido induzido pelo ruído**

Embora a causa exata de zumbido seja desconhecida, muitos pacientes que têm história de exposição a ruído apresentam zumbidos. O barulho pode ser a causa mais provável do zumbido e este pode ou não ocorrer simultaneamente com perda auditiva. A maior parte dos pacientes que apresenta zumbido também tem problemas auditivos, mas uma pequena porcentagem (menos de 10%) tem audição dentro dos limites da normalidade. O zumbido, como resultado de exposição a ruído, pode ocorrer súbita ou muito gradativamente. Quando ocorre repentino, é freqüente percebido a uma intensidade razoavelmente alta e pode persistir nesse nível permanente. Entretanto, para outros, o zumbido é temporário e não retorna mais (Coelho, 1996).

Para Coelho (1996), o aparecimento do zumbido induzido por ruído é gradual e intermitente em seus estágios precoces. Os pacientes preferem escutar um padrão médio de zumbido por um curto período de tempo, após uma exposição prolongada a sons intensos. Uma vez que o paciente deixa de escutar a fonte do ruído, o zumbido desaparece rapidamente e se torna inaudível até a próxima exposição. Este padrão intermitente freqüentemente continua por meses ou anos com períodos de zumbido se tornando cada vez mais longos. Se a exposição ao barulho continua, o zumbido freqüentemente aumenta de volume e torna-se constante. A maioria dos pacientes que tem uma longa história de exposição a ruído refere um zumbido que é tonal em qualidade e de alta freqüência, que se assemelha aos tons externos acima de 3000 Hz (Coelho, 1996).

### **2.5.3 Como o zumbido afeta os seres humanos**

É comum para as pessoas com zumbido notarem um aumento de zumbido em seus ouvidos enquanto estão expostos ao barulho. Em função disto, não podem freqüentar locais populares, tais como: concertos musicais, danças, festas e eventos esportivos. Elas não podem usar cortador de grama, serras, aspiradores de pó, processadores de comida, ferramentas elétricas e armas de fogo. Algumas pessoas tiveram que abandonar seus empregos ou

mudar de função por causa do barulho relacionado ao trabalho. Num curto período de tempo, após terem se afastado de suas funções, elas percebem que seus zumbidos retornaram aos seus níveis originais (Coelho, 1996).

#### **2.5.4 Programa de conservação da audição**

O que você deve fazer:

1. Afastar-se do barulho o máximo possível;
2. Usar protetor auditivo individual quando o barulho for inevitável ou não puder ser paralisado;
3. Reduzir o tempo que você se expõe ao barulho;
4. Reduzir o barulho em sua fonte.

#### **2.5.5 Outras conseqüências à saúde com relação à exposição ao ruído**

O ruído é conhecido por ter efeitos nocivos não somente sobre a audição, causando estresse em todo o sistema circulatório, respiratório e digestivo. Exposição prolongada ao ruído pode causar dores de cabeça, cansaço e elevação da pressão arterial. O ruído pode interferir no aprendizado de crianças e até mesmo afetar uma criança antes de nascer. Se você contribuir para a redução do ruído em seu ambiente, cada órgão de seu corpo, assim como das demais pessoas ao seu redor, estará sendo beneficiada (Coelho, 1996).

#### **2.6 Ruído de som e tráfico**

“Os ouvidos não tem pálpebras”, esta frase do poeta e escritor Décio Pignatari (*apud* DUPRAT, 1998), ilustra a vulnerabilidade do nosso sistema auditivo, pois é impossível “fechar os ouvidos” do mesmo modo que a boca e os olhos para proteção da nossa saúde quando nos vemos ameaçados pelo ruído excessivo. Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), saúde não é considerada como uma mera falta de doença, porém como pleno bem-estar físico e mental. A OMS estipula que o limiar da incomodidade situa-se entre 35

a 60 dB (A) em Leq noturno e diurno de 40 a 70 dB (A) NBR 10151/2000. Contudo, limiar de audição ou audibilidade depende muito da frequência do tom ou ruído, com a máxima sensibilidade situada na faixa de frequência da voz de cerca de 500 Hz até 4.000 Hz. A habilidade da audição de um indivíduo, com o tempo, naturalmente decresce, notando-se inicialmente tal redução, para as frequências mais altas.

Não existe evidência clara para relacionar quantitativamente qualquer ruído ambiente com a origem de doença não-auditiva ou contribuição para qualquer diagnóstico de cada indivíduo (Gierke, 1997).

## **2.7 Alguns fatores que influenciam na propagação do som em zonas urbanas**

Sancho (1982) considera que, ao contrário do trânsito em estradas e rodovias, em áreas urbanas os veículos dificilmente se movem com fluidez. A maior intensidade de tráfego dá-se nos cruzamentos sinalizados, cuja variedade de destinos e as características das vias por onde circulam fazem com que um veículo, em determinado itinerário, mova-se com uma série de acelerações e desacelerações, com pequenos períodos de movimentos fluídos e outros períodos completamente parados.

Este tipo de tráfego é chamado de pulsante. As velocidades são baixas e médias com veículos em marcha lenta e motores com altas rotações, dominando claramente o ruído produzido pelo motor e pelo escapamento. Geralmente, tanto veículos leves como veículos pesados transitam em regime próximo a máxima potência e conseqüentemente com nível sonoro elevado.

Os edifícios funcionam como grandes barreiras, que reduzem significativamente o ruído em sua parte posterior e refletem uma parcela considerável para a calçada e espaço circundante. Parte dos níveis de ruído são elevados em zonas urbanas de alta densidade de edificações, contribui o coeficiente de altura elevado (coeficiente de altura = altura dos edifícios/largura da rua). Para coeficientes de altura  $\frac{1}{2}$ , 1, 2 e 3, a influência dos edifícios se traduzem, respectivamente, em incrementos dos níveis sonoros de 1, 2, 4 e 5 dB(A) (Sancho & Sencherms, 1982).

### **2.7.1 Vegetação**

A vegetação não contribui de forma significativa para a redução do ruído. Seu efeito é mais psicológico que físico. Isto se deve ao fato de ela impedir a visão da fonte sonora (Gerges, 1992). A vegetação só possui algum efeito nas altas frequências e com grandes massas arbóreas (de 100 a 200 m de extensão) de vários tamanhos e diferentes tipos de folhas (Sancho & Senchermes, 1992).

Segundo Embleton (1994) e Taylor (1972), entre 160 e 450 Hz ocorre uma atenuação de até 4,5 dB por 10 m de extensão de árvores altas e vegetação densa baixa. Uma densa zona arborizada com 10 m de espessura e 20 m de largura resulta em 2 dB de atenuação na frequência de 1000 Hz, mas quando existe grama densa e folhagem no solo, esta atenuação aumenta para 4 dB (Hoover, 1961).

### **2.7.2 Temperatura**

Com relação à temperatura, os raios acústicos tendem a ser descendentes se a temperatura aumentar com a altura (inversão térmica). Se a temperatura diminuir com a altura, o que é o mais comum, os raios acústicos serão ascendentes (Gerges, 1992).

### **2.7.3 Cobertura do Solo**

Quando as ondas sonoras se propagam a uma altura muito baixa em relação ao solo, existe uma atenuação, devido a sua interação com o terreno (para frequências entre 200 e 1000 Hz, os coeficientes de absorção variam de 0,22 e 0,53, para terrenos com grama baixa; e 0,04 e 0,023, para solos pedregosos). A absorção, portanto, dependerá do tipo de terreno. Existe, também, uma atenuação sonora devido à interferência entre o som direto e o refletido (entre 100 e 500 Hz, para fontes sonoras situadas a 2 ou 3 m sobre o solo e distantes de 200 a 250 m do observador, resulta uma atenuação de 10 a 40 dB), conforme Wiener & Keast (1959).

### 2.7.4 Vento

Há uma zona de sombra acústica que ocorre na direção de onde sopra o vento e nunca na direção contrária. Deve-se considerar que, num mesmo dia, o vento pode mudar várias vezes de direção (Sancho & Senchermes 1982).

### 2.8 Absorção do som por fontes lineares

Segundo Rapin (1982), a absorção do som pelo ar se traduz por uma perda de energia em função de uma distância percorrida pelas ondas sonoras que se expressa, para as ondas planas e esféricas, por um decréscimo da densidade de energia.

Em termos práticos, Gerges (1992) considera que, para o fluxo de veículos, tem-se 3 dB de atenuação de ruído ao ar livre para cada duplicação da distância. Tal relação é dada pela seguinte equação:

$$NPS = NWS + DI(\theta) - 10 \log \pi r l \quad (9)$$

$$NPS = NWS + DI(\theta) - 10 \log r l - 8 \quad (10)$$

$$DI(\theta) = 10 \log Q\theta \quad (11)$$

Onde:

NWS = nível de potência sonora;

DI( $\theta$ ) = índice de diretividade;

Q $\theta$  = fator de diretividade de superfície;

r = distância da fonte ao receptor;

l = comprimento linear entre as fontes.

### 2.9 Aspectos legais referentes à poluição sonora e ao conforto acústico em edificações

O conforto ambiental para os usuários das edificações contempla aspectos de acústica, térmica, iluminação e ergonomia, visando proporcionar-lhes melhores condições de vida. Segundo a Norma Brasileira de Regulamentação NBR 10152/87 “os critérios de conforto acústico definem os

ruídos admissíveis no interior dos recintos devido a fontes externas, portanto, a qualidade do isolamento das envoltórias; a reverberação dos recintos em função da atividade sonora; o campo acústico; a audibilidade dos sons e a inteligibilidade da palavra”.

A determinação de números únicos, indicadores de níveis aceitáveis de ruído, para obtenção de conforto acústico nos espaços construídos, constitui-se numa preocupação para os pesquisadores de todo o mundo. O desenvolvimento de instrumentos capazes de repetir medidas sonoras é apontado por Tocci (2000) como o primeiro passo na evolução desses indicadores. Além disso, a possibilidade de discriminação em bandas de oitava foi o caminho para um maior conhecimento da influência do ruído na comunicação e na audição.

Os métodos mais utilizados nesse tipo de análise empregam conjuntos de curvas conhecidas, como por exemplo: NC (Noise Criteria), NCB (Balanced Noise Criteria), RC (Room Criteria), NR (Noise Rating), RC Mark, RCN e PNC (Preferred Noise Criterion). Apesar desse tipo de critério ser utilizado há muito tempo, permanece a discussão, tendo em vista a dificuldade na definição de um número único, capaz de identificar condições de conforto acústico para um ambiente, pois as variáveis envolvidas são muitas, inclusive as de caráter cultural entre diferentes países.

A análise do desempenho (ou comportamento em utilização) das edificações e o atendimento às exigências dos usuários vêm sendo destaque, há algum tempo, sendo difícil precisar quando e onde inicia o estudo. Mitidieri Filho (1998) cita publicações da década de vinte, mas enfatiza que a sistematização dos estudos é dos anos sessenta e setenta.

O desempenho da edificação é verificado a partir dos requisitos e critérios dos usuários e avaliado por métodos como: ensaios e medidas (em laboratório ou in situ), simulação por modelos matemáticos, julgamento técnico (de especialistas ou experiência acumulada) e inspeções em protótipos ou unidades construídas e habitadas.

Os requisitos e critérios de desempenho expressam, respectivamente, as condições qualitativas e quantitativas às quais o edifício deve atender para satisfazer as exigências do usuário, quando submetido a determinadas condições de exposição (Mitidieri Filho 1998).

Quanto aos requisitos dos usuários, a norma ISO 6242-3 – (Building construction – Expression of user's requirements – Part 3: Acoustical requirements) estabelece os seguintes requerimentos: liberdade de aborrecimentos devido a ruídos intrusos (de dentro ou de fora da edificação); privacidade para a palavra; e qualidade acústica dentro dos espaços construídos.

Organizações como: RILEM (Reunió International de Laboratoires d'Essais et de recherches sur les Materiaux et Constructions), ASTM (American Society for Testing and Materials), CIB (Conseil International du Batiment) e ISO (International Organization for Standardization), possuem comitês especiais sobre desempenho de edificações.

No Brasil, o Relatório nº 16.277 - Formulação de critérios para avaliação de desempenho de habitações – publicado pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.), em 1981, constitui-se no primeiro documento a contemplar as exigências de conforto acústico, junto a outros fatores como: segurança estrutural e ao fogo, estanqueidade, conforto higrotérmico e durabilidade. Faz referência apenas às edificações térreas. Outros poucos trabalhos, em geral oriundos do IPT, constituem a pequena bibliografia brasileira sobre o tema, na qual persiste a carência de informações e detalhes técnicos.

O Comitê Brasileiro da Construção (COBRACON) está coordenando um esforço conjunto de técnicos de diversas áreas, visando editar subsídios para a criação de parâmetros mínimos de desempenho. A proposta final é a elaboração de Normas da ABNT específicas para desempenho de edificações em diversas áreas, dentre as quais, a acústica.

Assim, busca-se assegurar o conforto acústico, decorrente de um bom desempenho da edificação, tendo em vista o aumento descontrolado dos índices de ruído no dia-a-dia, que segundo Baring (1988), “é o que convencionamos chamar de situação compulsória de ruído, pois envolve questões que admitem pequena ou nenhuma margem de intervenção.”

A legislação nacional e internacional contempla o conforto e a segurança, através de normas que, segundo Beristáin (1998), estabelecem níveis de ruído aceitáveis e apresentam, desde a definição dos diversos tipos de ruído, passando pelo ruído veicular ou em aeronaves, características de



equipamentos e procedimentos de medição, ruído nas comunidades residenciais ou industriais, ruído ambiental, até o ruído em ambientes de trabalho e seus métodos de proteção. A maioria dessas normas tem caráter obrigatório, embora sejam empregadas esporadicamente. Salienta-se que a observância das normas sendo obrigatória, o seu desconhecimento não exime os infratores da responsabilidade.

No Brasil, destacam-se as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), relacionadas à questão do ruído. A Resolução CONAMA Nº 001, de 08 de março de 1990, publicada no Diário Oficial da União (DOU) de 02 de abril de 1990, se refere à emissão de ruídos de quaisquer atividades e sua relação com a saúde e sossego público. Remete aos critérios e diretrizes das Normas da ABNT – NBR 10151 e NBR 10152.

As Normas Técnicas da ABNT contemplam diferentes aspectos relativos ao ruído. As NBRs 10151 e 10152 são as mais empregadas, no caso de edificações e ruído urbano.

A NBR 10151/2000 - *Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*, fixa “as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades”. Ela especifica um método de medição de ruído, as correções necessárias e um critério para a comparação dos níveis encontrados e estabelecidos.

A NBR 10152/87 tem a finalidade de estabelecer níveis de referência para os compartimentos das edificações. Encontra-se em fase de redação da nova versão. A NBR 10152/87, atualmente em vigor, denomina-se *Níveis de ruído para conforto acústico*.

A Resolução CONAMA Nº 002, de 08 de março de 1990, publicada no Diário Oficial da União (DOU) de 02 de abril de 1990, institui o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – o Programa “Silêncio”, com os objetivos de:

a) Promover cursos técnicos para capacitar pessoal e controlar os problemas de poluição sonora nos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais em todo o país;

b) Divulgar junto à população, através dos meios de comunicação disponíveis, matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído;

c) Introduzir o tema "poluição sonora" nos cursos secundários da rede oficial e privada de ensino, através de um Programa de Educação Nacional;

d) Incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído quando de sua utilização na indústria, veículos em geral, construção civil, utilidades domésticas, etc...;

e) Incentivar a capacitação de recursos humanos e apoio técnico e logístico dentro do Ministério Público e Batalhão Ambiental, para receber denúncias e tomar providências de combate à poluição sonora urbana em todo o Território Nacional;

f) Estabelecer convênios, contratos e atividades afins com órgãos e entidades que, direta ou indiretamente, possam contribuir para o desenvolvimento do Programa SILÊNCIO.

Essa iniciativa, no entanto, não obteve sucesso nas ações direcionadas à educação e à imprensa. Não conseguiu mobilizar os governantes e legisladores estaduais e municipais, responsáveis pelo estabelecimento e implantação dos programas estaduais de educação e controle da poluição sonora. No caso da imprensa, programas infantis continuam a realizar concurso de quem grita mais alto, incentivando a cultura do ruído e projetando uma futura sociedade ainda menos preocupada com a poluição sonora.

Quanto à produção de equipamentos menos ruidosos, a Resolução CONAMA Nº 20, de 07 de dezembro de 1994, instituiu o "selo ruído", fornecido por laboratórios credenciados pelo INMETRO, como forma de indicação do nível de potência sonora, medido em decibel ponderado na curva A - dB(A), de uso obrigatório para aparelhos eletrodomésticos, que venham a ser produzidos, importados e que gerem ruído no seu funcionamento. Normas da ABNT, como a NBR 13910 (partes 1, 2 e 3), estão relacionadas às medições do Selo Ruído, o mesmo acontecendo com Instruções Normativas específicas do INMETRO.

O CONAMA regulamentou, ainda, emissões sonoras de veículos automotivos.

A legislação brasileira que trata sobre o trabalhador exposto ao ruído inclui Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, como: NR 7 (Programa de Controle de Saúde Ocupacional), NR 9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e NR 17 (Ergonomia). Destaca-se a NR 15 (Atividades e Operações Insalubres) que, em seu anexo 1, relaciona o tempo máximo de exposição ao nível de ruído. Os dados constantes na Tabela 04, foram retirados da NR-15, para melhor exemplificação.

**TABELA 04:** Limites de Tolerância para ruído contínuo e intermitente.

<b>MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL</b>	<b>NÍVEL DE RUÍDO dB(a)</b>
8 horas	85
7 horas	86
6 horas	87
5 horas	88
4 horas e 30 minutos	89
4 horas	90
3 horas e 30 minutos	91
3 horas	92
2 horas e 40 minutos	93
2 horas e 15 minutos	94
2 hora	95
1 hora e 45 minutos	96
1 hora e 15 minutos	98
1 hora	100
45 minutos	102
35 minutos	104
30 minutos	105
25 minutos	106
20 minutos	108
15 minutos	110
10 minutos	112
8 minutos	114
7 minutos	115

FONTE: Dados parciais do Anexo 1 NR 15

Cada município apresenta em seu Código de Posturas um capítulo especial onde é tratado o tema *Sossego Público*. Via de regra, tais legislações municipais remetem para as normas NBR 10151 e NBR 10152.

No Brasil, não existem normas específicas para vibrações em edificações, como as decorrentes da circulação rodoviária e ferroviária em

túneis ou em vias superficiais. Considera-se, no entanto, importante esse tipo de análise, pois as vibrações podem causar a danificação de estruturas e edificações, particularmente em monumentos ou edifícios antigos; a alteração no funcionamento de equipamentos sensíveis às vibrações; e, no bem-estar da população, prejuízos à saúde e ao rendimento nas atividades laborais.

Nos setores onde existe legislação - como a poluição sonora - é confusa e, muitas vezes contraditória. A figura 01 exemplifica isso, mostrando valores recomendados pela NBR 10151/2000 e pelo Código de Posturas do Município de Santa Maria/RS. A Norma estabelece uma avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade, sendo citada na Resolução 001/1990 do CONAMA. O Código de Posturas de Santa Maria apresenta dois capítulos onde estão expressas orientações relativas ao ruído. No Capítulo I – Da moralidade e do sossego público – os artigos 21 a 34 fazem referência à questão do ruído, com destaque para o Art. 22, que encaminha a execução das medições para a NBR 10151. No Capítulo II – Dos divertimentos Públicos – constituído dos artigos 25 a 52, a maioria não trata sobre ruído, mas existem citações dentre as condições exigíveis dos estabelecimentos.

Os valores máximos para ruído externo são definidos conforme o tipo de ocupação da área. As Tabelas 05 e 06 mostram, respectivamente, os índices da NBR 10151 e do Código de Posturas de Santa Maria. Observa-se que até a classificação das áreas é diferenciada.

**TABELA 05:** Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB (A).

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO dB(A)	NOTURNO dB(A)
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Áreas estritamente residenciais, urbanas ou de hospitais ou escolas.	50	45
Áreas mistas, predominantemente residenciais.	55	50
Áreas mistas, com vocação comerciais e administrativas	60	55
Áreas mistas, com vocação recreacional.	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

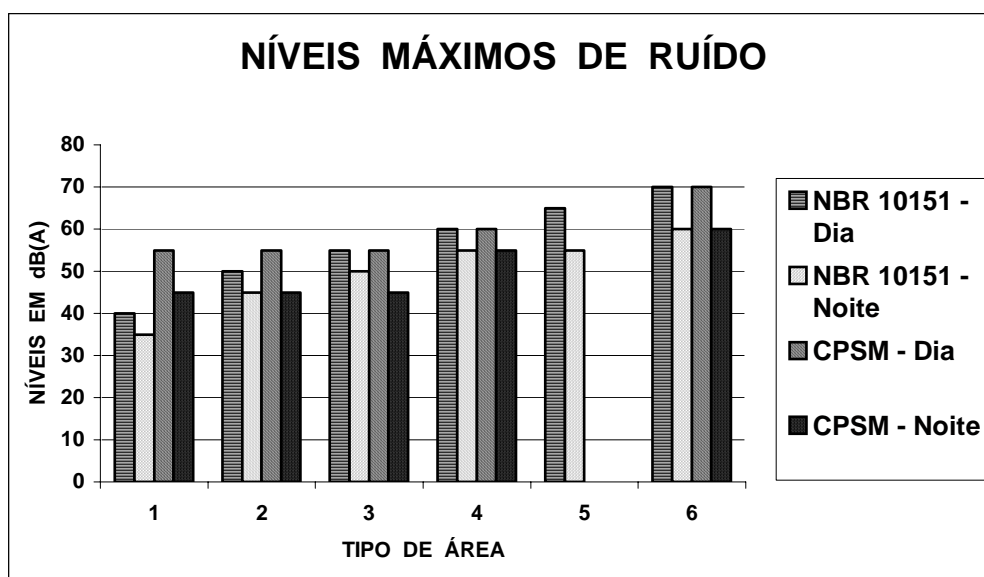
FONTE: Norma Brasileira de Regulamentação 10.151/2000.

O Código de Posturas de Santa Maria utiliza as siglas: CC 1- Centro Cívico; ZA 2- Zona Agrícola; ZI - Zona industrial (estritamente); ZR1- Zona residencial (estritamente); ZR2- Zona residencial/ comercial; ZR3- Zona residencial/industrial e ZR4- Zona comercial/ industrial.

**TABELA 06:** Classificação das Áreas para os diferentes níveis de Poluição Sonora

ZO	DIURNO	VESPERTINO	NOTURNO
ZR1;ZA2;CC1	55 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)
ZR2	60 dB(A)	55 dB(A)	55 dB(A)
ZR3; ZR4	65 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)
ZI	70 dB(A)	60 dB(A)	60 dB(A)

FONTE: Código de Postura de Santa Maria.



**FIGURA 01**– Níveis máximos de ruído, segundo a NBR 10151 e o Código de Posturas de Santa Maria/RS, para os seis diferentes tipos de áreas habitadas citadas na referida norma técnica da ABNT.

FONTE: Código de Postura de Santa Maria

Na cidade de Santa Maria/RS, conforme Lei Complementar nº 003/02 Art. 21, é proibido perturbar o bem-estar público ou particular com sons ou ruídos de qualquer natureza, produzida por qualquer forma, que ultrapassem os níveis permitidos para as diferentes zonas e horários. No inciso 1º, desta

mesma Lei, é considerada zona sensível a ruído, ou zona de silêncio, aquela que, para atingir seus propósitos, necessita que lhe seja assegurado um silêncio excepcional. Define-se como zona de silêncio a faixa determinada pelo raio de 200 (duzentos) metros de distância de hospitais, asilos, escolas, bibliotecas, postos de saúde ou similares.

No Art. 30 desta Lei, os proprietários de estabelecimentos comerciais, prestadores de serviços e casas de diversões serão responsáveis pela manutenção da ordem dos mesmos. Parágrafo Único – as desordens, algazarras ou barulho, verificados nos referidos estabelecimentos, sujeitarão os proprietários à multa, podendo ser cassada a licença para o seu funcionamento nas reincidências.

E no Art. 193 desta Lei, se o exercício da atividade causar de qualquer natureza, direta ou indiretamente, ou mesmas que sejam produzidos no interior do prédio, a concessão da licença para funcionamento ficará condicionada à apresentação de parecer técnico por empresa ou órgão público com reconhecida capacidade técnica sobre a intensidade do som produzido, nos termos da Legislação específica. Parágrafo Único – não será concedida licença de funcionamento à casa de shows e boates localizadas em prédios utilizados para habitação.

## **2.10 Lei das contravenções penais: Poluição Sonora**

O Art. 42 da Lei das Contravenções Penais dispõe sobre perturbar alguém, o trabalho ou o sossego alheio, estreitamente relacionado com a poluição sonora. O brasileiro, acostumado a viver em meio ao barulho, nem sempre conhece os resultados maléficis de tal prática. Mas, sabidamente, a poluição sonora afeta o nível de audição, influi sobre doenças cardíacas, atinge o humor das pessoas e acarreta queda na produtividade física e mental. Contudo, a tutela penal é totalmente desatualizada e ineficiente. Tal tipo de conduta importa em singela infração ao art. 42 da Lei das Contravenções Penais. A Lei 9.605/98 tornava tal conduta criminosa no art. 59, apenado com detenção de três meses a um ano e multa. Todavia, o referido dispositivo foi vetado. Com relação à figura do art. 42 da Lei das Contravenções Penais, salienta-se que os tipos se dividem em quatro incisos: o primeiro refere-se a

*gritaria ou algazarra* e exige análise imediata de tempo e lugar dos fatos; o segundo menciona exercícios de *profissão incômoda ou ruidosa*, em desacordo com as prescrições legais – estas são normas impostas, de regra, pelos Municípios, e disso se segue que a figura importa em norma penal em branco; o terceiro, diz respeito a *instrumentos sonoros ou sinais acústicos* – aqui se incluem buzinas, escapamentos, instrumentos musicais e aparelhos de som; o quarto refere-se a barulho feito por *animal* (Freitas, 1999).

O planeta Terra vive um período de intensas transformações técnico-científicas, em contrapartida, das quais engendram fenômenos de desequilíbrios ecológicos que, se não forem remediados, no limite, ameaçam a implantação da vida em sua superfície. Paralelamente a tais perturbações, os modos de vida humanos individuais e coletivos evoluem no sentido de uma progressiva deterioração. As redes de parentesco tendem a reduzir-se ao mínimo, a vida doméstica vem sendo gangrenada pelo consumo da mídia, a vida conjugal e familiar encontra-se freqüentemente “ossificada” por uma espécie de padronização dos comportamentos, as relações de vizinhança estão geralmente reduzidas a sua mais pobre expressão...(Guattari, 1999).

### **2.11. Exemplos de níveis sonoros permitidos em algumas cidades**

Em Blumenau, SC, Furtunato (1992) realizou, em 9 pontos da área central, duas medições de ruídos com duração de 10 minutos cada uma. O receptor foi colocado a 1,50 m. da via pública, ou seja, em cada ponto, uma distância diferente do eixo, considerado as diferentes geometrias das vias estudadas. Como resultado apresentou os níveis de pressão sonora (NPS) de cada medição, analisando o maior e menor NPS e o de maior freqüência.

Os dados calculados servem como referência da poluição sonora no centro de Blumenau, no início da década. Verificou-se que, em 1992, os níveis sonoros na área central de Blumenau apresentavam níveis  $L_{10}$  entre 71 e 82 dB(A) e que se dispõe de apenas um valor: Índice de Ruído de Tráfego (TNI) inferior ao limite 74 proposto por Scholes (1971), citado por Alves Filho (1997).

Alves Filho (1997), realizou 149 medições de ruído em 3 rodovias da região metropolitana de Florianópolis, sendo 2 rodovias estaduais no interior da ilha de Santa Catarina, as rodovias SC 401 e SC 404, e a rodovia federal BR

101, próximo a Palhoça, SC, com microfone instalado a 10,00 m. da margem da via. Por se tratar de vias de pista simples e duas faixas, com tráfego nos dois sentidos, (anteriormente à duplicação das SC 401 e BR 101), supõe-se uma distância constante do eixo. A conclusão que chegou foi a de que os níveis  $L_{10}$  e  $Leq$  são significativamente influenciados pelo percentual de veículos pesados, enquanto o nível  $L_{90}$  é influenciado pelo percentual de veículos leves. Os valores  $L_{10}$ ,  $L_{90}$  e  $Leq$  máximos e mínimos observados são apresentados na tabela 7.

**Tabela 07:** Níveis sonoros em três rodovias da Grande Florianópolis

<b>NÍVEL</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>
$L_{10}$	67,64	79,71 dB
$Leq$	63,64	75,58 dB
$L_{90}$	53,72	67,10 dB

Fonte: Alves Filho (1997).

Em Santa Maria, RS, Nunes (1998) encontraram níveis  $Leq$  entre 73,3 e 78,2 dB(A) para fluxos totais entre 968 a 2254 veículos/hora.

Em Porto Alegre/RS, conforme Lei Complementar nº 12 Art. 83, é vedado perturbar o bem estar e o sossego público, ou de vizinhanças com ruídos, barulho, sons excessivos, ou incômodos de qualquer natureza, produzidos por qualquer forma e que ultrapassem ou não níveis máximos de intensidade fixado nesta Lei. Em se tratando de casas de comércio ou locais de diversões públicas referido no Art. 88 desta Lei Complementar, o infrator será penalizado com multa quando for primário, e na reincidência com a cassação do Alvará de Localização, resultando no imediato fechamento.



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia neste trabalho foi programada em duas etapas:

- 1ª. Etapa: A pesquisa buscou ouvir a população residente nos locais escolhidos, para coleta dos dados, através de entrevista referente ao ruído.
- 2ª. Etapa: Foram realizadas medições do ruído provocado pelos bares, boates e lanches rápidos nos locais de maior movimento, nos bairros Centro, KM 3 e Nossa Senhora de Lourdes de Santa Maria.

#### 3.1 Entrevista com a população

Primeiramente, foi realizado um levantamento de opinião da população dos bairros investigados, onde foram coletados os dados, na cidade de Santa Maria, a respeito do ruído, com a finalidade de identificar quais são, no seu entender, as principais fontes de ruído.

Para o levantamento desta etapa, foi aplicado um questionário, baseado no modelo de Fidell (1978), composto de 9 perguntas, conforme segue:

1. Você reside em Santa Maria há quanto tempo?
2. Você pensa que ruído causa problema?
3. Que tipo de problemas o ruído causa?
4. O ruído do Bar prejudica você?
5. O ruído do Bar ou Boate é mais perturbador em qual parte da noite?
6. Qual tipo de ruído que mais perturba?
7. Dos seguintes, quais você também costuma ouvir?
  - a) ruído de música de carro ( ) muito ( ) médio ( ) pouco ( ) nenhum
  - b) ruído de automóveis \_\_\_\_\_ ( ) muito ( ) médio ( ) pouco ( ) nenhum
  - c) voz de pessoas \_\_\_\_\_ ( ) muito ( ) médio ( ) pouco ( ) nenhum
  - d) animais \_\_\_\_\_ ( ) muito ( ) médio ( ) pouco ( ) nenhum
8. Você já fez queixa a algum órgão oficial (Ministério Público e Polícia Ambiental)?
9. Que providência as autoridades tomaram em relação ao incômodo?

Excluído: ro

Excluído:

### 3.2 Coleta dos dados de níveis sonoros e fluxo de veículos

A coleta dos dados foi realizada nos bairros de Santa Maria, em locais pré-estabelecidos, devido ao grande fluxo de pessoas nesses locais e maior reclamação da população devido ao ruído intenso.

1) O ponto 1 foi definido entre as Ruas José Bonifácio, Floriano Peixoto e Professor Braga, que fica próximo ao Hospital de Caridade;

2) O ponto 2 foi definido na Rua Duque de Caxias, esquina com a Rua Dr. Bozano, Praça Saturnino de Brito, próximo ao Bar Brahma e carros de lanches.

3) O ponto 3 foi definido na Av. Fernando Ferrari, entre a rua General Neto e rua José Mariano da Rocha, próximo ao Posto de gasolina Ferrari .

4) O ponto 4 foi definido na Av. Nossa Senhora das Dores, perto da rótula, com a Avenida João Luiz Pozzobon, ao lado da boate Nukalooa.

5) O ponto 5 foi definido na Rua Venâncio Aires, esquina com a Rua Duque de Caxias, em frente ao Bar Acepipes, próximo ao cursinho pré-vestibular Fóton.

6) O ponto 6 foi definido na esquina entre a Rua Venâncio Aires e Rua André Marques, frente ao Posto de Combustível Central .

A segunda etapa do trabalho permitiu obter correlações entre o volume de algazarra de pessoas e o som de veículos, o qual possibilitou determinar as relações de causa e efeito entre os níveis sonoros ali existentes. Também foi realizada coleta nos locais mencionados com ruído sem atividades, para se fazer comparações desses locais e saber como seria para os cidadãos que ali residem somente com ruído ambiente.

Os levantamentos de campo foram vespertinos (do início da noite até o amanhecer) em noites de maior movimento. Para a efetivação da coleta foi utilizado o aparelho Sonômetro, MEDIDOR INTEGRADOR DE NÍVEL SONORO da SVANTEK, Modelo SVAM 954, Tipo 1. De procedência da 1ª Cia Ambiental de Porto Alegre, (1º BABM) Brigada Militar, o qual foi cedido para realizar as coletas.

O NPS foi obtido a partir de medidas instantâneas de ruído com microfone a 1,20 m de altura, na distância horizontal de 1,50 m do meio fio da

calçada, em terreno plano. Foram anotados NPS instantâneos a cada dez segundos, durante um período de vinte minutos a cada hora, das 22 horas às 05 horas da manhã, simultaneamente à anotação dos NPS instantâneos.

Todas as medições foram efetuadas com tempo bom, ventos situados entre 0 e 1 da escala reduzida de Beafort, e temperaturas entre 15° e 32°. Na escala reduzida de Beafort, o zero indica ventos até 1 m/s, e 1 corresponde a ventos entre 1 e 4 m/s.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados foram analisados separadamente quanto aos pontos de coletas, com o intuito de estabelecer os níveis de pressão sonora em cada um dos pontos coletados. Foram realizadas entrevistas aleatórias, com pessoas residentes próximos dos locais de incomodo gerados por bares e boates. Após relato de pessoas entrevistadas, foi mencionado que, a partir dos funcionamentos dos bares, boates e lanches rápidos, não se teve mais tranqüilidade em suas residências, devido ao som alto, algazarra, cantadas de pneus de carro até altas horas da madrugada, nos locais de coleta.

### 4.1. Características básicas do local onde foram coletados os dados de campo.

A cidade de Santa Maria localiza-se na região central do estado do Rio Grande do Sul, com uma população de 243.611 mil habitantes segundo IBGE (2000), dos quais, 229.031 são considerados moradores da zona urbana, desses, 29.330 habitantes residem no Centro, transformando-o no bairro mais populoso da cidade, no bairro Nossa Senhora de Lourdes, residem 12.896 habitantes e, no bairro Km 3, residem 4.678 habitantes, conforme mostra tabela 08.

Excluído: c

**TABELA 8-** Áreas e população residente no município, no bairro Centro, Nossa Senhora de Lourdes e bairro KM 3 de Santa Maria.

Excluído: e

Local	Área Km <sup>2</sup>	População	Densidade Pop hab/Km <sup>2</sup>
Centro	3,350	29.330	8755,2
Nossa Sr <sup>a</sup> Lourdes	2,500	12.896	5158,4
KM 3	2,106	4.678	2221,2
Município	133,71	229.031	1712,8

Formatado

Excluído: 0,11

Excluído: 0,19

Excluído: 0,45

Excluído: 0,58

FONTE: IBGE, 2000.  
MONTAGEM: Guimarães, L. G.

Mapa do bairro Centro de Santa Maria com a localização dos pontos de coletas conforme figura 2.



### LEGENDA

- 1 – ● Praça Bento Gonçalves
- 2 – ● Rua Duque de Caxias e Rua Drº Bozano
- 5 – ● Rua Venâncio Aires e Rua Duque de Caxias
- 6 – ● Rua Venâncio Aires e Rua André Marques

**FIGURA 2** – Mapa da divisão territorial urbana de Santa Maria, com a localização do bairro Centro onde foram coletados os dados.

FONTE: Prefeitura Municipal de Santa Maria  
MONTAGEM: Guimarães, L.G.

Excluído: BORGES DE MEDEIROS

Formatado

Excluído: CENTRO

3 – BOATE CINEMA

4 –

Formatado

Formatado

Excluído: BAR PONTO DE PARTIDA

Formatado

Mapa do bairro Nossa Senhora de Lourdes, com a localização do ponto de coleta, conforme figura 3.



**LEGENDA:**

3 - ● Av. Fernando Ferrari e Rua Tamandai

**FIGURA 3** – Mapa da divisão territorial urbana de Santa Maria, com a localização do bairro Nossa Senhora de Lourdes onde foram coletados os dados.  
 FONTE: Prefeitura Municipal de Santa Maria  
 MONTAGEM: Guimarães, L.G.

Mapa do bairro KM 3, com a localização do ponto de coleta, conforme figura 4.



**ESCALA**  
**APROXIMADA**  
**1: 10.000**

**Formatados:** Marcadores e numeração

**Excluído:** 1

**Excluído:**

**Excluído:** km

**LEGENDA:**

4 - ● Av. Nossa Senhora das Dores em frente ao Bar Nukaloo

**FIGURA 4** – Mapa da divisão territorial urbana de Santa Maria, com a localização do bairro KM 3 onde foram coletados os dados.

FONTE: Prefeitura Municipal de Santa Maria

MONTAGEM: Guimarães, L.G.

A tabela 9 mostra as coletas com o ruído ambiente e as atividades em funcionamento.

**TABELA 9:** Locais de coleta dos Pontos com ruído ambiente e atividades

<b>DATA</b>	<b>HORA</b>	<b>TEMPO</b>	<b>LOCAL</b>
03/09/04	Das 22:00 às 05:00 Horas	20 minutos	Ponto 1
09/09/04	Das 22:00 às 05:00 Horas	20 minutos	Ponto 2
12/09/04	Das 22:00 às 05:00 Horas	20 minutos	Ponto 3
15/09/04	Das 22:00 às 05:00 Horas	20 minutos	Ponto 4
17/09/04	Das 22:00 às 05:00 Horas	20 minutos	Ponto 5
18/09/04	Das 22:00 às 05:00 Horas	20 minutos	Ponto 6

FONTE: Trabalho de Campo 2004  
MONTAGEM: Guimarães, L. G.

A tabela 10 mostra a coleta dos dados com o ruído ambiente sem atividade de ruído excessivo.

**TABELA 10:** Locais de coleta dos Pontos com ruído ambiente sem atividade.

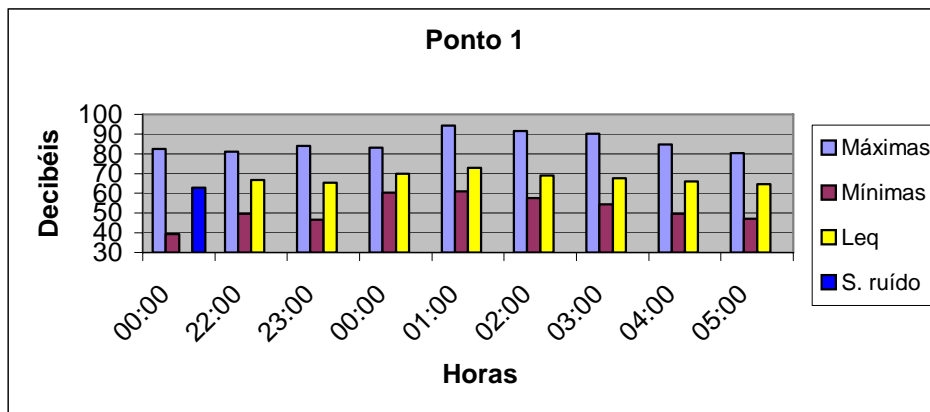
<b>DATA</b>	<b>HORA</b>	<b>TEMPO</b>	<b>LOCAL</b>
03/09/04	As 00:20 minutos	20 minutos	Ponto 1
26/09/04	As 00:30 minutos	20 minutos	Ponto 2
01/09/04	As 00:30 minutos	20 minutos	Ponto 3
02/08/04	As 23:15 minutos	20 minutos	Ponto 4
27/09/04	As 00:20 minutos	20 minutos	Ponto 5
04/10/04	As 00:20 minutos	20 minutos	Ponto 6

FONTE: Trabalho de Campo 2004  
MONTAGEM: Guimarães, L. G.



#### 4. 2. Análise dos NPS dos Leq no ponto 1.

No ponto 1, as pessoas relataram que já fizeram abaixo-assinados, denunciaram ao Ministério Público, à Prefeitura Municipal e as autoridades competentes não tomaram nenhuma providência em fechar os bares e carros de lanches rápidos próximo ao Hospital de Caridade. Foi constatado, após as 22 horas, níveis de ruído de 66,8 dB(A) até 72,9 dB(A) de Leq, por volta das 01 hora e 40 minuto da manhã em frente a praça Bento Gonçalves. Sendo que o ruído de fundo é de 60 dB(A) e o Leq ultrapassa 12,9 dB(A). Acima de 10 dB(A) é uma classificação grave, conforme NBR 10151/00, o qual as pessoas que ali residem não conseguem suportar. Após as 2 horas da manhã, os níveis de ruído tendem a baixar, mas de forma pouco significativa, nunca menos que 66,1 dB(A) de Leq, conforme mostra figura 5.



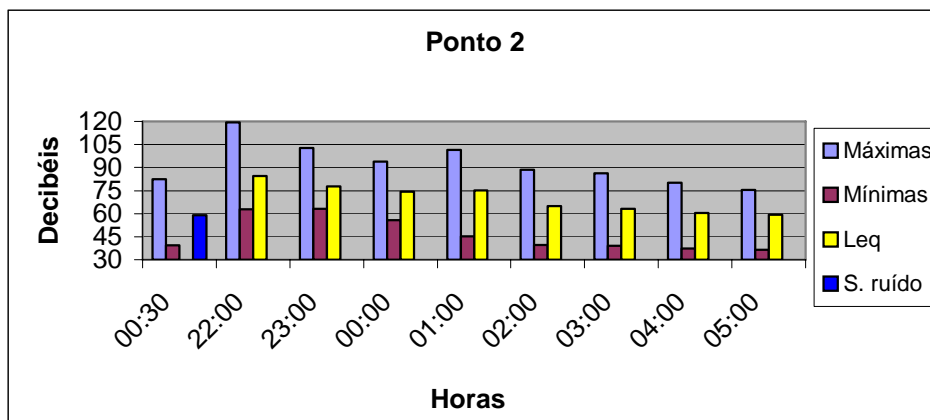
**FIGURA 05:** Valores dos NPS: Máximas, Mínimas e Leq no ponto 1.  
 FONTE: Trabalho de Campo/2004  
 MONTAGEM: Guimarães, L. G.

Adjacente ao Hospital de Caridade, conforme o código de Postura do Município de Santa Maria, não é permitido barulho ou qualquer situação semelhante que possa causar incomodo aos pacientes numa faixa de 200 metros. Além dos Lanches rápidos (ambulantes), existe também uma casa de lanches na praça e, em frente ao Hospital, um posto de combustível onde é permitido estacionar veículos, à noite, para escutar música e realizar encontros de jovens, ocorrendo muito barulho e algazarra até as 5 horas da manhã de terça a domingo. O nível de ruído mais baixo foi na segunda-feira, com leq de

62,9 dB(A), assim, comparando-se com as outras coletas, percebe-se que a diferença do ruído possibilita que, pelo menos a partir da meia noite, possa-se dormir com mais tranquilidade nas casas do ponto 1.

#### 4. 3. Análise dos NPS dos Leq no ponto 2

Após a entrevista no ponto 2, alguns moradores próximo ao Bar Brahma, reclamaram não agüentar mais o ruído que surge do funcionamento do Bar e dos carros de lanches rápidos. Algumas famílias disseram já ter colocado suas residências a venda, e estão à procura de outro local mais tranquilo, já que as autoridades não tomam nenhuma providência. Após as 22 horas, foi constatado Leq de 84,4 dB(A) e, por volta de 1 hora da manhã, o ruído chegou as máximas de 101,6 dB(A) e Leq de 75,1 dB(A), sendo impossível ter descanso com tais níveis de ruído. Foi coletada uma noite com ruído ambiente, o Leq foi de 59,1 dB(A). Percebe-se que o Leq está acima de 20 dB(A) do ruído de fundo, vindo causar grande incomodo às pessoas. A NBR classifica como gravíssima tais níveis para as pessoas que ali residem. Se o ruído de fundo fosse constante seria possível ter descanso nesses locais, conforme figura 6.



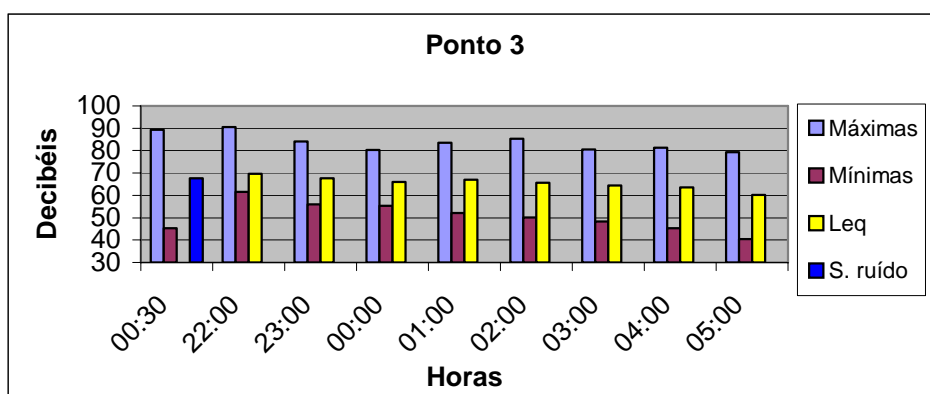
**FIGURA 06:** Valores dos NPS: Máximas, Mínimas e Leq no ponto 2.

FONTE: Trabalho de Campo/2004

MONTAGEM: Guimarães, L. G.

#### 4. 4. Análise dos NPS dos Leq no ponto 3

No ponto 3, na Avenida Fernando Ferrari, segundo relato das pessoas que ali residem, o incomodo ocorre nos finais de semana, no Domingo principalmente. O posto Ferrari, fica totalmente congestionado de carros e pessoas, assim como ao largo da Avenida. Constata-se que, apesar de ser somente aos finais de semana e com maior intensidade no domingo, o espaço ocupado pelas pessoas é bem grande, o que causa incomodo a um número maior de pessoas. A partir das 22 horas o Leq medido foi de 69,7 dB(A), atingindo 67,0 dB(A) de Leq por volta da 1 hora, e após esse horário vindo a baixar. Percebe-se ainda, que por ser um local mais aberto e o ruído não ter barreiras, as máximas chegaram a 90,6 dB(A). conforme figura 07.

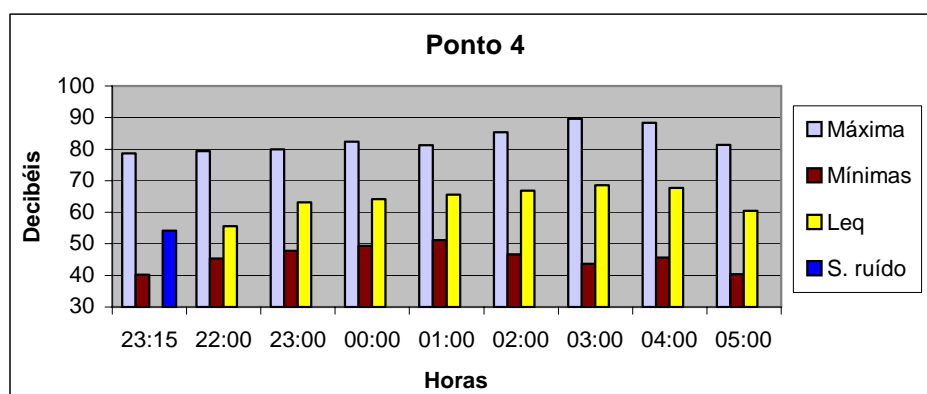


**FIGURA 07:** Valores dos NPS: Máximas, Mínimas e Leq no ponto 3.  
 FONTE: Trabalho de Campo/2004  
 MONTAGEM: Guimarães, L. G.

Na coleta da fonte geradora com ruído ambiente, em uma noite da semana, as máximas não foram tão baixas, devido ser uma rota de linha de ônibus. Observa-se que a mínima atingida não passa dos 45,3 dB(A), e Leq de 67,6 dB(A), mostrando que, com esse ruído, as pessoas que ali residem conseguem dormir com mais tranquilidade.

#### 4. 5. Análise dos NPS dos Leq no ponto 4

No ponto 4, onde existe um bar e uma boate, foi relatado, pelas pessoas que ali residem, que somente na quarta-feira o incomodo é intenso, ocasionado pelo movimento de pessoas e veículos com som alto. O ruído na quarta-feira começa por volta das 23 horas, conforme a figura 8, as máximas atingiram 80 dB(A), e Leq de 63,2 dB(A) e, após esse horário, tende sempre a aumentar, atingindo níveis máximos de 89,6 dB(A) por volta das 3 horas da manhã e Leq de 68,5 dB(A), sendo impossível ter sossego para dormir nesse local, devido as oscilações do ruído, entre 40,4 dB(A) e 89,6 dB(A), conforme figura 8.



**FIGURA 08:** Valores dos NPS: Máximas, Mínimas e Leq no ponto 4.

FONTE: Trabalho de Campo/2004

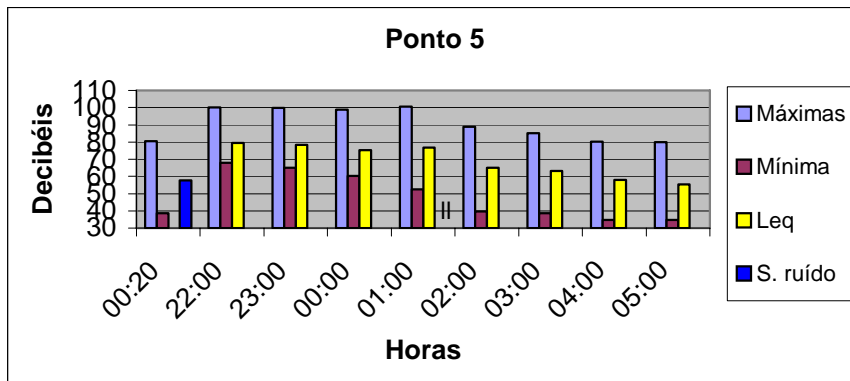
MONTAGEM: Guimarães, L. G.

Percebe-se que, na coleta do ruído ambiente sem atividade, apesar de ser em uma Avenida movimentada, o nível da máxima foi de 78,6 dB(A) e Leq de 54,2 dB(A), sendo admissível ter descanso durante a noite. Quando o Leq ultrapassa os 20 dB(A), percebe-se que é impossível ter repouso próximo do bar. A NBR 10151/00 caracteriza como ação gravíssima para esse local.

#### 4. 6. Análise dos NPS dos Leq no ponto 5.

Foi relatado pelas pessoas que moram próximo ao bar Acepipes, conforme entrevista, o descontentamento com as autoridades por ainda não terem tomado nenhuma providência referente ao ruído, que causa incomodo

aos que ali residem. Relataram, até mesmo, que estão colocando suas casas a venda, por não suportar mais o incomodo. De acordo com a coleta, o ruído começa às 22 horas, com níveis bem elevados, chegando a atingir 100 dB(A), e Leq de 79,4 dB(A), além de algazarra, buzina de veículo e cantadas de pneus. Por volta da 1 hora o ruído chegou a 100,7 dB(A), e Leq de 76,8 dB(A), sendo impossível ter sossego e descanso, conforme mostra figura 9.

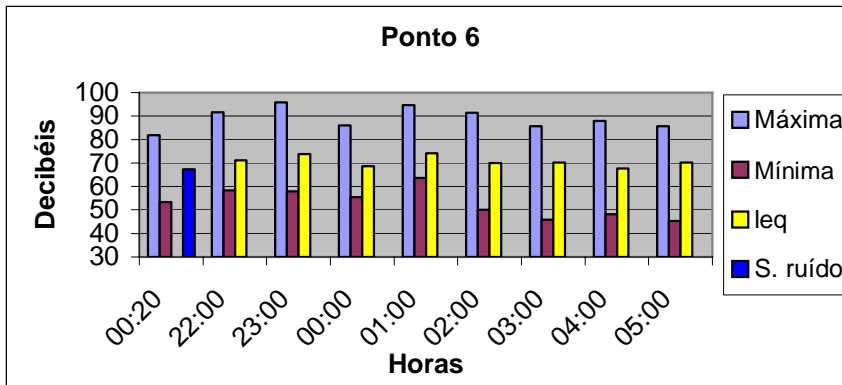


**FIGURA 09:** Valores dos NPS: Máximas, Mínimas e Leq no ponto 5.  
 FONTE: Trabalho de Campo/2004  
 MONTAGEM: Guimarães, L. G.

Ao fazer a coleta do ruído sem atividade, percebe-se que os níveis de Leq são de 57,8 dB(A), sendo possível permanecer tranqüilo em sua residência. Relato das pessoas que ali habitam, traduzem ter condições de descanso, enquanto que nas noites em que há festas é impossível dormir.

#### 4. 7. Análise dos NPS dos Leq no ponto 6.

No ponto 6, próximo ao Posto Central, onde é lugar de encontro de pessoas após término das boates, tem-se ruído intenso a partir das 22 horas até por volta das 5 horas da manhã, impossibilitando descanso às pessoas que ali residem. O ruído ambiente não ultrapassa de 68,6 dB(A), conforme figura 10.



**FIGURA 10:** Valores dos NPS: Máximas, Mínimas e Leq no ponto 6.  
 FONTE: Trabalho de Campo/2004  
 MONTAGEM: Guimarães, L. G.

Fazer a coleta do ruído sem atividade foi muito difícil, pois praticamente todas as noites, se encontravam carros estacionados de pessoas reunidas para ouvir música no interior do Posto Central. A mínima sem ruído não baixou de 53,4 dB(A), devido ser uma rua de rota de ônibus e de ligação para o centro da cidade de Santa Maria. Por estar localizado próximo ao centro, e de grande movimento, o Leq variou entre 67,3 e 73,8 dB(A). Conforme esses dados, vê-se que é difícil ter descanso próximo a esse local.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise mostra que, em todos os pontos de coleta de dados mencionados, os NPS estão acima do permitido pela legislação em vigor. No mesmo instante que eram coletados os dados e entrevistadas as pessoas, foram surgindo relatos que as mesmas já estão chegando ao limite de suas tolerâncias, devido ao incômodo gerado pelos bares, boates e carros de lanches rápidos que se instalam nesses lugares e que também vendem bebidas alcoólicas, prática não permitida pelo código de postura do município de Santa Maria.

Os maiores causadores dos NPS nesses locais são os bares, boates e carros de lanches rápidos localizados em locais inadequados. Sem espaço para acondicionar todas as pessoas, por não possuírem estacionamento fazendo com que o ruído se espalhe por todo o seu entorno. Sendo assim, nos locais de coleta, próximos as residências, ocorre também algazarra, som de veículo atingindo NPS altíssimos, de até 119 dB(A) de máximas, o que torna impossível um cidadão conseguir ter descanso em sua própria casa.

Através de ferramentas da Educação Ambiental, com aplicação dos questionários nos locais próximo das coletas, foi possível dar sustentação ao projeto em discussão. Constatou-se que as pessoas frequentadoras desses locais não têm nenhuma preocupação com aqueles cidadãos que residem próximo dos bares, usando o lugar para diversão provocando ruído e incômodo e deixando o local intransitável após o término da festa. Encontrou-se lixo espalhado em toda a rua, como: garrafas quebradas, copos de plástico, garrafas de plástico, guardanapos de lanches rápidos, entre outros, que causam uma poluição visual do local, além da já mencionada Poluição Sonora.

Se existem leis e código de postura para o município, por que as mesmas não são executadas para esses locais mencionados? Conforme entrevista com as pessoas que ali residem, muitas já se reclamaram para a Prefeitura Municipal, Brigada Militar, e não foram atendidas, e também para o Ministério Público, o qual prometeu que tomaria providências. Se o código de postura menciona em seu art. 193 que somente será permitido Alvará para bares e similares, nos locais onde não houver residências, ou somente com levantamento técnico (acústica no local), para ser autorizado o funcionamento

do local. Sendo que esse Artigo em prática não é executado pelo poder municipal, órgão executor e fiscalizador do mesmo. A prefeitura municipal deve ter lugar específico para a localização de bares e boates onde existem aglomerações de pessoas e veículos.

O presente trabalho, traz sugestões para que se possa amenizar o ruído, nos locais de incômodo nos bairros de Santa Maria:

Na Lei Orgânica, o Art. 30 menciona que os proprietários de estabelecimentos comerciais, prestadores de serviços e casas de diversões são responsáveis pela manutenção da ordem dos mesmos, que não está ocorrendo nos lugares onde foram realizadas as medições sonoras. Verificou-se que, próximos a esses locais, apesar da reclamação dos cidadãos que ali vivem, ainda não foi tomado nenhuma providência. E o Art. 30, na cidade de Santa Maria, ainda não foi cumprido, haja vista que os bares e boates não possuem estacionamento para os veículos.

O Art. 193 menciona que será exigido parecer técnico para ruído de qualquer natureza, que seja produzido no interior ou exterior do prédio. Parágrafo único: em caso de licença para funcionamento a casas de shows e boates localizadas em prédios, utilizadas para habitação, não será concedido Alvará. Mas tal artigo não é respeitado na cidade de Santa Maria, onde as casas de Shows e diversões são praticamente todas em prédios habitados, vindo a causar incômodo para os cidadãos que ali residem. Devido o não cumprimento do Art. 193, referente ao local adequado para licenciamento de bares e boates, com laudo técnico cabível para tal licenciamento.

Nota-se que não é realizada pela prefeitura municipal, levantamento de quais os NPS poderão vir a causar incômodo às pessoas que residem próximo a esses locais. Sendo que nos bares (centrais de bebidas) os ruídos chegam a 100 dB(A), nesses locais não há estacionamento para veículos e espaços adequados para pessoas as quais acabam ficando na rua.

Ampliar as medidas de forma a haver um mapa de zoneamento de NPS em Santa Maria, obtendo, com isso, uma ferramenta para auxiliar a prefeitura municipal na concessão de licenças e alvarás para o funcionamento de bares e boates.



A análise dos Níveis de Poluição Sonora deve ser monitorada constantemente, devido ao crescimento desordenado das cidades e o grande fluxo de veículos e pessoas em locais de diversão.

Desse modo, espera-se que este trabalho sirva para auxiliar na melhoria e qualidade de vida dos cidadãos de Santa Maria.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152. **Níveis de Ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro. 1987. 04p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10151. **Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade**..Rio de Janeiro, Jun. 2000. 04p.

AMALDI, U. **Imagens da Física**. São Paulo – Scipione. 1995 208 a 214. . p

ALVES FILHO, J. M. **Influência da composição do tráfego sobre o ruído gerado por rodovias**. Dissertação de Mestrado apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1997.

ASTETE, W. M. GIAMPOLI, E. ZIDANI, L. N. **Riscos Físicos**. São Paulo – SP, Fundacentro, 1991. 112p.

BÁRING, J. G. **Desenvolvimento tecnológico em acústica das edificações: conceituação (1ª e 2ª Parte)**. In: Tecnologia de Edificações /Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: Pini/IPT, 1988, p. 415 – 460.

BERISTÁIN, S. El ruido es un serio contaminante. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA, 1; SIMPÓSIO DE METROLOGIA E NORMALIZAÇÃO EM ACÚSTICA DO MERCOSUL, 1; ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 18, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SOBRAC, 1998. p. 135-14

BURGESS, M. Trends in traffic noise research over 25 years. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA DE CONTROLE DE RUÍDO, 1996, Liverpool. **Anais...** Liverpool: Internoise'96, 1996. P. 371-76.

**BRASIL**. Decreto nº 73.030, de outubro de 1973. Normas para Ruído e Sons por Atividades Industriais, Comerciais e Outras previstas na Portaria GM/nº 092,

de 19 de junho de 1980. Legislação Ambiental Brasileira, São Paulo, v II, p 1241-1247,1999.

**BRASIL.** Lei Orgânica do Município de 1995. Da moralidade e do Sossego Público Art 21 ao 34, 193 e 194. Município de Santa Maria-RS, 1995.(inclui alterações até Abril de 2004)

COELHO, J. L B, VALADAS, B., GUEDES, M. Ruído ambiente em Portugal. **Revista Acústica e Vibrações**, n. 18, p. 17-32, 1996.

COSTA, P. R. **Reconhecimento e Prevenção de Riscos Ambientais para fins de PPRA e PCMSO.** Polígrafo do curso de Segurança do Trabalho,Col. Tec.Industrial de Santa Maria. 1997.

DUPRAT, P. **O Som e a fúria.** Disponível: <[http:// www.Epoca.com.br/edic/ed100898/ciencialb.html](http://www.Epoca.com.br/edic/ed100898/ciencialb.html)>. Acesso em 10 Maio 2005.

EMBLETON, T. F. W. **Sound propagation in homogeneous deciduous and evergreen woods**, J. Acoust. Soc. Am., v. 53, p. 1119-1125, 1994.

FIDELL, S. **Nationwide Urban noise survey.** J. Acoust. Soc. Am., V. 64, p. 198, 206, 1978.

FURTUNATO, R. **Avaliação da Poluição Sonora Provocada Pelos Veículos Automotores na Região Central de Blumenau.** Monografia para obtenção do bacharelado de Química (graduação) do Centro de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Regional de Blumenau. 1992.

FREITAS, V. P. FREITAS, G. P. **Crimes Contra A Natureza** (de acordo com a Lei 9.605/98). 6ª Edição – São Paulo. Editora Revista dos Tribunais, 2000.

GERGES, S. N. Y – **Ruído- Fundamentos e Controle.** Florianópolis: UFSC, 1992, (P. 53 a 63 ).

GIERKE, H. E., ELDRED, K. M. Efeitos do ruído no homem. **Revista Acústica e Vibrações**, n. 19, p. 2-29, 1997.

GOITIA, Fernando C. **Breve histórico do urbanismo**. Lisboa: Presença, 1982. 228p.

GUATARI, FÉLIX. **As três ecologias**; tradução Maria Cristina F. Bittencourt – Campinas, SP: Papiros. 1990.

HOOVER, R.M. **Tree zones as barriers for control of noise due to aircraft operation**, Bult and Newman. Inc, Report 844, 1961.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. Dados preliminares do censo de 2000. Santa Maria 2005.

KURTZE, G. **Física y Técnica de la lucha contra el ruido**. Trad. Luís C. Martinez.Espartero, Urno, 1996. 546 p.

MDT. **Estrutura e Apresentação de Monografias, Dissertações e Tese**.PRPGP/UFSM. Santa Maria, RS. Brasil. 5ª Edição. N 006/2005. 67 p.

MITIDIERI, F. C. V. **Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural**. 1998. 256 p. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo.

NUNES, M. F. O. **Estudo de Ruído de Tráfego Veicular Urbano em interseções semaforizadas no Centro de Santa Maria, RS**. 1998. 200f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Maria, 1998.

RAPIN, J. P. Bruit du trafic routier. In: Josse, R. **Acoustique**. Grenoble: CSTB, 1982. v. II, cap. III, p. 90-124.

ROTT, J.A.A. **Mapa simplificado de ruído para a cidade de Porto Alegre**. **Porto Alegre**: UFRGS, 1995. 100p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SANCHO, V. M., SENCHERMES, A.. G. **Curso de Acústica em arquitetura.** Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1982. 215 p.

SANTOS, J. L. P. **Agentes Físicos – Ruído.** 1998. 35f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

SILVA, Walber P., PORTUGAL, Licinio da S., SANTOS, Marcio P. S. Metodologia para o planejamento de sistemas viário. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 1998. p. 217-154.

SVANTEK. MEDIDOR INTEGRADOR DE NÍVEL SONORO. Modelo SVAM 954, Tipo 1. Company Address.

SZOKOLAY, S. V. **Environmental Science Handbook.** The Construction Press, Lancaster, 1980.

TAYLOR, D. **Noise redction by vegetation and ground.** J. Acoust. Soc. Am.,v. 51, p. 197-205, 1972.

TOCCI, G. C. **Room noise criteria** – the state-of-the-art in the year 2000. In: XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica. Belo Horizonte: 2000, p.133-153.

TROPPEMAIR, H. **Metodologias Simples Para Pesquisar o Meio Ambiente.** UNESP. 1988. 232.P.

WIERNER, F. M.; KEAST, D. N. **Experimental study of the propagation of sound over ground.** J. Acoust. Soc. Am., v. 31, p. 724, 1959.

WHO, Noise. **World Health Organization,** Geneve, 1980.