



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
CIVIL**

**RUÍDO EM SANTA MARIA - RS  
A CONTRIBUIÇÃO DO TRÁFEGO VEICULAR EM  
ÁREA MISTA (Residencial/ Comercial)**

-Dissertação de Mestrado-

Elizeu Carneiro de Mendonça

Santa Maria, RS, Brasil  
2009

**RUÍDO EM SANTA MARIA - RS**  
**A CONTRIBUIÇÃO DO TRÁFEGO VEICULAR EM ÁREA MISTA**  
**(Residencial/ Comercial)**

Por

**Elizeu Carneiro de Mendonça**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil, Área de Concentração em Conforto Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria - RS, como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Civil**

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Dinara Xavier da Paixão

Santa Maria, RS, Brasil  
2009



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**  
**Centro de Tecnologia**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado.

**RUÍDO EM SANTA MARIA - RS**  
**A CONTRIBUIÇÃO DO TRÁFEGO VEICULAR EM ÁREA MISTA**  
**(Residencial/ Comercial)**

elaborada por  
**Elizeu Carneiro de Mendonça**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Civil**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Pro<sup>fa</sup>. D<sup>ra</sup>. Dinara Xavier da Paixão**  
(Presidente/Orientador)

**Pro<sup>fa</sup>. D<sup>ra</sup>. Maria Fernanda de Oliveira Nunes (UCS)**

**Prof. Dr. Erasmo Felipe Vergara Miranda (UFSM)**

Santa Maria, 26 de fevereiro de 2009.



1960

*“Nosso desespero evolui em direção ao estado de pânico. Vivemos sempre à beira do estresse sustentado por um número de decibéis sempre acima do permitido e do tolerável”.*

Dr. Allaoua Saadi, UFMG, 1992.



Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Federal de Santa Maria  
Dissertação de Mestrado

## **RUÍDO EM SANTA MARIA - RS A CONTRIBUIÇÃO DO TRÁFEGO VEICULAR EM ÁREA MISTA (Residencial/ Comercial)**

Autor: Elizeu Carneiro de Mendonça  
Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Dinara Xavier da Paixão  
Local e data da Defesa: Santa Maria, 26 de fevereiro de 2009.

### **RESUMO**

O ruído urbano gerado por trânsito mostra-se como sendo um dos fortes meios de poluição ambiental. Sabe-se que sua influência sobre as pessoas possibilita danos. O trabalho procura contribuir com esse tema, através de medições de níveis de ruído urbano em via com grande fluxo viário caracterizada como área mista (comercial/ residencial) na região central de Santa Maria – RS. Para a avaliação de níveis sonoros foram escolhidos dois pontos de medição localizados na mesma via, mas com situações de relevo e de tipo de trajeto diferenciados, mas com elevado número de veículos que transitam pela via, inclusive ônibus. Avaliou-se o nível de pressão sonora (LAeq), em dias úteis e em finais de semana, em turnos definidos a partir de uma medição prévia. Além dos dados acústicos, realizou-se um detalhado estudo para a identificação da contribuição do ruído veicular. Foram levantados os dados de tráfego, como a quantificação e a caracterização dos tipos de veículos (leves e pesados). Concluiu-se que o maior LAeq foi de 73,3 dB(A) e que, em todas as medições realizadas, o turno referente ao final de tarde/entardecer caracterizou os maiores resultados.

**Palavras-chave:** Conforto Ambiental, poluição sonora ambiental, ruído veicular.

## Abstract

The urban noise generated by traffic is shown as being one of the strong means of environmental pollution. It is known that its influence on the people facilitates unhealthy damages. This work tries to contribute with that theme, through measure of urban noise levels in road with great flow characterized as mixed area (commercial / residential) in Santa Maria's city central area - RS. For the evaluation of sound levels it was chosen two measure points whose adopted approach was the high number of vehicles that to transit for the road, besides buses. The level of sound pressure (LAeq) was evaluated, in useful and in week ends days, in shifts defined starting from a previous measure, whose data collection happened among the months of December of 2007 to June of 2008, been the measures driven with the equipment model SOLO, Type 01. Both measured points present different characteristics in terms of relief and urban equipments, due to the topography and traffic signalizations points. As a conclusion of this work, it was observed that largest LAeq obtained in all the measures was 73,3 dB(A) in the *Measure Point 01*, in the shift of the end of the evening / late afternoon. This shift concentrated on all the evaluations, the largest results.

**Keywords:** Environmental comfort, environmental noise, vehicular noise.

## Lista de Figuras

Figura 01	Circuitos de compensação A, B, C e D.....	23
Figura 02	Valores $L_{10}$ e $L_{90}$ de uma gravação feita em rodovia para avaliar ruído de trânsito.....	26
Figura 03	Fluxograma dos estágios envolvidos no desenvolvimento de um Plano de Gestão para Poluição Sonora.....	29
Figura 04	Quadro dos Limites máximos de emissão de ruído para veículos automotores.....	32
Figura 05	Ensaio de avaliação em medição de nível de ruído para pneumáticos em países da Comunidade Econômica Européia.....	35
Figura 06	Fontes de ruído emitidas por veículos automotores.....	37
Figura 07	Exemplos de fontes de ruído emitidas por veículos coletivos .....	38
Figura 08	Fontes de ruído emitidas por motocicletas.....	40
Figura 09	Espectro de ruído emitido por pneu de caminhão em pistas seca e molhada, a 96 km/h.....	41
Figura 10	Variação dos parâmetros estatísticos de ruído em função da altura, para uma rua com traçado urbano em “U”.....	42
Figura 11	Modelo de um mapa de NPS usado para simulação de ruído para as fontes de tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e indústrias em Portugal.....	44
Figura 12	Planta Urbana da Cidade de Santa Maria – RS.....	47
Figura 13	Quadro dos Limites de NPS estabelecidos pelo Código de Posturas da cidade de Santa Maria – RS.....	48
Figura 14	Planta de Localização dos Pontos de Medição.....	56
Figura 15	Medidor de Nível de Pressão Sonora / Modelo do Equipamento Utilizado nos Ensaios (Tipo 01).....	57
Figura 16	Perfil das distâncias e alturas no <i>Ponto de Medição 01</i> .....	59
Figura 17	Rua Riachuelo, vista do nível do <i>Ponto de Medição 01</i> .....	60
Figura 18	Localização do microfone para as medições no <i>Ponto de Medição 02</i> .....	61
Figura 19	Perfil das distâncias e alturas do <i>Ponto de Medição 02</i> .....	62
Figura 20	Fluxo de veículos por categorias em horários de maiores LAeqs em dB(A) na data de 02/10/2007 .....	69
Figura 21	Maiores LAeqs e L Picos obtidos nas medições do ensaio de 04/12/2007 .	75
Figura 22	Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 2º horário medido na data de 04/12/2007, com o uso do software dBatti.....	76
Figura 23	Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 3º horário medido na data de 04/12/2007, om o uso do software dBatti.....	76

Figura 24	Maiores LAeqs e passagens de veículos obtidos no ensaio realizado no dia 04/12/2007.....	77
Figura 25	Gráfico representativo das Medições de LAeq e número de veículos dos períodos de maiores LAeqs obtidos em 06/12/2007 .....	84
Figura 26	Gráfico representativo dos maiores LAeqs e Picos, obtidos no ensaio realizado no dia 06/12/2007.....	85
Figura 27	Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 1º turno medido na data de 06/12/2007, om o uso do software dBatti.....	86
Figura 28	Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 2º turno medido na data de 06/12/2007, om o uso do software dBatti.....	86
Figura 29	Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 3º turno medido na data de 06/12/2007, om o uso do software dBatti.....	87
Figura 30	Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 4º turno medido na data de 06/12/2007, om o uso do software dBatti.....	88
Figura 31	Gráfico representativo das Medições de LAeq e número de veículos do 1º turno, na data de 17/06/2008, no período entre 07h15min às 8h15min.....	90
Figura 32	Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 2º turno, em 17/06/2008 no período entre 13h30min às 14h30min.....	93
Figura 33	Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 3º turno, em 17/06/2008, no período entre 18h15min às 19h15min.....	95
Figura 34	Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 4º turno, de 17/06/2008, no período entre 22h às 22h45min....	97
Figura 35	Gráfico representativo dos maiores LAeqs em dB(A) obtidos nos quatro turnos medidos na data de 17/06/2008.....	100
Figura 36	Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software usado na medição do 1º turno de 17/06/2008.....	100
Figura 37	Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software na medição do 2º turno de 17/06/2008 .....	101
Figura 38	Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software usado na medição do 3º turno de 17/06/2008.....	101
Figura 39	Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software usado na medição do 4º turno de 17/06/2008.....	102
Figura 40	Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do único turno, de 28/06/2008, no período entre 18h15min às 19h15min .....	104
Figura 41	Gráfico representativo da s medições realizadas em 28/06/2008, mostrando número de passagens de veículos no período de maior LAeq em dB(A).....	107
Figura 42	Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software usado na medição do único turno de 28/06/2008.....	107



Figura 43	Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 1º turno, do dia 29/06/2008, no período entre 07h15min às 08h15min.....	109
Figura 44	Gráfico representativo das medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 2º turno, do dia 29/06/2008, no período entre 18h15min às 19h15min .....	112
Figura 45	Gráfico representativo das medições realizadas em 29/06/2008, onde apresenta o número de veículos dos períodos de maiores LAeqs em dB(A) obtidos.....	114
Figura 46	Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software na medição do 1º turno de 29/06/2008 .....	114
Figura 47	Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software na medição do 2º turno de 29/06/2008.....	115
Figura 48	Gráfico representativo das medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do único turno, em 21/06/2008, no período entre 19h às 20h.....	117
Figura 49	Gráfico representativo das medições realizadas em 21/06/2008, onde são mostrados os números de passagens de veículos no período de maior LAeq em dB(A) obtido .....	119
Figura 50	Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido através do software usado na medição do único turno de 21/06/2008.....	120
Figura 51	Gráfico representativo das Medições de LAeq e número de veículos do 1º turno de 22/06/2008, no período entre 07h15min às 08h15min.....	122
Figura 52	Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 2º turno, de 22/06/2008, no período entre 18h15min às 19h15min.....	124
Figura 53	Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos dos períodos de maiores LAeqs em dB(A) obtido em 22/06/2008..	127
Figura 54	Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software, na medição do 1º turno de 22/06/2008.....	127
Figura 55	Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software, na medição do 2º turno de 22/06/2008.....	128
Figura 56	Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs, de terça-feira, dia 04/12/2007.....	130
Figura 57	Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs em dB(A), de quinta-feira dia 06/12/2007.....	132
Figura 58	Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs, em dB(A) de terça-feira, dia 17/06/2008.....	134
Figura 59	Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs, em dB(A) de sábado dia 21/06/2008.....	135
Figura 60	Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs, em dB(A) de domingo, dia 22/06/2008.....	136

Figura 61	Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs em dB(A), de sábado, dia 28/06/2008.....	137
Figura 62	Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs, em dB(A) de domingo, dia 29/06/2008.....	138
Figura 63	Gráfico referente aos períodos de maiores LAeqs em dB(A), obtidos em medições de terças-feiras.....	140
Figura 64	Gráfico de espectro de maior LAeq e Pico obtidos na data de 04/12/2007, no período entre 08h33min às 08h48min, correspondente ao mesmo valor obtido no período entre 18h18min às 18h33min.....	141
Figura 65	Gráfico de espectro de maior LAeq e Pico obtidos na data de 04/12/2007, no período entre 18h18min às 18h33min, correspondente ao mesmo valor obtido no período entre 08h33min às 08h48min.....	141
Figura 66	Gráfico de espectro de maior LAeq obtido na data de 17/06/2008, no período entre 18h30min às 18h45min.....	142
Figura 67	Gráfico resultante da passagem do número de veículos, referente ao período de maior LAeq em dB(A), obtido em medições de quinta feira.....	143
Figura 68	Gráfico do maior LAeq, de 06/12/2007, quinta feira.....	143
Figura 69	Gráfico resultante da passagem do número de veículos, referente aos períodos de maiores LAeqs em dB(A), obtidos em medições de sábados, em ambos os pontos medidos.....	145
Figura 70	Gráfico de espectro resultante do ensaio de 21/06/2008, sábado, no Ponto de Medição 02.....	145
Figura 71	Gráfico de espectro resultante do ensaio de 28/06/2008, sábado, no Ponto de Medição 01.....	146
Figura 72	Gráfico de maiores LAeqs de passagem de veículos de domingos Ponto de Medição 01.....	147
Figura 73	Gráfico resultante do maior LAeq em 22/06/2008, domingo, no Ponto de Medição 02.....	148
Figura 74	Gráfico resultante do maior LAeq em 28/06/2008, domingo, no Ponto de Medição 01.....	148
Figura 75	Maiores LAeqs das medições realizadas em todos os dias da semana e em ambos os pontos de medição .....	150

1960

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Frota Veicular de Santa Maria-RS.....	50
Tabela 2	Veículos inspecionados de uma empresa de ônibus de Santa Maria - RS	51
Tabela 3	Comparação de dados acústicos de trânsito obtidos em 1998 e 2006, em quatro pontos de cruzamentos semaforizados no centro de Santa Maria-RS.....	52
Tabela 04	Medições do 1º turno (02/10/2007).....	65
Tabela 05	Medições do 2º turno (02/10/2007).....	66
Tabela 06	Medições do 3º turno (02/10/2007).....	67
Tabela 07	Medições do 4º turno (02/10/2007).....	68
Tabela 08	Medições do 1º turno (04/12/2007).....	71
Tabela 09	Medições relativas ao do 2º turno (final da manhã/início da tarde 13h30min às 14h34min).....	72
Tabela 10	Medições relativas ao do 3º turno (final da tarde 18h03min às 19h04min).....	73
Tabela 11	Medições do 1º turno (07h18min às 09h09min) no dia 06/12/2007 .....	78
Tabela 12	Medições do 2º turno (13h09min às 14h10min) no dia 06/12/2007 .....	80
Tabela 13	Medições do 3º turno (17h38min às 17h53min) no dia 06/12/2007 .....	81
Tabela 14	Medições do 4º turno (22h às 23h03min) no dia 06/12/2007 .....	82
Tabela 15	Maiores LAeqs obtidos na medição do dia 06/12/2007 e relação da passagem de veículos relacionados aos respectivos horários .....	83
Tabela 16	Medições do início da manhã de 17/06/2008 .....	89
Tabela 17	Índices percentuais e estatísticos de veículos do 1º turno de 17/08/2008	91
Tabela 18	Medições do início da tarde de 17/06/2008 .....	91
Tabela 19	Índices percentuais e estatísticos de veículos do 2º turno de 17/06/2008	93
Tabela 20	Medições do Final de Tarde / Entardecer de 17/08/2008 .....	94
Tabela 21	Índices percentuais e estatísticos de veículos do 3º turno de 17/06/2008	95
Tabela 22	Medições Noturnas de 17/06/2008 .....	96
Tabela 23	Medições noturnas de 17/06/2008 .....	98
Tabela 24	Passagem de veículos relacionados aos horários de maior LAeq em dB(A), em 17/06/2008 .....	99
Tabela 25	Medições de Final de Tarde / Entardecer de 28/06/2008 .....	103
Tabela 26	Medição de final de tarde / entardecer, de 28/06/2008 .....	105
Tabela 27	Maior LAeq em dB(A) obtido na medição do dia 28/06/2008 .....	106

Tabela 28	Passagem de veículos relacionados ao horário de maior LAeq em dB(A)	106
Tabela 29	Medições de início da manhã, de 29/06/2008 .....	108
Tabela 30	Medições do início da manhã, de 29/06/2008 .....	110
Tabela 31	Medições de Final de Tarde / Entardecer de 29/06/2008 .....	111
Tabela 32	Medições de final de tarde / entardecer, de 29/06/2008 .....	112
Tabela 33	Maiores LAeqs em dB(A) obtidos na medição do dia 29/06/2008 .....	113
Tabela 34	Passagem de veículos relacionados aos horários de maiores LAeqs de 29/06/2008 .....	113
Tabela 35	Medições de Final de tarde / Entardecer de 21/06/2008 .....	116
Tabela 36	Medições de final de tarde / entardecer, de 21/06/2008 .....	118
Tabela 37	Maior LAeq em dB(A) obtido na medição do dia 21/06/2008 .....	118
Tabela 38	Passagem de veículos relacionados ao horário de maior LAeq em dB(A)	119
Tabela 39	Medições de início de manhã, de 22/06/2008 .....	121
Tabela 40	Medições do início da manhã, de 22/06/2008 .....	123
Tabela 41	Medições de Final de Tarde / Entardecer de 22/06/2008 .....	123
Tabela 42	Medições de final de tarde / entardecer de 22/06/2008 .....	125
Tabela 43	Maior LAeq em dB(A) obtido na medição do dia 22/06/2008.....	126
Tabela 44	Passagem de veículos relacionados ao horário de maior LAeq, de 22/06/2008 .....	126
Tabela 45	Maiores LAeqs obtidos na terça feira, dia 04/12/2007.....	129
Tabela 46	Maiores LAeqs obtidos na terça feira, dia 17/06/2008.....	131
Tabela 47	Maiores LAeqs obtidos na quinta feira, dia 06/12/2007.....	133
Tabela 48	Maiores LAeq obtido no sábado, dia 21/06/2008 .....	134
Tabela 49	Maiores LAeqs obtidos no domingo, dia 22/06/2008 .....	135
Tabela 50	Maior LAeq obtido no sábado, dia 28/06/2008 .....	137
Tabela 51	Maiores LAeqs obtidos no domingo, dia 29/06/2008 .....	138
Tabela 52	Maiores LAeqs em dB(A) de <i>terças feiras</i> .....	139
Tabela 53	Maiores LAeqs em dB(A) de <i>quinta feira</i> .....	142
Tabela 54	Maiores LAeqs em dB(A) de <i>sábados</i> .....	144
Tabela 55	Maiores LAeqs de <i>domingos</i> .....	146
Tabela 56	Maiores LAeqs em dB(A), e passagens de veículos obtidos em todas as medições realizadas em todos os dias da semana, em ambos os pontos medidos .....	149

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo;

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente;

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito;

CTB – Código de Trânsito Brasileiro;

dB (A) – Decibel na Curva A;

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito;

DETRAN – Departamento dos Transportes;

EPI – Equipamento de Proteção Individual;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

I/M - Programa de Inspeção e Manutenção dos Veículos em Uso – RJ;

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualificação;

ISO – International Organization for Standardization;

LAeq – Nível de Pressão Sonora Equivalente Ponderado na Curva A;

MNS – Medidor de Nível Sonoro;

NCA - Nível Critério de Avaliação;

NBR – Normas Brasileiras de Regulamentação;

NR – Norma de Regulamentação;

OMS – Organização Mundial da Saúde;

PAIR – Perda Auditiva Induzida por Ruído;

PAINEPS – Perda Auditiva Induzida por Elevados Índices de Pressão Sonora;

PDDUA – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental;

PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores;

ECSM – Escritório da Cidade / Órgão da Prefeitura Municipal de Santa Maria – RS

RMS – Média Quadrática do nível de Pressão Sonora;

SMPA - Secretaria de Município de Proteção Ambiental / Órgão da Prefeitura Municipal de Santa Maria – RS.

WHO - World Health Organization

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>1.1 Problemática do estudo</b> .....	17
<b>1.2 Objetivos</b> .....	18
1.2.1 Objetivo geral.....	18
1.2.2 Objetivos específicos.....	18
<b>1.3 Justificativa</b> .....	19
<b>1.4 Síntese do trabalho</b> .....	20
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	21
<b>2.1 Ruído e saúde</b> .....	21
<b>2.2 Efeitos do ruído ao organismo humano</b> .....	21
<b>2.3 Ruído veicular</b> .....	23
<b>2.4 Monitoramento e avaliação</b> .....	25
<b>2.5 Legislação do Ministério do Trabalho</b> .....	26
2.5.1 Legislações vigentes.....	27
2.5.2 Programa de controle da poluição sonora veicular no Brasil.....	29
<b>2.6 Estrutura viária e pavimentação</b> .....	32
<b>2.7 Ruídos produzidos por motor e pneus</b> .....	34
<b>2.8 Transporte urbano coletivo</b> .....	37
<b>2.9 Ruído emitido por motocicletas</b> .....	39
<b>2.10 Medições de ruído de trânsito em pista molhada</b> .....	40
<b>2.11 Parâmetros para alturas de pontos de medição</b> .....	41
<b>2.12 Mapas de ruído</b> .....	43
<b>2.13 O Ruído urbano de Santa Maria – RS</b> .....	47
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	54
<b>3.1 Medições prévias</b> .....	54
3.1.1 Horários avaliados nas medições prévias.....	55
<b>3.2 Locais dos ensaios</b> .....	55
<b>3.3 Propriedades específicas da via em estudo</b> .....	55
<b>3.4 Equipamento utilizado nos ensaios</b> .....	57
<b>3.5 Influências naturais</b> .....	58
<b>3.6 Posição do equipamento nos pontos de medição</b> .....	59
<b>3.7 Caracterização dos pontos de medição</b> .....	60

3.7.1 Ponto de medição 01.....	60
3.7.2 Ponto de medição 02.....	61
<b>3.8 Procedimentos de medição.....</b>	<b>62</b>
<b>4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>65</b>
<b>4.1 Medições prévias.....</b>	<b>65</b>
4.1.1 Medições do dia 02/10/2007.....	65
4.1.1.1 Análise dos dados coletados no 1º turno de medições.....	65
4.1.1.2 Análise dos dados coletados no 2º turno de medições.....	66
4.1.1.3 Análise dos dados coletados no 3º turno de medições.....	67
4.1.1.4 Análise dos dados coletados no 4º turno de medições.....	68
4.1.1.5 Resultados de maiores LAeqs obtidos nas medições de 02/10/2007.....	69
4.1.1.6 Considerações gerais sobre as medições prévias.....	69
<b>4.2 Ponto de medição 01.....</b>	<b>70</b>
4.2.1 Medições do dia 04/12/2007.....	70
4.2.1.1 Análise dos dados coletados no 1º turno de medições.....	71
4.2.1.2 Análise dos dados coletados no 2º turno de medições.....	72
4.2.1.3 Análise dos dados coletados no 3º turno de medições.....	73
4.2.1.4 Análise comparativa dos valores dos diferentes turnos no ensaio do dia 04/12/2007.....	74
4.2.2 Medições do dia 06/12/2007.....	77
4.2.2.1 Análise dos dados coletados no 1º turno de medições.....	78
4.2.2.2 Análise dos dados coletados no 2º turno de medições.....	79
4.2.2.3 Análise dos dados coletados no 3º turno de medições.....	81
4.2.2.4 Análise dos dados coletados no 4º turno de medições.....	82
4.2.2.5 Análise comparativa dos valores dos diferentes turnos no ensaio do dia 06/12/2007.....	83
4.2.3 Medições do dia 17/06/2008.....	88
4.2.3.1 Análise dos dados coletados no 1º turno de medições.....	89
4.2.3.2 Análise dos dados coletados no 2º turno de medições.....	91
4.2.3.3 Análise dos dados coletados no 3º turno de medições.....	94
4.2.3.4 Análise dos dados coletados no 4º turno de medições.....	96
4.2.3.5 Análise comparativa dos valores dos diferentes turnos no ensaio do dia 17/06/2008.....	98
4.2.4 Medições do dia 28/06/2008.....	102



4.2.4.1	Análise dos dados coletados no único turno de medições.....	103
4.2.4.2	Análise do valor de LAeq do único turno do ensaio de 28/06/2008.....	105
4.2.5	Medições do dia 29/06/2008.....	108
4.2.5.1	Análise dos dados coletados no 1º turno de medições.....	108
4.2.5.2	Análise dos dados coletados no 2º turno de medições.....	110
<b>4.3</b>	<b>Ponto de Medição 02.....</b>	<b>115</b>
4.3.1	Medições do dia 21/06/2008.....	116
4.3.1.1	Análise do valor de LAeq do único turno do ensaio de 21/06/2008.....	118
4.3.2	Medições do dia 22/06/2008.....	120
4.3.2.1	Análise dos dados coletados no 1º turno de medições.....	120
4.3.2.2	Análise dos dados coletados no 2º turno de medições.....	123
4.3.2.3	Análise comparativa dos valores dos diferentes turnos no ensaio do dia 22/06/2008.....	125
<b>4.4</b>	<b>Síntese dos resultados.....</b>	<b>128</b>
4.4.1	Comparações de resultados obtidos em dias da semana.....	128
4.4.1.1	Medições realizadas em 04/12/2007.....	129
4.4.1.2	Medições realizadas em 06/12/2007.....	132
4.4.1.3	Medições realizadas em 17/06/2008.....	132
4.4.1.4	Medições realizadas em 21/06/2008.....	133
4.4.1.5	Medições realizadas em 22/06/2008.....	135
4.4.1.6	Medições realizadas em 28/06/2008.....	136
4.4.1.7	Medições realizadas em 29/06/2008.....	137
4.4.2	Maiores LAeqs em dB(A) obtidos nas medições em dias da semana.....	139
4.4.2.1	Medições de <i>terças-feiras</i> .....	139
4.4.2.2	Medições referentes à <i>quinta-feira</i> .....	142
4.4.2.3	Medições referentes aos <i>sábados</i> .....	144
4.4.2.4	Medições referentes aos <i>domingos</i> .....	146
4.4.3	Maiores LAeqs obtidos em todas as medições e em ambos pontos medidos.....	148
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>151</b>
<b>6</b>	<b>SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....</b>	<b>154</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>155</b>
	<b>APÊNDICE A - Método de contagem.....</b>	<b>163</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Problemática do estudo

O trânsito, de um modo geral, tem sido um dos grandes problemas de poluição ambiental sonora, enfrentado por populações habitantes de zonas urbanas. Muitos estudos já foram realizados, visando diagnosticar a influência do ruído nas pessoas, com a preocupação de avaliar conseqüências, principalmente, sua forma de interferência na qualidade de vida ou de como pode causar danos insalubres à população.

Os índices até agora avaliados mostram que há motivo de preocupação, à medida que a frota de veículos automotores em todas as modalidades de trânsito tem aumentado, pela possibilidade de acesso a todas as classes sociais e, pela necessidade de locomoção, em função do crescimento constante de cidades de médio e grande porte.

Em estudos de ruído urbano, há aqueles que mencionam que o rápido crescimento do número e veículos automotores causa um acréscimo no número de reclamações das populações atingidas pelo ruído veicular nas cidades e, que esse fenômeno é o maior contribuinte para os elevados níveis sonoros medidos nos grandes centros, como também, tem sido a maior causa de desconforto ambiental em áreas urbanas e habitações próximas a rodovias.

Nessas pesquisas, constata-se que a poluição atmosférica e acústica de tráfego, pode trazer inúmeras sensações desagradáveis e conseqüências negativas para a saúde gerando efeitos subjetivos como: estresse, fadiga, dor de cabeça, problemas respiratórios e até uma possível perda de audição.

Um ambiente excessivamente ruidoso sempre foi considerado nocivo ao bem-estar humano. Além de provocar desconforto pode causar doenças que, ao longo dos tempos, têm sido objeto de estudo por profissionais da medicina, fonoaudiologia, engenharia, preservação ambiental e outras profissões, preocupadas com os índices elevados de poluição sonora. A preocupação maior ocorre, em especial, por locais onde existem ambientes ou entidades que requerem maior silêncio como hospitais, asilos, áreas residenciais, escolas, creches, etc.

O ambiente urbano está cada vez mais repleto de níveis sonoros elevados. No Brasil, os mapeamentos sonoros realizados em algumas capitais, tiveram em quase todos os estudos publicados, valores sempre acima dos limites estabelecidos por legislações vigentes.

Com base nessa premissa, o presente trabalho tem o intuito de estudar o desempenho de níveis sonoros produzidos por fluxo de veículos em via central da cidade de Santa Maria – RS, analisando os níveis emitidos, bem como o de averiguar a relação existente entre o número de passagens dos diversos veículos e os resultados obtidos, para posterior avaliação.

## **1.2 Objetivos:**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Avaliar níveis de ruído urbano gerado por tráfego veicular em área mista (residencial/comercial), em via com grande fluxo viário, na região central da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Comparar os níveis de pressão sonora equivalente com os valores determinados pela legislação que estabelece níveis de conforto acústico em comunidades.
- Conhecer a composição do fluxo viário na via em análise, ou seja, o quantitativo e os tipos de veículos leves e pesados.
- Confrontar os níveis obtidos nos ensaios, em diferentes dias e distintos horários, possibilitando mostrar situações de maior ou menor incidência de pressão sonora, que poderão servir como base para levantamentos periódicos;
- Relacionar resultados de levantamento de dados em dois locais de medição, que apresentam características distintas de relevo e equipamentos urbanos.
- Avaliar a influência do transporte coletivo (ônibus) nos valores obtidos nas medições.

### 1.3 Justificativa

Dentro de um contexto urbano, o conceito de cidade perpassa a idéia de que deve ser priorizada a melhoria das condições de conforto acústico e qualidade de vida dos seus habitantes, como, também, dos seus espaços físicos. No entanto, esse fato ainda parece estar longe de uma solução viável. As comunidades se obrigam a se adaptarem a condições inadequadas, em função de não haver, por parte da gestão, a importância que deveria ser dada para questões de conforto acústico.

Embora existam tantas legislações no âmbito de governo, no sentido de estabelecimento de normas técnicas, códigos municipais, entre outras, estas, ainda, são insubstanciais, diante da não priorização das questões relacionadas a desconforto ambiental que, ainda, permanece como sendo um grande desafio para populações habitantes no meio urbano.

Os estudos relacionados à questão de ruído urbano realizados em alguns locais da cidade de Santa Maria - RS têm mostrado, através dos dados divulgados, situações que podem ser consideradas preocupantes, através dos resultados de Níveis de Pressão Sonora (NPS) encontrados.

Questões urbanas e de infra-estrutura concentram o fluxo viário em determinadas vias, ocasionando situações opostas referentes ao bem-estar da população e à produção de ruído, pois o acesso ao centro da cidade fica restrito a poucas opções de tráfego. Com isso, os pontos de parada de ônibus recebem veículos procedentes de diversas rotas, ampliando a circulação de pessoas nesses locais.

No presente trabalho estudou-se o caso de uma via com grande fluxo viário, principalmente de coletivos, pertencentes a todas as empresas de ônibus urbanos, que atuam na cidade de Santa Maria – RS. Um fator que contribuiu para a definição do local a ser analisado foi a existência do principal ponto de parada de ônibus, na chegada ao centro da cidade.

Outra característica urbana considerada foi o fato da rua ser estreita, mão única e com edificações em ambos os lados, recebendo veículos procedentes das zonas leste, oeste e sul para a região central. Além disso, há um declive que possibilita a aceleração dos veículos que circulam no sentido bairro/centro e um leve aclive no qual os veículos param, devido a um semáforo.

Essas particularidades se tornaram relevantes na verificação da conveniência de um estudo de níveis de pressão sonora nos pontos considerados mais críticos da via. Assim, optou-se por estudar dois locais, sendo um próximo ao ponto de parada de ônibus e outro situado no início do declive viário.

#### **1.4 Síntese do trabalho**

Este trabalho de dissertação está constituído dos seguintes itens:

- Capítulo 01 – Introdução: Apresenta a problemática do estudo, delimitação do tema, declara os objetivos e a justificativa para a elaboração do estudo.

- Capítulo 02 – Revisão Bibliográfica: Aborda temas sobre o estudo em questão. Nos seus itens são especificados assuntos relacionados ao ruído de tráfego, legislações pertinentes, abordagem de sistemas de análise e mitigação de ruído, através de consulta em artigos científicos e Normas Técnicas.

- Capítulo 03 – Metodologia: Mostra o método utilizado para a elaboração da pesquisa. Apresenta o desenvolvimento do processo de medições, dias em que foram realizados, bem como descreve os equipamentos utilizados.

- Capítulo 04 – Coleta e análise dos resultados obtidos: Nesse item é abordado todo o procedimento do trabalho desde a primeira até a última medição e o percentual de todos os tipos de veículos que circularam nos horários e locais medidos. Os resultados obtidos nos mesmos horários, nos mesmos dias de semana, porém, em meses diferentes, são comparados entre dias úteis e finais de semana.

- Capítulo 05 – Conclusão: São abordadas as considerações finais dos resultados obtidos e analisados, bem como se faz referência a novos estudos que possam dar continuidade ao tema, no meio acadêmico ou social.

- Capítulo 06 – Referências Bibliográficas: Cita autores e obras que foram referidas no texto da Dissertação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Ruído e ambiente

A palavra *ruído* poderá ser caracterizada por duas formas distintas, sendo uma subjetiva e outra física. Na definição subjetiva, entender-se-á que ruído será toda e qualquer sensação auditiva considerada desagradável ou insalubre ao nosso organismo. No sentido físico, ele é definido como sendo um fenômeno acústico não periódico, sem componentes harmônicos precisos.

A forma de ser interpretado varia, porém sabe-se que sempre será um fenômeno que, além de nocivo, pode causar muitos problemas insalubres ao bem estar do ser humano, quando ultrapassar níveis suportáveis e tempo de exposição recomendados.

O ouvido humano é capaz de captar sons de 20 a 20.000 Hz, que caracteriza uma faixa de frequências ou banda audível (GERGES, 1992).

Sob o ponto de vista ambiental, um estudo específico relacionado ao controle de ruído pode ter um sentido efetivo, quando sua utilização se torna eficiente para alcançar uma determinada proteção à qualidade de um ambiente sonoro em análise.

Em regra, o ruído é, geralmente, analisado para se conhecer os níveis em determinadas áreas, com o propósito de diagnosticar seu efeito sobre a população.

### 2.2 Efeitos do ruído ao organismo humano

Segundo Taboada (2007), os efeitos do ruído ambiental sobre o organismo humano, podem se manifestar por meio de alterações cardiovasculares, hormonais e respiratórias. No entanto, para se poder abordar o problema das doenças ocasionadas pelo ruído no Brasil, há necessidade de se obter uma infra-estrutura que possa avaliar, adequadamente, os graus subjetivos dessas moléstias.

Quando se trata de situações que se referem aos níveis sonoros urbanos, naturalmente, estão relacionados aqueles meios que são conhecidos como os de maior preocupação, que

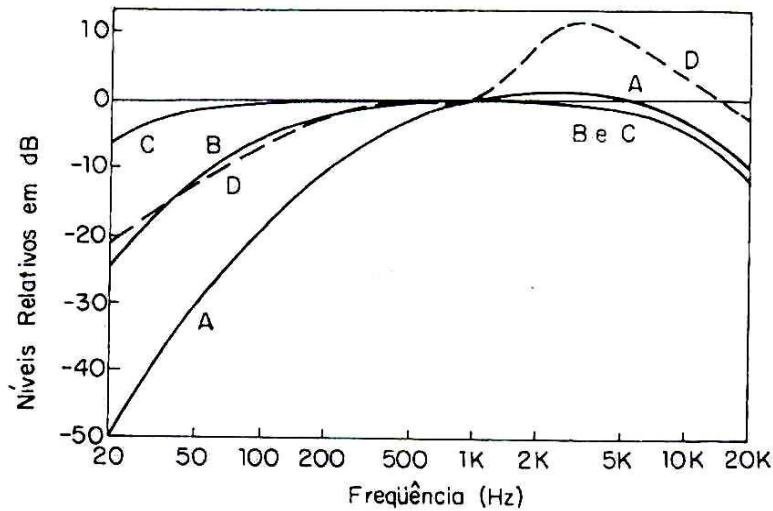
envolvem as atividades humanas na construção de edifícios e obras de grande vulto, indústria, músicas, alto-falantes automotivos, etc. Entretanto, sabe-se que o ruído veicular, característico dos centros urbanos tem uma influência significativa e negativa no bem-estar físico e psicoemocional do ser humano.

A audição humana é sensível e tem limites. Pode-se dizer que o ouvido humano reage diferentemente para distintas frequências e, por isso, quando é preciso detectar o grau de exposição, usa-se o espectro de frequências como um elemento fundamental no diagnóstico de caracterização do som.

A questão do estudo dos fatores que determinam a audibilidade de um som é bastante complexa, porque o ouvido humano não é igualmente sensível a todas as frequências. Ouve-se melhor na faixa entre 2000Hz e 5000Hz e menos em frequências extremamente baixas ou altas (GERGES,1992).

Normalmente, nas medições para detectar Níveis de Pressão Sonora (NPS) são usadas escalas representadas por circuitos de compensação, denominados “A”, “B”, “C” e “D”. O circuito ‘A’ é o que mais se aproxima das curvas de igual audibilidade, pois fornece melhor correlação em testes subjetivos relativos à audição humana.

A Figura 01 mostra níveis relativos, ou seja, para um NPS de 70 dB em 1 kHz, o ouvido humano percebe integralmente 70 dB(A). Entretanto, se usar como exemplo, o nível na faixa de frequência de 50 Hz, o ouvido humano percebe um NPS igual a 70, porém subtraído de 30,2, que é o valor correspondente na curva (A), para obter o resultado em dB(A), que resultará em 39,8 dB(A). Isso significa que para cada faixa de frequência, haverá reduções distintas para cada curva, que determinarão valores correspondentes às curvas A, B e C, para atenuação da percepção auditiva.



**Figura 01 - Circuitos de compensação A, B, C e D**  
 Fonte: Gerges (1992).

### 2.3 Ruído veicular

O ruído veicular tem sido, durante muito tempo, motivo de estudo para pesquisadores, preocupação para os órgãos que estabelecem níveis máximos permissíveis e para os órgãos municipais, que usam, em alguns casos, como ferramenta de trabalho, o mapeamento sonoro urbano.

Embora tenham sido elaborados processos que avaliam o ruído veicular urbano, o fator gestão, parece, ainda, ser insuficiente. No Brasil, essa questão não é priorizada.

Para muitos escritores ou estudiosos nesse assunto, esse fenômeno significa um *caos* para cidades com fluxo intenso de tráfego, porque traz como consequência, inúmeros problemas urbanos.

Uma referência característica dos males produzidos pelo ruído veicular, foi o comentário feito por Saadi<sup>1</sup> quando fez referência ao artigo denominado *A Poluição Sonora de Belo Horizonte*, escrito por Souza e Álvares (1992). O conteúdo desse artigo trata da poluição sonora de locais onde existe produção de altos níveis de ruído, como mineradoras

<sup>1</sup>Palestrante e relator da mesa redonda durante o II Simpósio Situação Ambiental e Qualidade de Vida na Região Metropolitana de Belo Horizonte e Minas Gerais, realizado em Belo Horizonte, em 1992. O comentário citado no texto foi proferido durante palestra neste evento.

urbanas que fazem explosões, trânsito constante de veículos próximos a hospitais, escolas, etc.

Saadi ainda menciona que “nosso desespero evolui em direção ao estado de pânico. Vivemos sempre à beira do estresse sustentado por um número de decibéis sempre acima do permitido e do tolerável”.

Sabe-se que existem legislações que estabelecem níveis aceitáveis de ruído emitido por veículos e há, em alguns municípios, procedimentos de análise e diagnóstico de ruído. Porém, percebe-se que, ainda, são muitos os problemas existentes em relação a esse assunto.

Um dos efeitos produzidos pelo ruído do tráfego intenso de veículos automotores nas ruas é a ocorrência de reflexões nas edificações de entorno, que acabam se transformando em verdadeiras *caixas acústicas* e fontes transmissoras de ruído, o que possibilita maior desconforto acústico às pessoas expostas.

Em regra, a contribuição específica do trânsito veicular para poluição sonora, ocorre através da emissão de ruídos gerados por motor, escapamento, rotação e atrito de pneus com o solo e do tipo de infra-estrutura urbana como: pavimentação, topografia e sistema viário.

Uma análise do ruído gerado por tráfego pode ser caracterizada pelos tipos e classes dos veículos, velocidade, quantidade por período medido, estado e tipo da pista de rolamento.

Segundo informações do Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN (2006), quase toda frota de veículos no país, tem idade superior a dez anos com parcial manutenção, o que, normalmente, pode propiciar índices maiores de emissões de poluentes.

Partindo do pressuposto de que o conceito de sustentabilidade urbana requer auxílio de um sistema que valorize os recursos naturais existentes, é necessário que os órgãos competentes de fiscalização, sejam mais atuantes em relação às cobranças aos proprietários de veículos geradores de altos índices de poluição.

O chamado sistema de *manutenção preditiva*, de monitoramento de emissão de poluentes à atmosfera por veículos automotores em zonas urbanas, pode ser um grande passo em prol de *possíveis* cidades sustentáveis.

Para que isso ocorra, tornar-se-á necessário programar e implementar meios de mitigação e de predição dos níveis sonoros e de poluentes, para obter-se melhor qualidade de vida a todas às pessoas habitantes de lugares onde estejam constantemente expostas.

Segundo Therivel e Morris (1995, *apud* MAIA, 2003), para um procedimento de predição de ruído de trânsito, as informações referentes aos cálculos, deverão considerar os seguintes itens: volume de tráfego, velocidade dos veículos, percentual de veículos pesados, gradiente da via, rugosidade da superfície da via e, distância da fonte sonora até o receptor.



O Relatório do National Round Table on the Environmental and the Economy's & Urban Sustainability Program - NRTEE define como sustentabilidade urbana, todo bem estar realçado das cidades ou de regiões urbanas, que manterão a qualidade de vida para as gerações futuras (NATIONAL ROUND TABLE ON THE ENVIRONMENT AND THE ECONOMY – NRTEE, 2003).

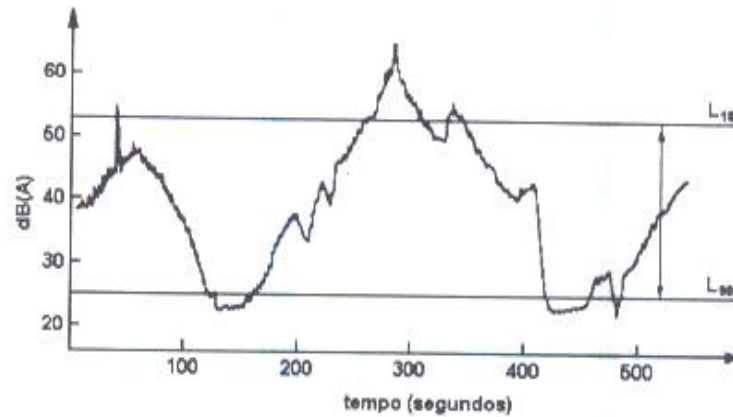
Para que essa meta se torne aplicável e aceitável, certamente, necessitam-se medidas urgentes para a sustentabilidade do planeta, incluindo-se a questão do ruído urbano e, principalmente o seu componente de ruído veicular, bem como ampliar-se a preocupação com os recursos ambientais, sociais, políticos e econômicos.

## 2.4 Monitoramento e avaliação

Para se obter uma resposta mais eficaz, no monitoramento e avaliação dos níveis encontrados em uma medição, é necessário executar-se uma rigorosa avaliação para a seleção do indicador e do procedimento que se pretende utilizar.

Os descritores acústicos de série estatística, normalmente, utilizados para elaborar medições, como forma de análise estatística em zonas urbanas, são representados por um coeficiente denominado  $L_n$  ou  $L_x$  estatístico, que tem como base, a densidade de probabilidade de valores eficazes. Sua derivação é representada por  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  e  $L_{90}$ , que são valores de escala que mostram o percentual de nível ruído em que é ultrapassado o tempo medido, com filtro de ponderação em (A), onde  $L_1$  normalmente é um valor próximo ao  $L_{máx}$  e  $L_{99}$  próximo ao  $L_{mín}$ . Quando estes valores estiverem muito afastados, significa que houve maiores flutuações nos níveis de ruído medidos (LELAND; RICHARDS, 1998 *apud* MAIA, 2003).

A Figura 02 mostra o sinal relativo a uma medição realizada numa rodovia, destacando a faixa localizada entre os valores de  $L_{10}$  e  $L_{90}$ .



**Figura 02 – Valores  $L_{10}$  e  $L_{90}$  de uma gravação feita em rodovia para avaliar ruído de trânsito**

Fonte: Turner, Preflove (1991, *apud* BECKER, 2001).

## 2.5 Legislação do Ministério do Trabalho

Na legislação brasileira, para questões de limites permissíveis de exposição ao trabalho, existe a Norma Regulamentadora - NR n.º.15, do Ministério do Trabalho (BRASIL, 1990), que estabelece níveis máximos toleráveis para pessoas que exercem atividades profissionais ruidosas por longos turnos. Essa Norma, revisada em 26 de novembro de 1990, estabelece limites de tolerância máxima para atividades insalubres de ruído contínuo ou intermitente e menciona que está propenso a déficit auditivo futuro, todo indivíduo que permanecer exposto a 85 dB (A), durante uma jornada de trabalho acima de oito (08) horas diárias. Estabelece 90 dB (A) para cada quatro (04) horas de exposição, 100 dB (A) por uma (01) hora trabalhada, etc. Cita, também, que o tempo máximo tolerável para o ouvido humano, é de 07 minutos para 115 dB (A) de exposição diária.

A Norma sugere algumas providências de medidas de prevenção como:

Uso de protetor auditivo, em trabalhos com alto nível de ruído; redução do tempo de exposição a atividades muito ruidosas; auxílio profissional de um médico e fonoaudiólogo, quando constatar o menor sinal de zumbido ou de desconforto perante um alto nível sonoro; tratar acusticamente equipamentos que provocam altos níveis de ruído (BRASIL, 1990).

As atividades profissionais de pessoas constantemente expostas, como trabalhos com britadeiras, máquinas pesadas, sons musicais em alto volume, etc. favorecem a uma possível perda auditiva. São funções que requerem atenção e, em alguns casos, o uso de Equipamento de Proteção Individual - EPI.

Vieira (1999) afirma que a perda auditiva é irreversível, porém, na medida em que os limiares auditivos pioram, a progressão diminui. A instalação e a progressão estão em função do tempo e da frequência de exposição ao ruído, além da susceptibilidade individual para perdas auditivas.

Ferreira Júnior (2000) ao conceituar a Perda Auditiva Induzida por Ruído - PAIR - afirma que: “A PAIR provoca morte lenta e gradual das células ciliares do órgão de corti da orelha interna (cóclea), zumbidos e distorções sonoras”.

Para Schochat, Dias e Moreira, (1998), a PAIR está se expandindo:

A preocupação com a PAIR, também denominada de Perda Auditiva Induzida por Elevados Índices de Pressão Sonora – PAINEPS vem aumentando, cada vez mais, pois as pesquisas mostram que, a incidência desse problema vem se expandindo e, como atinge, primeiramente, as frequências agudas, onde há pouca concentração dos fonemas da fala, não é percebido, inicialmente. A percepção só ocorre, quando as demais frequências são atingidas e, portanto, o comprometimento de perda auditiva, já se encontra em grau avançado (SCHOCHAT; DIAS; MOREIRA, 1998).

A PAIR é mais provável de ocorrer em indivíduos que exercem atividades profissionais em locais com altos níveis sonoros e que permaneçam nesses locais, por longos períodos.

### 2.5.1 Legislações vigentes

As legislações vigentes e específicas que influenciam a questão do ruído veicular urbano são:

- Resolução CONAMA nº. 01/1990, que trata da emissão de ruídos de qualquer natureza e sua relação com a saúde e o sossego público, cujo texto faz referência às normas NBR 10.151 e 10152 da ABNT (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1990);

- Resolução CONAMA nº. 01/93. Estabelece, para veículos automotores nacionais e importados, exceto motocicletas, motonetas, triciclos, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados, nacionais e importados, limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e na condição parado. (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1993);

- Norma NBR 10.151— *Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade*. Define os níveis máximos de ruído em diferentes tipos de zonas, tendo como objetivo principal, determinar um método para a medição de ruído em comunidades, aplicando correções nos níveis medidos, quando necessários. Para áreas mistas, com predominância residencial, os valores recomendados são 55dB(A) para horário diurno e 50 dB(A) para horário noturno. Caso a zona seja considerada mista, com vocação comercial e administrativa, os valores aceitáveis passam a ser, respectivamente, 60 dB(A) para o dia e 55 dB(A) para a noite (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000).

- Norma NBR 10.152 - *Níveis de Ruído para Conforto Acústico*. Define níveis desejáveis no local onde as pessoas se encontram, em função da atividade a que se destina o local (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987).

É interessante destacar no plano internacional a Norma ISO 1996 (*International Organization for Standardization*), de 1987. Sua atualização foi feita pela Norma ISO1996-1/2003, e tem, por objetivo, agregar métodos de descrição, medição e avaliação de níveis sonoros ambientais em todas as fontes. Fornece subsídios às autoridades responsáveis pela gestão de poluição sonora à elaboração de suas próprias normas e legislações relativas a altos níveis sonoros nas comunidades, bem como, possibilita a fixação de limites aceitáveis de níveis de ruído ambiental, cujo descritor adotado para diagnosticá-lo, é o nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2003).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, o estabelecimento de Normas Internacionais que tratam das questões que envolvem ruídos em comunidades, deverão considerar:

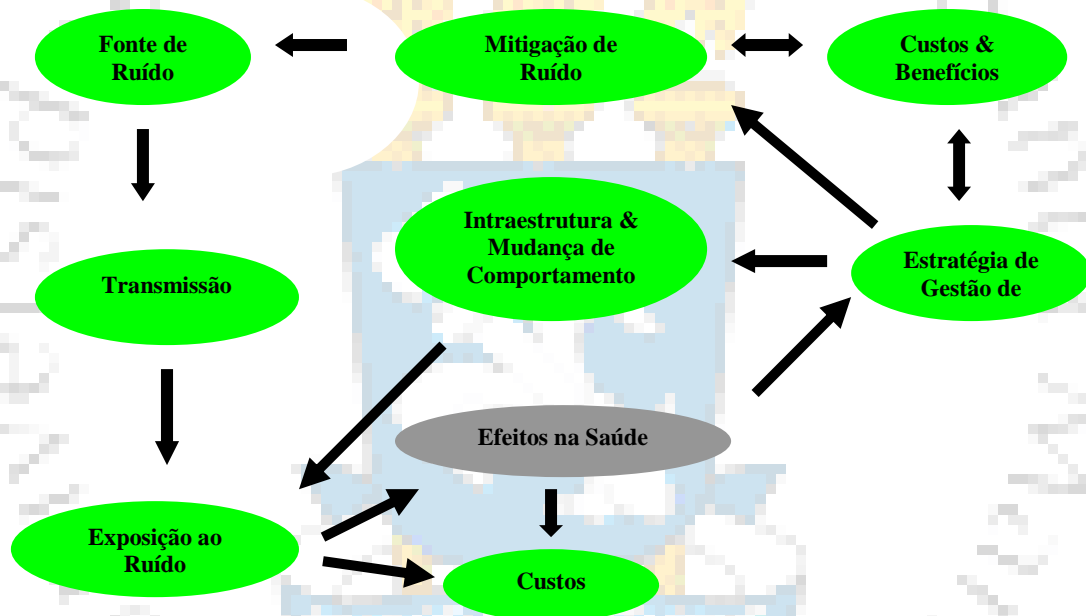
Identificação dos efeitos adversos à saúde pública, identificação da população a ser protegida, limites aplicáveis para os tipos de parâmetros descritores de ruído, qualidade assegurada da metodologia de monitoramento aplicável, procedimentos coercitivos para conseguir a conformidade com as Normas Regulamentares, dentro de uma estrutura de tempo definida, medidas de controle da emissão e Normas Regulamentares de emissão, Normas de Imissão (limites para níveis de pressão sonora), identificação das autoridades responsáveis pela coerção e compromisso do recurso (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1999 *apud* SOUZA, 2004).

O estabelecimento de uma Norma certamente deve levar em conta todos os fatores que englobam um Plano de Gestão. Assim sendo, fatores sociais, políticos, econômicos e tecnológicos, são básicos para a implementação de um plano de ação em uma comunidade, para oportunizar melhor qualidade de vida aos seus integrantes.

Para isso, é preciso definir quais serão os mecanismos de sua implementação, controle e acompanhamento, definição de procedimentos para avaliação e formação de equipe de suporte para o processo.

Com base nessa premissa, a Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1999 *apud* SOUZA, 2004) sugere que, para o processo de desenvolvimento de um plano específico, seu desenvolvimento pode iniciar através da identificação e mapeamento das fontes sonoras de uma população exposta para a preparação da implementação de um Plano de Gestão de Poluição Sonora.

A Figura 03 mostra os estágios necessários para o desenvolvimento de um Plano de Gestão para Poluição Sonora.



**Figura 03 – Fluxograma dos estágios envolvidos no desenvolvimento de um Plano de Gestão para Poluição Sonora.**

Fonte: World Health Organization (1999 *apud* SOUZA, 2004).

### 2.5.2 Programa de controle da poluição sonora veicular no Brasil

Diante dos problemas ambientais causados pela circulação de veículos, no ano de 1986, foi criado o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, instituído pelo CONAMA, cujo foco principal foi estabelecer legislação

específica às montadoras, na segurança dos veículos, no sentido de determinar medidas que pudessem efetivar a redução dos índices de poluição do ar, referentes à emissão de gases e de ruídos.

Segundo informações da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2006) foram adaptadas metodologias internacionais às necessidades brasileiras e foram desenvolvidos fundamentos técnicos para combater a poluição gerada pelos veículos automotores. Também cita que, desde a data em que foi implantado o PROCONVE, houve redução na emissão de poluentes de veículos novos cerca de 97% através da introdução de tecnologias como catalisador, injeção eletrônica de combustível e melhorias nos combustíveis automotivos (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2006, apud PINTO, 2006).

Outra legislação que especifica itens de ação indesejável, referente à emissão de ruído e poluentes atmosféricos, é a Resolução do CONAMA nº. 20/96 que atribui competências legais diferentes para segurança e para emissão de gases e ruídos. Através do Código de Trânsito Brasileiro – CTB, artigo nº.104, fica determinado que os veículos em circulação terão suas condições de segurança e de controle de emissão de gases poluentes e de ruídos, avaliados mediante inspeção obrigatória, na forma de periodicidade estabelecida pelo CONTRAN, para os itens de segurança e pelo CONAMA, para emissão de gases poluentes e ruídos (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1996).

Para fabricação de veículos novos, o controle é realizado a partir da análise dos relatórios dos testes de ruído executados conforme a *NBR ISO 362 – Acústica – Medição de Ruído Emitido por Veículos Rodoviários Automotores em Aceleração – Método de Engenharia* e a Resolução nº. 272 do CONAMA, de 29 de novembro de 2000, que estabelece limites máximos de emissão de ruídos para veículos automotores na condição de aceleração, preconizando a utilização da NBR 8433, de 1995 que foi atualizada e substituída pela NBR 15.145, de novembro de 2004 - *Medições do Ruído por Veículos Rodoviários Automotores em Aceleração – Método de Engenharia*, que estabelece ações específicas para fins de avaliação de níveis de ruído emitido por veículos em aceleração (INTERNATION ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1998; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2001).

Os resultados das avaliações são analisados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA - Agência Ambiental do Governo Brasileiro, que é responsável pelo licenciamento de veículos.

Tanto o CONAMA, como a ABNT e outros órgãos nacionais têm, ao longo do tempo, estabelecido limites máximos de exposição de ruído, na busca de alternativas para a solução de problemas relacionados às questões urbanas de tráfego que se manifestam de maneira preocupante em função de fluxo viário crescente nas grandes cidades e rodovias.

Para a emissão de ruído por automóveis, motocicletas, caminhões e ônibus, foram estabelecidos limites máximos de ruído para veículos novos comercializados no Brasil, a partir de Resoluções que, após sucessivas atualizações, chegaram até a CONAMA nº. 272 de 2001, atualmente em vigor.

O PROCONVE também prevê critérios para serem utilizados em programas de inspeção e fiscalização de veículos em circulação, desde a Resolução CONAMA 07 de 1993 até a nº. 256 de 1999.

Para veículos na condição de parado, a Resolução do CONAMA nº. 252, que define limites máximos de ruídos nas proximidades de escapamento, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização do Programa de Inspeção e Manutenção dos Veículos em Uso (I/M), é responsável pela inspeção periódica de poluentes atmosféricos e ruído. Trata-se de um procedimento que requer uso de equipamento especial, normalmente, usado por Departamentos de Trânsito Estaduais (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1999).

Outra importante legislação específica para determinação de níveis de ruído produzidos na fabricação de veículos é a Resolução nº 035, de 21 de maio de 1998, que estabelece método de ensaio para medição de pressão sonora de ruído produzido por buzinas ou equipamento similar, referente aos artigos nº.s 103 e 227 (inciso V), do Código de Trânsito Brasileiro – CTB, instituído pela Lei Federal nº. 9.503, de 23 de setembro de 1997 e pela Resolução nº. 014/1998 do CONTRAN (CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO, 1998; BRASIL, 1997).

De acordo com a Norma Internacional ISO 362/1998 - *Acoustics – Measurement of Noise Emitted Accelerating Road Vehicles – Engineering Method*, nos veículos fabricados atualmente, obtém-se o nível limite de 74 dB (A) que, em média, corresponde ao nível máximo de ruído estabelecido para automóveis, de acordo com a Resolução nº. 272 / 2000, do CONAMA (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1998; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2001).

A primeira legislação existente no estabelecimento de valores máximos, para cada tipo de veículo, em aceleração, foi feita através de convênio entre a CETESB e o IBAMA, que se baseou na experiência internacional de controle dos níveis de ruído dos veículos, juntamente



com as montadoras através da Resolução nº. 08, (Artigo nº. 20) do CONAMA, datada em 31 de agosto de 1993. Seus valores foram substituídos na Resolução nº.272 de 14 de setembro de 2000 e publicado no Diário Oficial da União – DOU, em 10 de janeiro de 2001, com o intuito de estabelecer padrões mais restritivos para a fabricação de veículos, a partir de 01 de janeiro de 2006 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2001).

Os limites de níveis de ruído, na condição de aceleração, ficaram estabelecidos, conforme dados especificados na Figura 04.

	CATEGORIA		NÍVEL DE RUÍDO - dB(A)		
	DESCRIÇÃO	OTTO	DIESEL		
			Injeção		
			Direta	Indireta	
a	Veículo de passageiros até nove lugares	74	75	74	
b	Veículo de passageiros com mais de nove lugares	76	77	76	
	Veículo de carga ou de tração e veículo de uso misto	77	78	77	
c	Veículo de passageiro ou de uso misto com PBT maior que 3.500 Kg	Potência máxima menor que 150 kw (204 cv)	78	78	78
		Potência máxima igual ou superior a 150 kw (204 cv)	80	80	80
d	Veículo de carga ou de tração com PBT maior que 3.500 Kg.	Potência máxima menor que 75 kw (102 cv)	77	77	77
		Potência máxima entre 75 kw (102) e 150 kW (204 cv)	78	78	78
		Potência máxima igual ou superior a 150 kw (204 cv)	80	80	80

**Figura 04 – Quadro dos limites máximos de emissão de ruído para veículos automotores**

Designação do veículo conforme NBR 6067

PBT: Peso Bruto Total

Potência: Potência efetiva líquida máxima (NBR/ISO 1585)

Fonte: Resolução CONAMA nº 272/2000 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2001).

## 2.6 Estrutura viária e pavimentação

É possível constatar que todo ruído gerado por veículos automotores, quer sejam: ônibus, automóveis, caminhões e motocicletas, sempre serão representados por uma



superposição das diversas fontes sonoras geradas pelo próprio veículo como: motor (admissão, compressão, ignição e escapamento), dispositivos de transmissão, pneus (calibragem, rodadura e ranhura) e pelas características do tipo de estrutura viária por onde trafega. São acrescidos, também a esse fenômeno, os chamados *ruídos ocasionais* que são representados por sons de buzinas, modo dos motoristas em dirigir (troca de marchas com redução e aceleração), regulagens fora de especificação, fatores estes, de interferência nos resultados de uma análise de ruído estatístico.

Numa estrutura viária urbana, especificamente relacionada a tipos de pavimentação, é possível dizer que os pavimentos flexíveis, capas betuminosas sobre uma base rígida em vias de grande fluxo viário, apresentam resultados mais eficazes de mitigação de ruído que os pavimentos chamados rígidos que são compostos de pedras, cujas diferenças oscilam de forma bem distinta para cada tipo de pavimentação.

As diversas condições de pavimentação das vias de rolamento, como: rugosidade do asfalto, paralelepípedos e pistas de concreto, entre outros, geram diferentes níveis de ruído.

Segundo Sancho e Sanchermes (1982 apud NUNES, 1998), a diferença entre um piso de asfalto liso para outro de concreto frisado é em torno de 11 dB (A), normalmente, provocado pela vibração e pelo atrito da ranhura do pneu, em contato com o solo.

Nos veículos pesados, podem ocorrer aumentos, devido a um leve predomínio das baixas frequências (20 a 360 Hz). Quando esses veículos estiverem em fluxo contínuo, as altas frequências (1400 a 20.000Hz) tendem a predominar. (RAPIN, 1982 apud NUNES, 1998).

A caracterização da superfície do pavimento utilizado em vias e as propriedades físicas das misturas betuminosas utilizadas é que determinam o nível de ruído emitido por veículos (DOMENICHINI, 1999). Portanto, essa informação é importante para um processo de mitigação de níveis de ruído, quer seja para utilização na zona urbana ou em auto-estradas.

Por outro lado, os aclives ou declives, também têm sua margem de contribuição, porque exigem maior ou menor velocidade em relação às características topográficas e de infra-estrutura do local por onde se transita.

Guerra e Ruivo (2006) mostraram a comparação de diferentes tipos de pavimentos em auto-estradas do Atlântico em Portugal.

Analisando o concreto armado contínuo (BAC), observaram que o resultado ficou entre 80 a 82 dB(A). Quando os autores avaliaram a mistura do BAC com betume modificado a partir de borracha reciclada de pneus (BMB) o resultado obtido foi entre 72 a 73 dB(A). A análise posterior foi com o concreto Betuminoso tradicional (BB), cujo resultado foi entre 78

a 79 dB(A). No comparativo da mistura entre (BB) com (BMB), o resultado relatado pelos autores foi de 73 dB(A). A metodologia empregada na pesquisa foi a execução e avaliação das características iguais de tráfego nas seções em comparação, sob velocidades altas e constantes, com tráfego contínuo e regular, campo aberto para evitar o efeito das reflexões e ausência de outras fontes sonoras relevantes. Na conclusão do trabalho, os autores consideraram que a aplicação com BMB, deve ser considerada na análise das medições de minimização do ruído originado pelo tráfego rodoviário, pois, em termos acústicos, o BMB apresenta vantagens importantes relativamente ao BAC e mesmo em relação ao BB (GUERRA; RUIVO, 2006).

## 2.7 Ruídos produzidos por motor e pneus

Em 1876, o alemão Nicholas Otto construiu um motor com o princípio de quatro tempos com ignição por centelha, que com o tempo ficou conhecido como Ciclo Otto.

Em 1892, Rudolph Diesel construiu outro tipo de motor com ignição do combustível por compressão, denominado Ciclo Diesel. Na prática, o motor a diesel gera mais ruído, em função da compressão do motor ser mais elevada.

Em função disso, é possível dizer que o motor de Ciclo Otto é mais usado para a fabricação de veículos, porque no seu escapamento usa um silenciador (*muffer*), que é responsável pela redução dos ruídos, empregando o princípio do ressonador de Helmholtz, com volume e comprimento calculados para produzir ondas sonoras refletidas e defasadas que se cancelam mutuamente com as que chegam à entrada (alta e baixa pressão) (PINTO, 2006).

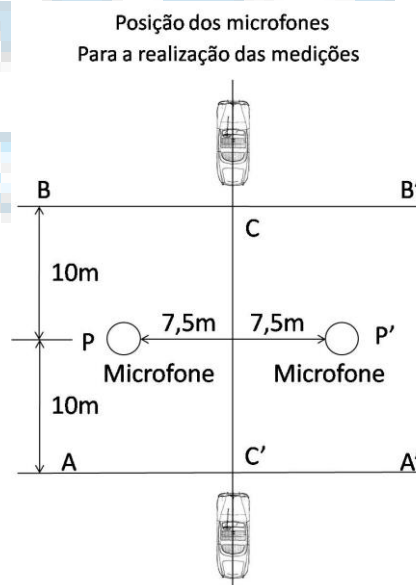
Constata-se que, nas baixas velocidades os ruídos produzidos pelo motor e o escapamento são mais expressivos, enquanto que nas altas, o contato do pneu com o asfalto, se destaca, principalmente em dias de chuva, porque o atrito produzido torna o veículo mais pesado e conseqüentemente, produz maior ruído (PINTO, 2006).

Embora existam trabalhos relacionados ao ruído produzido por pneu em movimento, no Brasil ainda não se tem conhecimento de alguma legislação que estabeleça níveis máximos de ruído para pneumáticos.

Na Europa, existem as chamadas Diretivas do Parlamento Europeu que regulamentam normas para pneus dos veículos a motor. Nos países da Comunidade Econômica Européia (CEE), a elaboração dos ensaios de diagnóstico, consiste no uso de microfones posicionados a

uma distância de 7m50cm, nível de medidor de pressão sonora tipo 01, com ponderação de frequência com filtro (A), e tempo em *fast* ( $1/8_s = 125m$ ). Este procedimento é feito com o veículo em movimento, numa distância de 20m, com motor desligado, para avaliar o nível máximo de pressão sonora, cujo registro é feito por microfones de campo remoto e as velocidades para teste devem ficar entre 70 e 90 km/h para os pneumáticos da classe C1, que são considerados todos os automóveis de passageiros e, velocidades entre 60 a 80 Km/h, para pneumáticos das classes C2 e C3, caracterizados como veículos comerciais. Os resultados obtidos nesse ensaio, não podem ser relacionados com o ruído de pneumáticos medidos durante a aceleração por ação de motor ou desaceleração por utilização dos freios, porque as pesquisas feitas nessa modalidade irão mostrar outro resultado que é proveniente do ruído por pneus em aceleração e terá dois parâmetros fundamentais, que serão: velocidade do veículo e rugosidade da pista de rolamento (tipo de revestimento) (COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPÉIA, 2001 apud PINTO, 2006).

Existem outras variáveis a serem consideradas nessa análise, como: a qualidade da borracha, o peso do veículo, aerodinâmica proveniente da rotação, o tipo de ranhura (longitudinal ou transversal) e profundidade do sulco (ranhura) que é verificada por pequenas barras de borracha que indicam o desgaste, entre outras. O alinhamento das rodas (convergência, divergência e cambamento) deve respeitar integralmente as recomendações do fabricante do veículo. A Figura 05 mostra as distâncias e o procedimento de aplicação do ensaio.



**Figura 05 – Ensaio de avaliação em medição de nível de ruído para pneumáticos em países da Comunidade Econômica Européia.**

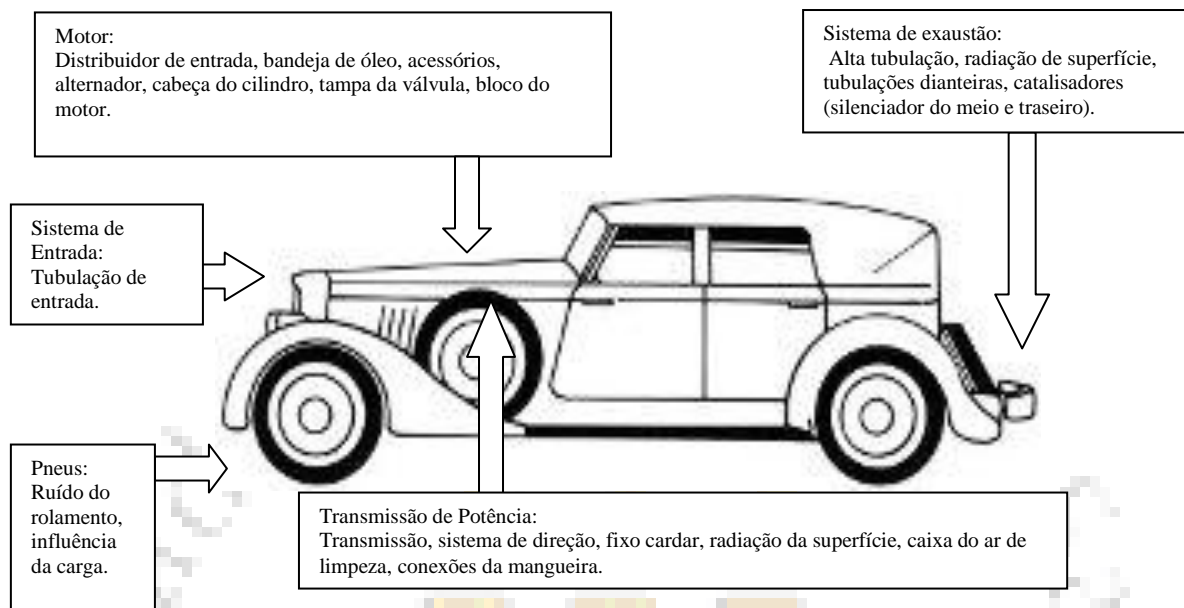
Fonte: Comunidade Econômica Européia – CEE. Diretiva 2001/43/CE (apud PINTO, 2006).

Em ensaios realizados para se detectar níveis de ruído dos pneumáticos, da Noise and Vehicle Noise / Department of Environment do Reino Unido (HARLAND, 1975 apud BECKER, 2001) fez análises referentes ao comportamento do ruído emitido por pneus, pela velocidade de veículos. Em sua pesquisa, constatou que o pneu considerado mais ruidoso é o reconicionado, seguido pelo que possui ranhuras transversais. O pneu com ranhuras longitudinais foi o que apresentou resultado mais eficiente e os testes realizados nessa pesquisa demonstram diferenças de até 15 dB (A) no asfalto liso.

A pesquisa feita por Sakagami, de 1971, citada por Harland (1975 apud BECKER, 2001) relata que existe um pequeno acréscimo de ruído com o aumento da rugosidade do asfalto, acima de 800 Hz, em superfícies secas. Ao mesmo tempo, o pesquisador menciona que encontrou nessas mesmas superfícies, níveis de 10 dB a 20 dB acima dos níveis do ruído de rolamento, na faixa de espectro de 600 Hz, em pneus com ranhuras longitudinais. Nesses ensaios, a diferença entre ranhuras de pneus (longitudinais e transversais) não chegou a ser significativa tanto para superfícies secas, como molhadas.

Em relação à calibração do pneu, Sakagami (1971 apud BECKER, 2001) constatou que a diminuição de 30% da pressão interna acarreta um aumento entre 05 dB e 08 dB nos níveis de ruído produzido por um pneu com ranhuras transversais. Nos pneus de ranhuras longitudinais, o aumento é pequeno. Segundo ele, seria como se comparar com o aumento da carga do veículo, em relação ao ruído produzido na área de contato com o solo.

Em síntese, a emissão de ruído por veículos automotores, quer seja por motor, pneus e escapamento, está caracterizada por uma mescla de vários equipamentos, peças e acessórios, integrantes de todo o conjunto de funcionamento dos veículos, que são responsáveis pela emissão de níveis sonoros, tanto na condição de parado como em aceleração, como mostra a Figura 06.



**Figura 06 – Fontes de ruído emitidas por veículos automotores**

Fonte do desenho: Desenho de um carro clássico (Disponível em: <http://www.carros-tunados.com>).

Fonte dos dados: Rust, 2003 (apud SOUZA, 2004).

## 2.8 Transporte urbano coletivo

Quando são referidos os sistemas de locomoção urbana, num primeiro momento, a idéia que surge é que o meio mais conhecido é o transporte coletivo urbano. Sua presença representa papel de fundamental importância para o deslocamento de pessoas, principalmente nos grandes centros urbanos, em função das distâncias que, muitas vezes, são necessárias serem percorridas.

O transporte coletivo, como elemento articulador, representa papel benéfico às populações das grandes cidades, independente de sua classe social. Em função dos grandes problemas urbanos enfrentados por fluxo intenso de veículos, são estabelecidas pelos órgãos governamentais, condições de circulação de ônibus para melhorar sua qualidade, tentando buscar uma mudança de hábitos no sentido de reduzir o uso do automóvel particular, procurando assim, evitar transtornos com trânsito e problemas de estacionamentos localizados em zonas centrais das cidades.

O Ministério das Cidades estabelece diretrizes referentes ao transporte coletivo, onde são apresentados aos Estados, Distrito Federal e Municípios, fundamentos técnicos do Programa de Mobilidade Urbana e da ação do Programa Nacional de Acessibilidade (BRASIL, 2008).

Estas diretrizes constam no Manual para Apresentação de Propostas / Programa 9989 – Mobilidade Urbana e o Programa 1078 Nacional de Acessibilidade (sistemática 2008), que menciona, prioritariamente, atender população superior ou igual a 60 mil habitantes, em Regiões Metropolitanas. Tem o objetivo de promover a articulação das políticas de transporte, trânsito e acessibilidade universal. Nesse manual está estabelecido no item III, da Parte I - Programa Mobilidade Urbana, itens como:

Contribuir para a integração entre os diversos modos de transporte (ônibus, metrô, automóvel bicicleta, barcos, etc.), ampliando a mobilidade urbana além de propiciar a acessibilidade dos usuários com conforto e segurança.  
 Promover estruturas de gestão adequadas para o transporte público e a mobilidade urbana; [...]  
 Contribuir para a redução da poluição sonora e melhoria da paisagem urbana;  
 (BRASIL, 2008).

Pode-se dizer que nos veículos coletivos, o ruído interno se caracteriza por fatores que, quando em movimento, têm uma influência bastante significativa nas condições da carroceria, da suspensão, instalação de plataformas de acesso a pessoas portadoras de deficiência física, cuja trepidação pode gerar níveis muito elevados.

O ruído interno de veículos se caracteriza pelas baixas frequências e por via aérea que chega ao compartimento de passageiros, quando passa diretamente pela divisória entre compartimento do motor e passageiros (BECKER, 2001).



**Figura 07 – Exemplos de fontes de ruído emitidas por veículos coletivos**

Fonte do desenho: Modelo de coletivo (Disponível em: <http://www.ssamonibus.fotopic.net/>).

Fonte dos dados: BECKER (2001).

Em regra, o ruído produzido por veículos de transportes de passageiros, também se caracteriza pelos mesmos elementos geradores de ruído nos veículos *de passeio*, ou seja, por velocidade relacionada aos sistemas de admissão e exaustão, como também pelos sistemas de transmissão do contato do pneu com o solo e a aerodinâmica.

Segundo Becker (2001), numa análise estatística de dados de nível sonoro, para tratamento de informações, é ideal relacionar os dados obtidos com as características do ônibus, tais como: idade do veículo, marca do chassi e da carroceria, posição do motor, para identificar quais desses fatores tem maior influência nos valores medidos.

Existe, também, uma série de outros itens necessários numa avaliação de resultados, para se ter um perfil mais adequado do que se busca diagnosticar. Nisso inclui-se a potência de motor, as características das diferentes produções de ruído, a maneira como são conduzidos, o estado de conservação e categoria desses veículos e a velocidade produzida na via, principalmente, quando estiver em aclave, porque exige mais desempenho do motor e esse fato, certamente, produzirá maior ruído pelo motor e pelo escapamento.

Normalmente, nas empresas de veículos coletivos, a manutenção das viaturas, é mais freqüente, por determinação da fiscalização pelos órgãos municipais e também pela própria empresa, em função do uso excessivo durante um dia de trabalho, com várias circulações na mesma linha que, muitas vezes, são trajetos feitos em ruas com tipos de pavimentação irregular que podem gerar maior desgaste do veículo, aumentando o ruído.

O uso de marchas mais potentes, em função do número de paradas feitas durante o trajeto, exige maior potência do motor, da frenagem e o uso demorado dos pneus, e isso requer revisão periódica, para que os veículos possam estar aptos na circulação urbana diária, em média, acima de doze (12) horas de trabalho.

## **2.9 Ruído emitido por motocicletas**

As motocicletas são outros veículos que apresentam forte incidência de emissão de ruído. Segundo pesquisa realizada por Sandberg (NELSON, 1987 apud SOUZA, 2004), o nível de ruído emitido por motocicletas, por aceleração normal, pode exceder os níveis gerados por motores a diesel de veículos pesados, embora sua potência mecânica seja muito menor que a de, por exemplo, um caminhão.



A Figura 08 apresenta os compartimentos do veículo que são emissores de ruído.



**Figura 08 – Fontes de ruído emitidas por motocicletas:**

Fonte da figura: [http://www.autoescolha.com.br/site/public/file/clientes/40/fotos/novidade\\_1foto/95/125\\_factor-agosto\\_2008.jpg](http://www.autoescolha.com.br/site/public/file/clientes/40/fotos/novidade_1foto/95/125_factor-agosto_2008.jpg).

Com base na descrição de todos os tipos de ruído emitidos por veículos automotores, até então, mencionados, é possível constatar que procedimentos de fiscalização pelos órgãos competentes, modificação na estrutura viária e cumprimento de Normas estabelecidas por Lei, pode ser o melhor caminho para redução de níveis sonoros produzidos por veículos.

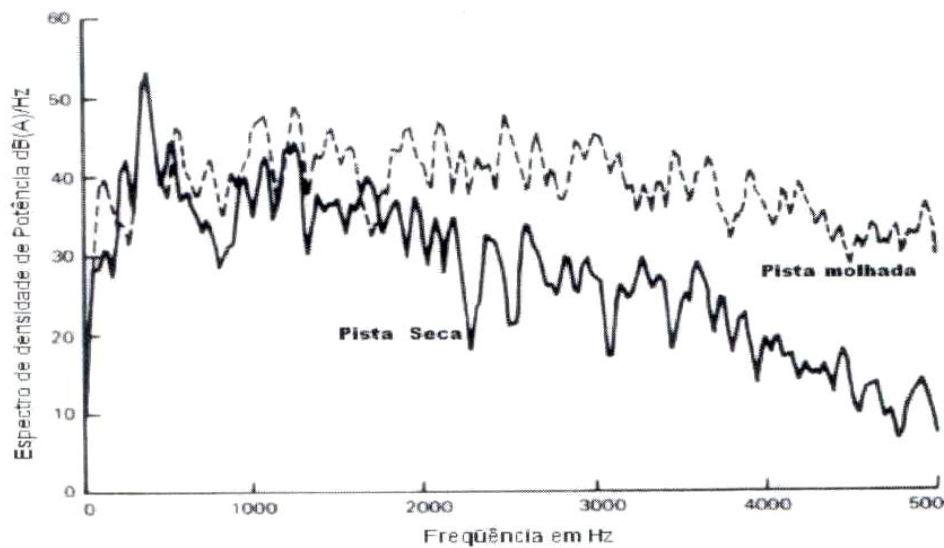
Portanto, segundo Kihlman e Kropp (2001 apud SOUZA, 2006) é possível deduzir que a responsabilidade pela emissão de ruído veicular em vias públicas é partilhada por três atores sociais, que são: montadoras de veículos automotores, fabricantes de pneus e gestores das vias.

## 2.10 Medições de ruído de trânsito em pista molhada

Em regra, todo procedimento para elaboração de um processo de medição de níveis de ruído, é caracterizado por dias úteis e sem qualquer interferência de intempéries. Entretanto, para se diagnosticar situações atípicas de dias normais, serão necessárias outras modalidades de medição, para poder se comparar níveis de ruído entre dias *normais* e dias *chuvosos*.

A figura a seguir mostra o comportamento de um espectro de ruído de níveis sonoros por frequência relativos a uma avaliação feita para pneus de um veículo em aceleração, mostrando os efeitos produzidos por pistas secas e por pistas molhadas.





**Figura 09 – Espectro de ruído emitido por pneu de caminhão em pistas seca e molhada, a 96 km/h.**

Fonte: Transportation Noise Reference Book (NELSON, 1987, apud PINTO, 2006).

A Figura 09 mostra um espectro de ruído produzido pelo pneu de um veículo pesado (caminhão) em uma pista seca e numa outra molhada, com velocidade de 96 km/h, onde as diferenças entre ambas começaram a surgir a partir de 2000 Hz.

Nas diferenças obtidas na análise de ruído produzido por veículos em pista seca e molhadas, normalmente, observa-se que o ruído na pista molhada tende a acompanhar o ruído de aceleração das gotas de água no pneu. Desse modo, é possível verificar que o “sulco” da ranhura pode emitir menos ou mais ruído, de acordo com sua capacidade de armazenamento de água.

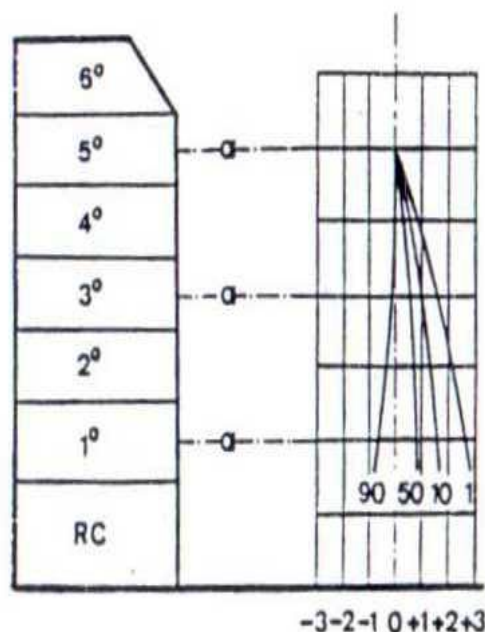
## 2.11 Parâmetros para alturas de pontos de medição

Sabe-se que quando se efetua uma medição de nível sonoro produzido por várias fontes, em locais onde existem edificações em ambos os lados, certamente, ocorrem modificações importantes no trajeto das ondas sonoras, reforçando o ruído, devido às reflexões. As orientações dos fatores a serem observados, quando são tratadas questões de variação de nível sonoro referente à altura do equipamento em uma via urbana, alguns autores que tratam, especificamente, desse assunto, explicam que diferentes alturas em pontos a serem

medidos, a aplicação de métodos, em determinados limites, terão ou não pouca variabilidade, para questões de medições de análise de ruído aéreo urbano.

Mendez et al. (1994), em relação à Figura 10, explica:

Nessa figura são graficadas as variações de L90, L50, L10 e L1, em função da altura. Observa-se que o L90 é maior, em torno de 01 dB, no 5º pavimento em relação ao térreo, ao contrário, os outros parâmetros, diminuem com a altura. Cabe ressaltar que os níveis no 5º pavimento, se comprimem por referência, no qual não significa que nesse ponto são iguais. Nota-se ainda, que as variações são bastante pequenas, não excedendo 03 dB entre o térreo e o 5º pavimento para L1 e de 01 dB para L50<sup>2</sup> (MENDEZ et al., 1994).



**Figura 10 – Variação dos parâmetros estatísticos de ruído em função da altura, para uma rua com traçado urbano em “U”.**

Fonte: Mendez. et al.( 1994).

Para avaliação de níveis de ruído, no caso de se efetuar as medições em que o microfone fique localizado em nível muito acima do pavimento térreo, ou acima de 1m80cm da altura do solo, são citadas algumas conclusões por autores que usaram essa técnica, mencionam estas observações:

Garcia e Faus (1991 apud MAIA, 2003) afirmam que: “O ruído produzido em ruas com grandes edificações é confinado por elas, como se fosse uma sala fechada e a atenuação do nível de ruído, em relação ao solo, conseqüentemente, terá pouca variabilidade”.

<sup>2</sup> Tradução livre do autor

Schultz (1979 apud MAIA, 2003) menciona que o *canyon effect*, presente em locais descritos por Garcia e Faus (1991), têm atenuação do som em torno de 0,5 dB, para cada 30 metros de elevação, em relação ao nível do solo.

Com base nessas informações, Maia (2003) efetuou medições em 14 pontos na cidade de Porto Alegre - RS, cujos locais foram apartamentos localizados entre o 3º e 7º andares, para avaliação de níveis de ruído veicular, em períodos de 24h. Na conclusão do seu trabalho, verificou que os resultados obtidos nesses pontos de medição foram similares aos resultados obtidos no trabalho de Rott (1995), embora a metodologia empregada tenha sido bem distinta.

## 2.12 Mapas de ruído

Quando se trata de um processo para elaboração de um mapa de ruído, ou intervenção com planos de ação necessários para que haja uma redução nos níveis pesquisados, certamente, procura-se referenciar aos serviços técnicos necessários para dirigir todo procedimento de trabalho.

Sabe-se que trata de um problema urbano que oferece um alto grau de dificuldade em sua elaboração, principalmente, quando tratamos de poluição sonora urbana em municípios com maior população. Muitas dessas situações estão baseadas em critérios técnicos, seguidas por decisões político-administrativas, sobre questões ambientais, sobretudo, naquelas que definem competências e responsabilidades de cada agente implicado no processo.

Segundo Echazarreta (2005), algumas etapas necessárias para obtenção dos mapas de ruído de tráfego, consistem nesses itens:

Identificar atividades ruidosas através de cálculo e medição, caracterizar a pista de tráfego rodoviário e número de veículos em cada sentido das pistas e horário, velocidade média e percentual de veículos pesados, caracterizar os edifícios próximos como localização, altura, coeficiente de absorção sonora pelas fachadas e, avaliar o desconforto acústico da população (ECHAZARRETA, 2005).

A aplicação dessas regras se baseia fundamentalmente no conhecimento da cidade e nos locais a serem analisados. Ainda, nesse processo, existe um estudo denominado *Cartografia de Ruído* que tem uma elevada importância como ferramenta de apoio nas decisões sobre um planejamento ou ordenamento no estudo de um território ou uma zona urbana que se pretenda avaliar níveis.

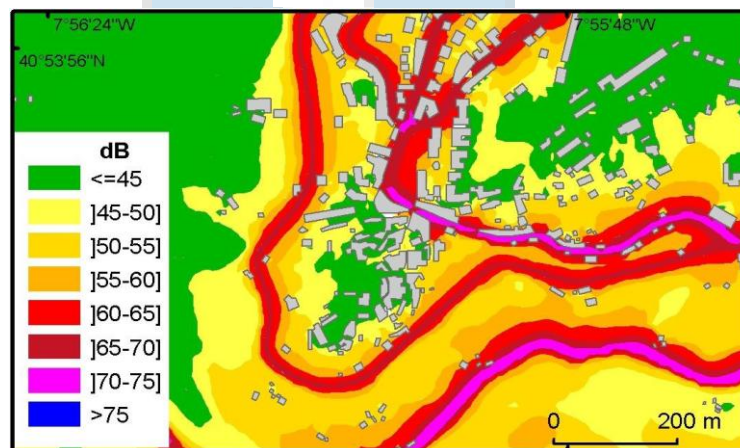
Os exemplos conhecidos nessa modalidade são os planos de mitigação de impacto de ruído estabelecidos por alguns países, em suas comunidades.

Uma referência importante nesse assunto foi a realização de um mapeamento sonoro em Portugal, no ano de 1996, quando houve uma avaliação sistemática da exposição da população portuguesa ao ruído.

Tratava-se de um estudo que, na época, foi considerado importante na análise de ruído ambiente, e que resultou em uma publicação denominada “Ruído Ambiente em Portugal” que, pelo que se tem conhecimento, foi um dos primeiros procedimentos relacionados à elaboração de mapas de ruído em um país (BALTAZAR et al., 2006).

Atualmente, a elaboração de um mapa de ruído, é obrigatória a todas as Câmaras Municipais Portuguesas, estabelecido por legislação, porque se trata de um meio de avaliar desconforto, bem como é considerada uma ferramenta que fornece dados fundamentais e específicos por meio de *fotografias acústicas* a todas as regiões estudadas, e que localiza os pontos críticos, ou locais que detêm uma boa qualidade de ambiente sonoro.

A Figura 11 mostra um exemplo de mapeamento sonoro elaborado pelos autores (BALTAZAR et al., 2006) em um dos municípios trabalhados, durante o período diurno.



**Figura 11 – Modelo de um mapa de NPS usado para simulação de ruído para as fontes de tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e indústrias em Portugal.**

Fonte: Cartografia de ruído (BALTAZAR et al., 2006).

No Brasil, alguns municípios, mais especificamente em capitais brasileiras, é que foram realizados mapas de ruído. Os exemplos mais conhecidos são:

- Belo Horizonte - MG, 2000: Mapeamento sonoro da região central da cidade, realizado por uma equipe da Escola de Engenharia, Departamento de Mecânica, da Universidade Federal de Minas Gerais, nos seguintes horários: 07h20min às 08h30min e das 17h30min às 19h40min, de terças a sextas-feiras, nos meses de março a junho e de agosto a novembro de 2000. O resultado mostrou altos índices. Em média, 81 dB (A) em vias de tráfego intenso (SOUZA, 2004).

- Belém - PA: A atualização do mapa acústico de Belém, elaborado por Moraes e Simon (2008), tinha o objetivo de minimizar o trabalho na coleta de dados, através do método de cálculo matemático preditivo, tendo como referência de uma única fonte sonora, o tráfego urbano. Para a elaboração desse trabalho de cálculo preditivo, foi utilizado o software *Predictor V. 5.4* da Brüel & Kjaer, cujo desenho, segundo os autores, investiga o resultado de várias hipóteses sobre medidas de controle de ruído e organização de dados que facilita o uso efetivo e continuado. No resultado das pesquisas elaboradas no mapeamento de dezoito (18) bairros da capital, constataram que alguns bairros estavam em situação crítica com elevados níveis de ruído, sendo o bairro Nazaré, o mais barulhento, com picos acima de 81 decibéis, em alguns horários. O bairro denominado Montese, foi o que apresentou o menor nível de contaminação sonora por tráfego rodoviário urbano.

- Curitiba - PR, 2000 (ZANIN et al., 2002 apud SOUZA, 2004) foi realizado o mapeamento de ruído em diferentes zonas da cidade nos horários entre 12h e 13h e das 18h às 19h, em cada ponto, ponderado em "A", para um período de duas horas ( $L_{Aeq} 2h$ ). Os resultados encontrados constataram que em 93,3% dos locais medidos, os níveis estavam acima de 65 dB(A) e que em 40,3% dos demais locais medidos, os resultados estavam acima de 75 dB(A), nos mesmos períodos medidos. Pelo Laboratório de Acústica Ambiental da UFPR em Curitiba - PR foi feita uma pesquisa de análise de comparações entre zonas controladas ou não acusticamente. Nos resultados, foi constatado que onde havia o controle, o valor médio de níveis de ruído foi de 53,3 dB (A), enquanto que na não controlada, ficou em 72,9 dB (A). O método adotado foi de gerar indicadores estatísticos da percepção ao ruído urbano por meio da análise multivariada fatorial, que gerou três indicadores estatísticos: percepção temporal, percepção de ruídos atípicos, fontes e distúrbios.

- Porto Alegre – Rott (1995) mapeou toda cidade por bairros e foi considerado na época, um dos mais completos trabalhos científicos, relacionados a mapeamentos acústicos no Brasil.

- Natal – RN: Na caracterização do ruído de tráfego originado na cidade, (ARAÚJO et al., 2008), definiram cinco (05) pontos de medição em avenidas e ruas mais movimentadas da

cidade, com as mesmas características urbanas de canteiro central, pista plana em revestimento com asfalto, região com uso do solo misto, além do fluxo contínuo, cujos automóveis atingissem a velocidade média de pelo menos 50 km/h. Na conclusão do trabalho, observaram que em todos os pontos avaliados, a maior contribuição de NPS, resultante do ruído de tráfego, encontrava-se na frequência de 100 Hz sendo, nessa frequência caracterizada por uma média de 71,3 dB. Em todos os pontos medidos, concluíram uma média de NPS em 75,7 dB, para todos os pontos medidos.

Souza e Cardoso (2002 apud SOUZA, 2004) realizaram um levantamento dos níveis sonoros, em 75 pontos da cidade de São Paulo, localizados nas vias urbanas da cidade, com características físicas e operacionais distintas.

As medições foram realizadas em dias úteis da semana, no período entre 08h às 18h. Do total de pontos, 09 foram medidos entre os horários entre 20h e 24h. Nessa pesquisa, foram medidos níveis de ruído de pico, máximos e mínimos de pressão sonora.

A base dos locais escolhidos para a realização das medições, concluiu que havia uma enorme divergência nos valores encontrados comparados com a legislação vigente e que, apenas nos períodos noturnos e nos pontos isolados do ruído de tráfego direto, o valor do  $L_{eq}$  atingiu níveis inferiores aos estabelecidos pela World Health Organization (1980 apud SOUZA, 2004).

Yorg e Zanin (2003 apud LACERDA et al., 2005) mencionam que o homem parece estar cada dia mais habituado com o ruído. Durante uma pesquisa realizada pelos autores na cidade de Curitiba – PR, as pessoas entrevistadas, quando foram questionadas se sentiam incomodadas ou molestadas pelos níveis de ruído vigentes em seu ambiente laboral e/ou em seu ambiente urbano, a resposta frequente foi: "Nós já estamos acostumados a estes ruídos, com o tempo a gente se acostuma...".

Diante dessa resposta, é possível perceber que essas pessoas demonstram claramente que a exposição contínua ao ruído não era mais percebida de uma maneira incômoda, porém, os autores enfatizam que o efeito da exposição contínua atua danosamente, à saúde daqueles indivíduos.

Em quase todas as cidades brasileiras, tem ocorrido aumento nos níveis de ruído urbano, independente da sua extensão territorial ou densidade populacional.

Naturalmente, que nos municípios de maior população, em média, apresentam índices mais elevados. Entretanto, os fatores de velocidade, forma de dirigir, aumento da frota de veículos, principalmente motocicletas, que são responsáveis por um alto padrão de emissão de



nível sonoro, entre outros problemas relacionados a trânsito urbano, somam a contribuição para o aumento constante dos índices pesquisados.

### 2.13 O Ruído urbano de Santa Maria – RS

A cidade de Santa Maria está localizada na região central do Estado do Rio Grande do Sul e possui uma área aproximada de 1.780 km<sup>2</sup>. A Figura 12 mostra o eixo leste-oeste, no qual a zona urbana tem se desenvolvido.



**Figura 12 – Planta Urbana da Cidade de Santa Maria – RS**

Fonte: Prefeitura Municipal de Santa Maria (SANTA MARIA, 2005a).

Em relação à Legislação Municipal, referente aos limites estabelecidos para predição ao combate à poluição sonora, existe o Código de Posturas do Município de Santa Maria – RS, que estabelece os valores mostrados na Figura 13, de acordo com a atividade a que se destinam as zonas urbanas referidas.

Zonas de Uso	Diurno	Vespertino	Noturno
ZR1; ZA; CC	55 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)
ZR2	60 dB(A)	55 dB(A)	55 dB(A)
ZR3; ZR4	65 dB(A)	60dB(A)	55 dB(A)
ZI	70 dB(A)	60 dB(A)	60 dB(A)

**Figura 13 -Quadro com limites de NPS estabelecidos pelo Código de Posturas da cidade de Santa Maria – RS**

Fonte: Código de Posturas da Cidade de Santa Maria – RS (SANTA MARIA, 1981).

Legenda das siglas usadas na figura 13 para definição de zonas de controle sonoro:

- a) CC - Centro Cívico
- b) ZR1 - Zona residencial (estritamente)
- c) ZR2 - Zona residencial / comercial
- d) ZR3 - Zona residencial / industrial
- e) ZA - Zona agrícola
- f) ZI - Zona industrial (estritamente)
- g) ZR4 - Zona comercial / industrial

No caso específico para o estudo desse trabalho, a referência foi a zona caracterizada como ZR2, porque em ambos os pontos onde foram realizadas todas as medições, são caracterizados por atividades comerciais e residenciais. Em média, são construções de edifícios com dupla função, ou seja, no térreo, comércio, acima, residência.

Em 2001, deu-se início a um processo de elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA), pela Prefeitura Municipal, adequando-se a Lei Federal nº. 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana. Essa Lei deu origem a Lei Municipal nº. 032, de 22 de dezembro de 2005, que dispõe sobre o código de obras e edificações do município de Santa Maria e dá outras providências, cujo inciso IV do artigo nº. 01, menciona: “Manter a devida integração entre o Código de Obras e Edificações e o restante da Legislação Urbanística, principalmente com o Plano Diretor e com a Lei de Uso e Ocupação do Solo” (SANTA MARIA, 2005a).

Através de consulta feita ao *site* da Prefeitura Municipal, sabe-se que o Plano Diretor da cidade de Santa Maria-RS, pretende resgatar o processo histórico de conformação da área urbana, com objetivo de descentralização, para evitar os congestionamentos de uma grande área central única (SANTA MARIA, 2007).

Nesse projeto, estão previstas vias peatonais, ciclovias e ligações interbairros, aproveitando o sentido viário leste-oeste da cidade, cujo sentido linear, foi traçado em anos anteriores, pela linha férrea que, até o início dos anos 70, foi o principal pólo de ligação de transporte ferroviário com várias cidades do RS.

As mudanças substanciais planejadas pelo PDDUA, segundo o *site*, são baseadas no modelo espacial de cidade linear multipolar, onde são estudados critérios de uso do



automóvel, impactos conseqüentes, diminuição de viagens, entre outras questões, respaldadas pela Lei Complementar nº. 034, de 29 de dezembro de 2005, que dispõe da Política de Desenvolvimento Urbano e Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Santa Maria – RS (SANTA MARIA, 2005a).

Ainda, na questão de Legislação Municipal, destinada ao enfoque urbano, foi criado em 22 de dezembro de 2005, o ECSM – Escritório da Cidade, sendo que uma das suas atribuições é acompanhar as questões urbanas da cidade. Esse órgão trata dos assuntos relacionados à infra-estrutura urbana de Santa Maria – RS traça alguns objetivos para melhoria das questões vinculadas ao urbanismo da cidade, cuja base dessa implantação, certamente, é acompanhar e resolver assuntos de interesse coletivo, visando o bem-estar da comunidade. Com sua implementação, é possível tornar efetivo o monitoramento periódico em medições dos níveis de poluição sonora, possibilitando, talvez, haver uma redução de níveis elevados de ruído, do uso e ocupação do solo em locais que são contemplados por esses aspectos, possibilitando assim haver possíveis melhoras na qualidade de vida de pessoas que, em zonas de maior concentração automotiva estão, constantemente, expostas (SANTA MARIA, 2005b).

Segundo a Secretaria de Município de Proteção Ambiental – SMPA, uma de suas atividades é promover medidas e estabelecer diretrizes de preservação, controle e recuperação do meio ambiente, considerando-o como patrimônio público, tendo em vista o uso coletivo e a melhoria na qualidade de vida (inciso IV – Atribuições).

Conforme dados obtidos no *site* da Prefeitura de Santa Maria, sobre os índices de poluição relativa aos índices: Potencial Poluidor (Inpp-I); de Dependência das Atividades Potencialmente Poluidoras (Indapp-I), Indicadores de Potencial Poluidor (%), foi que a cidade é considerada a 45ª cidade brasileira de qualidade de vida e a 9ª no Estado do Rio Grande do Sul, com densidade demográfica de 145,4 hab/Km<sup>2</sup> (SANTA MARIA, 2001).

Nos dados fornecidos pelo INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2007), a população de Santa Maria-RS era de 263.403 habitantes e de acordo com a frota de veículos automotores existentes na cidade, descrita conforme tabela 1, na soma de veículos particulares, excetuando-se caminhão-trator, micro-ônibus, ônibus e trator de rodas, havia em média um veículo a cada 31,11 habitantes (veículos particulares)

Em dados estatísticos, essa informação é considerada relevante, porque retrata a relação de fluxo viário e ruído emitido, de acordo com a proporção entre população existente e número de veículos urbanos.

**Tabela 1 - Frota veicular de Santa Maria – RS**

Tipo de Veículo:	Quantidade:
Automóveis	57.425
Caminhões	2.625
Caminhões trator	311
Camionetes	4.787
Micro-ônibus	284
Motocicletas	14.524
Motonetas	2.605
Ônibus	916
Trator de rodas	93

Fonte: Cidades (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2007).

Quanto aos veículos coletivos existentes na cidade, as informações a seguir na tabela 2, referem-se a medições de níveis de ruído analisados em veículos de uma das empresas prestadoras de serviços de transporte coletivo aos usuários de Santa Maria – RS.

Os dados são parciais, restritos a alguns veículos analisados pela própria empresa, em função das características especiais que cada veículo possui.

Segundo informações da empresa, esses dados foram coletados entre os anos de 2005 a 2007, através de um critério adotado pela própria empresa para avaliar o ruído produzido por cada veículo, individualmente.

**Tabela 2 - Veículos inspecionados de uma empresa de ônibus de Santa Maria – RS**

Nº. do Veículo	Data da leitura	NPS (dB(A))	Observações
117	01/11/05	81,26	
118	06/03/07	84,39	
124	07/11/05	80,73	
125	20/06/06	82,09	
126	24/02/06	83,44	
131	24/02/06	81,26	
153	04/07/05	80,02	Possui elevador
154	20/12/05	81,74	Possui elevador
158	01/11/05	70,00	
160	05/03/07	72,17	
163	07/11/05	73,22	
165	08/08/05	76,22	
167	20/12/05	73,12	
173	23/03/06	72,44	
195	15/08/05	84,34	Veículo articulado
196	28/11/05	78,48	Veículo articulado
229	21/08/06	58,30	
230	05/03/07	62,27	

Fonte: Dados fornecidos pela empresa de transporte coletivo:  
Expresso Medianeira de Santa Maria – RS  
Data da consulta: 04/04/2007

A tabela 2 apresenta os valores coletados, destacando quatro ônibus que possuem características especiais sendo dois veículos com elevador, para acesso de pessoas portadoras de deficiência física e dois que são veículos articulados, com capacidade de transportar maior número de passageiros.

Santa Maria - RS é uma cidade considerada de porte médio e, com o passar do tempo, o crescimento da cidade, tem apresentado alguns problemas relacionados ao ruído urbano, porque à medida que os grandes centros urbanos tomam dimensões maiores, progressivamente, os problemas ambientais relacionados ao ruído de tráfego, contribuem em grande escala, para o aumento da poluição sonora. Os exemplos constatados por meio de pesquisas, relacionadas a este assunto em Santa Maria são:

Freitas (2006) fez análise de oito pontos críticos em níveis de ruídos no centro da cidade de Santa Maria – RS, escolhidos com base nos dados de denúncia e reclamações, relativas à poluição sonora, por parte da população.

Um desses pontos medidos foi em frente de um dos maiores hospitais da cidade, situado na Av. Presidente Vargas, que é uma das vias de maior movimento por veículos e pessoas. A localização do hospital Astrogildo de Azevedo é nas proximidades de uma praça onde ocorriam, na época da medição, atividades ruidosas noturnas. Foi constatado que em

função da existência de *trailers* com uso para alimentação, os níveis medidos ficaram em 70 dB(A) às 24h e 72,9 dB(A), a 01 hora da manhã.

Aita (2004) realizou uma pesquisa na empresa de ônibus *Expresso Medianeira*, com o objetivo de elaborar um plano de ação capaz de reduzir os níveis de pressão sonora no interior dos veículos da frota. Na análise, foi verificado que 17,12% dos veículos apresentavam níveis acima da meta estabelecida para o estudo, que era de 85 dB (A).

Com a implantação de um plano de ação, foi constatado que houve uma redução significativa em 13,52% dos veículos, e apenas 3,6% da frota total, permaneceram com níveis acima da meta.

Nunes (1998, p. 63) desenvolveu um estudo sobre o ruído de tráfego em quatro pontos de cruzamentos de vias centrais da cidade.

Na conclusão do seu trabalho, verificou que os níveis registrados nos resultados coletados variavam entre 71 dB (A) e 77,6 dB (A), em três horários diurnos, considerados como períodos de maior fluxo viário.

Oito anos depois foi feito pelo Grupo de Pesquisa CNPq/UFSM: *Acústica*, o mesmo trabalho nos mesmos locais e horários escolhidos por Nunes(1998). Nesse trabalho, foram comparados os níveis obtidos nessa pesquisa com os dados de tráfego coletados em ambos os períodos medidos, identificados na tabela 3.

**Tabela 3 - Comparação de dados acústicos de trânsito obtidos em 1998 e 2006, em quatro pontos de cruzamentos semaforizados no centro de Santa Maria – RS**

Local	Período	LAeq	
		1998	2006
1	1	76,1	73,9
	2	74,8	72,6
	3	76,0	73,8
2	1	75,1	73,0
	2	74,1	72,0
	3	75,7	73,6
3	1	75,5	74,3
	2	74,4	73,2
	2	75,5	74,3
4	1	74,1	73,1
	2	73,1	72,1
	3	74,2	73,2

Fonte: Dados obtidos pela equipe - CNPq / *Acústica*, UFSM – Centro de Tecnologia – PPGEC

Com referência aos estudos mencionados, é possível perceber que os resultados obtidos nos trabalhos realizados, o ruído aéreo urbano produzido por trânsito e por atividades noturnas, quando medidos, permaneciam com níveis considerados muito elevados em relação ao Código de Posturas de Santa Maria e, legislações pertinentes. Os valores correspondem a uma escala entre 70 dB (A) e, aproximadamente de 80 dB (A), em quase todos os horários medidos.



### 3 METODOLOGIA

Nesse trabalho foram analisados os níveis de ruído urbano gerado por tráfego veicular em área mista (residencial/comercial), na Rua Riachuelo, que possui grande fluxo viário na região central da cidade de Santa Maria – RS.

Para aplicação da metodologia, os fatores a considerar consistem na avaliação dos níveis sonoros equivalentes produzidos pelo tráfego de veículos e os números, estatisticamente significantes, de suas passagens individuais durante os ensaios. Os resultados obtidos são comparados com os valores determinados pela legislação que estabelece níveis de conforto acústico em comunidades. A composição do fluxo viário na via é correlacionada com os níveis obtidos nos ensaios, em diferentes dias e distintos horários, possibilitando mostrar situações de maior ou menor incidência de pressão sonora. Por fim, relacionam-se resultados dos ensaios nos dois locais de medição, que são caracterizados por diferenças de relevo e equipamentos urbanos.

#### 3.1 Medições prévias

Para definição dos horários a serem estudados, a partir do conhecimento dos níveis sonoros, o primeiro passo foi executar o processo de medições prévias.

O local escolhido para essa primeira avaliação foi o *Ponto de Medição 01*, cujo tempo total de medição foi de seis horas e quarenta e cinco minutos (06h45min), divididos em quatro turnos, selecionados antecipadamente.

O ensaio foi realizado 02 de outubro de 2007, para que, a partir do resultado dessa primeira avaliação, fosse possível estabelecer quais são, entre os turnos medidos, os intervalos onde há situações que resultem em maiores LAeqs, nos horários diurnos e noturnos.

### 3.1.1 Horários avaliados nas medições prévias

Os horários que constituíram as medições prévias ficaram assim estabelecidos:

- 1º turno (manhã): das 07h59min às 09h05min;
- 2º turno (meio-dia/início da tarde): das 11h05min às 14h;
- 3º turno (entardecer): das 17h41min às 19h08min;
- 4º turno (noite): das 22h04min às 24h04min.

### 3.2 Locais dos ensaios

Para a realização do ensaio com as medições prévias, o local escolhido foi um apartamento localizado em prédio residencial da Rua Riachuelo, quase em frente a um ponto de parada de ônibus, que está situado no outro lado da rua. Esse local se caracteriza por uma pequena elevação da via, próximo ao semáforo da esquina com a Rua Astrogildo de Azevedo. Nesse semáforo, ocorrem, com muita frequência, constantes frenagens e acelerações, em função do fluxo viário e tempo de abertura do sinal. Para fins de identificação, esse local foi denominado como *Ponto de Medição 01*, onde, posteriormente, foram realizados outros ensaios.

Os demais ensaios ocorreram num segundo local, que também se localiza na mesma rua, cujo gradiente da via se caracteriza por um declive acentuado que acontece na altura do ponto medido, o qual ficou denominado como *Ponto de Medição 02*.

O objetivo da escolha deste segundo local foi a existência de um declive viário, nesse trecho da via e a inexistência do ponto de parada de ônibus.

### 3.3 Propriedades específicas da via em estudo

A caixa da Rua Riachuelo apresenta, no *Ponto de Medição 01*, oito (08) metros, enquanto que no *Ponto de Medição 02*, sua largura é de dez (10) metros e quarenta (40) centímetros. Os passeios também apresentam diferenças, sendo maior no *Ponto de Medição*

01 e menor no *Ponto de Medição 02*, o que faz com que a Rua Riachuelo mantenha um gabarito único, porém com a via propriamente dita mostrando leve estreitamento.

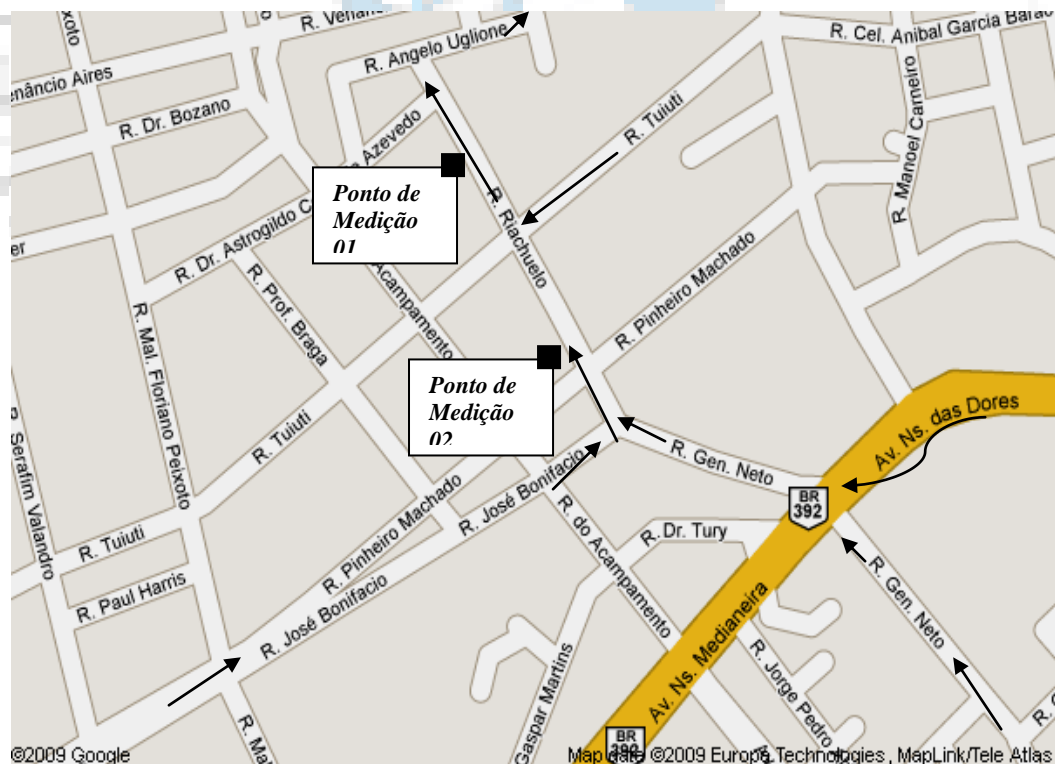
No *Ponto de Medição 01*, em função de um recuo no alinhamento do prédio, a medida do passeio é de cinco (05) metros e vinte e seis (26) centímetros, do meio fio até a porta central do edifício em que foram feitas as medições.

No *Ponto de Medição 02* o passeio possui dois (2) metros e trinta (30) centímetros no local onde se realizaram os ensaios.

A distância entre os dois pontos de medição é de, aproximadamente, trezentos e cinquenta (350) metros, existindo entre eles apenas um cruzamento, com semáforo, na Rua Tuiuti.

Outro ponto importante é o cruzamento com a Rua Astrogildo de Azevedo, onde há um semáforo, próximo ao *Ponto de Medição 01*. No cruzamento com a Rua Pinheiro Machado não há semáforo, pois ele está localizado somente na esquina da Rua José Bonifácio com o início da Rua Riachuelo, que até ali se denomina Rua General Neto.

A Figura 14 mostra os pontos de medição situados na Rua Riachuelo, onde foram realizados os ensaios, entre os meses de outubro de 2007 a junho de 2008.



**Figura 14 – Planta de Localização dos Pontos de Medição**



A Rua Riachuelo possui um único sentido viário, ou seja, veículos procedentes das Ruas José Bonifácio, General Neto e Avenida Nossa Senhora das Dores (sentido leste/oeste), em direção ao centro da cidade, passam por ela, por ser a melhor rota para o centro da cidade.

Em ambos os pontos de medição, os ensaios foram realizados no lado esquerdo do sentido da via.

### 3.4 Equipamento utilizado nos ensaios

O medidor de nível sonoro utilizado para coleta de dados foi modelo BLUE SOLO - da 01 dB- Metravib - TIPO 01, devidamente calibrado, com ponderação na curva “A”.

A Figura 15 mostra o modelo do equipamento de medição de nível de pressão sonora, utilizados para a elaboração de todas as medições realizadas.



**Figura 15 - Medidor de nível de pressão sonora / Modelo do equipamento utilizado nos ensaios (Tipo 01)**

Fonte: 01dB BRASIL. Medidores de níveis de pressão. Disponível em: <http://www.01db-metravib.com.br/meio-ambiente-seg-do-trabalho.13/produtos.16/medidores-de-niveis-de-pressao-sonora.187/>>. Acesso em: dez. 2008.

Foram usados dois modelos de softwares para a coleta de dados. O primeiro software utilizado, foi o dBatti para elaboração das medições feitas em 2007. Esse software fornece dados como datas, horários e todos os resultados programados para uma medição de NPS.

Para gerar gráficos correspondentes a cada medição, será necessário selecionar os dados coletados na medição que se queira diagnosticar e colocá-los numa planilha de Excel que formatará o gráfico.

Os gráficos resultantes das medições são apresentados em RMS ou conhecida como potência real média, usada como parâmetro de medição no período de quinze (15) minutos, que mostram as oscilações de espectros obtidos.

Nas medições realizadas em 2008, foi usado outro software denominado dBTrait. Esse software passou a ser usado, porque ele permite na programação no equipamento medidor de nível sonoro, outros parâmetros, como, por exemplo,  $L_{10}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{50}$ , Desvio Padrão etc.

Na apresentação dos gráficos obtidos, o espectro é também gerado em RMS, cuja abscissa é representada por frequência e a ordenada em dB (A).

Na utilização dos softwares, cada medição foi de quinze (15) minutos, totalizando cento e oitenta (180) valores, sendo um a cada cinco (5) segundos, perfazendo novecentos (900) segundos por medição. O conjunto de medições dos intervalos de quinze (15) minutos caracterizou os períodos. O número de períodos medidos caracterizou turnos (manhã, meio-dia/início da tarde, final de tarde/entardecer e noite), e o conjunto dos turnos, num único dia, caracterizou um ensaio. O total de ensaios realizados para este trabalho foi de sete (07), em meses e anos distintos.

### **3.5 Influências naturais**

Por se tratarem de medições externas, a influência dos fatores naturais possíveis de ocorrer foi, cuidadosamente, analisada. Atendeu-se a recomendação de não efetuar medições em dias com grande incidência de ventos e usar protetor para o microfone.

Considerou-se também, a umidade do ar e a temperatura, para não comprometer a eficiência do equipamento.

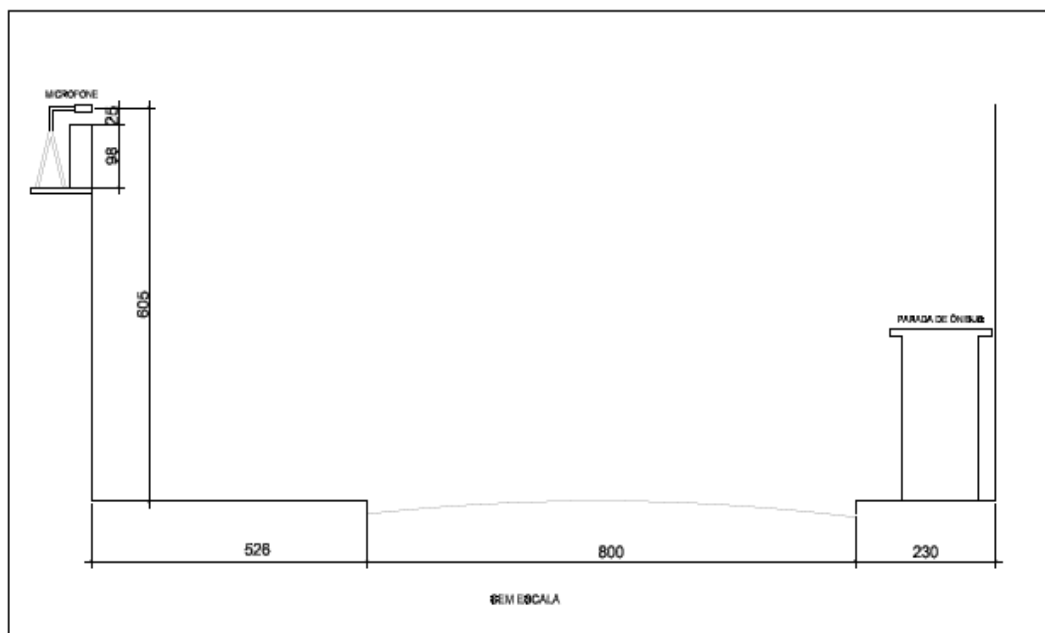
Os dados referentes às temperaturas e as umidades relativas do ar, correspondentes a cada período medido, estão descritas junto às tabelas correspondentes, no capítulo 4, que apresenta a coleta e análise de dados.

### 3.6 Posição do equipamento nos pontos de medição

Num procedimento de captação de níveis sonoros há necessidade de que algumas precauções sejam tomadas, no sentido de obter-se um resultado preciso. Por isso, para garantir melhor desempenho o equipamento foi colocado de forma a oferecer segurança no seu posicionamento.

Para as medições coletadas, em ambos os pontos de medição, o tripé de apoio do equipamento foi fixado com fita adesiva às paredes externas, procurando-se evitar possíveis distorções provocadas por deslocamentos ocasionais. O microfone foi posicionado em altura suficiente para não ser influenciado pela largura do peitoril e paredes externas das aberturas, onde fora instalado.

Na figura 16 têm-se as dimensões correspondentes às distâncias em relação ao solo e ao ponto de parada de ônibus (no lado direito da figura).



**Figura 16 – Perfil das distâncias e alturas no *Ponto de Medição 01*.**

### 3.7 Caracterização dos pontos de medição

#### 3.7.1 Ponto de medição 01

O *Ponto de Medição 01* se caracteriza por um pequeno acive próximo ao sinaleiro com a Rua Astrogildo de Azevedo.

Em frente ao local medido, existe um ponto de parada de ônibus, com constantes paradas e acelerações de coletivos.



**Figura 17 – Rua Riachuelo, vista do nível do *Ponto de Medição 01*.**

Para a realização de medições nos ensaios a serem executados foi estabelecida uma altura do microfone do equipamento de seis (06) metros e cinco (05) centímetros do nível da rua.

A distância linear aproximada do microfone ao ponto de parada de ônibus foi de doze (12) metros e noventa (90) centímetros.

O nível considerado *ponto zero* para demarcar a altura do microfone, foi considerado o do passeio, porque há diferenças de níveis externo e interno do prédio, em função de um rebaixo posterior ao acesso principal, correspondente a dois degraus.

### 3.7.2 Ponto de medição 02

Esse ponto de medição apresenta características de diferenças de relevo, em relação ao *Ponto de Medição 01*. Há um declive viário que se inicia na esquina da Rua Pinheiro Machado, terminando próximo a Rua Tuiuti.

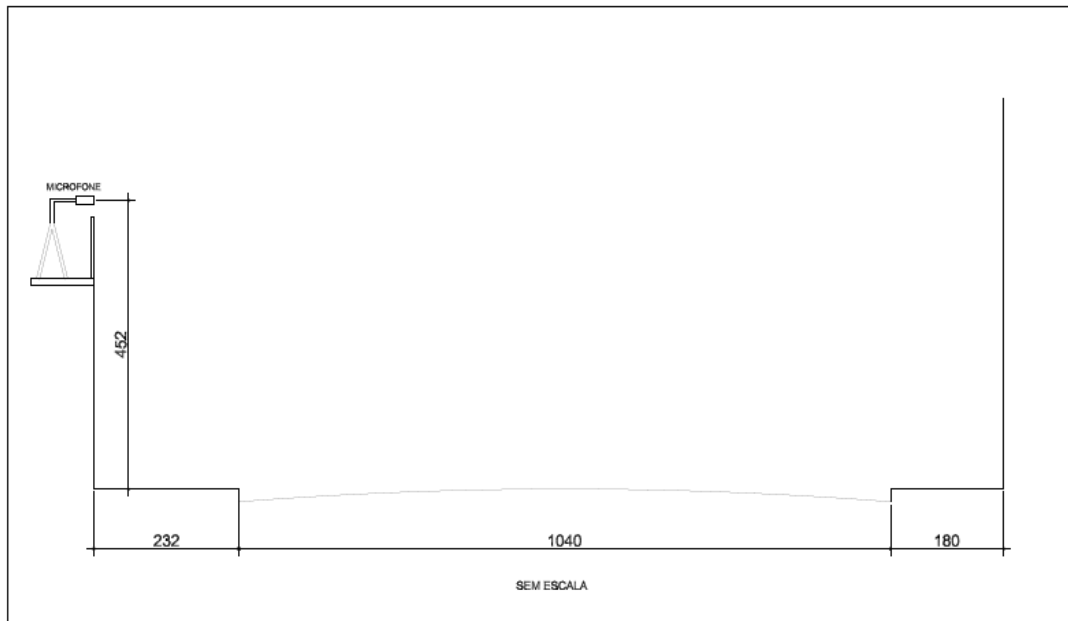


**Figura 18 – Localização do microfone para as medições no Ponto de Medição 02**

Para a elaboração dos ensaios, neste ponto de medição, a altura do microfone, em relação ao nível do solo, foi de 4m e 52 cm. A distância do equipamento em relação à esquina com a Rua Pinheiro Machado foi de 32m e 85 cm e, em relação à Rua Tuiuti, de 132m e 60 cm (linear).

O microfone foi colocado a partir da janela de um apartamento localizado no primeiro andar do edifício onde se efetuaram as medições, conforme Figura 18.

A Figura 19 mostra, esquematicamente, a altura do microfone do medidor de nível sonoro, em relação ao nível da via, nesse ponto de medição.



**Figura 19 – Perfil das distâncias e alturas do *Ponto de Medição 02*.**

### 3.8 Procedimentos de medição

Com os resultados obtidos nas medições prévias, definiram-se os horários a serem analisados. Efetuou-se, então, um primeiro ensaio, no dia *04 de dezembro de 2007, terça-feira*, cujos turnos ficaram assim distribuídos:

- 1º turno: das 07h e 28 min às 09h 04 min;
- 2º turno: das 13h e 30 min às 14h 34 min;
- 3º turno: das 18h e 03 min às 19h e 04 min;

Por motivo de intempérie, ou seja, chuva, não houve medições no 4º turno, correspondente ao horário noturno.

Segundo informações dos moradores do prédio onde foram realizadas as medições do *Ponto de Medição 01*, o ruído produzido por ônibus, era mais intenso no período anterior as oito (08) horas da manhã. Por isso, foi antecipada a medição do primeiro turno, em meia hora, em relação às medições prévias do dia *02 de outubro de 2007* que tinham se iniciado por volta das oito (08) horas da manhã.

O segundo ensaio ocorreu no dia *06 de dezembro de 2007, quinta-feira*, no mesmo local e em horários aproximados, ou seja, o primeiro turno medido foi antecipado em dez (10) minutos porque, nas medições do dia *04 de dezembro de 2007*, constatou-se que o período em

que houve maior passagem de veículos pesados, foi entre 07h28min às 07h43min, do primeiro período medido. Os períodos para medição em *06 de dezembro de 2007* ficaram assim distribuídos:

- 1º turno: das 07h18min às 09h09min;
- 2º turno: das 13h09min às 14h10min;
- 3º turno: das 17h38min às 18h40min;
- 4º turno: das 22h às 23h03min.

O terceiro ensaio foi realizado no dia *17 de junho de 2008, terça-feira*. Nessa data, houve uma antecipação de três (03) minutos em relação à medição de *06 de dezembro de 2007* no primeiro período.

Definiu-se que os turnos de medição no *Ponto de Medição 01*, seriam:

- 1º turno: das 07h15min às 08h15min;
- 2º turno: das 13h30min às 14h30min;
- 3º turno: das 18h15min às 19h15min;
- 4º turno: das 22h às 23h.

A primeira medição a ser realizada no *Ponto de Medição 02*, caracterizou o quarto ensaio elaborado. Esse quarto ensaio foi feito em um único turno das 19h às 20h, no dia *21 de junho de 2008, sábado*.

O quinto ensaio foi realizado num *domingo*, dia *22 de junho de 2008*, um dia posterior ao 4º ensaio, também no *Ponto de Medição 02*, distribuído em dois turnos (início de manhã e final de tarde/ entardecer).

Mantiveram-se assim, os mesmo turnos medidos em *17 de junho de 2008*, com objetivo de verificar quais seriam as diferenças encontradas entre dias úteis e domingos. São eles:

- 1º turno: das 07h15min às 08h15min;
- 2º turno: das 18h15min às 19h15min.

O sexto ensaio realizou-se em turno único, entre 18h15min e 19h15min, no sábado seguinte, dia 28 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*, uma semana posterior ao primeiro sábado medido, quando as medições haviam ocorrido no *Ponto de Medição 02*.

O último ensaio foi feito no *domingo*, dia 29 de junho de 2007, no *Ponto de Medição 01*, procurando-se sempre obedecer aos mesmos turnos e períodos medidos no domingo anterior que foi no dia 22 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 02*.

- 1º turno: das 07h15min às 08h15min;
- 2º turno: das 18h15min às 19h15min.

Em todas as medições realizadas para este trabalho, foram anotadas as numerações dos ônibus e suas respectivas empresas em uma planilha, para se ter um perfil da repetibilidade de todos os veículos da frota urbana, independente da empresa a que pertenciam. A referência do modelo usado para realização da coleta desses dados está no Apêndice A.

Efetuiu-se a contagem de todos os veículos, subdividindo-os em: leves e pesados. A categoria de veículos *leves* compreendeu: automóveis e motos, enquanto os caminhões, os ônibus, micro-ônibus e as vans foram classificados como *pesados*.

A avaliação de Nível de Pressão Sonora, com ponderação na curva A, teve a finalidade de comparar resultados obtidos com a legislação vigente.

Após a coleta e análise dos dados, executou-se um cruzamento dos níveis obtidos nas medições com o fluxo dos veículos, avaliando-se, também, as diferenças ocasionadas pelos distintos dias da semana e horários em que foram realizados os ensaios.





## 4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados e analisados são oriundos de sete (07) ensaios, realizados após um conjunto de medições prévias, como foi destacado no Capítulo da Metodologia.

### 4.1 Medições prévias

Os dados coletados no dia 02 de outubro de 2007, terça-feira, num período total de 06h e 45 min, tiveram o objetivo de avaliar e definir quais seriam os horários escolhidos para a realização das medições posteriores desse estudo, que se constituíram nas chamadas medições prévias. Nas tabelas referente a coleta de dados deste ensaio, constam os valores de LAeq, LAeq<sub>máx</sub> e, LAeq<sub>min</sub>. Os valores correspondentes a medida de umidade do ar e temperatura, foram coletados através de equipamento específico.

#### 4.1.1 Medições do dia 02/10/2007

##### 4.1.1.1 Análise dos dados coletados no 1º turno de medições

Os valores de LAeq, LA<sub>máx</sub>, LA<sub>min</sub> medidos durante o 1º turno no *Ponto de Medição 01*, das medições prévias de 02 de outubro de 2007, são mostrados na tabela 04.

**Tabela 04 – Medições do 1º turno (02/10/2007)**

Horário	LAeq dB(A)	LA Máx. dB(A)	LA Mín. dB(A)
07h59min às 08h14min	70.5	84.9	54.1
08h17min às 08h32min	72.2	77.4	68.4
08h34min às 08h51min	72.8	76.9	66.8
08h52min às 09.07min	71.5	75.4	65.4

Observa-se que o Nível Equivalente atingiu um valor máximo no período compreendido entre 08h34min e 08h51min, resultando 72,8 dB(A), e o menor registro ocorre no primeiro período medido ( 07h59min às 08h14min), onde também, ocorreu o maior nível sonoro (LA).

A variação de temperatura teve um mínimo de 23,4°C e um máximo de 24,2°C durante o turno medido.

#### 4.1.1.2 Análise dos dados coletados no 2º turno de medições

O segundo turno das medições prévias do dia 02 de outubro de 2007, foi realizado no final da manhã/início da tarde, que compreendeu o período entre 11h05min até 14h00min, e resultou nos valores de LAeq, LA<sub>máx.</sub> LA<sub>mín</sub> medidos no *Ponto de Medição 01*, são mostrados na tabela 05.

**Tabela 05 – Medições do 2º turno (02/out/2007)**

Horário	LAeq em dB(A)	LA Máx.em dB(A)	LA Mín. em dB(A)
11h05min às 11h20min	71.1 dB (A)	74.8 dB (A)	65.7 dB (A)
11h23 min às 11h38min	70.9dB (A)	74.2 dB (A)	69.0 dB (A)
11h41min às 11h56min	72.3 dB (A)	74.9 dB (A)	69.3 dB (A)
11h59min às 12h14min	72.3 dB (A)	76.7 dB (A)	68.8 dB (A)
12h19min às 12h34min	71.0 dB (A)	75.0 dB (A)	65.7 dB (A)
12h38min às 12h53min	72.1 dB (A)	75.0 dB (A)	65.7 dB (A)
12h55min às 13h10min	71.3 dB(A)	73.9 dB (A)	65.7 dB (A)
13h12min às 13h27min	71.5 dB (A)	75.0 dB (A)	67.1 dB (A)
13h29min às 13h44min	74.4 dB (A)	79.5 dB (A)	69.3 dB (A)
13h45min às 14h	73.8 dB (A)	77.1 dB (A)	68.5 dB (A)

A análise dos dados constantes na tabela 05 permite verificar que o maior LAeq registrado, foi de 74,4 dB(A), entre 13h29min e 13h44min., cujo LA máximo, também ocorre nesse período. O índice que apresenta o menor valor em 70,9 dB(A) está no horário das 11h23min às 11h38min.

Por se tratar de um período muito longo, em torno de 03 horas de medição, definiu-se que, para os próximos ensaios a realizar nesse mesmo horário, o turno deveria ser mais restrito aos períodos que apresentassem valores mais expressivos, para saber se, nesses períodos, os valores mantinham-se constantes.

Nesse turno, a variação da temperatura, foi de mínima de 23,7°C e máxima de 32,8°C.

#### 4.1.1.3 Análise dos dados coletados no 3º turno de medições

A tabela 06 identifica os valores obtidos no terceiro turno, compreendido entre o período entre 17h41min às 19h08min, nas medições prévias do dia 02 de outubro de 2007.

**Tabela 06 – Medições do 3º turno (02/out./2007)**

Horário	LAeq em dB(A)	LAeq Máx. em dB(A)	LAeq Mín. em dB(A)
17h41 min às 17h56min	72.7 dB (A)	75.7 dB (A)	68,2 dB (A)
17h58min às 18h13min	71.6 dB (A)	74.8 dB (A)	65.4 dB (A)
18h15min às 18h30min	73.1 dB (A)	76.2 dB (A)	69.1 dB (A)
18h31min às 18h46min	72.7 dB (A)	77.8 dB (A)	68.8 dB (A)
18h48min às 19h08min	72.9 dB (A)	76.5 dB (A)	69,7 dB (A)

Os dados apresentam como maior valor obtido, o período entre 18h15min e 18h30min, com um LAeq de 73,1 dB(A). Nessa tabela, nota-se que houve pouca variabilidade nos dados obtidos. Os períodos entre 17h41min às 17h56min e 18h31min às 18h46min, tiveram o mesmo resultado em LAeq. O terceiro período medido, ou seja, entre 18h15min às 18h30min, houve um aumento nos índices, com um valor de 73,1 dB(A). Como a partir desse período, os resultados foram maiores ou iguais aos primeiros, definiu-se que os ensaios a serem realizados nesse turno, deveriam ser elaborados no intervalo entre 18h00min e 19h00min.

A temperatura foi mínima de 25.5°C e a máxima de 26.5°C, para esse turno.

#### 4.1.1.4 Análise dos dados coletados no 4º turno de medições

O período noturno, compreendido entre 22h04min e 24h04min, constituiu o quarto turno de medições prévias, que constam na tabela 07.

**Tabela 07 – Medições do 4º turno (02/10/2007)**

Nº.	Horário	LAeq em dB(A)	LA Máx. em dB(A)	LA Mín. em dB(A)
001	22h04min às 22h19min	68.0 dB (A)	70.9 dB (A)	60.7 dB (A)
002	22h21min às 22h36min	67.9 dB (A)	72.3 dB (A)	64.2 dB (A)
003	22h38min às 22h53min	68.9 dB (A)	74.1 dB (A)	65.3 dB (A)
004	22h56min às 23h11min	66.3 dB (A)	70.8 dB (A)	62.6 dB (A)
005	23h14min às 23h29min	65.8 dB (A)	69.9 dB (A)	61.6 dB (A)
006	23h31min às 23h46min	65.8 dB (A)	68.6 dB (A)	57.6 dB (A)
007	23h49min às 24h04min	66.1 dB (A)	72.7 dB (A)	59.6 dB (A)

A análise dos valores mostrados na tabela 07 identifica o maior LAeq de 68,9 dB(A), no período compreendido entre 22h38min e 22h53min. O LA máximo também coincide com esse período.

Observa-se nessa tabela, que os níveis sonoros tendem a reduzir no horário noturno, em função da diminuição de fluxo viário, situando-se numa faixa entre 65,8 dB(A) a 68,9 dB(A). Os maiores registros ocorrem nos três primeiros horários e a partir desse dado, convencionou-se elaborar as medições para os próximos períodos a serem medidos, nesse turno, que deveriam estar no intervalo situado entre 22h00min e 23h00min.

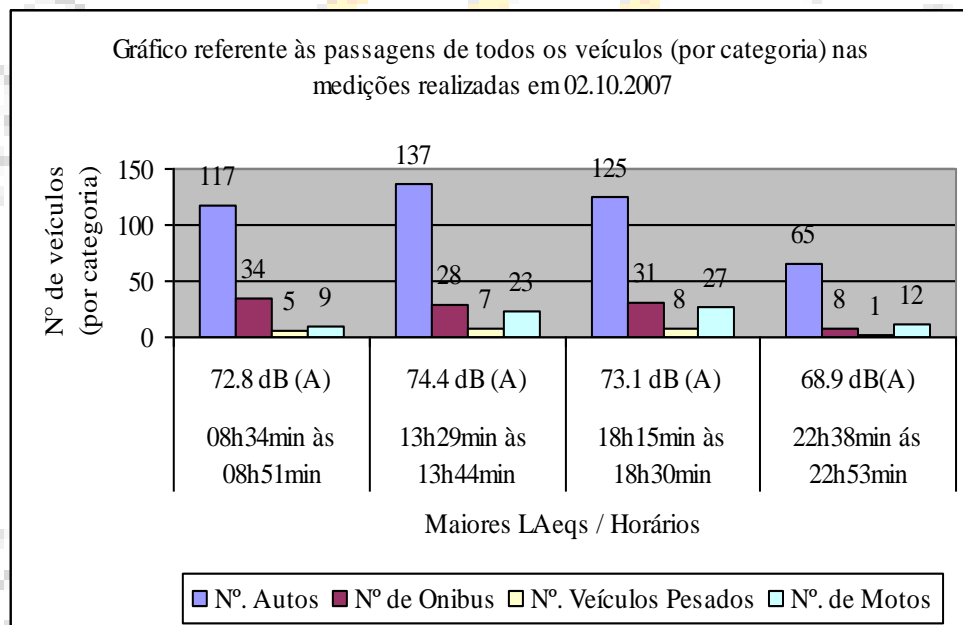
Em regra, sabe-se que o horário noturno, é representado por uma diminuição de fluxo viário que, conseqüentemente, reduz os índices de níveis de pressão sonora. Entretanto, nem sempre isso se confirma, pois podem ocorrer situações atípicas, como, por exemplo, automóveis com som alto, motocicletas com descarga aberta, buzinas entre outros, que podem gerar picos muito elevados num processo de medição noturna caracterizada pelo ruído de

fundo, na maior parte dos casos, em função do espaçamento existente entre as passagens de um veículo e outro.

A temperatura esteve entre a mínima de 22.7°C e de máxima de 24.5°C, nesse turno.

#### 4.1.1.5 Resultados de maiores LAeqs obtidos nas medições de 02/10/2007

A figura 20 resume o fluxo de veículos, por categoria, durante os turnos de maiores LAeqs nas medições do ensaio de 02 de outubro de 2007, ou seja, nas medições prévias.



**Figura 20 – Fluxo de veículos por categoria, em horários de maiores LAeqs em dB(A) na data de 02/10/2007.**

Data: 02/10/2007

Os dados mostram que o maior LAeq obtido, foi no 2º turno medido, ou seja, no início da tarde que corresponde, também, ao maior número de passagens de automóveis, em relação aos demais turnos medidos.

Percebe-se que o número de passagens de ônibus é maior nos três primeiros turnos, com diferença acentuada em relação ao horário noturno.

#### 4.1.1.6 Considerações gerais sobre as medições prévias

Com base nos dados coletados na medição do dia 02 de outubro de 2007, que constituiu o conjunto das medições prévias, estabeleceram-se, então, quais horários seriam convenientes medir. Na definição desse critério, o fator a ser estabelecido, foi levar em conta os maiores LAeq<sub>5</sub> obtidos e a relação existente com o fluxo viário, através da contagem de todos os veículos, divididos por categorias.

Conforme citado no capítulo da metodologia, o levantamento da repetibilidade do trânsito dos ônibus foi através de uma planilha específica em que foram relacionadas todas as passagens de veículos, durante os ensaios. Nesse procedimento, anotou-se o número identificador e a respectiva empresa, com o objetivo de registrar a quantidade de vezes que o mesmo coletivo passa durante um turno de medição, obtendo-se um perfil desse tipo de fluxo viário.

### 4.2 Ponto de Medição 01

#### 4.2.1 Medições do dia 04/12/2007

Este item corresponde às informações referentes aos índices LAeq, LA máximo, LA mínimo, Lp<sub>ico</sub> e registro de passagem de todos os tipos de veículos, cujos dados foram coletados durante o ensaio realizado no local denominado *Ponto de Medição 01*, em frente a um ponto de parada de ônibus, onde ocorre o maior desembarque de usuários de coletivos, vindos de vários bairros da cidade.

Os veículos que circularam durante as medições foram registrados segundo o seu tipo, por isso as colunas das tabelas estão subdivididas em nº. de automóveis, nº. de ônibus, nº. de veículos pesados (exceto ônibus, porque tem uma coluna própria, conforme capítulo dos objetivos), nº. de motocicletas e o somatório total de todas as viaturas que passaram.

Cada um dos quatro (04) turnos (início da manhã, final da manhã/início da tarde, entardecer e noite) caracterizou-se por um conjunto de medições subdivididas em períodos de 15 minutos.

#### 4.2.1.1 Análise dos dados coletados no 1º turno de medições

A tabela 08 apresenta valores referentes às medições do 1º turno, compreendido entre o horário das 07h28min às 09h04min.

**Tabela 08 – Medições do 1º turno (04/12/2007)**

Horário	LAeq dB(A)	LA máx	LA mín.	Pico	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
07h28min às 07h43min	70,9	75,7	65,8	102,2	82	31	13	24	150
07h44min às 07h59min	71,0	74,9	64,3	102,5	85	36	04	30	155
08h às 08h15min	70,5	75,2	64,3	102,6	92	27	11	17	147
08h16min às 08h31min	71,0	74,8	63,2	104,0	69	41	10	15	135
08h33min às 08h48min	71,8	75,5	67,5	102,6	77	34	07	21	139
08h49min às 09h04min	70,6	77,6	61,6	103,9	106	27	12	32	177

Observa-se que o período compreendido entre 08h33min e 08h48min resultaram no LAeq máximo, ou seja, 71,8 dB(A), constatando-se que em todo o período de tempo analisado o nível equivalente foi superior a 70 dB(A).

Todos os valores de LA<sub>mín</sub> que foram medidos em períodos correspondentes, estão acima de 60 dB(A), constituindo-se em índices superiores ao recomendado para esse tipo de zona, conforme a ABNT/NBR 10151/2000 e o Código de Posturas de Santa Maria. O maior desses valores, 67,5 dB(A) que ocorreu no mesmo horário do maior LAeq.

O maior valor pico, no entanto, ocorreu no intervalo entre 08h16min e 08h31min, alcançando 104 dB(A).

Ao analisar-se os valores de LA<sub>máx</sub> obtidos em cada medição, constata-se que o nível maior, 77,6 dB(A), está no horário compreendido entre 08h49min e 09h04min. Nesse mesmo horário apresentou-se a maior soma total de passagens no número de veículos (177). Com isso, observa-se que o maior LAeq não coincide com o maior número total de veículos.



Avaliando os períodos (08h33min às 08h48min e 08h49min às 09h04min), verifica-se que apenas o número de ônibus foi superior no horário em que o LAeq foi maior. O percentual de aumento em 20,58% em relação ao fluxo de coletivos obtido no período anterior, supõe-se ter sido um elemento importante nesse resultado, pois é muito grande a diferença entre o número total de veículos que transitaram nesses dois momentos, respectivamente, 139 e 177.

Não é oportuno, no entanto, afirmar que os ônibus são os responsáveis pelo aumento nos níveis sonoros, como pode ser visto na análise comparativa do horário que apresenta o maior valor de pico (08h16min. e 08h31min.) e o horário de maior LAeq (08h33min e 08h48min), tendo em vista que ambos possuem um semelhante fluxo total de veículos, ou seja, respectivamente, 135 e 139 veículos. Observa-se, porém, que nesse fluxo total houve apenas o aumento do número de motos e de automóveis no horário em que foi detectado o maior LAeq.

Nesse primeiro turno, a variação de temperatura foi mínima de 22,5°C e máxima de 32,9°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 53% e 67%.

#### 4.2.1.2 Análise dos dados coletados no 2º turno de medições

A tabela 09 apresenta valores referentes às medições do 2º turno, compreendido entre o horário das 13h30min às 14h34min.

**Tabela 09 – Medições relativas ao do 2º turno (final da manhã/início da tarde - 13h30min às 14h34min)**

Horário	LAeq dB (A)	LA Máx.	LA Mín	Pico	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
13h30min às 13h45min	71,0	76,6	62,5	107,1	137	28	07	53	225
13h46min às 14h01min	71,4	79,6	65,2	107,5	182	34	05	45	266
14h02min às 14h17min	70,7	77,6	65,7	102,5	181	23	09	49	262
14h19min às 14h34min	70,6	74,6	64,3	101,3	150	27	08	44	229

Nesse segundo turno medido, a variação dos níveis equivalentes obtidos foi, novamente, pequena. O LAeq maior, 71,4 dB(A), foi caracterizado pela maior passagem de todos os tipos de veículos (266), que ocorreu no intervalo entre 13h46min às 14h01min. Esse período registrou, também, o maior valor de pico, isto é, 107,5 dB(A).

Todos os valores mínimos estão acima de 60 dB(A), superando as prescrições da ABNT/NBR 10151/2000 e do Código de Posturas de Santa Maria, para o LAeq diurno (SANTA MARIA, 1981; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001).

Comparando os períodos compreendidos entre 13h46min às 14h01min e 14h02min às 14h17min, verifica-se que o número total de veículos pouco diferiu (04 veículos). Acontecendo o mesmo com o número de automóveis (01 unidade). Supõe-se, por isso, que a alteração no valor do nível sonoro seja influenciada pelo aumento no número de ônibus (de 23 para 34 passagens), pois houve pequena diminuição no número de motos (4) e de outros veículos pesados (4).

A variação de temperatura no turno medido foi mínima de 33,7°C e máxima de 34,5°C, enquanto a umidade relativa do ar oscilou entre 51% e 53%.

#### 4.2.1.3 Análise dos dados coletados no 3º turno de medições

A tabela 10 apresenta valores referentes às medições do 3º turno, compreendido entre o horário das 18h03min às 19h04min.

**Tabela 10 - Medições relativas ao do 3º turno (final da tarde - 18h03min às 19h04min)**

Horário	LAeq em dB (A)	LA Máx.	LA Min.	Pico	Nº. Autos	Nº. Ôni- bus	Nº. Veículos Pesados	Nº. Motos	Total de Veí- culos
18h03min às 18h19min	70,6	75,6	65,7	104,6	155	25	05	55	240
18h18min às 18h32min	71,8	76,6	67,3	102,6	173	31	08	50	262
18h33min às 18h48min	70,5	74,4	63,1	103,6	151	29	09	56	245
18h49min às 19h04min	70,4	76,1	64,8	103,8	150	26	07	42	225

O terceiro turno mostra um resultado coerente com o fluxo de veículos, ou seja, o LAeq do segundo período é maior em relação aos demais, porque registra passagem de automóveis e ônibus em maior número.

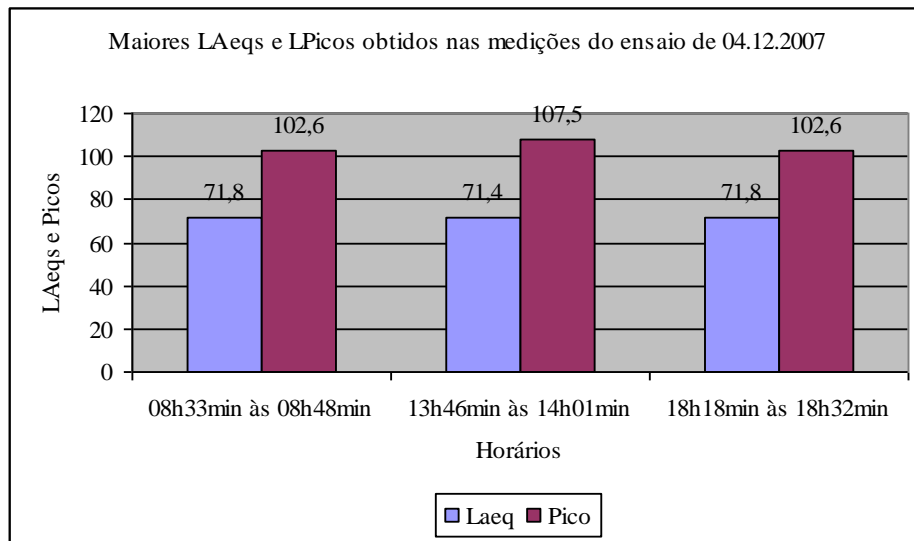
Comparando-se o primeiro período (18h03min às 18h19min) com o terceiro (18h33min às 18h48min) verifica-se que ambos têm um número semelhante de fluxo total de veículos, ou seja, respectivamente 240 e 245. O período onde há maior número total de veículos (18h33min às 18h48min) apresenta um nível ligeiramente inferior, ou seja, 0,1 dB(A) em relação ao primeiro período (18h03min às 18h19min), observando-se que o índice maior coincide com o período no qual apenas o número de automóveis foi superior (04 veículos).

A variação de temperatura no turno medido foi mínima de 32.9°C e máxima de 33.2°C, enquanto a umidade relativa do ar oscilou entre 49% e 53%.

Todos os valores encontrados nesse turno foram similares e acima de 70 dB(A), portanto representam em mais 10 dB(A) acima dos níveis recomendados pela Legislação do Código de Posturas de Santa Maria – RS e ABNT/NBR 10151 (SANTA MARIA, 1981; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001).

#### 4.2.1.4 Análise comparativa dos valores dos diferentes turnos no ensaio do dia 04/12/2007

A Figura 21 mostra que os maiores valores obtidos em LAeq, nas medições de 04 de dezembro de 2007, correspondem a quase uma mesma faixa de níveis sonoros, com pequenas variações. Apenas o L Pico, no período das 13h46min às 14h01min, é que se apresenta com valor muito superior em relação aos demais que, coincidentemente, possuem os mesmos valores de LAeq e L Pico.

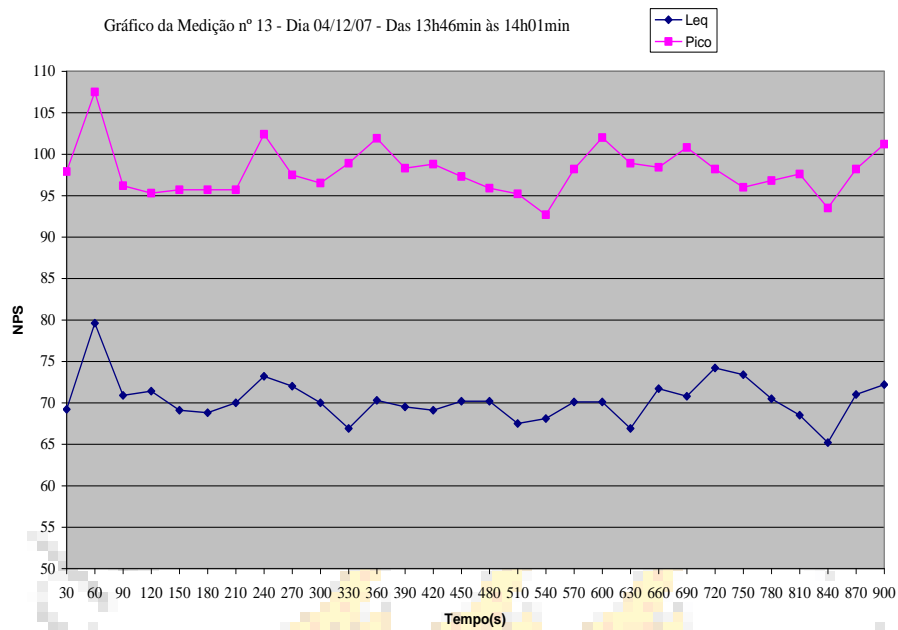


**Figura 21 – Maiores LAeqs e L Picos obtidos nas medições do ensaio de 04/12/2007.**

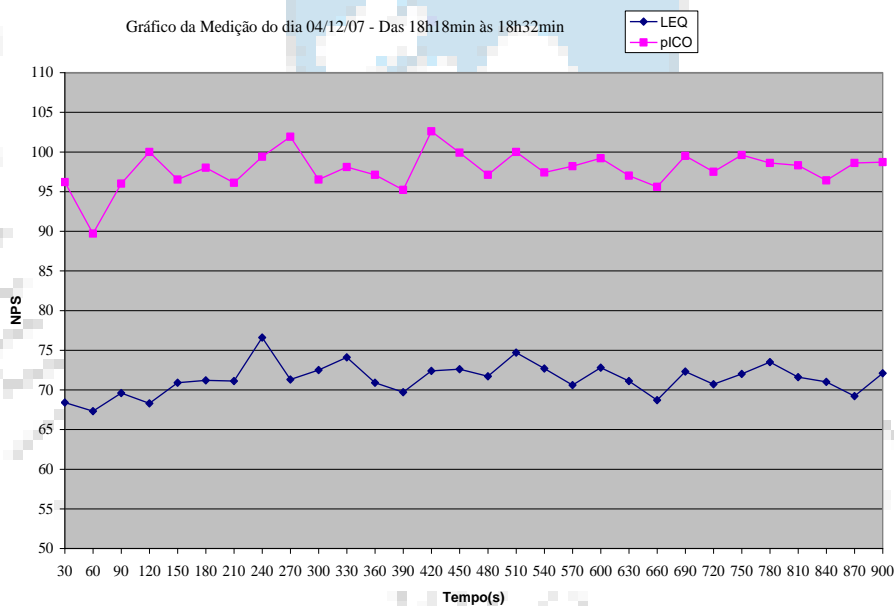
As Figuras 22 e 23, correspondem aos espectros de maiores LAeqs e LPicos, correspondendo aos 2º e 3º períodos medidos. O período correspondente à noite, não foi realizado, conforme explicado no capítulo da metodologia.

Por meio desses gráficos, pode-se verificar as oscilações de baixa e alta, ocorridas durante o tempo de quinze (15) minutos, através do uso do software dBatti.

Na Figura 22, observa-se que o LA máximo e o LPico máximo, ocorrem nos primeiros segundos do início da medição, que caracterizou o valor de 107,5 dB(A). O gráfico da Figura 21 mostra exatamente o contrário, ou seja, é no início da medição que esses valores são mais baixos.

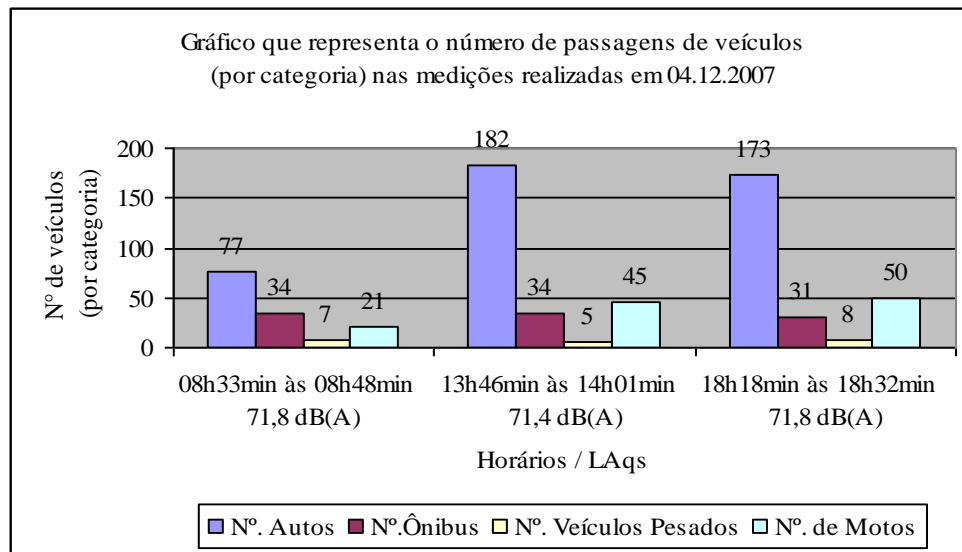


**Figura 22 – Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 2º horário medido na data de 04/12/2007, com o uso do software dBatti.**



**Figura 23 – Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 3º horário medido na data de 04/12/2007, através do uso do software dBatti.**

A Figura 24 ilustra os resultados obtidos nos três turnos de maior LAeq, apresentando o número de passagens de todos os veículos que passaram durante cada turno.



**Figura 24 – Maiores LAeqs e Passagens de veículos obtidos no ensaio realizado no dia 04/12/2007.**

Nessa figura observa-se que o número de automóveis é bem maior no segundo turno, em comparação com os demais com, praticamente, o mesmo número de ônibus.

Supõe-se que a maior passagem de veículos pesados, no primeiro e terceiros períodos, foram determinantes para os registros de maiores LAeqs, em relação ao segundo período que registrou a maior passagem de automóveis, mas teve como resultado final menos 0,4 dB(A).

#### 4.2.2 Medições do dia 06/12/2007

Este item corresponde às informações referentes aos índices LAeq, LA máximo, LA mínimo e  $L_{pico}$  e passagem de todos os veículos, cujos dados foram colhidos durante o ensaio realizado no dia 06 de dezembro de 2007, no local denominado *Ponto de Medição 01*.

O critério estabelecido para a contagem de veículos seguiu a mesma orientação usada no conjunto de medições realizadas em 04 de dezembro de 2007. Os veículos que circularam durante as medições foram registrados segundo o seu tipo e separados nas tabelas, por categoria.

Os quatro (04) turnos (início da manhã, final da manhã/início da tarde, entardecer e noite) também se caracterizaram por um conjunto de medições subdivididas em períodos de 15 minutos.

#### 4.2.2.1 Análise dos dados coletados no 1º turno de medições

A tabela 11 apresenta valores referentes às medições do 1º turno, compreendido entre o horário das 07h18min às 09h09min.

**Tabela 11 – Medições do 1º turno (07h18min às 09h09min) no dia 06/12/2007**

Horário	LAeq em dB(A)	LA Máx.	LA Mín.	Pico	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
07h18min às 07h33min	71,6	80,4	64,3	105,8	82	34	10	16	142
07h35min às 07h50min	72,0	78,2	64,9	103,4	96	32	09	19	156
07h51min às 08h06min	71,0	75,1	66,4	109,5	94	34	11	19	158
08h06min às 08h21min	71,4	75,8	55,2	104,4	90	29	06	22	147
08h23min às 08h38min	70,9	76,4	64,9	101,4	84	32	06	25	147
08h38min às 08h53min	70,7	75,5	64,8	101,3	92	30	03	28	153
08h54min às 09h09min	70,2	74,3	65,9	108,2	93	24	15	28	160

Observa-se que as medições compreendidas entre 07h35min e 07h50min resultaram no LAeq máximo de 72,0 dB(A). O maior valor pico, no entanto, ocorreu no intervalo seguinte, entre 07h51min e 08h06min, constituindo um valor de 109,5 dB(A). Esse valor de pico elevado corresponde ao fato de que, durante o período medido, estava estacionado um veículo pesado (caminhão) no outro lado da via, com motor em aceleração. Fato similar aconteceu no período entre 08h54min às 09h09min, quando houve agrupamento de muitos veículos coletivos no ponto de parada de ônibus e resultou em 108,2 dB(A).

O valor de LA mínimo em 55,2 dB(A) que ocorreu no horário entre 08h06min e 08h21min, se destaca como um valor bem abaixo dos demais que se encontram acima de 64 dB(A). Esse valor mínimo, caso estivesse definido como LAeq final, atenderia aos limites estabelecidos para a zona em estudo, conforme prescrevem a ABNT/NBR 10151/2000 e o Código de Posturas de Santa Maria, porém, trata-se de uma situação atípica momentânea,

caracterizada pelo ruído de fundo no qual, por alguns segundos, a passagem de veículos ocorreu com maior distanciamento. O maior desses valores mínimos, ou seja, 65,9 dB(A), ocorreu no o horário entre 08h54min e 09h09min, que também registrou a maior soma total de passagens no número de veículos (160). Com isso, observa-se que o maior LAeq obtido, medido entre 07h35min e 07h50min, não coincide com o maior número de veículos, embora a diferença entre este período e o que apresenta maior total de passagens seja, apenas, de quatro (04) veículos (ABNT, 2000; SANTA MARIA, 1981).

Os horários entre 08h06min às 08h21min e 08h23min às 08h38min apresentam o mesmo resultado no número total de passagens de veículos (147) e, coincidentemente, o mesmo número de veículos pesados (06). O número de passagens de automóveis é pouco maior (06 veículos) no primeiro horário, no qual foi constatado o maior nível equivalente entre esses dois horários, mas somente 0,5 dB(A) a mais. As diferenças entre LPico, LA mínimo e LAeq é que são mais expressivas. É importante salientar que o menor LA máximo 74,3 dB(A) e o segundo maior LPico 108,2 dB(A) resultaram no período em que o LAeq foi mais baixo 70,2 dB(A), entre 08h54min às 09h09min. Esse resultado de LPico, confirma que a influência de um evento isolado, representa um acréscimo momentâneo, porém significativo em uma medição relacionada ao diagnóstico de níveis de ruído.

No LA máximo na tabela, constata-se que é de 80,4 dB(A), medido no primeiro horário avaliado.

A temperatura esteve entre 19,6°C e 22,3°C, enquanto que a umidade relativa do ar oscilou entre 61% e 71%, nesse turno de medição.

#### 4.2.2.2 Análise dos dados coletados no 2º turno de medições

A tabela 12 apresenta valores referentes às medições do 2º turno, compreendido entre o horário das 13h09min às 14h10min.



**Tabela 12 – Medições do 2º turno (13h09min às 14h10min) no dia 06/12/2007**

Horário	LAeq em dB(A)	LA Máx.	LA Mín.	Pico	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
13h09min às 13h24min	72,2	78,6	64,6	105,6	142	32	07	35	216
13h24min às 13h39min	71,6	75,6	65,0	99,9	169	21	11	46	247
13h40min às 13h55min	70,5	75,6	62,7	103,2	136	27	06	38	207
13h55min às 14h10min	72,3	79,5	66,5	106,3	148	31	11	51	241

O segundo turno medido em 06 de dezembro de 2007 mostra que o maior LAeq de 72,3 dB(A), o nível máximo de 79,5 dB(A), o maior valor mínimo de 66,5 dB(A) e o L Pico de 106,3 dB(A) concentram-se no quarto período entre 13h55min às 14h10min, quando o número total de veículos foi de 241. No período em que houve um aumento nesse número total de veículos para 247, decorrente de um aumento significativo de automóveis em detrimento de uma redução no número de ônibus e motos, o valor do LAeq ficou em 71,6 dB(A). Acredita-se que o fato de não haver pico elevado, aliado a detecção de LA máximo e LA mínimo inferiores ao outro período, contribuíram para um LAeq menor que o verificado entre 13h55min às 14h10min, onde a diferença entre ambos é de apenas 0,1 dB(A).

O terceiro período desse turno entre 13h40min às 13h55min tem o menor LA mínimo 62,7 dB(A), que pode ser relacionado com a menor passagem de automóveis, de veículos pesados e do total de passagens de veículos.

A variação de temperatura no turno foi de 27.3°C e máxima 29.0°C, enquanto a umidade relativa do ar oscilou entre 43% e 44%, nos períodos medidos.

#### 4.2.2.3 Análise dos dados coletados no 3º turno de medições

A tabela 13 apresenta valores referentes às medições do 3º turno, compreendido entre o horário das 17h38min às 18h40min.

**Tabela 13 - Medições do 3º turno (17h38min às 18h40min) no dia 06/12/2007**

Horário	LAeq Em dB(A)	LA Máx.	LA Mín.	Pico	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os veículos
17h38min às 17h53min	72,3	76,8	64,6	104,7	170	31	05	35	241
17h54min às 18h09min	72,4	76,8	66,1	106,0	146	24	09	55	234
18h09min às 18h24min	70,7	75,8	64,9	105,4	156	32	09	61	258
18h25min às 18h40min	73,3	79,6	65,9	104,3	163	29	05	57	254

No terceiro turno medido em 06 de dezembro de 2007 constata-se que o maior LAeq de 73,3 dB(A) ocorre no horário entre 18h25min às 18h40min, coincidindo com o maior LA de 79,6 dB(A), porém com o de menor L Pico (104,3). A maior passagem de todos os veículos é caracterizada pelo menor LAeq de 70,7 dB(A), com 258 veículos.

Os dois primeiros períodos 17h38min às 17h53min e 17h54min às 18h09min, quando os resultados de LAeq são quase iguais 72,3 dB(A) e 72,4 dB(A), respectivamente, a variabilidade é significativa na distribuição de passagens veículos contados por categoria. Comparando-se ambos, verifica-se que, no período de 17h38min às 17h53min, o LAeq foi menor e o número de passagens de automóveis e de ônibus é maior em relação ao período entre 17h54min às 18h09min, onde houve acréscimo de motos e veículos pesados. Constatou-se, portanto, que não há como responsabilizar o transporte coletivo pelo aumento do nível sonoro equivalente. O LA máximo de 76,8 dB(A) é igual em ambos os períodos, embora o LA mínimo de 66,1 dB(A) e L Pico 106,0 dB(A), sejam maiores no segundo período e até em relação a toda tabela.

A variação de temperatura nesse turno esteve entre 26.9°C e 27.2°C, enquanto a umidade reativa do ar oscilou entre 43% e 45%.

#### 4.2.2.4 Análise dos dados coletados no 4º turno de medições

A tabela 14 representa os valores obtidos no 4º turno de medições realizadas em 06 de dezembro de 2007.

**Tabela 14 - Medições do 4º turno (22h às 23h03min) no dia 06/12/2007**

Horário	LAeq em dB(A)	LA Máx.	LA Mín.	Pico	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. Motos	Total de todos os veículos
22h às 22h15min	69,4	70,7	60,0	104,3	128	08	02	27	165
22h17min às 22h32min	69,3	75,8	59,3	108,1	122	09	01	25	157
22h33min às 22h48min	69,2	73,2	63,0	104,3	104	11	00	28	143
22h48min às 23h03min	68,1	73,5	58,7	99,8	116	12	00	28	156

Normalmente, o horário noturno é representado por uma redução de nível sonoro emitido por veículos. Isso não é regra, até porque existem outras vias urbanas em Santa Maria – RS, que é nesse horário onde o fluxo de automóveis acontece com mais intensidade, em função de atividades de lazer noturno.

O maior LAeq é menor na comparação a qualquer outro horário medido em turnos diurnos, ou seja, menores que 70 dB(A). O número de passagens de automóveis é que tem maior representatividade, porque há uma redução significativa de ônibus e, praticamente, inexistência de veículos pesados, o que, certamente, pode influenciar nesses resultados obtidos.

O LAeq maior de 69,4 dB(A) foi registrado no primeiro período medido (22h às 22h15min) que aponta maior volume de passagens de automóveis e o de somatório total de todos os veículos e é diferenciado proporcionalmente aos dois resultados seguintes, em apenas 0,1 dB(A).

Na comparação entre os horários (22h17min às 22h32min e 22h48min às 23h03min), a diferença no total de passagens de veículos é de apenas 01 (um) a menos no último horário, o qual apresentou o menor LAeq 68,1 dB(A).

Não houve passagens de veículos pesados nos dois últimos horários medidos, como também apresentam o mesmo número de passagens de motocicletas. O número de ônibus aumentou em apenas uma unidade e o de automóveis em 12 veículos. Apesar disso, o nível LAeq foi o menor do turno. O LA máximo de 75,8 dB(A) foi registrado no segundo período medido, o qual mostra a segunda maior passagem de automóveis e também no total de veículos. Tem o maior valor de L Pico de 108,1 dB(A), no horário entre 22h17min às 22h32min, que supõe-se ser, esse valor, caracterizado por acionamento de buzinas ou pela passagem de algum automóvel com volume de som alto. Na contagem de todos os veículos, esse período tem 06 automóveis a menos que o período de maior LAeq, porém mantém uma proporcionalidade em relação a contagem dos demais veículos, na comparação aos outros períodos medidos.

A variação de temperatura no turno medido foi mínima de 22.9°C e máxima de 23.5°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 62% e 65%.

#### 4.2.2.5 Análise comparativa dos valores dos diferentes turnos no ensaio do dia 06/12/2007

De acordo com os resultados obtidos nas tabelas referentes às medições de 06 de dezembro de 2007, pode-se deduzir que os maiores LAeq<sub>s</sub> em dB(A), ocorreram nos horários mostrados na tabela 15.

**Tabela 15 - Maiores LAeq<sub>s</sub> obtidos na medição do dia 06/12/2007 e relação da passagem de veículos relacionados aos respectivos horários.**

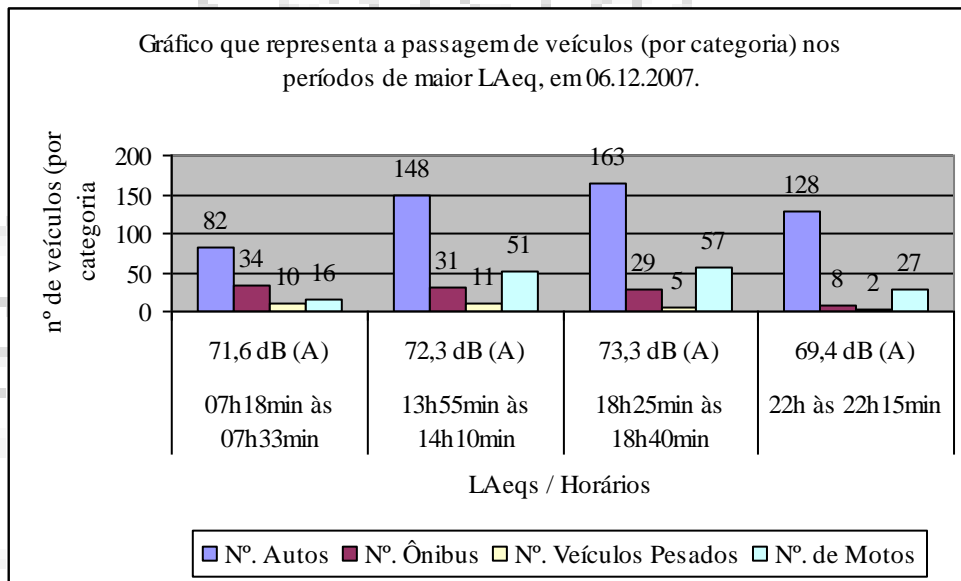
Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
07h18min às 07h33min	71,6 dB (A)	82	34	10	16	142
13h55min às 14h10min	72,3 dB (A)	148	31	11	51	241
18h25min às 18h40min	73,3 dB (A)	163	29	05	57	254
22h às 22h15min	69,4 dB (A)	128	08	02	27	165

Data: 06.12.2007

Dia da semana: quinta-feira

A tabela 15 mostra que no ensaio do dia 06 de dezembro de 2007, o maior LAeq correspondeu ao 3º turno medido. Em relação aos demais turnos, é este que apresenta o maior total das categorias de veículos, como também registra a maior passagem de automóveis e de motocicletas.

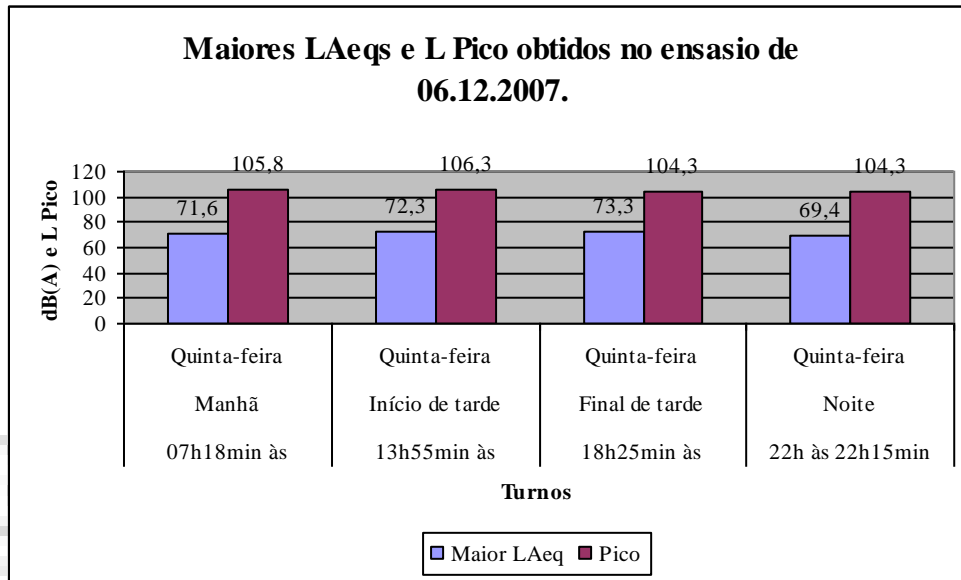
A Figura 25 ilustra a distribuição dos veículos nos horários que apresentam os maiores LAeqs nos quatro (04) turnos.



**Figura 25 – Gráfico representativo das Medições de LAeq e número de veículos dos períodos de maiores LAeqs obtidos em 06/12/07.**

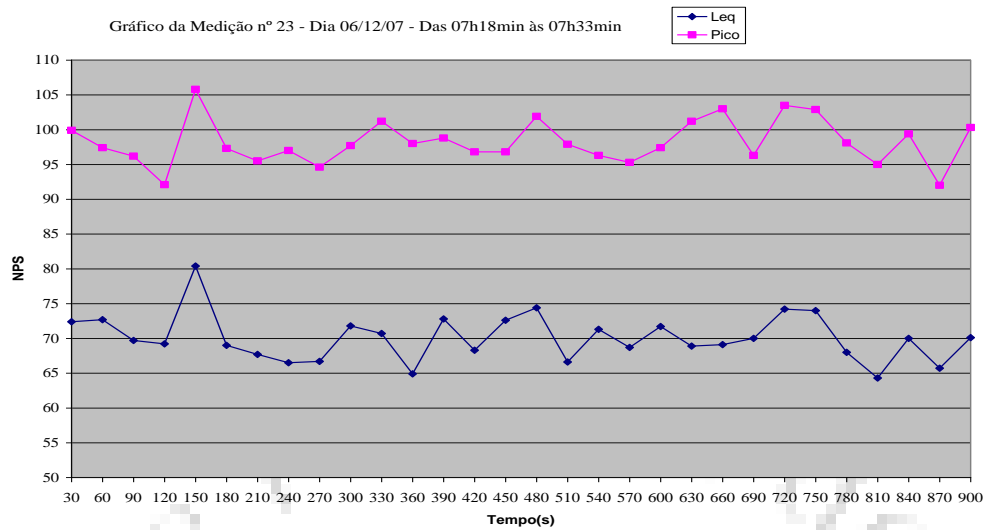
A tabela 15 e a Figura 25 correspondem aos resultados de maiores LAeqs e relação de passagens de todos os veículos, durante os respectivos turnos do ensaio realizado em 06 de dezembro de 2007. Percebe-se que o número de passagens de ônibus possui variações leves (entre 02 e 03 veículos), exceto, no último turno, que registra a passagem de apenas, oito (08) veículos. Entretanto, o número de passagens de automóveis a variabilidade é bem notável em todos os turnos. Na comparação entre o primeiro horário medido (07h18min às 07h33min) caracterizado com o LAeq de 71,6 dB(A), apresenta um número menor de automóveis que o último horário medido, que possui menor LAeq 69,4 dB(A), entre 22h às 22h15min. As diferenças entre esses dois períodos ocorreram quando houve maior passagem de veículos pesados, de motocicletas e de ônibus. No terceiro período medido, das 18h25min às 18h40min, está o maior LAeq, que também registra a maior passagem de automóveis, de motocicletas e de total de passagens de veículos.

A Figura 26, mostra os quatro turnos medidos em maior LAeq e LPico, obtidos nas medições realizadas no ensaio da data de 06 de dezembro de 2007.



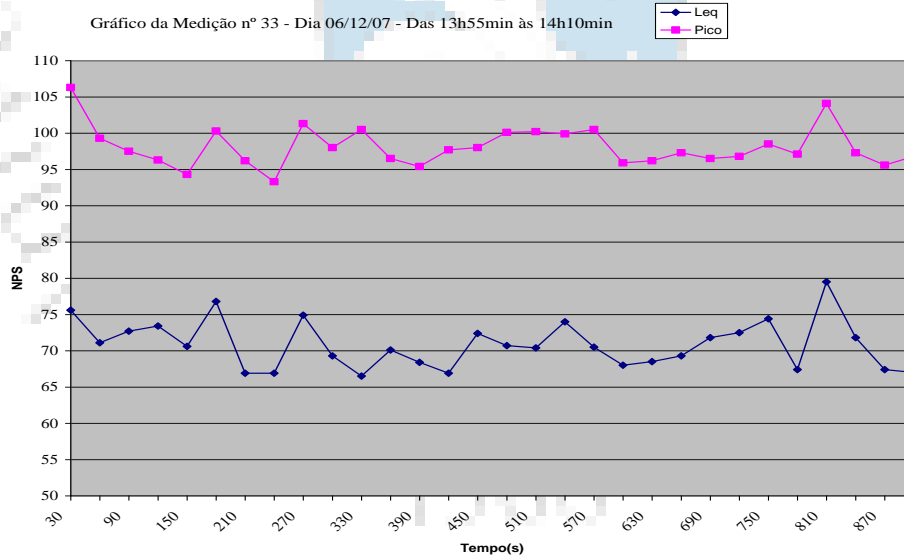
**Figura 26 – Gráfico representativo dos maiores LAeqs e Picos, obtidos no ensaio realizado no dia 06/12/07.**

Os gráficos das Figuras 27 a 30 correspondem aos espectros dos períodos caracterizados como de maior LAeq. Esses gráficos são a representação de espectros por meio do software usado na medição para caracterizar o maior LAeq e Pico que, conforme tabelas, correspondem aos maiores resultados obtido nos quatro (4) turnos medidos na data de 06.12.2007.



**Figura 27 –Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 1º turno medido na data de 06/12/2007, através do uso do software dBatti.**

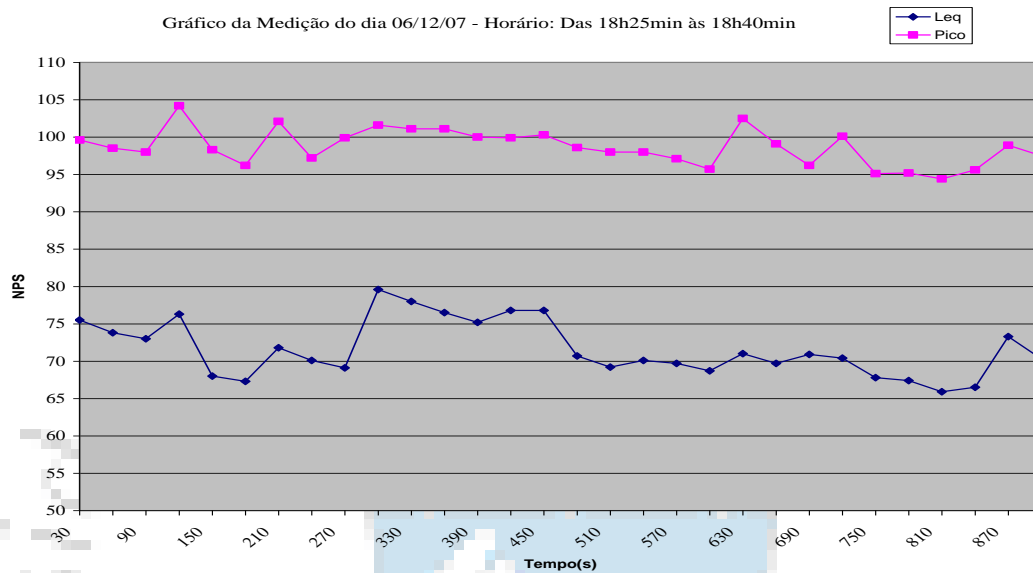
Percebe-se, no gráfico da Figura 27, a contagem de LAeq inicia na faixa de 73 dB(A), passa a ter uma oscilação acentuada no período entre 120 a 180 segundos. O LPico caracteriza a informação relacionada à análise da tabela 11.



**Figura 28 –Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 2º turno medido na data de 06/12/2007, com o uso do software dBatti.**

O gráfico da Figura 28, referente ao segundo período medido, o LAeq inicia na faixa de 75 dB(A), oscila entre 70 a 75 dB(A) até 150 segundos. A partir daí, passa a ter picos até

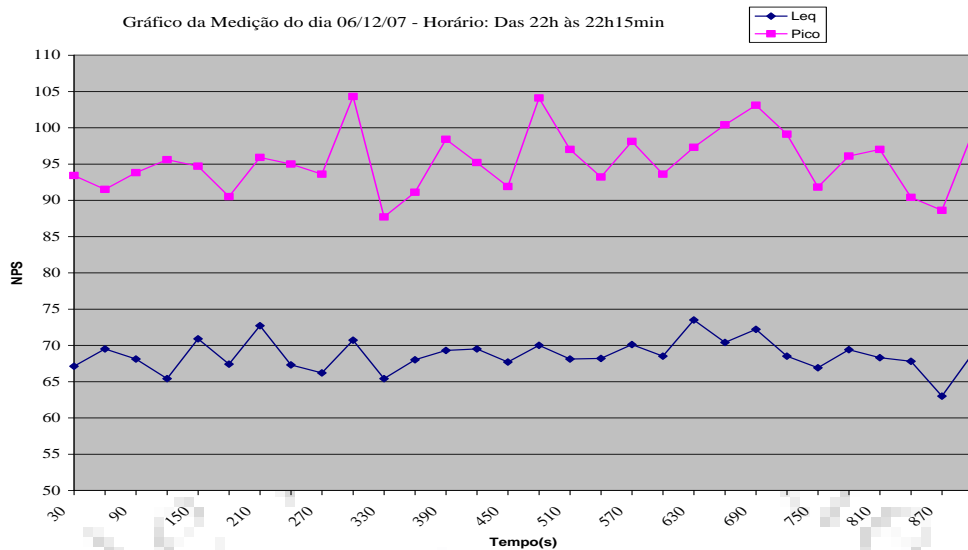
330 segundos. Tem variações constantes, mantém certa estabilidade até 810 segundos, onde tem outro pico em 80 dB(A) e termina na faixa de 67 dB(A). O LPico de 105,6 dB(A), confirma a informação apresentada na tabela 12.



**Figura 29 – Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 3º turno medido na data de 06/12/2007, com o uso do software dBatti.**

A Figura 29 caracteriza o gráfico correspondente ao 3º turno medido e o LAeq também começa em 75 dB(A). Entre 150 a 270 segundos, tem um decréscimo e, a partir daí, tem um pico em 80 dB(A), onde passa a ter um declive até 870 segundos, terminando na faixa de 70 dB(A). O LPico se mantém entre 104,3 dB(A) a 106 dB(A), conforme informação na tabela 13.





**Figura 30 – Gráfico do LAeq e Pico obtidos no 4º turno medido na data de 06/12/2007, com o uso do software dBatti.**

O espectro da Figura 30 mostra que o LAeq se mantém praticamente em toda a medição entre 65 a 70 dB(A). O LPico, por sua vez, mostra que na faixa entre 270 e 330 segundos, tem sua elevação em 108,1 dB(A), conforme informação na tabela 14.

#### 4.2.3 Medições do dia 17/06/2008

Este item corresponde às medições realizadas no ensaio do dia 17 de junho de 2008, mostrando valores obtidos em quatro turnos medidos, mais a especificação do número de veículos por categoria, que passaram nos períodos correspondentes.

É importante observar que, a partir dessa medição, o software utilizado, foi o dBTrait, que forneceu maiores dados referentes aos períodos medidos, sendo distribuídos em duas tabelas para cada turno medido, com o objetivo de ampliar as informações obtidas.

#### 4.2.3.1 Análise dos dados coletados no 1º turno de medições

A tabela 16 apresenta os resultados dos quatro períodos medidos no primeiro turno no *Ponto de Medição 01*, no dia 17 de junho de 2007, caracterizando o turno medido entre 07h15min às 08h15min.

**Tabela 16 – Medições do início da manhã de 17/06/2008**

Horário	LAeq em dB(A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Motos	Nº. Veículos Pesados	Total de todos os Veículos
07h15min às 07h30min	71,9	96	36	08	06	146
07h30min às 07h45min	70,6	114	28	14	07	163
07h45min às 08h	72,3	91	40	09	09	149
08h às 08h15min	70,8	90	26	09	10	135

Data: 17.06.2008

Nesses resultados pode-se perceber que o período, entre 07h45min às 08h, obtém o maior LAeq 72,3 dB(A) e registra a maior passagem de ônibus, em relação aos demais períodos. Tem o mesmo número de passagens de motocicletas e veículos pesados (09) e têm o segundo maior resultado no total de veículos (149). O total de automóveis é menor que no primeiro e segundo períodos medidos.

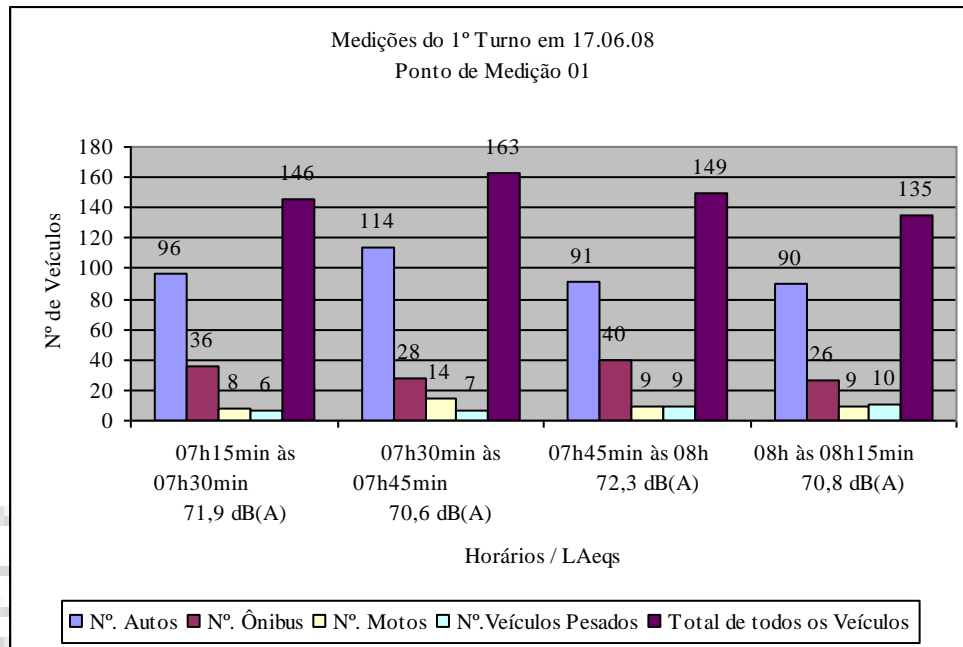
Os números referentes às passagens de automóveis, são aproximados (entre 90 a 96), com acréscimo no segundo horário (114 veículos).

Comparando-se todos os períodos, verificou-se que apenas o número de ônibus é maior no período que resultou com o maior LAeq..

O segundo período registra a maior passagem de automóveis, de motocicletas e maior total de veículos, no entanto, tem o menor LAeq.

A variação de temperatura no turno medido foi mínima de 17.3°C e máxima de 18.5°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 57% e 59%.

A Figura 31, mostra graficamente, o número de passagens de todos os veículos, associados aos maiores LAeqs obtidos no 1º turno de medições.



**Figura 31 – Gráfico representativo das Medições de LAeq e número de veículos do 1º turno na data de 17/06/2008, período entre 07h15min às 08h15min.**

A tabela 17 apresenta as medições de LAeq em dB(A), LA<sub>min</sub>, LA<sub>máx.</sub>, Desvio Padrão, LPico, L<sub>90</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>10</sub>, percentuais de veículos pesados, automóveis e motocicletas do 1º turno, compreendido entre o período entre 07h15min às 08h15min, no dia 17 de junho de 2008, no Ponto de Medição 01.

**Tabela 17 – Índices percentuais e estatísticos de veículos do 1º turno de 17/08/2008**

Horário	LAeq em dB(A)	LA Mín.	LA Máx.	D. Pad.	L90	L50	L10	% Veículos pesados e ônibus	% Autos	% Motos
07h15min às 07h30min	71,9	55,7	83,4	5,4	61,9	69,3	75,6	28,77	69,56	5,47
07h30min às 07h45min	70,6	51,7	79,8	5,6	58,7	68,9	74,2	21,48	76,51	8,58
07h45min às 08h	72,3	54,0	81,9	5,6	61,2	70,3	75,8	32,88	65,00	6,04
08h às 08h15min	70,8	56,6	79,4	5,2	60,7	68,4	75,3	25,93	71,42	6,67

Data: 17.06.2008

O maior  $L_{10}$  ocorre no mesmo período do maior LAeq. O Desvio Padrão se mantém estável, entre 5,2 a 5,6 cujo segundo valor está caracterizado no segundo e terceiro períodos. O maior percentual de ônibus e veículos pesados também correspondem ao mesmo período de maior LAeq.

#### 4.2.3.2 Análise dos dados coletados no 2º turno de medições

A tabela 18 refere-se às medições de LAeq e número de veículos do 2º turno, compreendido entre o período entre 13h30min às 14h30min

**Tabela 18 – Medições do início da tarde de 17/06/2008**

Horário	LAeq em dB(A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
13h30min às 13h45min	70,8	171	30	07	33	241
13h45min às 14h	71,6	168	35	06	32	241
14h às 14h15min	70,5	158	24	11	31	224
14h15min às 14h30min	71,7	162	27	09	23	221

Data: 17/06/2008

Os dados referentes a Tabela 18 apresentam valores de LAeqs, numa faixa de 70,5 dB(A) a 71,7 dB(A). A variabilidade no valor total de todas as passagens de veículos é de aproximadamente, 20 unidades.

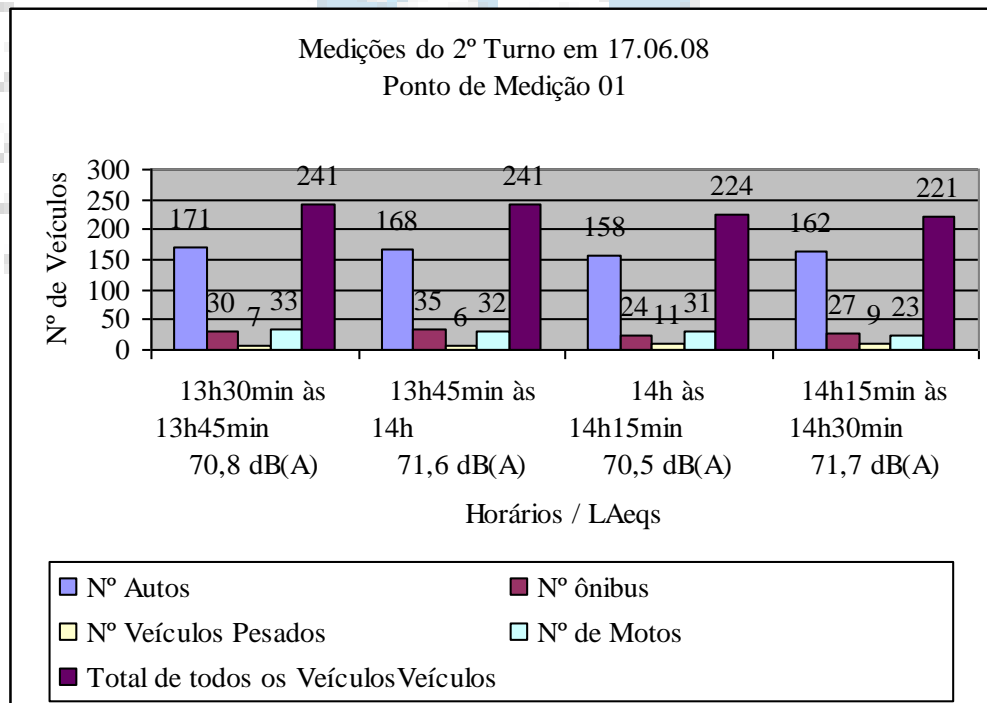
O LAeq maior em dB(A), corresponde ao último horário medido, entre 14h15min às 14h30min, 71,7 dB(A). No entanto, é o que apresenta a menor passagem no total de veículos.

Na comparação entre o primeiro período medido (13h30min às 13h45min) e o segundo (13h45min às 14h) nota-se que ambos apresentam o mesmo resultado no total de passagens de veículos, havendo pouca variabilidade entre os tipos de veículos, exceto ônibus, que com cinco (05) veículos a mais, no segundo turno, pode ter sido a causa de maior nível de ruído (71,6 dB(A)).

Na comparação entre os dois últimos períodos medidos (14h às 14h15min e 14h15min às 14h30min, percebe-se que o quarto período que registra o maior LAeq, em relação ao terceiro. Tem maior passagem de automóveis e de ônibus, o que pode justificar o resultado em LAeq, porque no total de veículos, apresenta a menor quantidade de veículos pesados e motocicletas e no total geral, tem 03 unidades a menor em relação o terceiro período.

A variação de temperatura no turno medido foi mínima de 20.3°C e máxima de 21.5°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 59% e 61%.

A Figura 32, mostra graficamente, o número de passagens de todos os veículos, associados aos maiores LAeqs obtidos no 2º turno de medições.



**Figura 32 – Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 2º turno em 17/06/2008, no período entre 13h30min às 14h30min.**

A tabela 19 apresenta as medições de LAeq em dB(A), LA<sub>min</sub>, LA<sub>máx.</sub>, desvio padrão, pico, L<sub>90</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>10</sub>, percentuais de veículos pesados, automóveis e motocicletas do 2º turno, compreendido entre o período entre 13h30min às 14h30min, no dia 17 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 19 – Índices percentuais e estatísticos de veículos do 2º turno de 17/06/2008**

Horário	LAeq em dB(A)	LA Mín.	LA Máx.	D. Pad.	L90	L50	L10	% Veículos pesados e Ônibus	% Autos	% Motos
13h30min às 13h45min	70,8	56,6	79,4	5,2	60,7	68,4	75,3	15,35	82,21	13,70
13h45min às 14h	71,6	55,7	81,3	4,6	62,8	69,8	74,6	17,02	80,38	13,28
14h às 14h15min	70,5	56,8	80,3	4,7	61,7	68,3	73,7	15,63	81,86	13,84
14h15min às 14h30min	71,7	54,7	81,8	5,0	62,6	69,6	74,4	16,29	81,81	10,41

Data: 17/06/2008

Na Tabela 19, o L<sub>10</sub> é maior no período que registra o segundo menor LAeq. O menor Desvio Padrão ocorre no segundo período, onde o LAeq foi de 71,6 dB(A), portanto o segundo maior LAeq, que também registra o maior percentual de veículos pesados. O maior L<sub>90</sub> coincide com o resultado do maior LAeq no último período em 71,7 dB(A).

#### 4.2.3.3 Análise dos dados coletados no 3º turno de medições

A tabela 20 mostra o resultado das medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 3º turno, compreendido entre o período entre 18h15min às 19h15min.

**Tabela 20 – Medições do Final de Tarde / Entardecer de 17/08/2008**

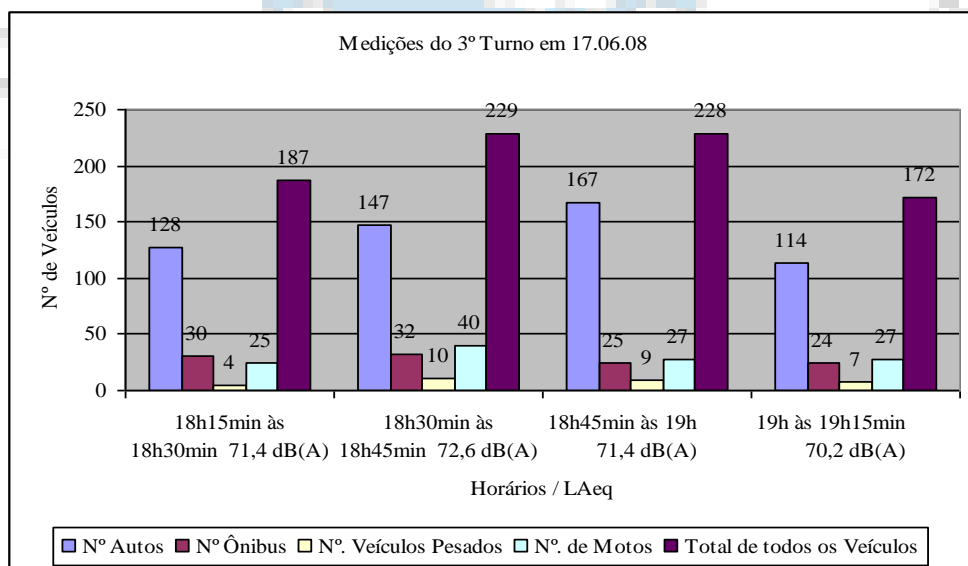
Horário	LAeq em dB(A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
18h15min às 18h30min	71,4	128	30	04	25	187
18h30min às 18h45min	72,6	147	32	10	40	229
18h45min às 19h	71,4	167	25	09	27	228
19h às 19h15min	70,2	114	24	07	27	172

A tabela 20 mostra que o maior LAeq, no período entre 18h30min e 18h45min, se justifica pela maior passagem de todos os veículos, com exceção de automóveis.

Percebe-se que o primeiro e o terceiro períodos, tiveram o mesmo resultado de LAeq 71,4 dB(A). Na comparação entre o segundo período (maior LAeq) e o terceiro (18h45min às 19h), nota-se que, no resultado final de total de veículos, a diferença é apenas de uma unidade, porém o terceiro período possui vinte (20) automóveis a mais do que o segundo período, caracterizado como sendo o segundo maior LAeq.

A variação de temperatura no turno medido foi mínima de 17,9°C e máxima de 19,5°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 59% e 63%.

A Figura 33, mostra graficamente, o número de passagens de todos os veículos, associados aos maiores LAeqs obtidos no 3º turno de medições.



**Figura 33 – Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 3º turno em 17/06/08, período entre 18h15min às 19h15min.**

A tabela 21 mostra as medições de LAeq em dB(A), LA<sub>min</sub>, LA<sub>máx.</sub>, desvio padrão, pico, L<sub>90</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>10</sub>, percentuais de veículos pesados, automóveis e motocicletas do 3º turno, compreendido entre o período entre 18h15min às 19h15min, no dia 17 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 21 – Índices percentuais e estatísticos de veículos do 3º turno de 17/06/2008**

Horário	LAeq em dB(A)	LA Mín.	LA Máx.	D. Pad.	L90	L50	L10	% Veículos Pesados e Ônibus	% Autos	% Motos
18h15min às 18h30min	71,4	55,8	82,4	5,0	61,4	69,5	73,6	18,18	79,01	13,36
18h30min às 18h45min	72,6	54,6	84,1	5,1	62,3	69,8	76,2	18,34	77,77	17,46
18h45min às 19h	71,4	55,7	79,7	5,1	60,9	69,6	75,3	14,92	83,08	11,84
19h às 19h15min	70,2	56,9	79,9	4,4	62,5	68,6	73,3	18,02	78,62	15,70

Data: 17/06/2008

A Tabela 21 mostra que o maior L<sub>10</sub> coincide com o período de maior LAeq, entre 18h30min às 18h45min que também coincide com o maior percentual de ônibus e veículos pesados. O valor de L<sub>90</sub> é menor no terceiro período que tem o mesmo resultado de LAeq no primeiro período medido.

#### 4.2.3.4 Análise dos dados coletados no 4º turno de medições

A tabela 22 refere-se aos dados coletados para o quarto turno de medições, realizado no horário das 22h às 23h, do dia 17 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.



**Tabela 22 – Medições Noturnas de 17/06/2008**

Horário	LAeq em dB(A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
22h às 22h15min	69,3	90	07	02	23	122
22h15min às 22h30min	68,1	62	12	01	16	91
22h30min às 22h45min	66,9	62	09	02	12	85
22h45min às 23h	67,2	50	11	02	15	78

Data: 17/06/2008

O último turno medido no dia 17 de junho de 2008, por se tratar de um período noturno, apresenta em todos os períodos, um resultado de LAeq inferior aos coletados durante o horário diurno. Como já foi mencionado na avaliação do resultado do mesmo período medido em 06 de dezembro de 2007, esse fato já estava previsto.

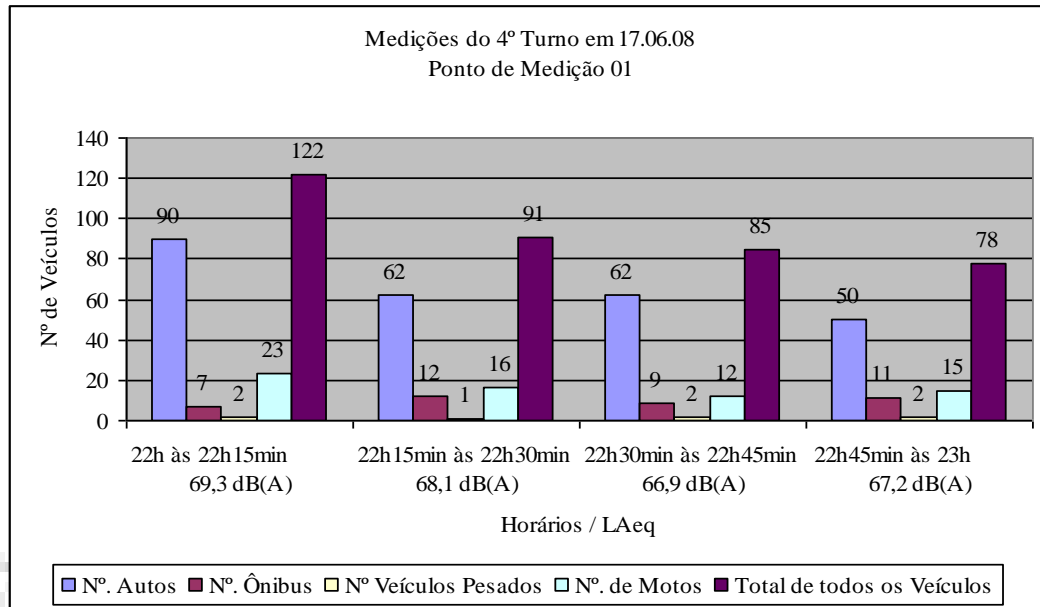
O que se observa é que o maior resultado em LAeq registra a maior passagem de automóveis e motocicletas como também, no resultado total de passagem de veículos.

Os veículos pesados mantêm uma linearidade, praticamente, em todos os períodos medidos. O maior registro de passagens de ônibus, consta no segundo horário, entre 22h15min às 22h30min, que, conseqüentemente, obtém o segundo maior LAeq.

Os valores obtidos em LAeqs, ainda permanecem fora dos limites estabelecidos pela Legislação, entretanto, de todos os turnos medidos, sempre é este, o que apresenta resultados mais próximos do que a ABNT/NBR 10151/2000 e o Código de Posturas de Santa Maria – RS, estabelece.

Nesse turno medido, a variação de temperatura no turno medido foi mínima de 19.9°C e, máxima de 21.5°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 58% e 61%.

A Figura 34, mostra graficamente, o número de passagens de todos os veículos, associados aos maiores LAeqs obtidos no 4º turno de medições.



**Figura 34 – Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 4º turno em 17/06/08, no período entre 22h às 22h45min.**

A tabela 23 corresponde às medições de LAeq em dB(A),  $LA_{min}$ ,  $LA_{máx.}$ , Desvio Padrão, pico,  $L_{90}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{10}$ , percentuais de veículos pesados, automóveis e motocicletas do 4º turno, compreendido entre o período entre 22h às 23h, no dia 17 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 23 – Medições noturnas de 17/06/2008**

Horário	LAeq em dB(A)	LA Mín.	LA Máx.	D. Pad.	L90	L50	L10	% Veículos Pesados e Ônibus	% Autos	% Motos
22h às 22h15min	69,3	45,7	86,4	6,9	54,8	63,5	72,2	7,38	90,90	18,85
22h15min às 22h30min	68,1	49,7	77,4	7,0	53,8	65,0	72,5	14,28	82,66	17,58
22h30min às 22h45min	66,9	49,0	80,3	7,2	51,5	62,1	70,9	12,95	84,93	14,10
22h45min às 23h	67,2	47,7	82,1	7,1	52,3	61,3	70,8	16,66	79,36	19,24

Data: 17/06/2008

A tabela 23 apresenta o maior valor de  $L_{10}$  (72,5 dB(A)) na coluna do segundo maior LAeq 68,1 dB(A). O Desvio Padrão se mostra com valores altos na medição desse turno ficando em média entre 6,9 a 7,1 dB(A), embora sua variabilidade seja pequena.

O maior percentual de ônibus e veículos pesados, está no período que teve o segundo menor LAeq. Já o de automóveis, coincide com o mesmo período de maior LAeq.

#### 4.2.3.5 Análise comparativa dos valores dos diferentes turnos no ensaio do dia 17/06/2008

A tabela 24 mostra valores que, de acordo com os resultados obtidos nas tabelas relativas às medições feitas nesse ensaio, pode-se deduzir que os maiores LAeqs em dB(A), na *terça-feira*, dia 17 de junho de 2008, foram:

**Tabela 24 – Passagem de veículos relacionados aos horários de maior LAeq em dB(A), em 17/06/2008**

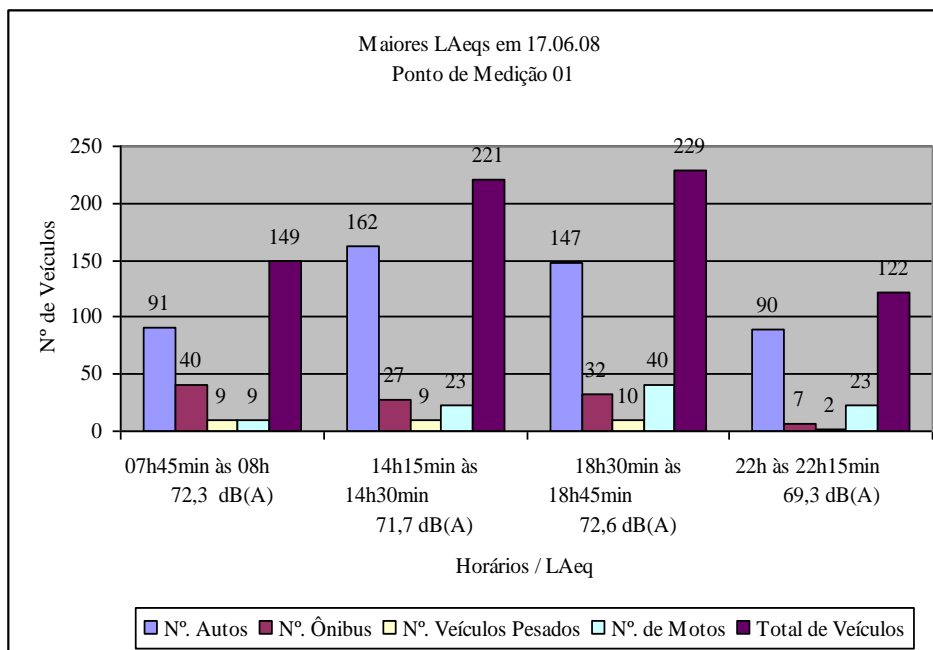
Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
07h45min às 08h	72,3 dB (A)	91	40	09	09	149
14h15min às 14h30min	71,7 dB (A)	162	27	09	23	221
18h30min às 18h45min	72,6 dB (A)	147	32	10	40	229
22h às 22h15min	69,3 dB (A)	90	07	02	23	122

A tabela 24 que corresponde aos maiores LAeqs obtidos no ensaio de 17 de junho de 2008, mostra o maior LAeq no terceiro turno referente ao horário entre 18h30min às 18h45min. Esse período também registra a maior passagem de todos os veículos e tem um destaque maior na passagem de motocicletas.

Na comparação entre o primeiro e o terceiro período, percebe-se que embora a diferença de resultado em LAeq, seja apenas de 0,3 dB(A), as desigualdades existentes entre passagens de automóveis, motocicletas e total de veículos são, substancialmente, muito amplas.

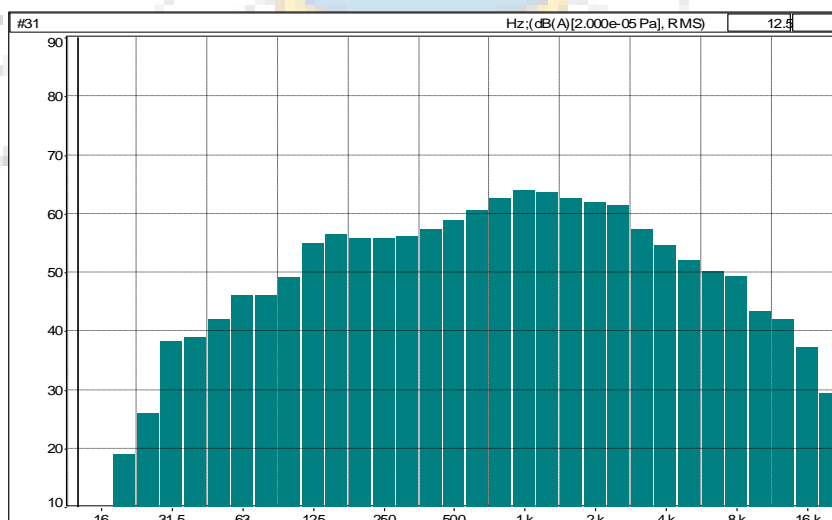
O período noturno, caracterizado por 69,3 dB(A), tem praticamente o mesmo número de passagens de automóveis que o turno da manhã que tem a maior passagem de ônibus, em relação ao quatro turnos. No entanto, o período noturno tem maiores passagens de motocicletas, em relação ao primeiro turno. Nesse caso, deduz-se que os ônibus, é que caracterizaram as diferenças existentes entre esses dois períodos medidos.

A Figura 35 ilustra a distribuição dos veículos nos horários que apresentam os maiores LAeqs nos quatro (04) turnos.



**Figura 35 – Gráfico representativo dos maiores LAeqs em dB(A) obtidos nos quatro turnos medidos na data de 17/06/2008.**

As Figuras 36 a 39, correspondem aos espectros obtidos nos períodos de maiores LAeqs, resultantes das medições dos quatro (04) turnos medidos no ensaio de 17 de junho de 2008. No eixo das abscissas, estão representadas as frequências por segundo em Hz, enquanto que o eixo das ordenadas corresponde as oscilações obtidas em cada estágio, em dB(A), das medições elaboradas por períodos de 15 minutos.



**Figura 36 – Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software usado na medição do 1º turno de 17/06/2008.**

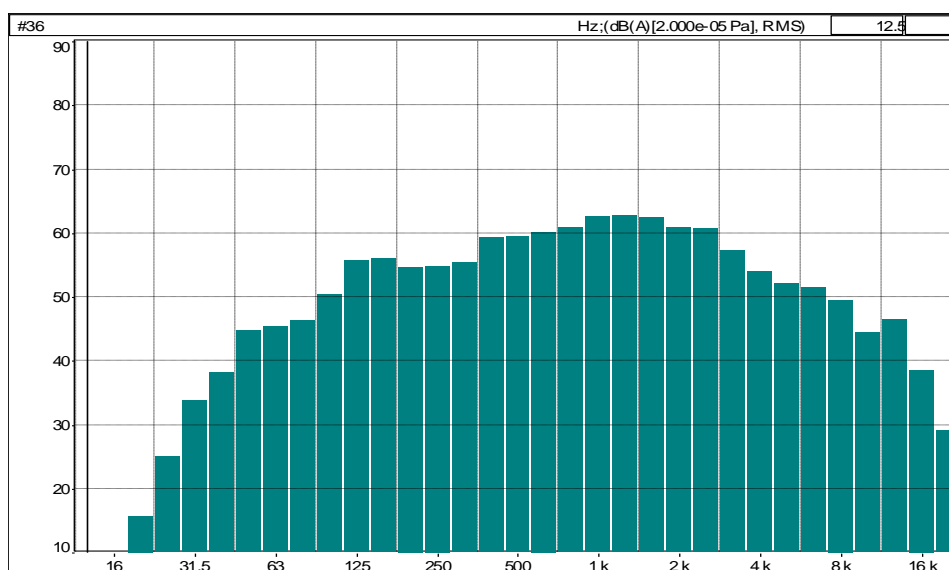


Figura 37 – Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software na medição do 2º turno de 17/06/2008.

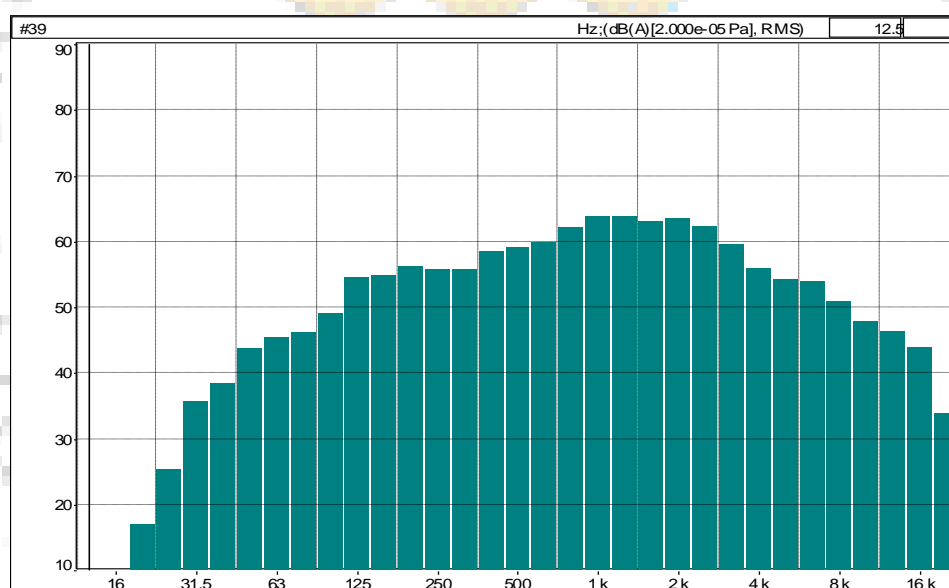
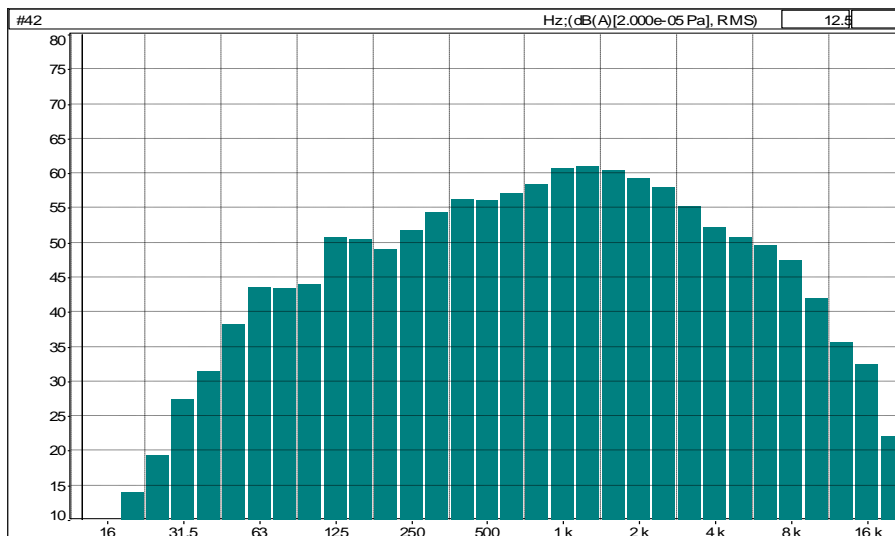


Figura 38 – Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software usado na medição do 3º turno de 17/06/2008.



**Figura 39 – Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software usado na medição do 4º turno de 17/06/2008.**

Nos espectros obtidos nas duas figuras correspondendo ao primeiro e segundo turnos das medições de 17 de junho de 2008, observa-se, em ambos os casos, que há formação de uma parábola em ascensão até a faixa de frequência de 1K, aproximadamente entre 63 a 65 dB(A). Depois passa a ter um declive até o final, em aproximadamente 30 dB(A).

Os gráficos de espectro, referentes ao terceiro e quarto períodos medidos de 17 de junho de 2008, mostram também uma elevação similar aos gráficos anteriores, porém terminam em índices diferentes, sendo o do terceiro turno em aproximadamente 33 dB(A) e o referente ao quarto turno terminando em quase 25 dB(A). As parábolas formadas pelos quatro espectros possuem uma formação parecida, em ascensão e declive todas desenvolvidas em RMS.

#### 4.2.4 Medições do dia 28/06/2008

Os dados constantes neste item se referem à medição de um único turno de ensaio realizado na data de 28 de junho de 2008, no entardecer/final de tarde.

#### 4.2.4.1 Análise dos dados coletados no único turno de medições

A tabela 25 apresenta o resultado das medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do único turno, compreendido entre o turno de 18h15min às 19h15min, no *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 25 - Medições de Final de tarde / Entardecer de 28/06/2008**

Horário	LAeq em dB(A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. Motos	Total de todos os Veículos
18h15min às 18h30min	68,0	104	18	05	14	141
18h30min às 18h45min	67,8	102	13	04	16	135
18h45min às 19h	67,0	119	17	05	10	151
19h às 19h15min	67,5	115	14	05	20	154

*Ponto de Medição 01*  
Dia da semana: sábado

Em função de se ter obtido os maiores LAeqs, nos períodos situados entre 18h30 às 19h, nas medições anteriores, definiu-se que, para as medições de 28 de junho de 2008, o horário a ser medido, deveria ser antecipado, em relação às medições feitas no sábado anterior, que iniciaram-se às 19h. O objetivo dessa mudança era saber se esse dado permaneceria igual aos demais. No entanto, no turno escolhido entre 18h15min às 19h15min, o resultado não conferiu.

O maior LAeq foi no primeiro período medido entre 18h15min às 18h30min, com valor de 68 dB(A), que registra apenas a maior passagem de ônibus.

Na comparação entre os dois últimos períodos que possuem uma diferença de três unidades no valor total, percebe-se que o intervalo das 18h45min às 19h, é que registra o maior número de automóveis (119) e ônibus (17), porém em relação ao último período, tem 0,5 dB(A) a menor. O período de 19h às 19h15min, tem o maior número de passagens de motocicletas (20) e registra o maior número de passagens de veículos (154), porém com menor LAeq.



No ensaio realizado do sábado anterior, ou seja, no dia 21 de junho de 2008, as medições foram no *Ponto de Medição 02* que, como já especificado, é caracterizado por declive na via.

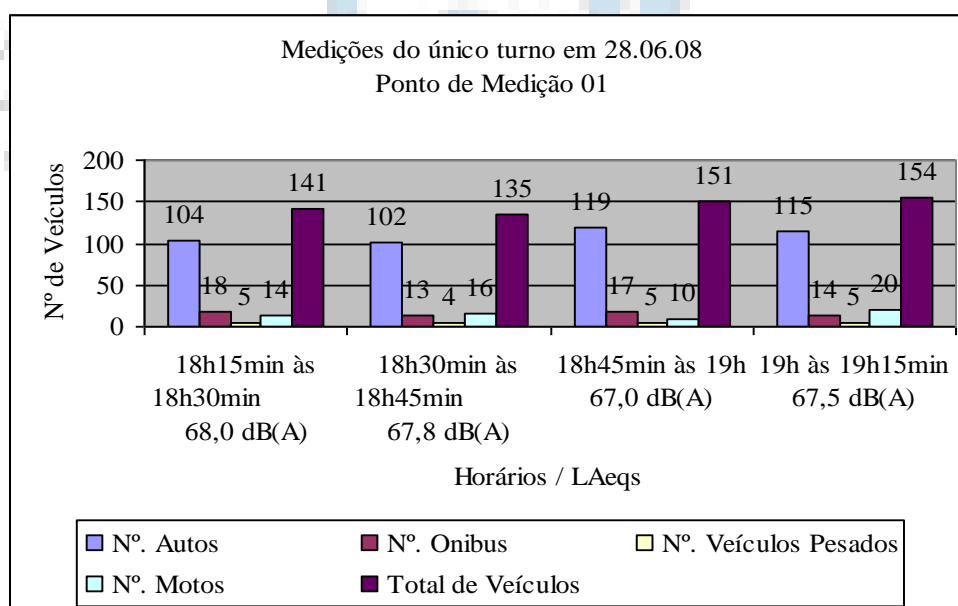
O *Ponto de Medição 01*, onde foi realizado o ensaio que está sendo analisado, tem distintas situações de relevo, comparado com o *Ponto de Medição 02*, porque apresenta características diferenciadas em relevo urbano. Possui pequena elevação e sinaleiro com a Rua Astrogildo de Azevedo, o que, certamente, caracterizou os diferentes resultados obtidos em ambos os pontos de medição.

No ensaio do *Ponto de Medição 02*, o menor LAeq, foi de 68,7 dB(A), enquanto que, no mesmo turno, o resultado no *Ponto de Medição 01*, o maior LAeq, foi de 68,0 dB(A).

Com base nessas duas informações, pode-se concluir que, o fator *velocidade*, propenso no *Ponto de Medição 02*, possibilita para que, nesse ponto, haja maior emissão sonora, em função de maior velocidade por parte dos veículos.

A variação de temperatura no período medido foi mínima de 17,9°C e, máxima de 18,5°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 67% e 69%.

A Figura 40, mostra graficamente, o número de passagens de todos os veículos, associados aos maiores LAeqs obtidos no único turno de medições.



**Figura 40 – Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do único turno, de 28/06/2008, no período entre 18h15min às 19h15min.**

A tabela 26 mostra o resultado das medições de LAeq em dB(A), LA<sub>min</sub>, LA<sub>máx.</sub>, Desvio Padrão, pico, L<sub>90</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>10</sub>, percentuais de veículos pesados, automóveis e motocicletas do único turno, compreendido entre o período Entre 18h15min às 18h30min, no dia 28 de junho de 2008, no Ponto de Medição 01.

**Tabela 26 – Medições de final de tarde / entardecer, de 28/06/2008**

Horário	LAeq Em dB(A)	LA Mín.	LA Máx	D. Pad	L90	L50	L10	% Veículos pesados e Ônibus	% Autos	% Motos
18h15min às 18h30min	68,0	43,9	76,5	8,6	49,4	64,8	72,3	16,32	81,88	9,92
18h30min às 18h45min	67,8	44,4	76,1	8,9	49,1	63,9	72,1	11,11	85,71	10,45
18h45min às 19h	67,0	44,1	74,5	9,0	48,0	63,1	72,0	14,56	84,39%	6,63
19h às 19h15min	67,5	44,2	77,8	8,8	49,0	63,6	71,8	12,33	85,82	12,99

*Ponto de Medição 01*

A tabela 26 mostra que o maior L<sub>10</sub> 72,3 dB(A) coincide com o período de maior LAeq 68 dB(A), embora sua variabilidade não seja muito desproporcional em todos os períodos. O LA máximo de 77,8 dB(A) ocorre no último período quando o LAeq tem sua segunda menor representação 67,5 dB(A). O Desvio Padrão se mantém alto em todos os períodos e o percentual de veículos pesados e ônibus também se encontra no período entre 19h e 19h15min.

#### 4.2.4.2 Análise do valor de LAeq do único turno do ensaio de 28/06/2008

As tabelas 27 e 28 mostram o resultado do maior LAeq e total de veículos referente a medição do único turno do dia 28 de junho de 2008.

**Tabela 27 – Maior LAeq em dB(A) obtido na medição do dia 28/06/2008.**

Horário	Turno	Dia da semana	Maior LAeq em dB (A)
18h15min às 18h30min	Final de tarde	sábado	68,0

*Ponto de Medição 01*

Turno único

**Tabela 28 – Passagem de veículos relacionados ao horário de maior LAeq em dB(A):**

Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	N.º de Motos	Total de Veículos
18h15min às 18h30min	68,0	104	18	05	14	141

Dia da semana: sábado

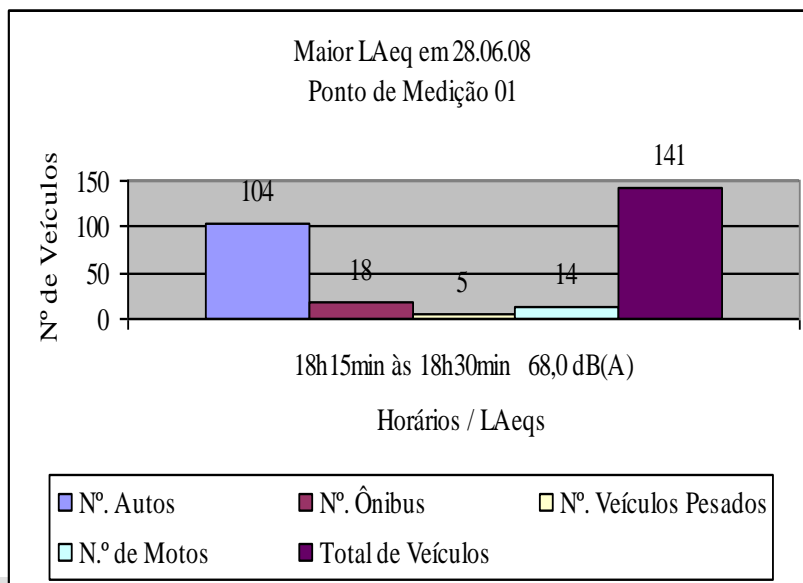
*Ponto de Medição 01*

O maior LAeq de 68 dB(A), dessa medição no *Ponto de Medição 01* mostra que, em relação ao mesmo horário medido no *Ponto de Medição 02*, o resultado foi menor.

O fato interessante é que o número de passagens de automóveis em ambos maiores LAeqs de sábados, nos distintos pontos de medição tem o mesmo número (104) e, quase o mesmo número de motocicletas. O número do ônibus e de veículos pesados é maior no *Ponto de Medição 01*, e mesmo assim, apresenta o menor LAeq.

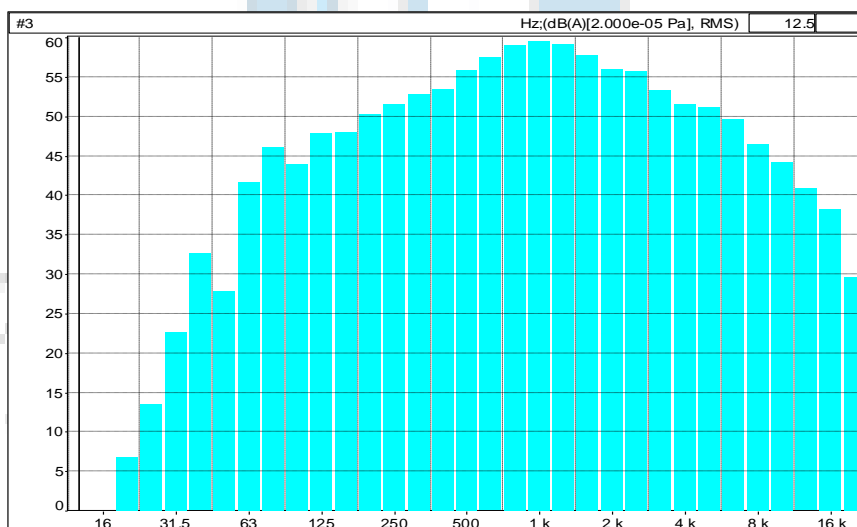
Com base nessa informação tornar-se evidente que os resultados obtidos no *Ponto de Medição 02* aos sábados foram superiores aos encontrados no *Ponto de Medição 01*.

A Figura 41 ilustra a distribuição dos veículos no único turno que apresenta o maior LAeq, no ensaio de 28 de junho de 2008.



**Figura 41 – Gráfico representativo das medições realizadas em 28/06/2008, mostrando número de passagens de veículos no período de maior LAeq em dB(A).**

A Figura 42 mostra o gráfico resultante da medição referente ao maior LAeq de 28 de junho de 2008.



**Figura 42 – Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software usado na medição do único turno de 28/06/2008.**

Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq	Lmin	Lmax	DP	L90	L50	L10
#3	Leq	A	dB	<b>68,0</b>	43,9	76,5	8,6	49,4	64,8	72,3
				Início	28/06/08 18:15					
				Fim	28/06/08 18:30					

O gráfico mostra que houve um pico maior na faixa de 31,5 Hz, seguido por mais dois (02), na faixa de 63 Hz. Entre 63 Hz a 1K, mantém ascendência, próxima a 60 dB (A). Já em 2K a 16K, inicia-se o declive que termina próximo de 30 dB (A).

#### 4.2.5 Medições do dia 29/06/2008

As informações constantes nas neste item são referentes às medições realizadas no dia 29 de junho de 2008, no primeiro horário da manhã e no final da tarde.

##### 4.2.5.1 Análise dos dados coletados no 1º turno de medições

A tabela 29 apresenta o resultado das medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 1º turno, compreendido entre o turno de 07h15min às 08h15min, no *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 29 – Medições de início de manhã, de 29/06/2008**

Horário	LAeq Em dB(A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
07h15min às 07h30min	61,2	15	07	02	10	34
07h30min às 07h45min	63,3	27	11	03	04	45
07h45min às 08h	62,3	30	09	01	06	46
08h às 08h15min	62,4	23	11	01	05	40

Dia da semana: domingo

*Ponto de Medição 01*

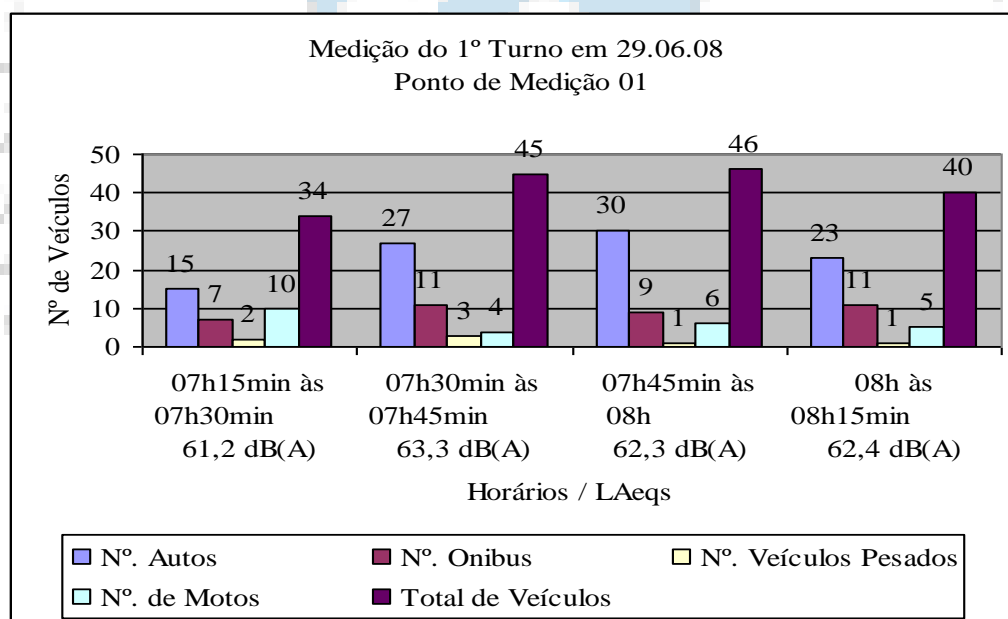
Os resultados em LAeq, se apresentam menores, comparados com o mesmo turno medido, no domingo anterior, no *Ponto de Medição 2*. Supõe-se que as diferenças topográficas da via em estudo, tenham influenciado nesses resultados. O maior LAeq foi de 63,3 dB(A) no período entre 07h30min às 07h45min que, comparado com o maior LAeq

obtido no domingo anterior, representa uma diferença de quase 04 dB(A) a menor. O que é possível observar é que a variabilidade tanto de valores de LAeqs como de veículos por categoria, não chega a valores muito distantes, exceto no primeiro período onde o número de automóveis (15) é bem menor, em relação aos demais. Na comparação entre os períodos de 07h30min às 07h45min e 07h45min às 08h, percebe-se que a diferença de total de passagens de veículos é de apenas uma unidade, porém a diferença de LAeq é de 01 dB(A).

Entre o terceiro e quarto período, os resultados em LAeq, são diferenciados por 0,1 dB(A) entretanto, o que tem o menor resultado 62,3 dB(A), tem a maior quantidade de veículos (46). O número de motocicletas é maior no primeiro período (10) porém é o período que tem o resultado de menor LAeq 61,2 dB(A).

A variação de temperatura no período medido foi mínima de 17,3°C, 07h45min e, máxima de 18,1°C a umidade relativa do ar oscilou entre 69% e 73%.

A Figura 43 ilustra a distribuição dos LAeqs e passagem de veículos na medição do 1º turno do dia 22 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.



**Figura 43 – Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 1º turno, do dia 29/06/2008, no período entre 07h15min às 08h15min.**

A tabela 30 mostra os resultados das medições de LAeq em dB(A), LA<sub>min</sub>, LA<sub>máx.</sub>, desvio padrão, pico, L<sub>90</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>10</sub>, percentuais de veículos pesados, automóveis e motocicletas

do 1º turno, compreendido entre o período entre 07h15min às 08h15min, no dia 29 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 30 – Medições do início da manhã, de 29/06/2008**

Horário	LAeq Em dB(A)	LA Mín.	LA Máx.	D. Pad.	L90	L50	L10	% Veículos pesados e Ônibus	% Autos	% Motos
07h15min às 07h30min	61,2	49,1	73,6	6,5	49,4	51,2	67,1	26,47	62,50	29,41
07h30min às 07h45min	63,3	48,9	75,2	7,1	49,8	52,8	68,8	31,11	65,85	08,88
07h45min às 08h	62,3	49,4	72,8	6,8	50,0	52,3	68,1	21,74	75,00	13,05
08h às 08h15min	62,4	48,4	74,1	6,7	50,4	52,5	67,5	28,20	65,71	12,50

*Ponto de Medição 01*

A tabela 30 tem o maior  $L_{10}$  68,8 dB(A) junto com o maior LAeq de 63,3 dB(A), , ou seja, entre 07h30min às 07h45min, onde o percentual em veículos pesados e ônibus também é maior (31,11%). O maior valor de LA máximo 75,2 dB(A) e o maior valor de Desvio Padrão, também se incluem nesse período.

#### 4.2.5.2 Análise dos dados coletados no 2º turno de medições

A tabela 31 apresenta o resultado das medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 2º turno, compreendido entre o período entre 18h15min às 19h15min, no *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 31 – Medições de Final de Tarde / Entardecer de 29/06/2008**

Horário	LAeq Em dB(A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
18h15min às 18h30min	66,9	101	13	02	27	143
18h30min às 18h45min	64,7	95	12	04	10	121
18h45min às 19h	66,7	96	23	07	31	157
19h às 19h15min	65,5	115	10	04	26	155

*Ponto de Medição 01*

Na comparação com as medições realizadas no domingo anterior, no *Ponto de Medição 02*, percebe-se, mais uma vez que os valores de LAeq, foram menores. O *Ponto de Medição 02* é caracterizado por uma inclinação que propicia a aceleração dos veículos. Enquanto que o *Ponto de Medição 01* se caracteriza por uma pequena elevação e por um ponto de parada de ônibus. Estas situações, provavelmente, justifiquem tais resultados.

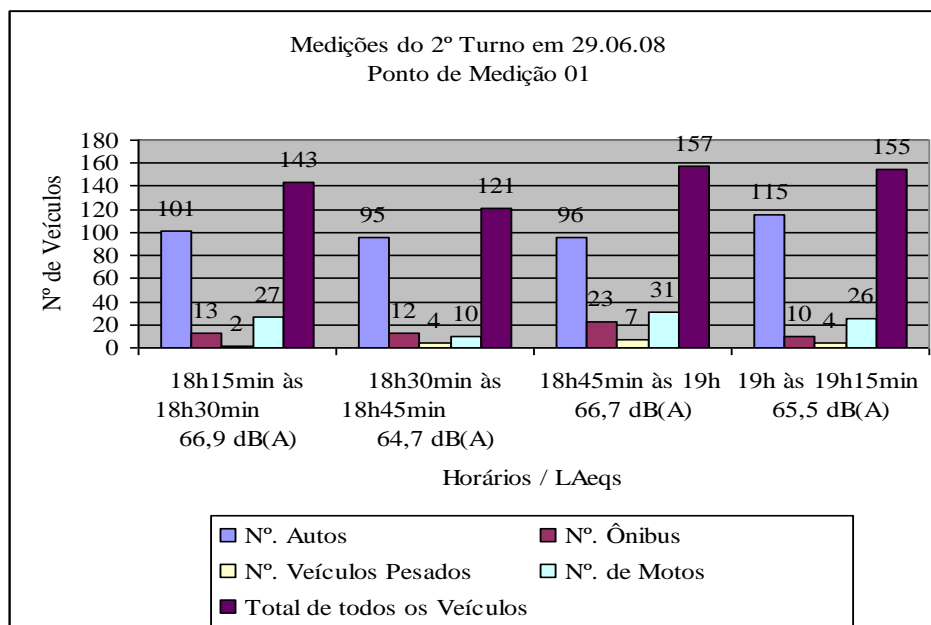
O maior LAeq registrado nesse turno, foi de 66,9 dB(A), portanto, 03 dB(A) a menor, em relação ao turno medido no mesmo horário, no domingo anterior, no *Ponto de Medição 02* que foi de 69,9 dB(A).

O maior registro de total de veículos foi no terceiro período medido (157) 18h45min que se caracteriza pelo segundo maior LAeq de 66,7 dB(A). Na comparação entre o terceiro período e o quarto, (18h45min às 19h e 19h às 19h15min) percebe-se que, apenas, o número de automóveis é maior no quarto período (115) e as diferenças de LAeq, entrem os dois períodos é de 1,2 dB(A) a menor no quarto período, com quase o mesmo número no total de veículos.

A variação de temperatura no período medido foi mínima de 16.9°C e, máxima de 17.3°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 71% e 76%.

A Figura 44 mostra graficamente, o número de passagens de todos os veículos, associados aos maiores LAeqs obtidos no 2º turno de medições.





**Figura 44** – Gráfico representativo das medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 2º turno, do dia 29/06/2008, período entre 18h15min às 19h15min.

A tabela 32 mostra os resultados obtidos nas medições de LAeq em dB(A), LA<sub>min</sub>, LA<sub>máx.</sub>, Desvio Padrão, pico, L<sub>90</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>10</sub>, percentuais de veículos pesados, automóveis e motocicletas do 2º turno, compreendido entre o período entre 18h15min às 19h15min, no dia 29 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 32** – Medições de final de tarde / entardecer de 29/06/2008

Horário	LAeq Em dB(A)	LA Mín.	LA Máx.	D. Pad.	L90	L50	L10	% Veículos pesados e Ônibus	% Autos	% Motos
18h15min às 18h30min	66,9	44,1	79,2	8,3	48,8	62,5	70,3	10,48	87,06	18,89
18h30min às 18h45min	64,7	41,3	75,9	8,8	46,2	60,1	69,2	13,23	85,58	08,26
18h45min às 19h	66,7	42,2	79,6	8,5	49,1	62,8	70,4	19,10	76,19	19,75
19h às 19h45min	65,5	42,8	72,9	9,1	46,5	61,6	69,9	09,02	89,14	16,78

*Ponto de Medição 01*

Os maiores valores de LA máximo 79,6 dB(A), L<sub>50</sub> 62,8 dB(A) e L<sub>10</sub> 70,4 dB(A) foram registrados no período entre 18h45min às 19h, embora não corresponda ao maior LAeq

de 66,9 dB(A). O maior percentual de veículos pesados de 19,10%, de automóveis (89,14%) e de motocicletas (19,75%) também não correspondem ao período de maior LAeq.

**Tabela 33 – Maior LAeq em dB(A) obtido na medição do dia 29/06/2008**

Horário	Turno	Maior LAeq em dB (A)
07h30min às 07h45min	Manhã	63,3
18h15min às 18h30min	Final de tarde	66,9

*Ponto de Medição 01*

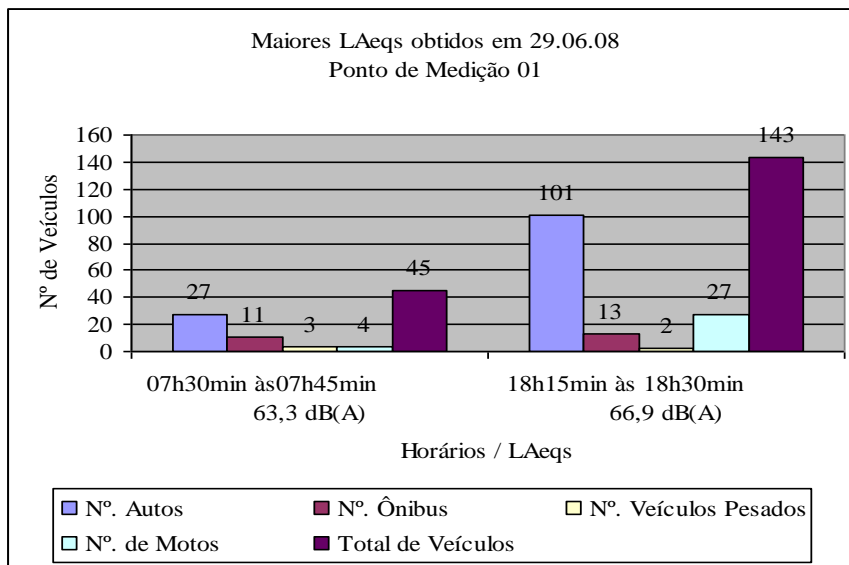
**Tabela 34 – Passagem de veículos relacionados ao horário de maior LAeq, de 29/06/2008**

Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
07h30min às 07h45min	63,3	27	11	03	04	45
18h15min às 18h30min	66,9	101	13	02	27	143

*Ponto de Medição 01*

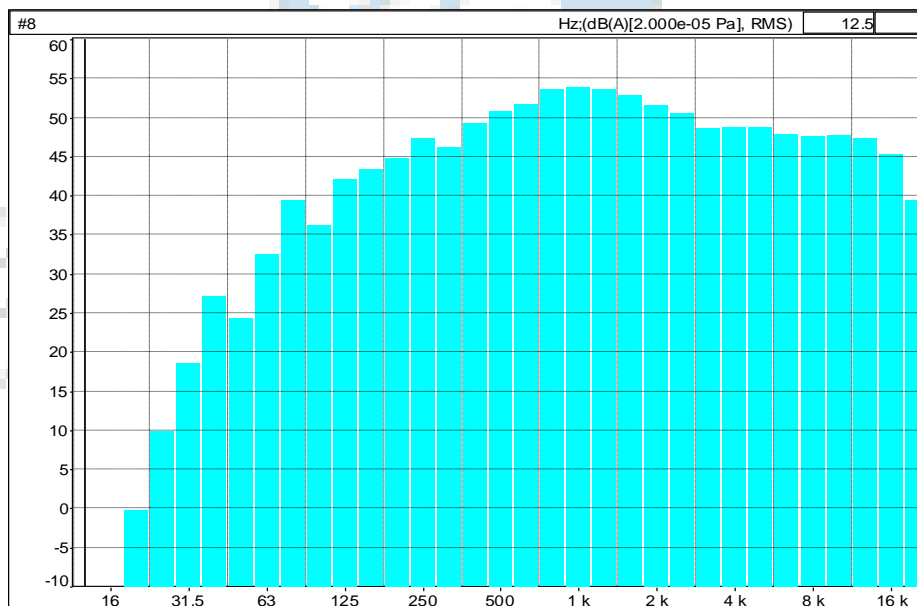
De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 33 e 34, pode-se constatar que os valores obtidos em ambas as tabelas, são representados por diferenças significativas, tanto em LAeq como no total de passagens de todos os veículos. A variabilidade maior ocorre na passagem de automóveis e motocicletas, o mesmo ocorrido nas medições do domingo anterior, dia 22 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 02*. Nota-se que o fluxo viário na parte da manhã de domingo é muito menor, comparado com o turno medido no horário da tarde. O número de passagem de ônibus e de veículos pesados é proporcional, porém no total de passagens de todos os veículos, a diferença existente entre os dois turnos é de quase cem (100) veículos a mais, no segundo.

A Figura 45 ilustra a distribuição dos veículos no único turno que apresenta o maior LAeq.



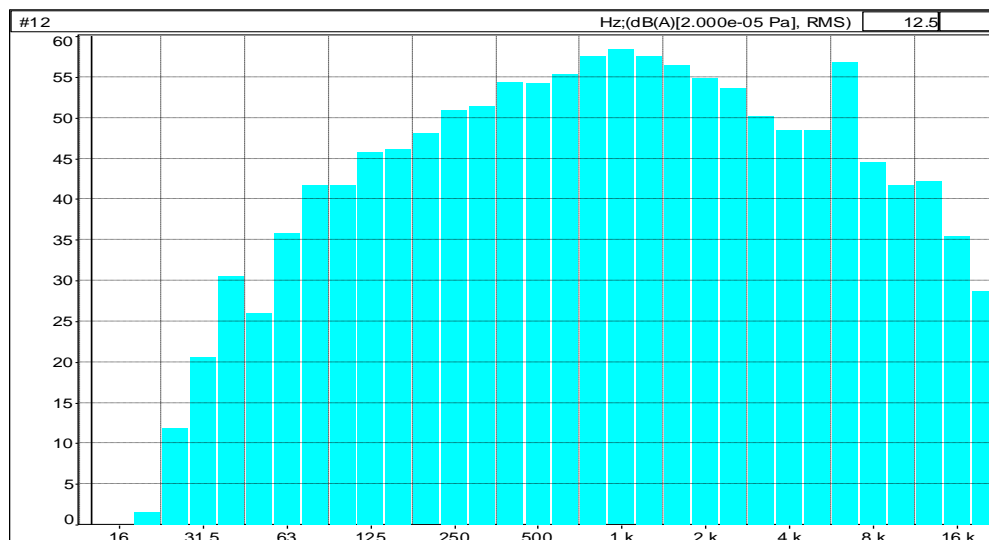
**Figura 45 – Gráfico representativo das medições realizadas em 29/06/2008, onde apresenta o número de veículos dos períodos de maiores LAeqs em dB(A) obtidos.**

As Figuras 46 e 47 correspondem aos espectros obtidos nos dois turnos de medições realizadas no ensaio de 29 de junho de 2008.



**Figura 46 - Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software na medição do 1º turno de 29/06/2008.**

Canal	Tipo	Peso	Unidade Leq	Lmin	Lmax	DP	L90	L50	L10	
#8	Leq	A	dB	63,3	48,9	75,2	7,1	49,8	52,8	68,8
				Início	29/06/08 07:35:24					
				Fim	29/06/08 07:50:24					



**Figura 47 - Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software na medição do 2º turno de 29/06/2008.**

Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq	Lmin	Lmax	DP	L90	L50	L10
#12	Leq	A	dB		66,9	44,1	79,2	8,3	48,8	62,5
				Início	29/06/08	18:15				
				Fim	29/06/08	18:30				70,3

O gráfico da Figura 46 mostra a formação de uma parábola ascendente que se mantém entre 50 a 55 dB(A) até a faixa de 500 Hz. O gráfico da Figura 47 mostra uma situação atípica, ou seja, um pico na faixa de 8K, que caracterizou uma elevação de ruído de atividade ( $L_{10}$ ) acima de 55 dB(A).

De um modo geral, as oscilações mantiveram-se uniformes, na formação das parábolas de espectros, em todos os resultados obtidos no *Ponto de Medição 01*.

### 4.3 Ponto de Medição 02

As informações constantes a partir deste item referem-se aos ensaios realizados no *Ponto de Medição 02*. As medições caracterizam-se por turnos de quatro (04) períodos, que visam diagnosticar o comportamento do fluxo viário na via medida, em finais de semana.

### 4.3.1 Medições do dia 21/06/2008

A tabela 35 mostra os resultados obtidos nas Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do turno único, compreendido entre o período entre 19h às 20h do dia 21 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 02*.

**Tabela 35 – Medições de Final de Tarde / Entardecer de 21/06/2008**

Horário	LAeq Em dB(A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
19h às 19h15min	69,1	116	16	03	14	149
19h15min às 19h30min	70,0	104	14	03	13	134
19h30min às 19h45min	68,7	92	12	01	20	125
19h45min às 20h	69,9	84	16	03	23	126

*Ponto de Medição 02*

Pelos dados constantes na tabela 35, percebe-se que os valores de LAeq, são menores que àqueles diagnosticados em dias úteis da semana e, estão mais aproximados aos valores coletados em medições noturnas. Entretanto, o Código de Posturas de Santa Maria – RS estabelece para a área em estudo, um valor máximo é de 60 dB(A), para períodos diurnos, caindo para 55dB(A), em períodos vespertinos e noturnos. Isso significa dizer que, até então, todos os períodos medidos, inclusive os noturnos, os níveis de ruído de trânsito, estão fora do que é estabelecido pela legislação.

O período de maior LAeq na tabela 35, está no horário entre 19h15min às 19h30min, embora não seja o período que registra o maior número de passagens de veículos.

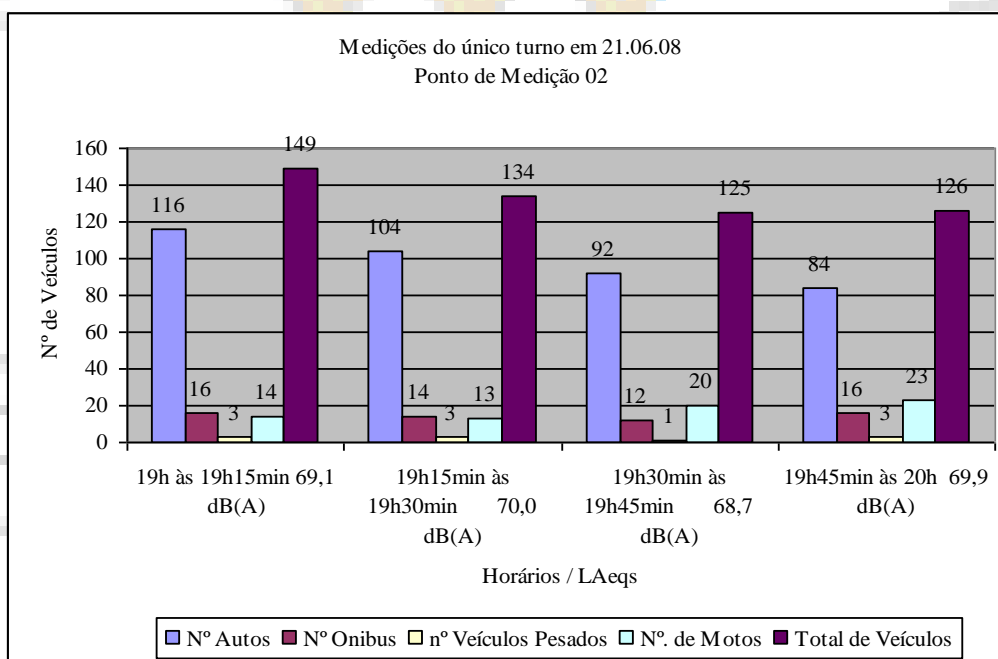
Na comparação entre o primeiro e o segundo períodos medidos, ou seja, das 19h às 19h15min e 19h15min às 19h30min, percebe-se que no primeiro período, todos os valores adquiridos em passagens de veículos por categoria, são maiores, com exceção aos veículos pesados, cujas passagens são iguais no primeiro, segundo e quarto períodos (03 unidades)e, mesmo assim, registra um LAeq menor, ou seja, 69,1 dB(A).

De um modo geral, a proporção dos níveis em LAeq, de todos os períodos desse turno é pequena, em relação às diferenças existentes, quer dizer que há pouca variabilidade entre os valores obtidos em LAeq..

O último período, que tem o segundo maior resultado, mostra o mesmo número de passagens de ônibus que o primeiro período, mas têm o maior número de passagens de motocicletas. Esse mesmo período comparado com o terceiro, nota-se que as diferenças de LAeqs existentes, possivelmente sejam, por passagem de mais ônibus e mais motocicletas, pois no resultado final de total de veículos, a variação é de apenas, uma unidade.

Nesse turno medido, a variação de temperatura foi mínima de 19. 9°C e, máxima de 20.5°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 63% e 66%.

A Figura 48, mostra graficamente, o número de passagens de todos os veículos, associados aos maiores LAeqs obtidos no único turno de medições.



**Figura 48 – Gráfico representativo das medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do único turno, em 21/06/2008, no período entre 19h às 20h, 21/06/08.**

A tabela 36 mostra as medições de LAeq em dB(A), LA<sub>min</sub>, LA<sub>máx.</sub>, Desvio Padrão, pico, L<sub>90</sub>,L<sub>50</sub>,L<sub>10</sub>, percentuais de veículos pesados, automóveis e motocicletas do único turno, compreendido entre o período entre 19h às 20h, no dia 21 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 02*.

**Tabela 36 – Medição de final de tarde / entardecer, de 21/06/2008**

Horário	LAeq Em dB(A)	LA Mín.	LA Máx.	D. Pa- drão	L90	L50	L10	% Autos	% Veículos pesados e Ônibus	% Motos
19hàs 19h15min	69,1	49,9	78,8	6,0	57,7	66,9	73,0	85,92	12,75	9,40
19h15min às 19h30min	70,0	51,8	80,0	6,4	56,5	67,1	73,6	85,95	12,68	9,71
19h30min às 19h45min	68,7	52,3	78,2	6,2	55,9	66,1	72,3	87,61	10,40	16,00
19h45min às 20h	69,9	50,6	81,2	7,1	54,1	66,8	73,6	81,55	15,08	18,26

*Ponto de Medição 02*

A tabela 36 mostra os maiores  $L_{10}$  coincidindo com os dois maiores LAeqs. O menor  $L_{90}$  está na coluna do segundo maior LAeq 69,9 dB(A) cuja diferença do que registra o maior é de apenas 0,1 dB(A). Nele também está caracterizado o maior Desvio Padrão 7,1 dB(A). O maior percentual de automóveis está na coluna do menor LAeq e os maiores percentuais de veículos pesados, ônibus e motocicletas ocorrem no período do segundo maior LAeq.

#### 4.3.1.1. Análise do valor de LAeq do único turno do ensaio de 21/06/2008.

De acordo com os dados constantes na tabela 37, verifica-se que o maior LAeq de 70,0 dB(A), ocorre no 2º período medido, conforme especificado na tabela 36.

**Tabela 37 – Maior LAeq em dB(A) obtido na medição do dia 21/06/2008.**

Horário	Turno	Dia da semana	Maior LAeq em dB(A)
19h15min às19h30min	Final de tarde	sábado	70,0

*Ponto de Medição 02*  
Dia da semana: sábado  
Turno único

**Tabela 38 – Passagem de veículos relacionados ao horário de maior LAeq em dB(A)**

Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
19h 15 às 19h30min	70,0	104	14	03	13	134

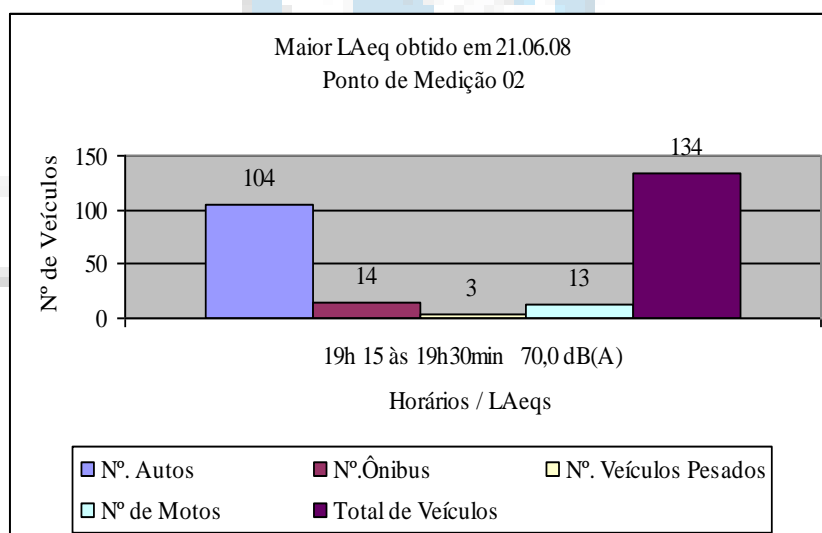
*Ponto de Medição 02*

Dia da semana: sábado

Embora seja sábado um dia considerado final de semana, o fluxo viário, não muda muito, em relação à passagem de automóveis, comparados com dias úteis. Existe sim, uma redução de ônibus e de veículos pesados, entretanto, o valor de LAeq máximo, fica próximo dos valores encontrados em terças e quinta-feira. Percebe-se que a diminuição de ônibus, muito pouco interferiu no resultado final.

Outra hipótese é que o *Ponto de Medição 02* é caracterizado por um declive viário, onde ocorrem velocidades maiores. Esse fenômeno permite a probabilidade de produzir maior ruído no veículo.

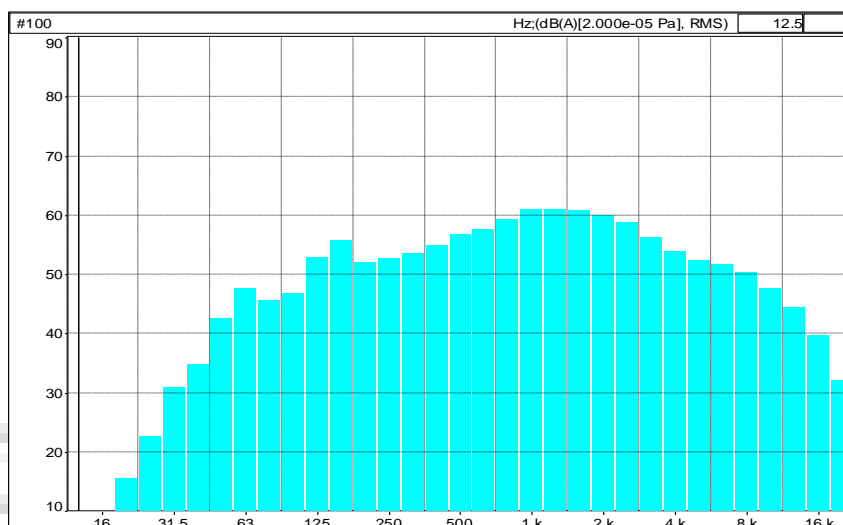
A Figura 49 ilustra a distribuição dos veículos no único turno que apresenta o maior LAeq.



**Figura 49 - Gráfico representativo das medições realizadas em 21/06/2008, onde são mostrados os números de passagens de veículos no período de maior LAeq em dB(A) obtido.**



A Figura 50 mostra o espectro resultante do maior LAeq de 21 de junho de 2008.



**Figura 50 – Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido através do software usado na medição do único turno de 21/06/2008.**

Nesse gráfico há, entre 63Hz e 125Hz, alguns picos que podem ser caracterizados por pequenos eventos temporais. A parábola, entretanto, atinge o máximo de 60 dB(A) entre 1K e 2K.

#### 4.3.2 Medições do dia 22/06/2008

As informações constantes no item 4.3.2, referem-se às medições realizadas no ensaio do dia 22 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 02*.

Cabe ressaltar, que esse ensaio foi realizado em dois turnos (início da manhã e final da tarde), para se ter um perfil dos horários de domingo entre menor e maior fluxo viário.

#### 4.3.2.1 Análise dos dados coletados no 1º turno de medições

A tabela 39 apresenta valores referentes às medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 1º turno, compreendido entre o período entre 07h15min às 08h15min, *no Ponto de Medição 02*.

**Tabela 39 – Medições de início da manhã, de 22/06/2008**

Horário	LAeq Em dB(A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
07h15min às 07h30min	64.4	21	10	03	03	37
07h30min às 07h45min	63.0	16	10	01	04	31
07h45min às 08h	67,0	45	12	04	04	65
08h às 08h15min	63.2	14	08	01	04	27

*Ponto de Medição 02*

Dia da semana: domingo

A tabela 39 representa o resultado obtido nos quatro períodos medidos no primeiro turno do dia 22 de junho de 2007, trazendo como destaque de maior LAeq em 67 dB(A) no período compreendido entre o horário entre 07h45min às 08h que caracteriza maior passagem de todos os veículos, exceto motocicletas, que se mantém estável em relação aos demais períodos. O destaque nessa medição é que esse período registra, aproximadamente 03 dB(A) acima dos demais períodos. Nesse caso, é possível deduzir que os automóveis, para esse período medido, é que produziram maior nível sonoro.

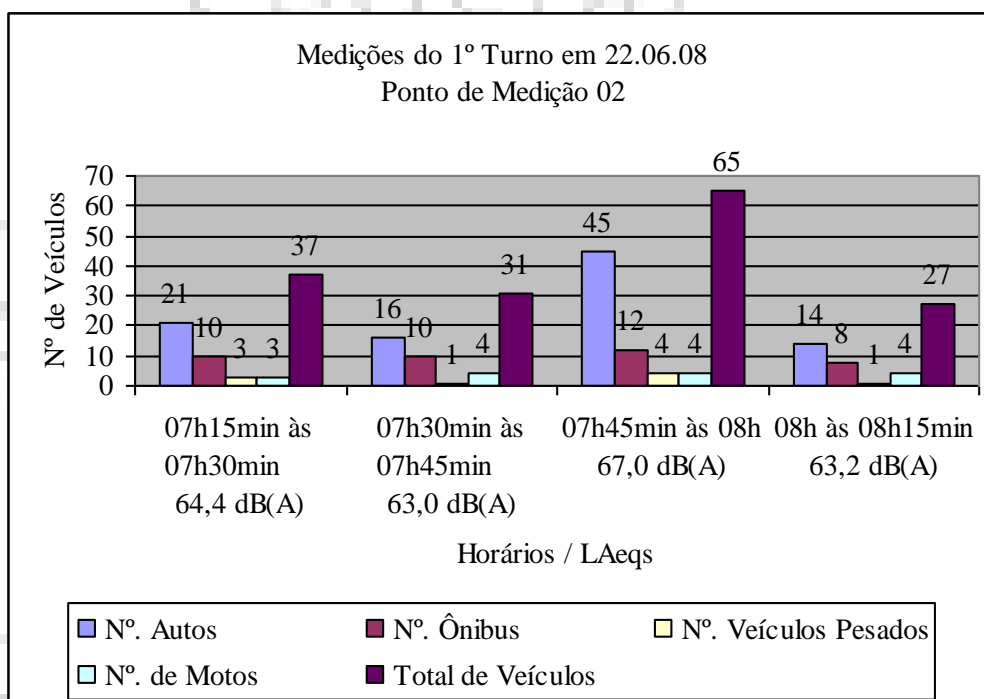
Os períodos entre 07h30min às 07h45min e, 08h às 08h15min, são caracterizados pela uma diferença de um pequeno percentual de resultado de LAeq 0,2 dB(A) e pela variação de dois veículos para menos no quarto período em relação ao segundo, com 63,0 dB(A) de LAeq. Mesmo com essa redução em automóveis e de ônibus, o quarto período tem maior LAeq 63,2 dB(A) porém, em ambos períodos existe o mesmo número de veículos pesados.

Conforme são mostrados esses dados na Tabela 39, supõe-se que para esse turno medido, os níveis sonoros deveriam ser menores, pelo fato de se tratar de um domingo, na primeira hora da manhã, onde o trânsito, normalmente, é bem menor e mesmo assim, o menor

L<sub>Aeq</sub> foi de 63 dB(A) que até então, tem o menor índice registrado em ficou próximo aos valores estabelecidos por Legislação.

A variação de temperatura no turno medido foi mínima de 19.6°C e máxima de 21.5°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 67% e 69%.

A Figura 51, mostra graficamente, o número de passagens de todos os veículos, associados aos maiores L<sub>Aeq</sub>s obtidos no 1º turno de medições.



**Figura 51 – Gráfico representativo das Medições de L<sub>Aeq</sub> e número de veículos do 1º turno de 22/06/2008, no período entre 07h15min às 08h15min.**

A tabela 40 apresenta as medições de L<sub>Aeq</sub> em dB(A), L<sub>Amin</sub>, L<sub>Amax</sub>, Desvio Padrão, pico, L<sub>90</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>10</sub>, percentuais de veículos pesados, automóveis e motocicletas do 1º turno, compreendido entre o período entre 07h15min às 08h15min, no dia 22 de junho de 2008, no Ponto de Medição 02.

**Tabela 40 – Medições do início da manhã, de 22/06/2008**

Horário	LAeq em dB(A)	LA Mín.	LA Máx.	D. Pad.	L90	L50	L10	% Veículos Pesados e ônibus	% Autos	% Motos
07h15min às 07h30min	64,5	36,6	76,2	9,0	45,6	55,8	68,6	35,13	61,76	08,11
07h30min às 07h45min	63,0	42,2	75,6	7,6	46,2	55,7	67,1	35,48	59,25	12,90
07h45min às 08h	67,0	40,9	81,2	8,0	50,2	61,1	70,4	24,62	73,77	06,15
08h às 08h15min	63,3	41,1	75,7	8,6	44,9	54,3	68,3	33,33	60,86	14,82

*Ponto de Medição 02*

A tabela 40 mostra o L<sub>10</sub> junto com o período de maior LAeq e conseqüentemente, o maior percentual de automóveis. Os valores de Desvio Padrão voltam a ficar altos quando os valores de LAeqs ficam menores. O menor valor de L<sub>90</sub> aparece no último período medido, onde o LAeq foi de 63,3 dB(A) e o maior junto ao maior LAeq em 50,2 d(A).

#### 4.3.2.2 Análise dos dados coletados no 2º turno de medições

A tabela 41 apresenta o resultado das medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 2º turno, compreendido entre o período entre 18h15min às 19h15min, no *Ponto de Medição 02*.

**Tabela 41 – Medições de Final de Tarde / Entardecer de 22/06/2008**

Horário	LAeq Em dB(A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
18h15min às 18h30min	66,6	60	09	03	19	91
18h30min às 18h45min	68,1	107	16	05	22	150
18h45min às 19h	69,9	93	19	06	28	146
19h às 19h15min	68,2	114	10	03	17	144

O segundo turno da primeira medição realizada em domingo, mostra um resultado próximo aos resultados obtidos em dias de semana, na questão de horários aproximados.

Em todos os períodos medidos, a faixa entre 18h30min às 19h, em média, corresponderam aos maiores LAeqs.

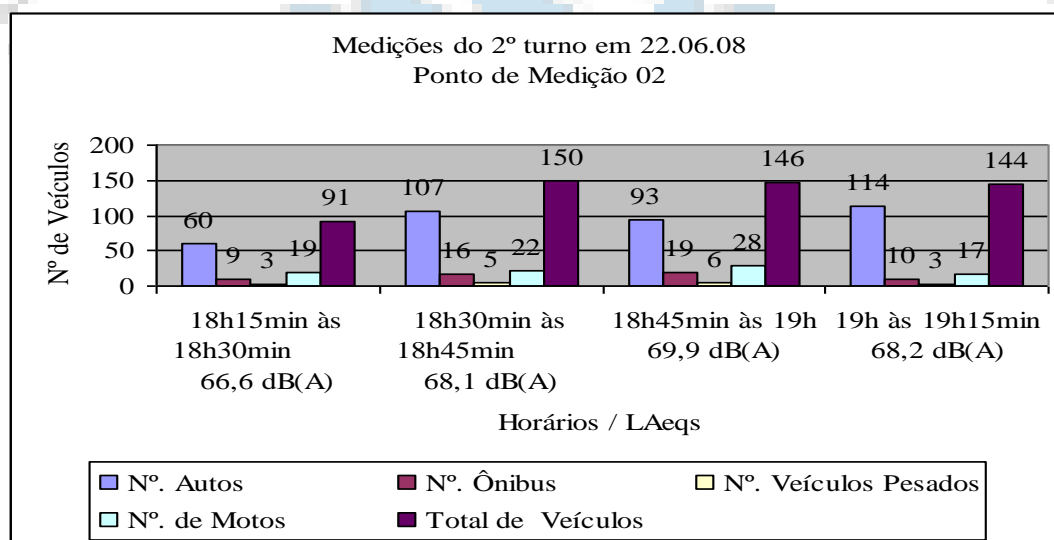
O objetivo dessa medição em final de semana foi verificar se, nesse horário, os níveis permaneciam iguais.

Nessa primeira medição de domingos à tarde, nota-se que o maior LAeq de 69,9 dB(A) ocorreu no período entre 18h45min às 19h, em que houveram maiores passagens de ônibus, veículos pesados e motocicletas. Na comparação com o último período medido, ou seja, das 19h às 19h15min, no total de ambos, a diferença está em duas unidades, porém o último período tem maior passagem de automóveis (114).

O menor LAeq de 66,6 dB(A) no horário entre 18h15min às 18h30min, coincide com a menor passagem de automóveis, de ônibus e no total de todos os veículos (91).

A variação de temperatura no período medido foi mínima de 18.9°C e, máxima de 19.3°C. A umidade relativa do ar oscilou entre 65% e 69%.

A Figura 52 mostra graficamente, o número de passagens de todos os veículos, associados aos maiores LAeqs obtidos no 2º turno de medições.



**Figura 52 – Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos do 2º turno, de 22/06/2008, no período entre 18h15min às 19h15min.**

A tabela 42 mostra o resultado das medições de LAeq em dB(A), LA<sub>min</sub>, LA<sub>máx.</sub>, Desvio Padrão, pico, L<sub>90</sub>,L<sub>50</sub>,L<sub>10</sub>, percentuais de veículos pesados, automóveis e motocicletas do 2º turno, compreendido entre o período entre 18h15min às 19h15min, no dia 22 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 02*.

**Tabela 42 – Medições de final de tarde / entardecer, de 22/06/2008**

Horário	LAeq Em dB(A)	LA Mín.	LA Máx.	D. Pad.	L90	L50	L10	% Veículos pesados e ônibus	% Autos	% Motos
18h15min às 18h30min	66,6	55,9	75,5	4,1	59,1	63,8	70,3	13,18	83,33	20,88
18h30min às 18h45min	68,1	53,2	77,3	5,2	57,9	65,4	72,1	11,03	73,39	15,17
18h45min às 19h	69,9	51,1	82,7	5,5	58,9	66,7	72,9	17,12	78,81	19,18
19h às 19h15min	68,2	51,8	77,8	5,7	56,1	66,0	72,0	09,03	89,76	11,80

*Ponto de Medição 02*  
Dia da semana: domingo

A tabela 42 mostra o LA máximo 82,7 dB(A) na mesma coluna do maior LAeq 69,9 dB(A) e conseqüentemente com o maior L<sub>10</sub> 72,9 dB(A) e maior percentual de veículos pesados 17,12%. Com esses dados afinados pode-se concluir que há uma coesão de informações que, para este caso, caracteriza os veículos coletivos como sendo os emissores de maior ruído, nesse período medido.

#### 4.3.2.3 Análise comparativa dos valores dos diferentes turnos no ensaio do dia 22/06/2008.

A tabela 43 mostra os resultados de maiores LAeqs obtidos nas medições do ensaio de 22 de junho de 2008.

**Tabela 43 – Maiores LAeqs em dB(A) obtidos na medição do dia 22/06/2008.**

Horário	Turno	Maior LAeq em dB (A)
07h45min às 08h	manhã	67,0
18h45min às 19h	Final de tarde	69,9

*Ponto de Medição 02*

Dia da semana: domingo

**Tabela 44 – Passagem de veículos relacionados aos horários de maiores LAeqs de 22/06/2009**

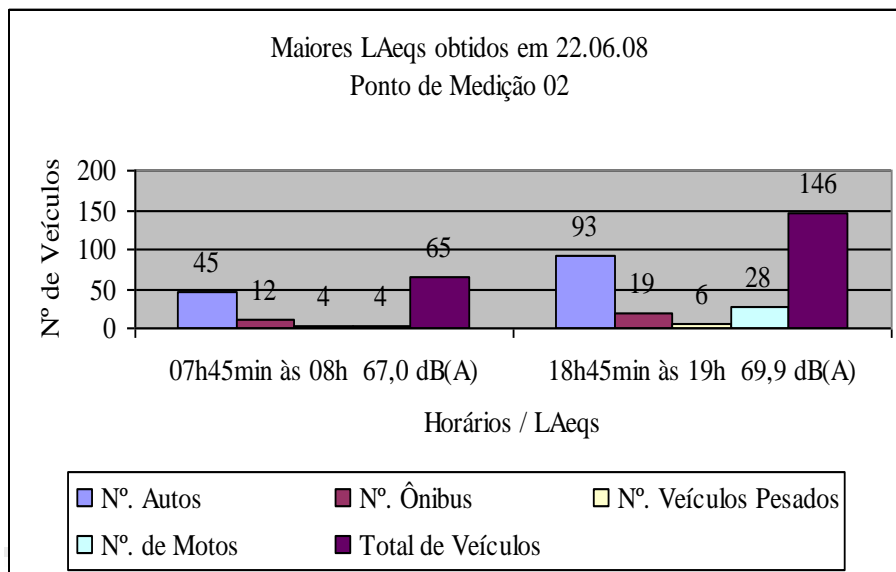
Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
07h45min às 08h	67,0	45	12	04	04	61
18h45min às 19h	69,9	93	19	06	28	118

*Ponto de Medição 02*

Dia da semana: domingo

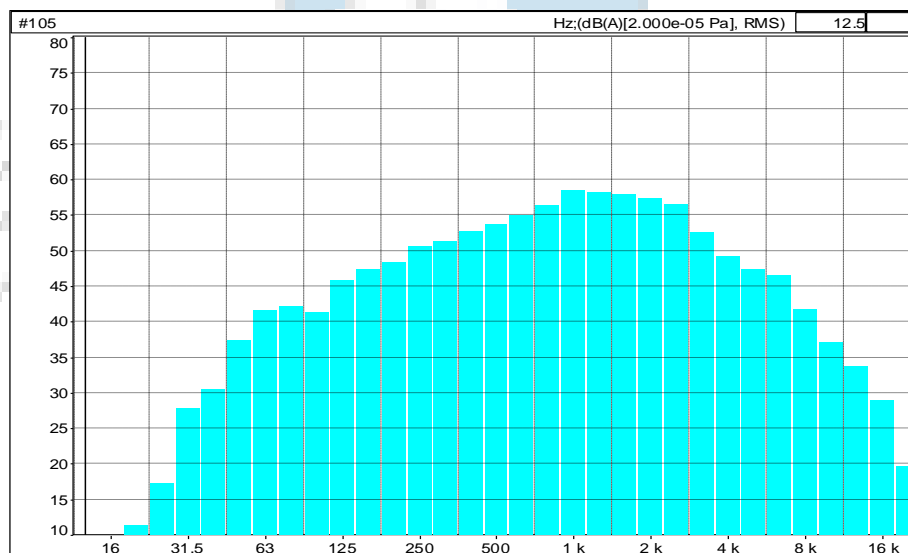
Pelos resultados obtidos nos dois turnos medidos no dia 22 de junho de 2008, nota-se que o primeiro período tem um resultado de LAeq menor ao período medido à tarde. Essa diferença fica evidenciada, em função do número de veículos, que no segundo período, praticamente dobra em valores totais. O fenômeno de maior destaque é a passagem de motocicletas (28) no segundo período ser muito superior ao primeiro (04).

A Figura 53 ilustra a distribuição dos veículos nos dois turnos que apresentam os maiores LAeqs.



**Figura 53 – Gráfico representativo das Medições de LAeq em dB(A) e número de veículos dos períodos de maiores LAeqs em dB(A) obtido em 22/06/2008.**

As Figuras 54 e 55, correspondem aos espectros obtidos nos períodos de maiores LAeqs, resultantes das medições dos dois (02) turnos medidos no ensaio de 22 de junho de 2008.

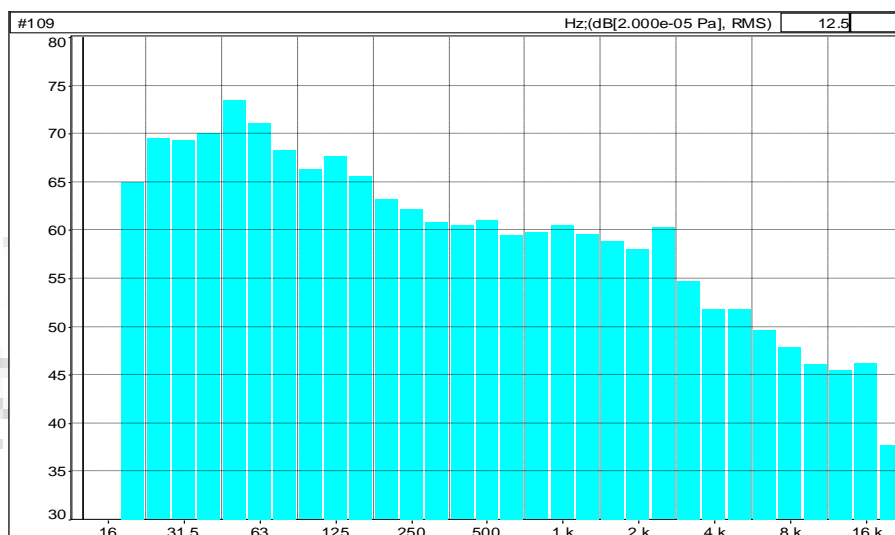


**Figura 54 – Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software, na medição do 1º turno de 22/06/2008.**

Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq	Lmin	Lmax	DP	L90	L50	L10
#105	Leq	A	dB	<b>67,0</b>	40,9	81,2	8,0	50,2	61,1	70,4
				Início	22/06/08	07:45				
				Fim	22/06/08	08:00				



O gráfico da Figura 54 mostra uma parábola similar aos gráficos, até então analisados. Em quase todas as medições realizadas para diagnosticar ruído proveniente de tráfego urbano, os gráficos tem tido uma configuração similar na representação de espectro sonoro. Os maiores picos ficam próximos de 60 dB(A) na faixa de frequência entre 1K a 2K.



**Figura 55 – Espectro de maior LAeq em dB(A) obtido pelo software, na medição do 2º turno de 22/06/2008.**

Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq	Lmin	Lmax	DP	L90	L50	L10
#109	Leq	A	dB	<b>69,9</b>	51,1	82,7	5,5	58,9	66,7	72,9
			Início	22/06/08	18:45					
			Fim	22/06/08	19:00					

O gráfico da Figura 55 se apresenta de forma diferenciada, em relação aos gráficos anteriores. Tem picos iniciais com curvatura ascendente, até 63 Hz, onde inicia um processo inverso, ou seja, de descendência até 2K. Sofre um pequeno pico, possivelmente, caracterizado por eventos ocasionais, posteriormente, volta a decair gradativamente, até o final da medição, entre 40 a 45 dB(A).

## 4.4 Síntese dos resultados

### 4.4.1 Comparações de resultados obtidos em dias da semana

A partir da seção 4.4.1, as informações constantes nas tabelas e gráficos, consistem em comparar e avaliar medições de ensaios realizados em dias de semana, caracterizados por terças-feiras e quinta-feira, bem como os ensaios realizados em finais de semana, referentes a sábados e domingos.

As tabelas e gráficos mostram valores obtidos em ambos os pontos de medição, cuja finalidade é de observar, dentro dos turnos medidos, em que períodos houve concentração dos maiores LAeqs.

Inicialmente, são feitas comparações com resultados obtidos em dias de semana, onde serão mostrados os resultados de medições realizadas em *terças-feiras*, nos dias 04 de dezembro de 2007 e 17 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.

#### 4.4.1.1 Medições realizadas em 04/12/2007

A tabela 45 mostra os maiores LAeqs obtidos em 04 de dezembro de 2007, *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 45 – Maiores LAeqs obtidos na terça-feira, dia 04/12/2007**

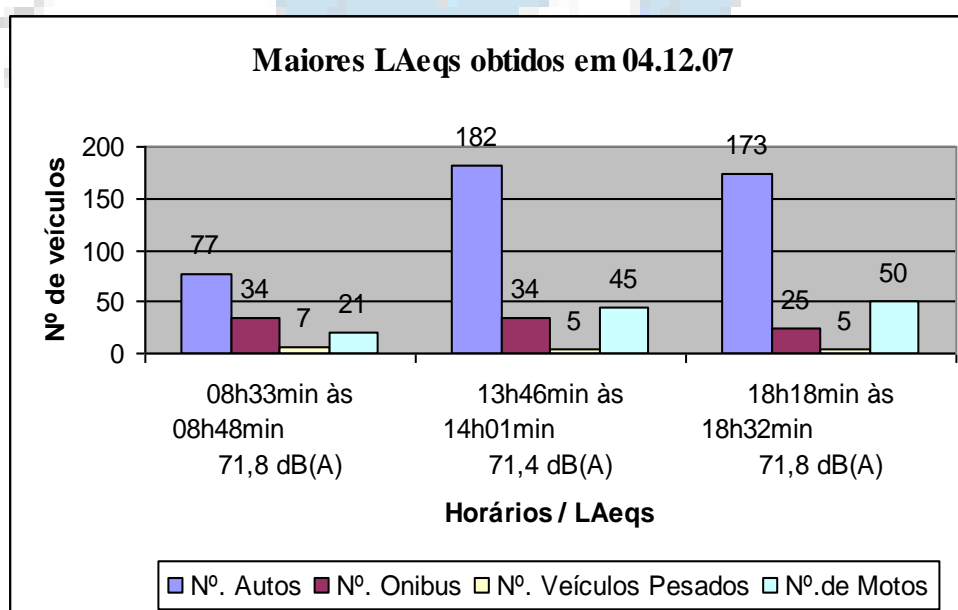
Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
08h33min às 08h48min	71,8 dB(A)	77	34	07	21	139
13h46min às 14h01min	71,4 dB (A)	182	34	05	45	266
18h18min às 18h32min	71,8 dB (A)	173	31	08	50	262

Observa-se que os valores adquiridos em LAeqs, nas medições dos três turnos da terça-feira, dia 04 de dezembro de 2007 tem, praticamente os mesmos valores, com exceção do segundo turno situado no período entre 13h46min às 14h01min, onde há uma redução de 0,4 dB(A) a menor, em relação aos resultados obtidos no primeiro e terceiros turnos.

Na comparação entre os horários de 13h46min às 14h01min e 18h18min às 18h32min, nota-se que a diferença no total de passagens de veículos é de 04 unidades a menor no último turno medido. Entre ambos, o turno entre 13h46min às 14h01min é caracterizado por maior passagem de automóveis e ônibus, enquanto que o último período apresenta maior número de veículos pesados e de motocicletas. Na comparação entre o primeiro e o último períodos medidos, os resultados se equivalem.

O primeiro turno apresenta o mesmo valor de LAeq que o terceiro e registra menor passagem de todos os veículos, exceto ônibus, que é igual ao segundo período medido, mas no somatório geral e no total de passagens de automóveis, a diferença, em relação aos demais turnos, diminui em proporções muito expressivas. Para o resultado de 71,8 dB(A) no primeiro e último períodos, supõe-se que o resultado de mais três veículos na passagem de ônibus possa justificar um resultado igual a outro turno onde, no total de passagens de veículos, o valor praticamente duplica, porque as diferenças no total de motocicletas é mais que o dobro do primeiro período medido.

A Figura 56 mostra os maiores LAeqs e passagens de todos os veículos nos três (03) turnos medidos na data de 04 de dezembro de 2007, *terça-feira*, no *Ponto de Medição 01*.



**Figura 56 - Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs de terça-feira, dia 04/12/2007.**

## 4.4.1.2 Medições realizadas em 06/12/2007

As informações que constam na tabela 46, são referentes aos resultados obtidos de maiores LAeqs, nas medições do dia 06 de dezembro de 2007, *quinta-feira*, no *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 46 – Maiores LAeqs obtidos na quinta-feira, dia 06/12/2007**

Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
07h18min às 07h33min	71,6 dB (A)	82	34	10	16	142
13h55min às 14h10min	72,3 dB (A)	148	31	11	51	241
18h25min às 18h40min	73,3 dB (A)	163	29	05	57	254
22h às 22h15min	69,4 dB (A)	128	08	02	27	165

Data: 06/12/2007

Dia da semana: quinta-feira

Os dados obtidos referentes aos dias de semana, em média, mostram que o horário situado no terceiro turno, ou seja, em torno das 18h30min, apresenta os maiores resultados em LAeq.

O caso da tabela 46, confirma essa informação, em 73,3 dB(A) no turno entre 18h25min às 18h40min, com 01 dB(A) a maior, em relação ao segundo resultado de 72,3 dB(A) que está no período entre 13h55min às 14h10min, referente ao segundo turno.

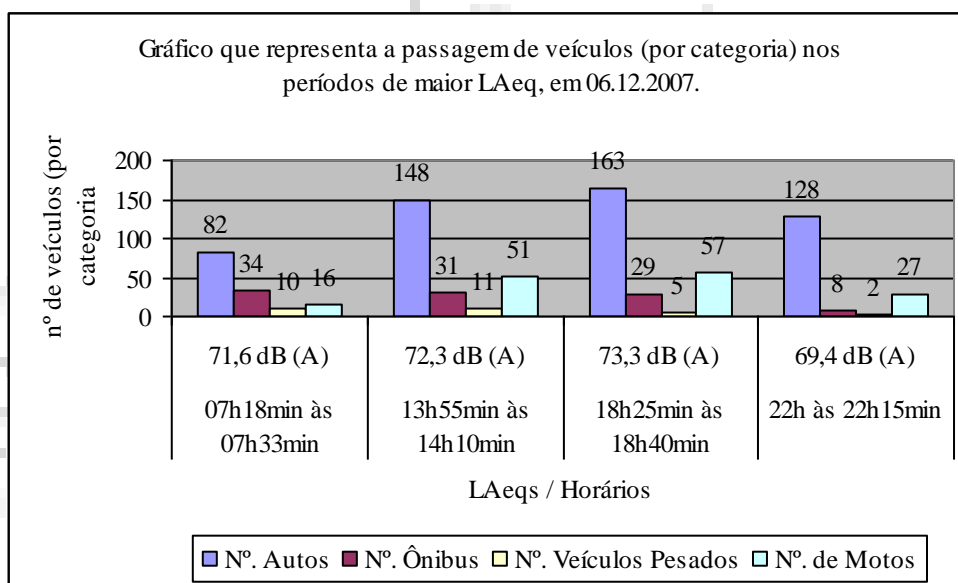
No maior LAeq de 73,3 dB(A) está também a maior passagem de automóveis(163), motocicletas (57)e de somatório no total de veículos(254).

Na comparação entre o segundo e terceiro turnos, observa-se que no segundo a passagem de veículos pesados é maior (11) e que pode ter caracterizado o resultado de segundo maior LAeq (72,3 dB(A)).

O primeiro período (07h18min às 07h33min) registra o maior número de passagens de ônibus (34), porém tem o menor resultado no total de veículos e um valor bem abaixo, em relação aos demais períodos, de automóveis (82).

O último turno (22h às 22h15min,) tem o menor LAeq (69,4 dB(A)), mas no total de passagens de veículos, tem valor maior que o primeiro período (165).

A Figura 57 mostra os maiores LAeqs e passagens de todos os veículos nos quatro (04) turnos medidos na data de 06 de dezembro de 2007, *quinta-feira*, no *Ponto de Medição 01*.



**Figura 57 – Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs em dB(A), de *quinta-feira*, dia 06/12/2007.**

#### 4.4.1.3 Medições realizadas em 17/06/2008.

A tabela 47 refere-se aos maiores LAeqs obtidos nas medições de *terça-feira*, dia 17.06.2008, nos quatro turnos medidos.

**Tabela 47 – Maiores LAeqs obtidos na terça-feira, dia 17/06/2008**

Horários	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
07h45min às 08h	72,3 dB (A)	91	40	09	09	140
14h15min às 14h30min	71,7 dB (A)	162	27	09	23	198
18h30min às 18h45min	72,6 dB (A)	147	32	10	40	189
22h às 22h15min	69,3 dB (A)	90	07	02	23	099

Data: 17/06/2008

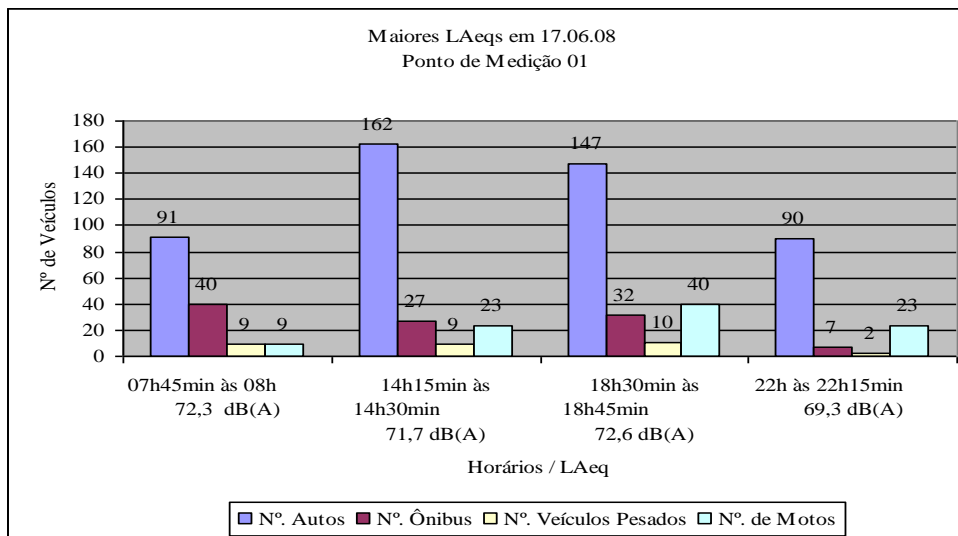
Dia da semana: *terça-feira*

Na análise dos resultados obtidos nas medições do ensaio de *terça-feira*, dia 17 de junho de 2008, nota-se que o maior LAeq ocorre no terceiro período medido, ou seja, das 18h30min às 18h45min, com 72,6 dB(A), que registra a maior passagem de motocicletas que, em relação aos demais turnos. Por ser um valor muito acima dos demais turnos, supõe-se que esse fato influenciou no resultado obtido, porque não se caracteriza como tendo o maior total de passagens de veículos. Apresenta uma unidade a mais em veículos pesados, em relação ao primeiro e segundo período.

A maior passagem de automóveis e valor total de veículos ocorre no segundo período, entre 14h15min às 14h30min que, em relação ao primeiro e terceiro turnos, mostra menor LAeq.

O número de veículos pesados é, praticamente, constante do primeiro ao terceiro período, exceto o último, entre 22h às 22h15, apenas dois veículos. Nesse horário a probabilidade de passagem de veículos pesados no local medido, é bem menor, conforme constatou-se nas medições anteriores.

A Figura 58 mostra os maiores LAeqs e passagens de todos os veículos nos quatro (04) turnos medidos na data de 17 de junho de 2008, de *terça-feira*, no *Ponto de Medição 01*.



**Figura 58 – Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs em dB(A) de terça-feira, dia 17/06/2008.**

#### 4.4.1.4 Medições realizadas em 21/06/2008

A tabela 48 mostra o maior LAeq em dB(A), obtidos no único turno medido no dia 21 de junho de 2008, *sábado*, no *Ponto de Medição 02*.

**Tabela 48 – Maior LAeq obtido no sábado, dia 21/06/2008**

Horário	LAeq em dB (A)	N°. Autos	N°. Ônibus	N°. Veículos Pesados	N°. de Motos	Total de Veículos
19h 15 às 19h30min	70,0	104	14	03	13	134

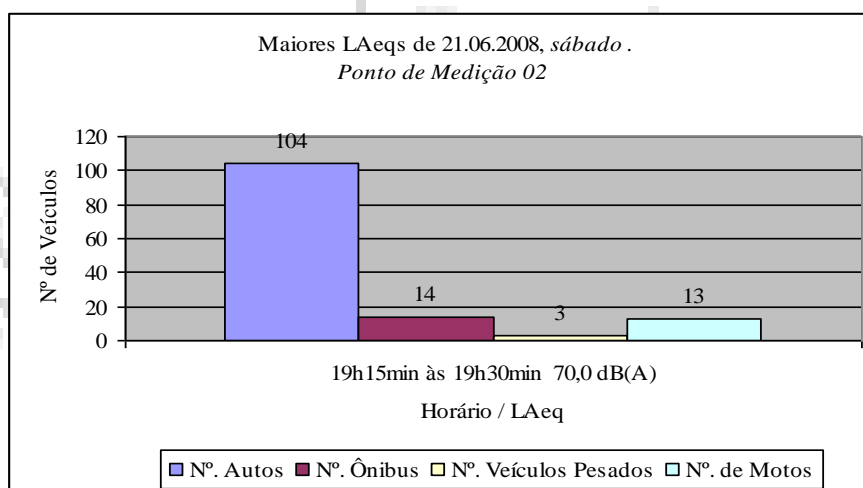
Data: 21/06/2008

Ponto de Medição 02

A primeira medição feita no *Ponto de Medição 02*, foi no sábado, dia 21 de junho de 2008. Como as medições realizadas em sábados foram realizadas em um único turno, porque o objetivo era comparar resultados obtidos em dias de semana, em finais de tarde, em função dos maiores LAeqs obtidos nesse turno, no *Ponto de Medição 01* percebe-se que o resultado não foi muito diferente daquele s obtidos em outras medições de horário similar.

Há uma pequena redução na passagem de ônibus como também, de veículos pesados, porém o número de passagem de automóveis e o total de veículos, está nas mesmas proporções, em relação às demais medições desse turno.

A Figura 59 mostra os maiores LAeqs e passagens de todos os veículos no único turno medido na data de 21 de junho de 2008, *sábado*, no *Ponto de Medição 02*.



**Figura 59 – Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs em dB(A), de *sábado*, dia 21/06/2008.**

#### 4.4.1.5 Medições realizadas em 22/06/2008

A tabela 49 mostra os maiores LAeqs em dB(A) obtidos em *domingos* nas medições realizadas em 22 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 02*.

**Tabela 49 – Maiores LAeqs obtidos no domingo, dia 22/06/2008**

Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
07h45min às 08h	67,0	45	12	04	04	65
18h45min às 19h	69,9	93	19	06	28	146

Data: 22/06/2008

Local: *Ponto de Medição 02*



Observa-se que a passagem de todos os veículos foi maior no segundo turno medido, o que acarretou no maior LAeq. O número total de passagens tem um percentual de 44,52% maior no segundo período, em relação ao primeiro.

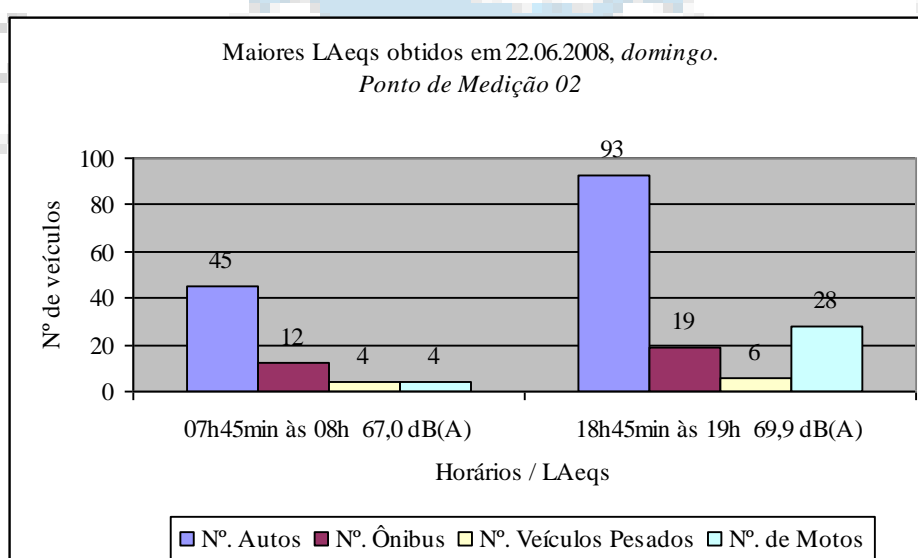
O valor de maior LAeq de 69,9 dB(A) não diferiu muito, em relação aos valores obtidos em dias úteis da semana. Houve uma pequena redução no número de passagens de automóveis em ambos os turnos, uma queda na passagem de ônibus, em relação aos dias úteis que é normal em domingos, em função de não haver atividades comerciais em grande escala, porém, o número de passagens de motocicletas foi igual ao número registrado em dias úteis da semana, para o segundo período.

Na medição do dia 17 de junho de 2008, nesse mesmo turno, o maior LAeq, foi de 72,6 dB(A), considerado normal para um dia útil de semana. No entanto o maior LAeq obtido na medição de 22 de junho de 2008, foi de 69,9 dB(A), para um dia de domingo.

Se comparar os valores de ambas as medições, perceber-se-á que, a diferença entre os valores obtidos em dia útil e domingo, é de 2,7 dB(A).

Essa diferença em termos de NPS é significativa, porém, para comparação entre dias de maior movimento de tráfego e finais de semana, não chega a ser um valor expressivo de alteração de resultados.

A Figura 60 mostra os maiores LAeqs e passagens de todos os veículos nos dois turnos medidos na data de 22 de junho de 2008, *domingo*, no *Ponto de Medição 02*.



**Figura 60 – Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs em dB(A) de *domingo*, dia 22/06/2008.**

## 4.4.1.6 Medições realizadas em 28/06/2008

Os dados constantes no tabela 50 são referentes ao segundo *sábado* medido, dia 28 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.

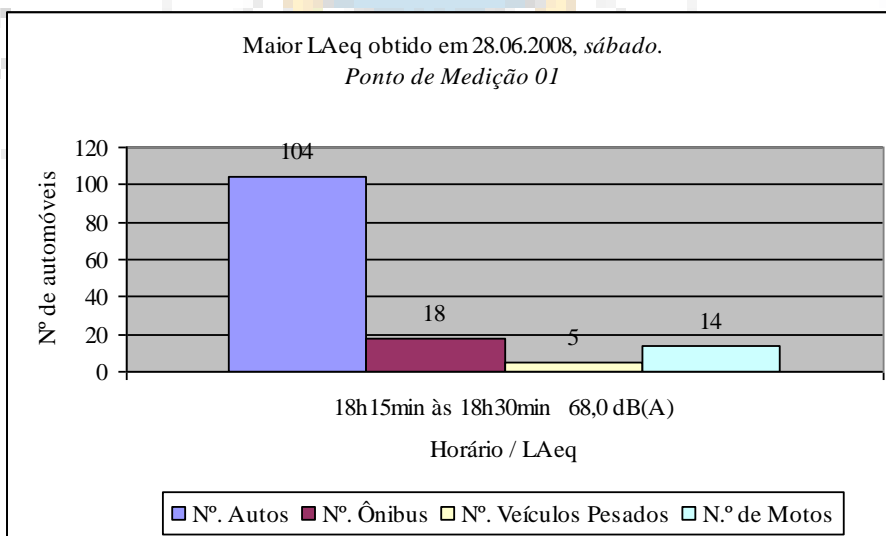
**Tabela 50 –Maior LAeq obtido no sábado, dia 28/06/2008**

Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
18h15min às 18h30min	68,0	104	18	05	14	141

Data: 28/06/2008  
Ponto de Medição 01

Na tabela 50, pode-se ver que houve uma redução nos valores medidos no *Ponto de Medição 02* na semana anterior, no mesmo horário, (02 dB(A)) a menor, embora o número de automóveis tenha sido o mesmo. O fato que se destaca é o número de ônibus e de veículos pesados é que aumentaram, conseqüentemente, no total de passagens de veículos essa alteração acarretou em mais seis unidades.

A Figura 61 mostra os maiores LAeqs e passagens de todos os veículos no único turno medido na data de 28 de junho de 2008, *sábado*, no *Ponto de Medição 01*



**Figura 61 – Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs em dB(A) de *sábado*, dia 28/06/2008.**

## 4.4.1.7 Medições realizadas em 29/06/2008

A tabela 51 mostra os maiores LAeqs em dB(A) obtidos em *domingos* nas medições realizadas em 29 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.

**Tabela 51 – Maiores LAeqs obtidos no domingo, dia 29/06/2008**

Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
07h30min às 07h45min	63,3	27	11	03	04	45
18h15min às 18h30min	66,9	101	13	02	27	143

Data: 29/06/2008

Dia da semana: domingo

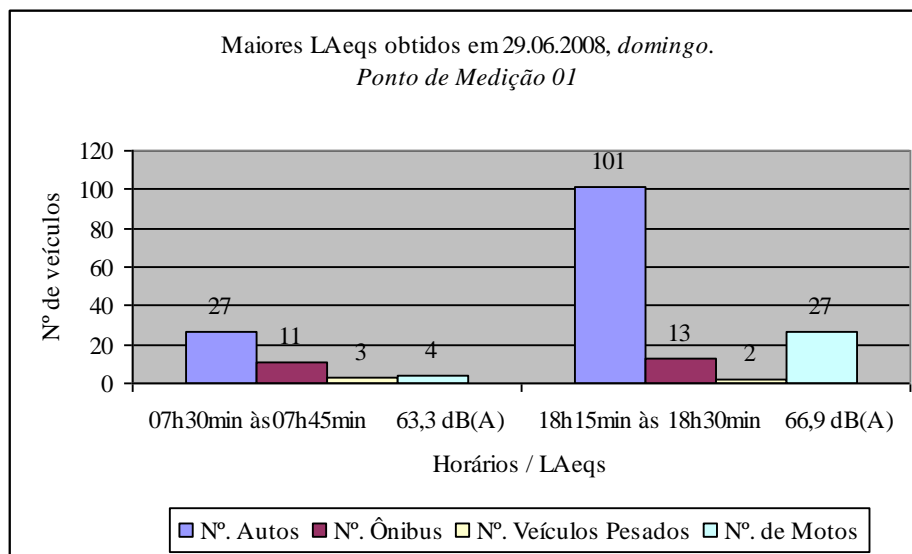
Na Tabela 51 está caracterizado como o período de maior LAeq de 66,9 dB(A), no dia 29 de junho de 2008, domingo, o período situado entre 18h15min às 18h30min.

No total de passagens de todos os veículos, fica evidente o porquê, desse resultado. Possui um valor quase o quádruplo de automóveis (101) e em total geral de veículos (143), em relação ao período anterior e, sêxtuplo em passagens de motocicletas (27).

Normalmente, em domingos, a passagem de veículos em vias urbanas é demasiadamente espaçada e caracterizada, em maior tempo, por ruído de fundo. Não houve muitas passagens de ônibus e veículos pesados. A representação desses veículos nesse turno, exceto ônibus, foi representada em maior parte por vans.

Os automóveis (101) e motocicletas (27), no segundo período, é que podem definir a diferença de quase 03 dB(A) a maior.

A Figura 62 mostra os maiores LAeqs e passagens de todos os veículos nos dois turnos medidos na data de 29 de junho de 2008, *domingo*, no *Ponto de Medição 01*.



**Figura 62 – Gráfico resultante da passagem de veículos, referente aos maiores LAeqs em dB(A)<sub>s</sub> de domingo, dia 29/06/2008.**

#### 4.4.2 Maiores LAeqs em dB(A) obtidos nas medições em dias de semana

O item 4.4.2 visa mostrar dados referentes aos maiores níveis de pressão sonora encontrados nas medições realizadas em dias de semana.

##### 4.4.2.1 Medições de *terças-feiras*

A tabela 52 apresenta os horários em que houve índices maiores de LAeqs, em *terças-feiras*.

**Tabela 52 – Maiores LAeqs em dB(A) de *terças-feiras***

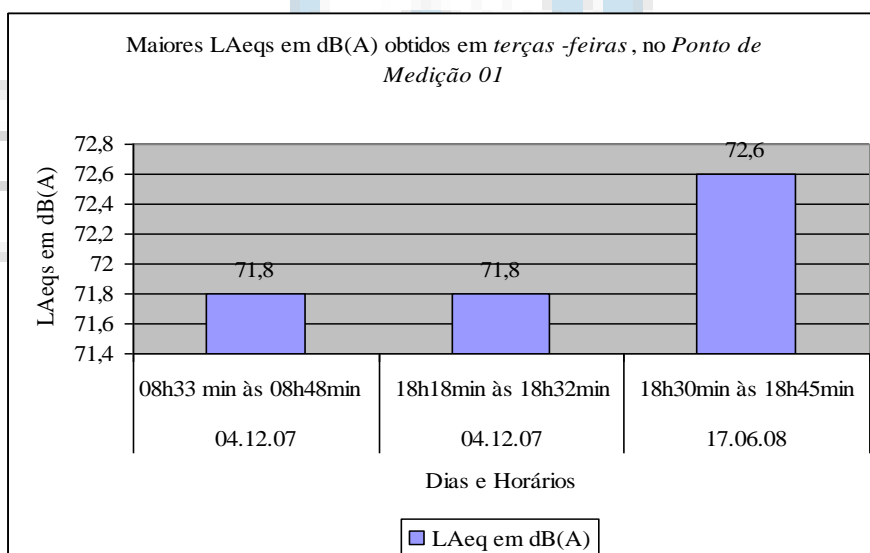
Data	Horário	LAeq em dB (A)	N.º. Autos	N.º. Ônibus	N.º. Veículos Pesados	N.º. Motos	Total de Veículos
04.12.07	08h33 min às 08h48min e	71,8	77	34	07	21	139
	18h18min às 18h32min		173	31	08	50	262
17.06.08	18h30min às 18h45min	72,6 dB (A)	147	32	10	40	229

*Ponto de Medição 01*

Constata-se que no primeiro e terceiros turnos medidos no ensaio realizado em 04 de dezembro de 2007, tiveram como maior LAeq, o mesmo valor, ou seja, 71,8 dB(A), com diferenças substanciais de passagem de automóveis e motocicletas, enquanto que no ensaio do dia 17 de junho de 2008, o LAeq foi maior, em relação a outra *terça-feira* medida (72,6 dB(A)). Apesar de ter ocorrido o mesmo resultado em LAeq nos dois períodos em 04 de dezembro de 2007, há uma significativa diferença nos números de total de passagens de automóveis e de total de veículos. Isso significa dizer que, no período entre 18h18min às 18h45min, houve a passagem de mais cento vinte e três (123) veículos, no total geral.

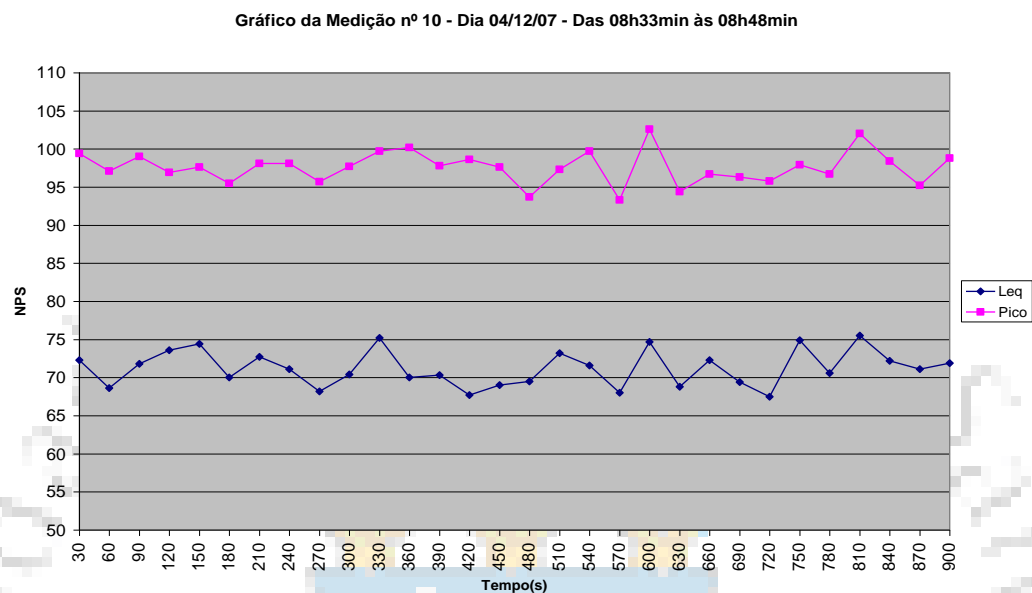
A medição referente ao período de maior LAeq em 17 de junho de 2008, apresenta um valor superior de 0,8 dB(A), em relação ao maior LAeq de 04 de dezembro de 2007. Entretanto, mesmo com maior LAeq, tem o menor resultado de total de veículos, ou seja, trinta e três (33) veículos a menor, na comparação dos dois turnos medidos no mesmo horário, em *terças-feiras*.

A Figura 63 mostra os maiores LAeqs nos ensaios realizados em *terças-feiras*, correspondendo às datas de 04 de dezembro de 2007 e 17 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 01*.

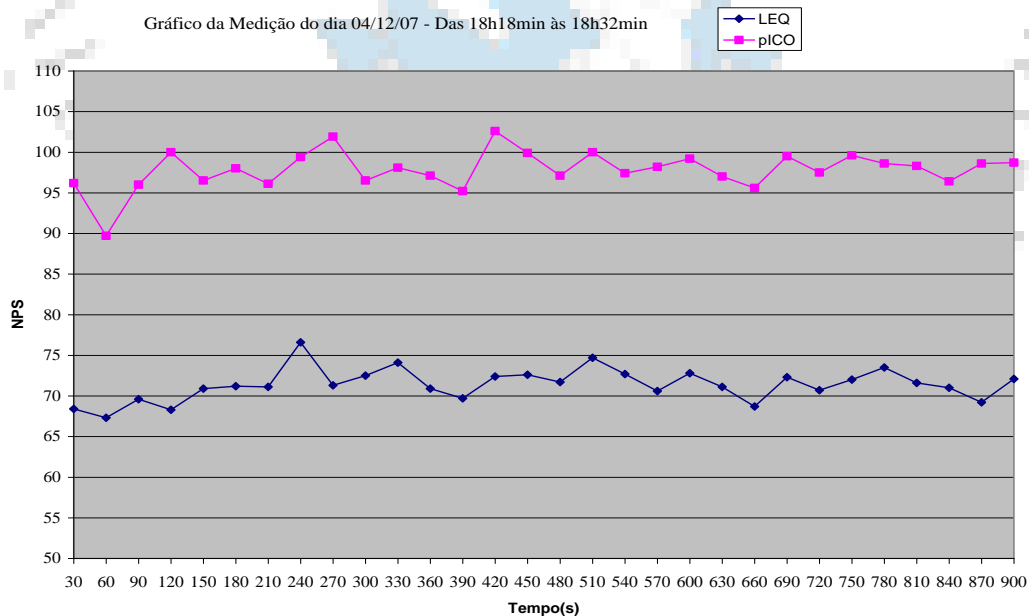


**Figura 63** – Gráfico referente aos períodos de maiores LAeqs em dB(A)<sub>s</sub> obtidos em medições de *terças-feiras*.

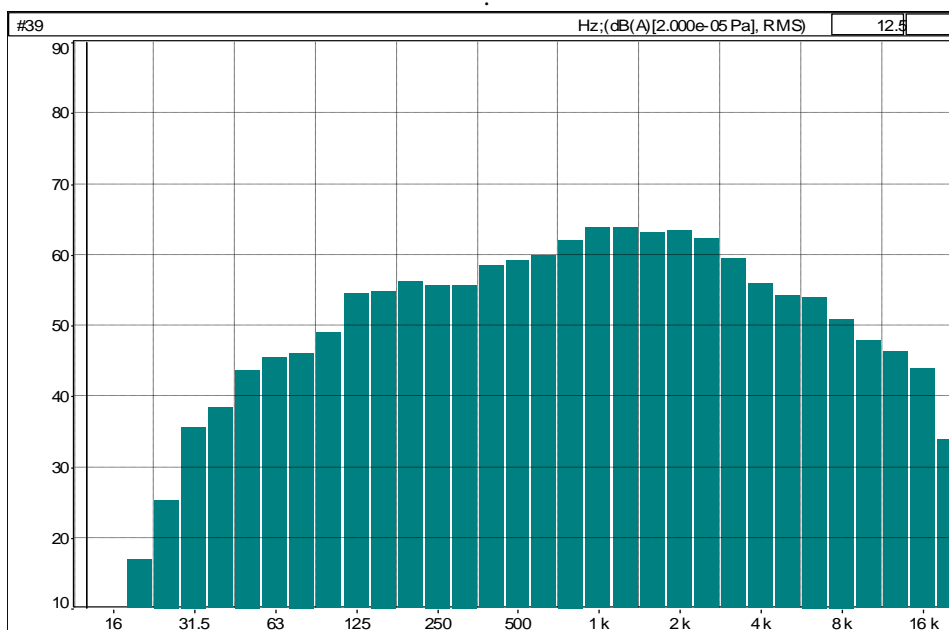
As Figuras 64, 65 e 66, representam os espectros referentes aos períodos que obtiveram os maiores LAeqs nas medições específicas de *terças-feiras*.



**Figura 64-** Gráfico de maior LAeq e Pico obtidos na data de 04/12/2007, no período entre 08h33min às 08h48min, correspondente ao mesmo valor obtido no período entre 18h18min às 18h33min.



**Figura 65-** Gráfico de espectro de maior LAeq e Pico obtidos na data de 04/12/2007, no período entre 18h18min às 18h33min, correspondente ao mesmo valor obtido no período entre 08h33min às 08h48min.



**Figura 66- Gráfico de espectro de maior LAeq obtido na data de 17/06/2008, no período entre 18h30min às 18h45min**

#### 4.4.2.2 Medições referentes à *quinta-feira*:

A tabela 53 apresenta os horários em que houve índices maiores de LAeqs, em *quinta-feira*.

**Tabela 53 – Maiores LAeqs em dB(A) de *quinta-feira*:**

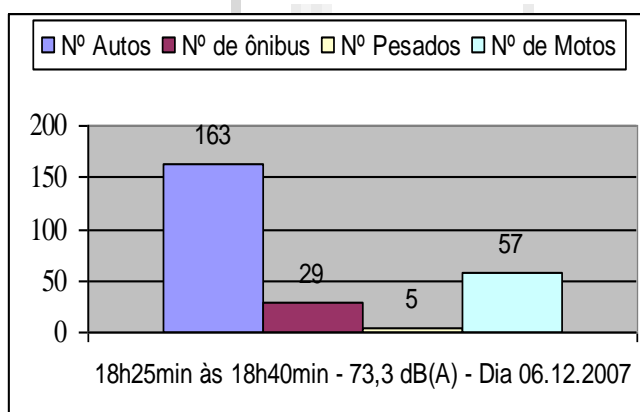
Data	Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de todos os Veículos
06.12.07	18h25min às 18h40min	73,3	163	29	05	57	254

Durante o turno de final de tarde/entardecer, medido em 17 de junho de 2008, percebeu-se que este período registra o maior LAeq como também é caracterizado pela maior passagem de automóveis e de motocicletas, totalizando 254 veículos.

Os ônibus tiveram alguma influência, mas, em relação aos dois primeiros períodos medidos, nessa data, ficou abaixo, no total de passagens.

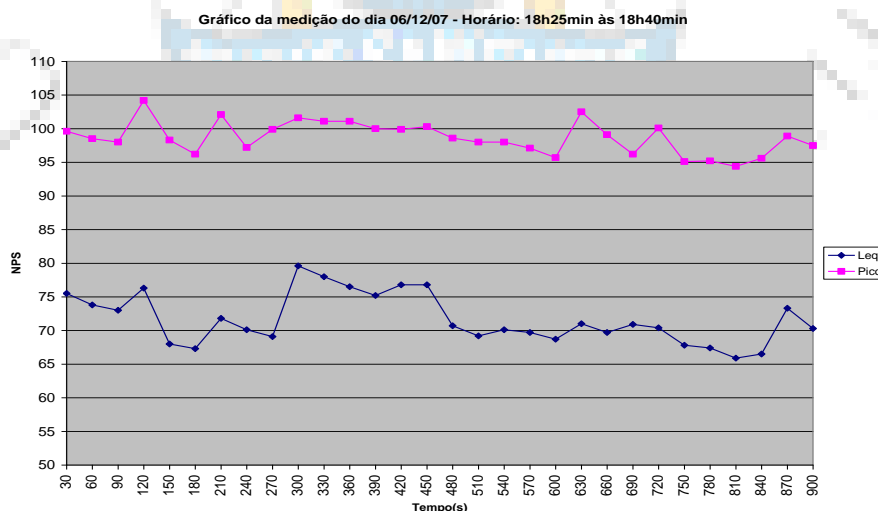
Pode-se dizer que, para este período, os resultados obtidos, são atribuídos às motocicletas (57) e automóveis(163), porque não há registro situações atípicas de interferência, durante essa medição.

A Figura 67 mostra o maior LAeq no ensaio realizado em *quinta-feira*, correspondendo ao dia de 06 de dezembro de 2007, no *Ponto de Medição 01*.



**Figura 67 – Gráfico resultante da passagem do número de veículos, referente ao período de maior LAeq em dB(A), obtido em medições de *quinta-feira*.**

A Figura 68, representa o espectro referente ao período que obteve o maior LAeq na medição específica de *quinta-feira*.



**Figura 68 – Gráfico do maior LAeq, de 06/12/2007, *quinta-feira***



#### 4.4.2.3 Medições referentes aos *sábados*

A tabela 54 mostra os maiores LAeqs em dB(A), dos *sábados*, em ambos os pontos medidos:

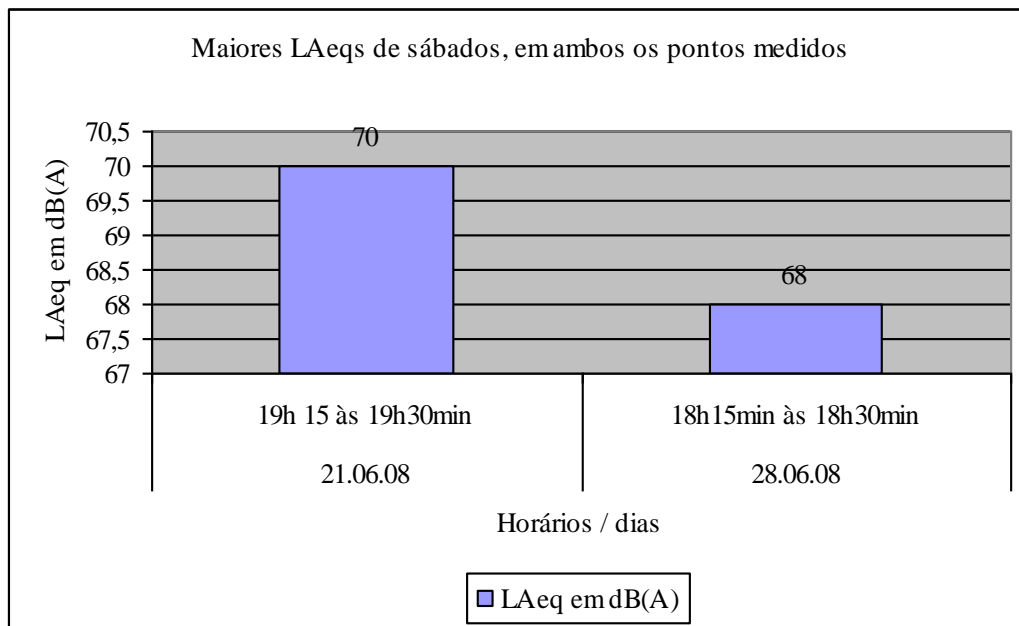
**Tabela 54 – Maiores LAeqs em dB(A) de *sábados***

Data	Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
21.06.08	19h 15 às 19h30min	70,0	104	14	03	13	134
28.06.08	18h15min às 18h30min	68,0	104	18	05	14	141

A tabela 54 mostra que os resultados encontrados em ambos os sábados, os números de veículos por categoria, correspondem a uma faixa de valores aproximada, exceto o número de ônibus que, no ensaio de 28 de junho de 2008, foi maior com quatro (04) veículos a mais.

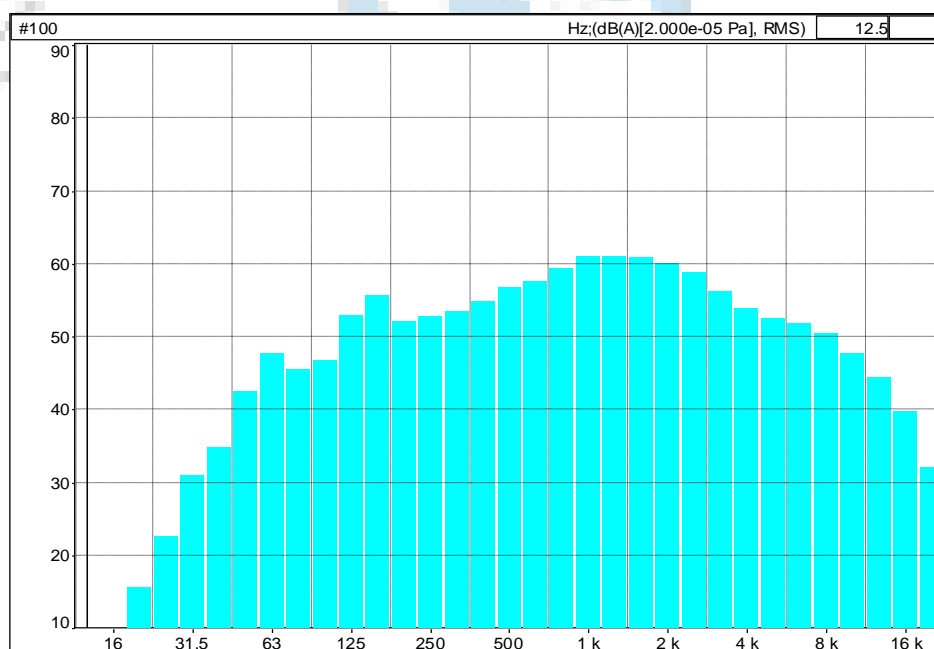
No total de passagens de todos os tipos de veículos, o ensaio de 28 de junho de 2008, tem sete (07) veículos a maior que o de 21 de junho de 2008, que foi no *Ponto de Medição 02*. Estes dados voltam a confirmar que os resultados obtidos no *Ponto de Medição 02*, são maiores, mesmo com menor quantidade de veículos.

A Figura 69 mostra os maiores LAeqs nos ensaios realizados em *sábados*, correspondendo às datas de 21 e 28 de junho de 2008, em ambos os pontos de medição.

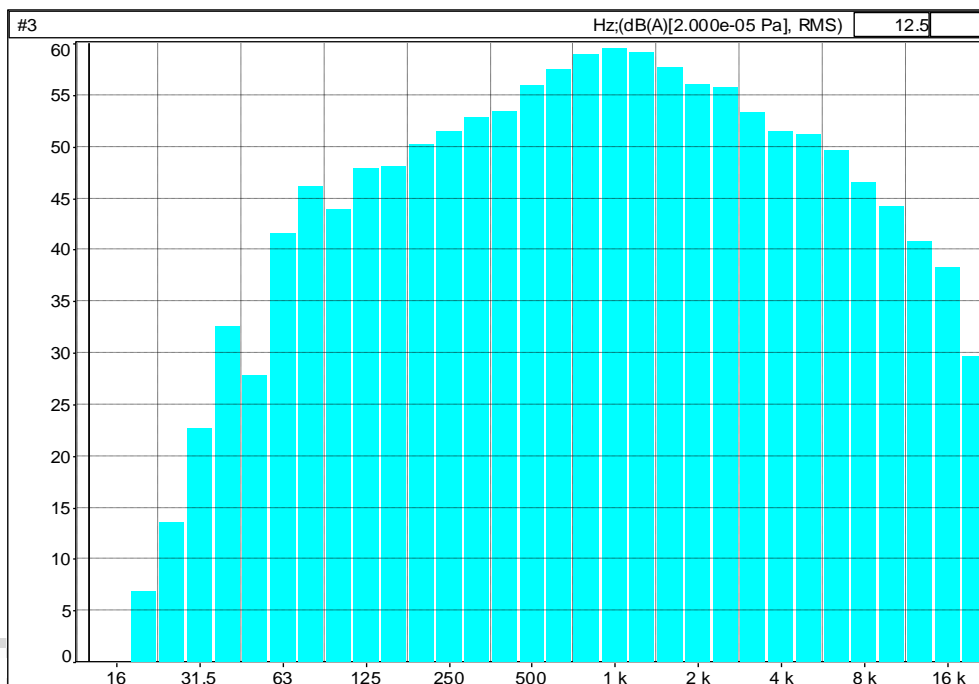


**Figura 69 – Gráfico resultante da passagem do número de veículos, referente aos períodos de maiores LAeqs em dB(A), obtidos em medições de sábados, em ambos os pontos medidos.**

As Figuras 70 e 71 representam os espectros referentes aos períodos que obtiveram os maiores LAeqs nas medições específicas de sábados.



**Figura 70 – Gráfico de espectro resultante do ensaio de 21.06.08, sábado - Ponto de Medição 02**



**Figura 71 – Gráfico de espectro resultante do ensaio de 28.06.08, sábado - Ponto de Medição 01**

#### 4.4.2.4 Medições referentes aos domingos

A tabela 55, mostra os valores referentes aos maiores LAeqs, obtidos aos domingos em ambos os pontos de medição.

**Tabela 55 – Maiores LAeqs de domingos**

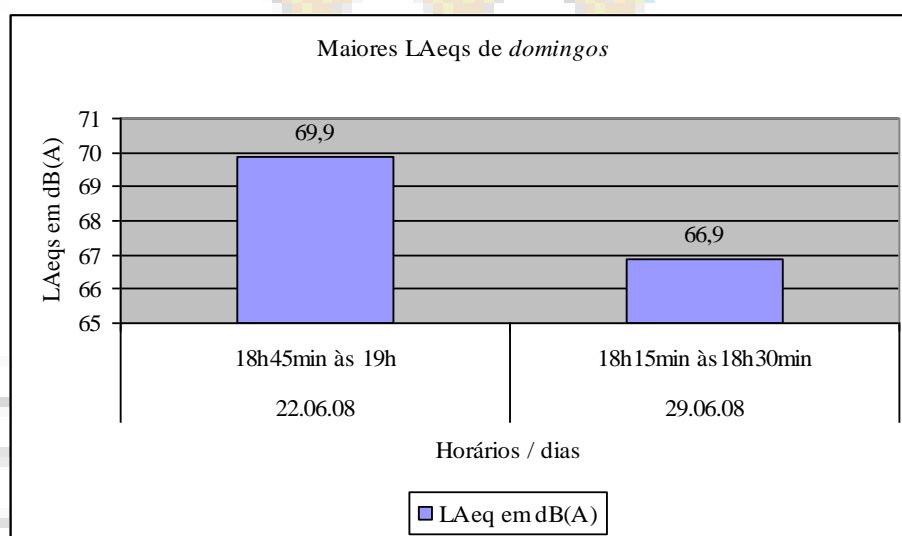
Data	Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº de Motos	Total de todos os Veículos
22.06.08	18h45min às 19h	69,9	93	19	06	28	146
29.06.08	18h15min às 18h30min	66,9	101	13	02	27	143

A tabela 55 apresenta valores aproximados de total de passagens de veículos, porém em veículos pesados, o resultado referente ao ensaio de 22 de junho de 2008, no *Ponto de Medição 02*, tem quatro (04) veículos a mais, em relação ao ensaio do dia 29 de junho de 2008, realizado no *Ponto de Medição 01*.

O ensaio do dia 29 tem maior passagem de automóveis (101), menos ônibus (13) e um número similar de motocicletas em relação à medição de 22 de junho de 2008 que tem maior passagem de ônibus (19) e de veículos pesados (06).

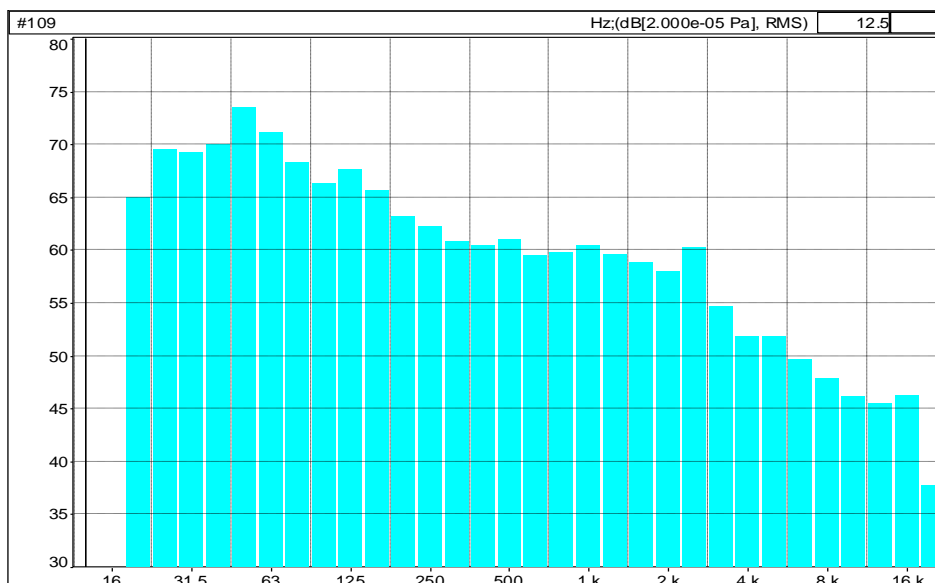
Neste caso, o resultado de 69,9 dB(A) do ensaio do dia 22, pode ser justificado não só pelo tipo de relevo da via, mas também por caracterizar maior passagem de veículos considerados *pesados*. (ônibus, caminhões, vans e micro-ônibus)

A Figura 72 mostra os maiores LAeqs nos ensaios realizados em *domingos*, correspondendo às datas de 22 e 29 de junho de 2008, em ambos os pontos de medição.

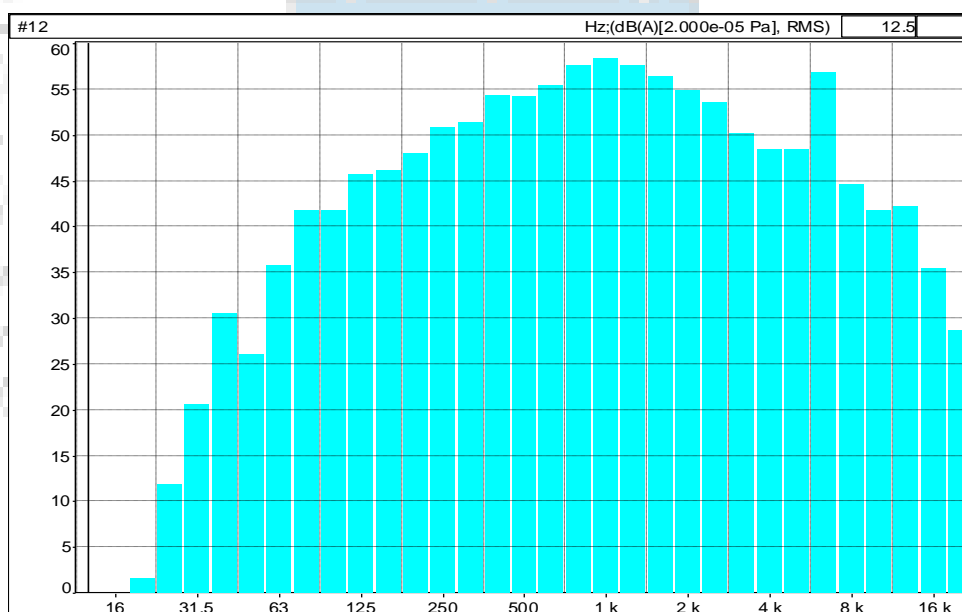


**Figura 72 – Gráfico de Maiores LAeqs de passagem de veículos de domingos**

As Figuras 73 e 74 representam os espectros referentes aos períodos que obtiveram os maiores LAeqs nas medições específicas de *domingos*.



**Figura 73 – Gráfico resultante do maior LAeq em 22.06.08, domingo - Ponto de Medição 02**



**Figura 74 – Gráfico resultante do maior LAeq em 28.06.08, domingo - Ponto de Medição 01**

#### 4.4.5 Maiores LAeqs obtidos em todas as medições e em ambos pontos medidos

A tabela 56 apresenta os maiores LAeqs, de todos os ensaios realizados em todas as medições realizadas em ambos os pontos medidos.

**Tabela 56 - Maiores LAeqs em dB(A), e passagens de veículos obtidos em todas as medições realizadas em todos os dias da semana, em ambos os pontos medidos**

Dia da semana	Horário	LAeq em dB (A)	Nº. Autos	Nº. Ônibus	Nº. Veículos Pesados	Nº. de Motos	Total de Veículos
Terça-feira	18h30min às 18h45min	72,6	147	32	10	40	229
Quinta-feira	18h25min às 08h40min	73,3	163	29	05	57	254
Sábado	19h15min às 19h30min	70,0	104	14	03	13	134
Domingo	18h15min às 18h30min	69,9	93	19	06	28	146

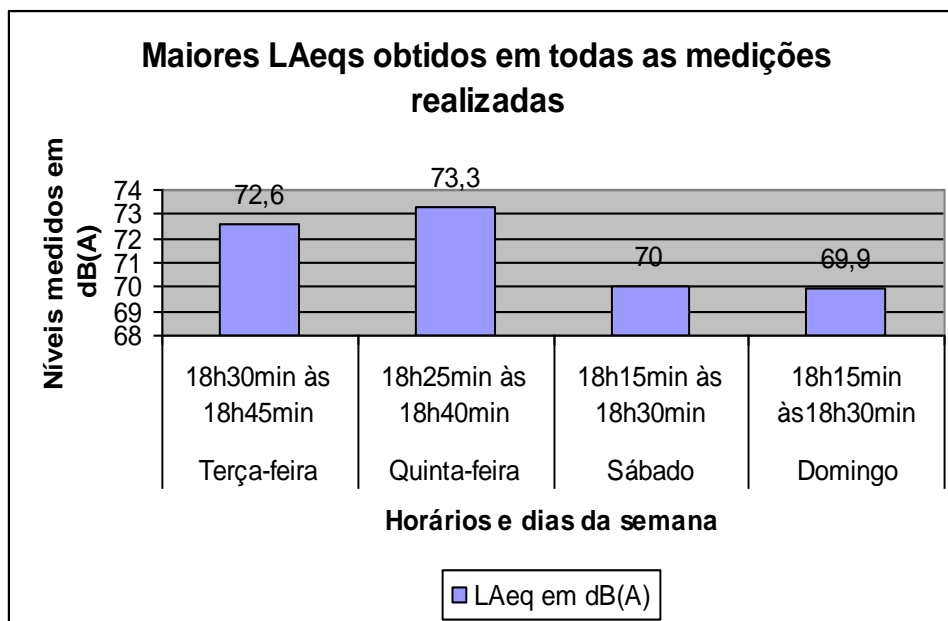
Com base na tabela 56, o que se pode deduzir é que, para as medições realizadas para este trabalho, o maior LAeq, em todos os dias da semana, tem relação mais direta com a passagem de automóveis e motocicletas, do que os veículos pesados, que, na maioria das vezes, é responsável pela maior emissão de níveis de ruído, produzidos por veículos em aceleração.

Em todas as tabelas referentes aos períodos medidos, a passagem de veículos pesados tem alguma relação com maiores LAeqs, porém, nem sempre essa relação se confirma.

Para se ter um perfil mais eficaz no monitoramento dos níveis de pressão sonora relacionado ao fluxo viário, a indicação será fazer uma avaliação individual de cada tipo de veículo por categoria, conforme ABNT/NBR 15.145 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) que visa estabelecer limites máximos de emissão de ruídos para veículos automotores na condição de aceleração. Assim, é possível se obter, de forma mais precisa, dados que pudessem comprovar qual fonte origina maior emissão de ruído por veículos.

Os dados coletados servem de base para se ter um perfil dos níveis de pressão sonora na região central de Santa Maria – RS, entretanto o diagnóstico não comprova qual é o tipo de veículo mais ruidoso e sim especifica que os níveis encontrados, estão muito acima do que às legislações específicas estabelecem.

A Figura 75, apresenta os resultados referentes aos maiores LAeqs obtidos em todos os ensaios realizados para este trabalho, onde ficou caracterizado como o maior, o valor encontrado na *quinta-feira*, dia 06 de dezembro de 2007.



**Figura 75 – Gráfico Maiores LAeqs das medições realizadas em todos os dias da semana e em ambos os pontos de medição.**

No gráfico da Figura 75 fica evidenciado que nos valores encontrados, a predominância de maior LAeq, foi em *quinta-feira* que, por sua vez, possui uma relação direta com uma maior presença de tráfego no local onde foi medido (254 veículos).

As diferenças entre dias úteis de semana, não são tão representativos, numa escala de valores em dB(A), representada por 0,7 dB(A) na quinta-feira a maior, em relação ao resultado de terça-feira, conforme gráfico da Figura 75.

Os valores de sábados, representam o menor LAeq de 67 dB(A) no 3º período medido em 28 de junho de 2008 e o maior de 70 dB(A) no segundo período medido no dia 21 de junho de 2008.

As diferenças entre domingos, ficaram na faixa de menor resultado em 61,2 dB(A), no primeiro período medido em 29 de junho de 2008 e de maior em 69,9 dB(A) no 3º período do dia 22 de junho de 2008.

## 5 CONCLUSÕES

Esse trabalho de dissertação avaliou os níveis de ruído urbano gerados por tráfego veicular, em área mista (residencial/comercial), na Rua Riachuelo, em Santa Maria – RS. O total de medições, nos dois pontos analisados foi de cem (100), com duração de 15 minutos cada, totalizando vinte horas e quinze minutos (20h15min) de medição, alternadas.

Na comparação dos níveis de pressão sonora equivalente com os valores determinados pela legislação, que estabelece níveis de conforto acústico em comunidades, concluiu-se que todos os valores encontrados estão acima dos valores estabelecidos pela NBR 10.151/2000 e pelo Código de Posturas da cidade de Santa Maria-RS, em ambos os pontos medidos, inclusive, em horários noturnos e em finais de semana. Os valores da NBR e do Código de Posturas coincidem em 55dB(A) para horário noturno e 60 dB(A) para diurno, na zona considerada, mas constatou-se nas medições realizadas, que os Níveis Equivalentes ponderados em "A" sempre resultaram superiores a 60 dB(A) nas medições noturnas e, nas diurnas, superiores a 68 dB(A), exceto domingos, pela manhã, quando houve um valor de 61 dB(A), no primeiro horário medido.

Por intermédio de anotações, foi possível conhecer a composição do fluxo viário na via em análise e verificar a quantidade de veículos que passaram em cada período de quinze minutos. A composição da frota é constituída por automóveis, ônibus urbanos, motocicletas e veículos pesados, como: caminhões e vans. O número de passagens de cada tipo de veículo se mantém numa média relativamente constante nos horários correspondentes em diferentes dias da semana, exceto à noite, quando há uma significativa redução de fluxo viário. Observou-se que o fluxo total de veículos nos dias de semana variou de 135 a 266, com exceção de um período noturno, quando chegou a totalizar apenas 78 unidades. Nas avaliações realizadas nos finais de semana, as manhãs de domingo registraram fluxo de apenas 27 veículos em determinado período. O turno medido ao entardecer de sábado apontou valores entre 125 e 150 veículos, constituindo-se no maior fluxo detectado durante os finais de semana.

Outro fato importante diagnosticado, em todas as medições, foi que os valores de maiores LAeq<sub>s</sub> não possuem uma relação direta com a maior passagem no total de veículos e nem com a classificação com os tipos por categoria (leves, pesados, motocicletas).



O maior LAeq medido foi de 73,3 dB(A), no entardecer do dia 06 de dezembro de 2007, no *Ponto de Medição 01*, quando constatou-se a passagem de 254 veículos. É importante salientar que o número máximo entre todos os totais de passagem de veículos foi de 266, no final da manhã/ início da tarde do dia 04 de dezembro de 2007, oportunidade em que o LAeq constatado foi de 71,4 dB(A), portanto menor que o do dia 06 de dezembro de 2007.

No caso dos ônibus, observou-se que o número de passagens, em dias de semana, nos diversos horários medidos, variou entre 21 a 40, exceto no período noturno, quando há uma queda acentuada, chegando a um intervalo de 07 a 12 veículos. O trânsito de 40 ônibus ocorreu no período de 07h45min a 08h, na terça-feira, dia 17 de junho de 2008, quando se detectou o maior LAeq de 72,3dB(A) no turno do início da manhã, destacando-se que nesses 15 minutos o total de veículos foi de 149, sendo 91 automóveis, 09 motocicletas e 09 veículos pesados. O total de 21 ônibus correspondeu ao período de 13h24min a 13h39min, da quinta-feira, dia 06 de dezembro de 2007, no qual obteve-se LAeq de 71,6 dB(A), para um total de 247 veículos subdivididos em 169 automóveis, 46 motocicletas e 11 veículos pesados. Assim, verificou-se que o fato dos ônibus terem praticamente dobrado ( 21 para 40) influenciou o aumento de 0,7 dB(A), pois todas as outras modalidades sofreram significativa diminuição, como no caso das motocicletas (46 para 09) e dos automóveis (169 para 91).

Concluiu-se, no entanto, que não se pode afirmar, de fato, que os veículos coletivos são os responsáveis pelos maiores níveis sonoros, conforme comprovam: todas as medições do dia 06 de dezembro de 2007, as medições da manhã do dia 04 de dezembro de 2007, do final da manhã / início da tarde e noite do dia 17 de junho de 2008, bem como do entardecer dos dias 21 e 29 de junho de 2008. Nesses períodos o maior LAeq não coincidiu com a maior passagem de ônibus.

No confronto dos níveis obtidos nos ensaios, em diferentes dias e distintos horários, percebeu-se que, nos turnos de medições feitas em finais de tarde/entardecer, foram apresentados os maiores LAeqs, mostrando situações de maior flutuação nos índices detectados. Os horários noturnos e medições de finais de semana, se caracterizaram por menores LAeqs.

Nos resultados obtidos em finais de semana em ambos os pontos de medição, percebeu-se que no *Ponto de Medição 02*, os índices encontrados foram mais altos. Nas medições referentes aos sábados, o maior LAeq teve o valor de 70 dB(A), no referido *Ponto de Medição 02*. Em domingos, no mesmo local, o valor correspondente ao maior LAeq foi de 69,9 dB(A), no entardecer. Ressalta-se que nas medições executadas no segundo turno do dia

22 de junho de 2008 houve um início de chuva, deixando a pista levemente molhada, o que pode ter influenciado o aumento do LAeq medido, conforme citado nas referências bibliográficas identificadas no capítulo de revisão.

Nesse trabalho é mostrado que, embora haja pequena redução de níveis sonoros, comparados com trabalhos realizados em anos anteriores, o ruído de trânsito na cidade de Santa Maria - RS, ainda se mantém fora daquilo que os órgãos de fiscalização estabelecem.

Pelo fato de não ser um fenômeno considerado como uma prioridade, há uma carência de capacitação técnica e de instrumentos adequados para o trabalho de monitoramento, por parte dos órgãos ambientais. Os instrumentos legais, na maior parte, não são efetivos e eficientes para uma redução de níveis sonoros nas cidades brasileiras e, por isso, desprovidos de amparo aos danos causados à saúde da população.

No Brasil, este assunto não é tratado de forma adequada, conseqüentemente as pesquisas realizadas, se apresentam de forma tímida e incipiente e o ruído, praticamente, nunca é considerado na implementação dos instrumentos de planejamento e gestão urbanos.

Entende-se que há muito a ser feito, para alcançar resultados melhores. É possível que a conscientização das pessoas e do poder público possam mudar essa situação. Será necessário, porém, que as medidas a serem tomadas com o propósito de inverter tais condições, não sejam insuficientes por parte dos gestores e que a comunidade tenha consciência da importância de sua participação em todo o processo de redução de níveis sonoros, em zonas urbanas.

No conceito de cidade perpassa a idéia de ser um meio de melhor convivência social, entretanto, parece que, por falta de conhecimentos técnicos ou atitudes equivocadas, observa-se uma conotação subjetiva de que na convivência urbana, pouca importância é dada aos problemas relacionados ao bem estar da população, com destaque para o ruído urbano.

## 6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Na comparação feita neste trabalho, com outros realizados em anos anteriores percebe-se que, em relação ao trânsito no centro da cidade de Santa Maria – RS, muito pouco acrescentou na redução de níveis de pressão sonora nos índices pesquisados. Sabe-se que este fenômeno, não é diferente em todos os locais onde foram feitos mapeamentos de ruído produzido por veículos, conforme mencionados, no capítulo de revisão.

Diante dessa situação, o que é possível sugerir, é que os trabalhos que se destinarem a averiguar a emissão de níveis sonoros, na região urbana de Santa Maria – RS, especificamente, na parte central da cidade, sejam mais abrangentes no sentido de coletar informações não só de ruído, como também, de saber o que as pessoas habitantes da cidade, pensam no sentido de poder amenizar essa situação de desconforto ambiental.

Uma sugestão é que se conheça, através da realização de entrevistas com motoristas de todos os tipos de veículos, que trafegam na região urbana, proprietários de empresas de transporte coletivo, motociclistas, poder público municipal e todas as pessoas inseridas no contexto social da cidade, para adotar medidas de controle.

Em termos de pavimentação, estudar e propor outro tipo de pavimentação viária, principalmente em ruas onde há maior predominância de passagens de ônibus, cujo tipo de pavimentação é de concreto frisado, que, pelo que consta na revisão bibliográfica, é o que emite mais ruído. Um exemplo disso é o corredor de ônibus da Rua Acampamento.

Elaborar pesquisa em vias urbanas, que apresentam tipos diferentes de pavimentação, para comparar divergências existentes de níveis de pressão sonora.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.152**: Níveis de ruído para o conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.151**: Avaliação do nível de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.145**: Medição de ruído emitido por veículos rodoviários automotores em aceleração – Método de engenharia. Rio de Janeiro, 2004.

AITA, J. C. L. **Transportes coletivos urbanos**: avaliação do nível de pressão sonora em função da melhoria da qualidade de serviços. 2004. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

ÁLVARES, P. A. de S.; SOUZA, F. P. **Até onde chega a poluição sonora de Belo Horizonte?** Belo Horizonte, 1992. Disponível em: < <http://www.icb.ufmg.br/lpf/2-8.html>>. Acesso em: 13 mar. 08.

ÁLVARES, P. A. de S.; SOUZA, F. P. Poluição sonora em Belo Horizonte. **Acústica e Vibrações**, Florianópolis, n. 10, p. 23-42, 1992.

ARAÚJO, B. C. D. et al. Caracterização do ruído de tráfego na cidade de Natal – RN, Brasil. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA, 6., 2008, Buenos Aires. **Actas FIA 2008**. Buenos Aires : Associação de Acústicos Argentinos, 2008. p. 1-10.

BALTAZAR, L. et al. **Cartografia de ruído**. 2006. Trabalho apresentado no IX Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica, Lisboa, Tagus Park, novembro de 2006.

BARBO, M. N. et al. Níveis de ruído em cruzamentos semaforizados de Santa Maria - RS. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 21., 2006, São Paulo; SIMPÓSIO DE ACÚSTICA DE SALAS, 1., 2006. São Paulo. **Anais...**, São Paulo: SOBRAC; SIBRASE, 2006.

BECKER, T. **Avaliação do ruído produzido nos ônibus urbanos em Porto Alegre**. 2001. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR 15 – Atividades e operações insalubres**. Define dose de ruído para atividades profissionais. Data da revisão: 26 nov. 1990. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/nr\\_15.pdf](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf)>. Acesso em: Fev. 2009.

BRASIL. Lei nº 9.503, Lei Federal nº. 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 set. 1997. p. 21201. Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9503.htm>>. Acesso em: fev. 2009.

BRASIL. **Lei n. 10.257**, de 10 de julho de 2001. Estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas-urbanos/legislacao/Lei10.257-01.pdf>>. Acesso em: 23 jan 2009.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Manual para Apresentação de Propostas – Sistemática 2008**: Programa 9989 – Mobilidade Urbana e Programa 1078 Nacional de Acessibilidade. Brasília, 2008. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades/sistemática-2007/sistemática-2008\\_1/SistemáticaSEMObversaofinal.pdf](http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades/sistemática-2007/sistemática-2008_1/SistemáticaSEMObversaofinal.pdf)>. Acesso em: fev. 2009.

COLVERO, J. L. B. et al. **A Evolução dos Níveis de Ruído Urbano em Santa Maria/RS - O caso de cruzamentos com semáforos**. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 21., 2006, São Paulo; SIMPÓSIO DE ACÚSTICA DE SALAS, 1., 2006. São Paulo. **Anais...**, São Paulo: SOBRAC; SIBRASE, 2006

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB (São Paulo). **Ruído**. São Paulo. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/emissoes/ruído.asp>>. Acesso em: fev. 2009.

COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPÉIA – CEE. **Diretiva 2001/43/CE**, de 27 de junho de 2001. Altera a Diretiva 92/23/CEE, relativa aos pneumáticos dos veículos a motor e seus reboques bem como à respectiva instalação nesses veículos. Disponível em: < <http://vlex.pt/vid/pneumaticos-reboques-respectiva-nesses-36391896>>. Acesso em: fev. 2009.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN (Brasil). **Resolução nº. 035/98**, de 21 de maio de 1998. Estabelece método de ensaio para medição de pressão sonora por buzina ou equipamento similar a que se referem os arts. 103 e 227, V do Código de Trânsito Brasileiro e o art. 1º da Resolução 14/98 do CONTRAN. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>>. Acesso em: fev. 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº. 01/93, de 11 de fevereiro de 1993. Estabelece, para veículos automotores nacionais e importados, exceto motocicletas, motonetas, triciclos, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados, nacionais e importados, limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e na condição parado. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 fev.1993. Seção 1, p. 2037-2040. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=124>>. Acesso em: fev. 2009

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº. 20/96, de 24 de outubro de 1996. Define como "itens de ação indesejável" quaisquer peças, componentes, dispositivos, sistemas, softwares, lubrificantes, aditivos, combustíveis e procedimentos operacionais que reduzam ou possam reduzir a eficácia do controle da emissão de ruído e de poluentes atmosféricos de veículos automotores, ou produzam variações indesejáveis ou descontínuas destas emissões em condições que possam ser esperadas durante a sua operação em uso normal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 nov.1996. p. 23372. (Revogada). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=219>>. Acesso em: fev. 2009.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº. 252/99, de 07 de janeiro de 1999. Estabelece para os veículos rodoviários automotores, inclusive veículos encarroçados, complementados e modificados, nacionais ou importados, limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 jan. 1999, p. 60-61. Republicada em 01 fev.1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=252>>. Acesso em: fev. 2009.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA nº. 272/2000, de 14 de setembro 2000. Dispõe sobre os limites máximos de ruído para os veículos nacionais e importados em aceleração, exceto motocicletas, motonetas, ciclomotores e veículos assemelhados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, p. 24. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=270>> Acesso em; fev. 2009.

DA PAZ, E. C.; FERREIRA, A. M. C.; ZANNIN, P. H. T. Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 467-72, 2005.

DOMENICHINI, L. et al. Relationship between road surface characteristics and noise emission. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON VEHICLE TYRE ROAD INTERACTION, 1., 1999, Rome, Italy. **Proceedings...** Roma, 1999.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO – DENATRAN. Portal Renaest. 2006. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.htm>>.. Acesso em: jan. 2009.

ECHAZARRETA, F. S. **Estratégia de Elaboración de um Mapa de Ruído**. Trabalho apresentado no I Congresso sobre Ruído urbano y su Gestor Natural – Vitória Gasteiz, Espanha, março de 2005. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) – Ministerio de Fomento e de Meio Ambiente. Disponível em: < [www.vitoria-gasteiz.org](http://www.vitoria-gasteiz.org)>. Acesso em: 08 abr.2008.

FERNANDES, J. C. **Acústica e ruídos**. São Paulo, 2002. Apostila de curso da UNESP.

FERREIRA JÚNIOR, M. **Saúde no trabalho**: temas básicos para o profissional que cuida da saúde dos trabalhadores. São Paulo: Ed. Roca, 2000.

FREITAS, A. P. M. **Estudo do impacto ambiental causado pelo aumento de poluição sonora em áreas próximas aos centros de lazer noturno na cidade de Santa Maria – RS**. 2006. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

FREITAS, E. F. et al. A Influência da água no ruído produzido pelo tráfego rodoviário. **Revista Engenharia Civil**, Minho, Portugal, v. 26, n. 4, maio 2006. Disponível em: <[http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6337/1/n\\_26\\_pag\\_5-15.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6337/1/n_26_pag_5-15.pdf). > acesso em: fev. 2009.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. 2007. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: fev. 2009.

GARCIA, A.; FAUS, L. J. Statistical analysis of noise levels in urban areas. **Applied Acoustics**, v. 34, n. 4, p 227-247, 1991.

GERGES, S. N. Y. **Ruídos**: fundamentos e controle. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1992. 600p.

GUERRA, C.; RUIVO, F. P. **Avaliação do efeito do pavimento no ruído de tráfego rodoviário**. Trabalho apresentado ao Seminário Ruído: Ambiente Urbano, Ordenamento do Território e Saúde, Seixal/Portugal, novembro, 2006.

HARLAND, D, G. R. Rolling noise and vehicle noise. **Journal of Sound and Vibration**, v. 43, n. 2, p. 305-315, nov. 1975.



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 362: 1998:** Acoustics -- Measurement of noise emitted by accelerating road vehicles -- Engineering method .Geneva, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1996-1: 2003:** Acústica – Descrição, Medição e Avaliação do Ruído Ambiental – Parte 01 – Grandezas Fundamentais e Procedimentos de Avaliação. Geneva, 2003.

KIHLMAN, T.; KHOPP, W. Cidade de ruído do tráfego: um problema local ou global? **Noise Control Engineering Journal**, v 49, n. 4, p. 165-169, jul./agosto de 2001.

LACERDA, A. B. M. et al. Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Ambient. soc.**, Campinas, v. 08, n. 02, Jul./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v8n2/28606.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2009.

MAIA, M. A. **Contribuição ao mapeamento de ruído urbano na cidade de Porto Alegre – RS.** 2003. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

MARTÍN, M. A. et al. M. Exposure-effect relationships between road traffic noise annoyance and noise cost valuations in Valladolid, Spain. **Applied Acoustics**, v. 67, n. 10, p. 945-958, 2006.

MENDEZ, A. M. et al. **Acustica arquitectonica.** Buenos Aires: UMSA, 1994. p. 163-165.

MORAES, E.; SIMÓN, F. **Atualização do mapa acústico de Belém através do método de cálculo matemático preditivo.** 2008. Trabalho apresentado ao 6º Congresso Ibero-Americano de Acústica (FIA, 2008), Buenos Aires, Argentina, novembro de 2008.

NATIONAL ROUND TABLE ON THE ENVIRONMENT AND THE ECONOMY - NRTEE. **The state of the debate on the environment and the economy:** environmental quality in canadian cities: the Federal Role. Ottawa, Ontário: NRTEE, 2003. Disponível em: <<http://www.trnee-nrtee.gc.ca/eng/publications/environmental-quality-canadian-cities/NRTEE-environmental-quality-canadian-cities.php>>. Acesso em: 25 fev. 2009.

NELSON, P. M. **Transportation noise reference book.** London: Butterworth Scientific, 1987.



NUNES, M. F. O. **Estudo do ruído de tráfego veicular urbano em interseções semaforizadas no centro de Santa Maria – RS.** 1998. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

NUNES, M. F. O. Poluição sonora em centros urbanos: o ruído de tráfego veicular. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 19.; INTERNATIONAL CONGRESS OF INDUSTRIAL ENGINEERING, 5.; ENCONTRO DE ENGENHEIROS DE PRODUÇÃO DA UFRJ, 2., 1999, Rio de Janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro: UFRJ, 1999.

ONUSIC, H. et al. Redução de ruído interno em ônibus rodoviário. **Acústica e Vibrações**, Florianópolis, v. 13, 1994. Disponível em: <[www.sobrac.ufsc.br/revistas/dez1994.htm](http://www.sobrac.ufsc.br/revistas/dez1994.htm)>. Acesso em: 11 ago. 2008.

PINTO, R. **Uma proposta para viabilizar as medições necessárias à vistoria do ruído veicular na condição de parado, nos postos do DETRAN, no Estado do Rio de Janeiro.** 2006. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

RAPIN, J. P. Bruit du Trafic Routier. In: JOSSE, R. **Acoustiue**. Grenoble: CSTB, 1982. v. 2 cap. 2, p. 90-124.

ROTT, J.A.A. **Mapa simplificado de ruído para a cidade de Porto Alegre.** 1995. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

SANCHO, V.; SENCHERMES, A. G. **Curso de acústica em arquitectura.** Madrid: Colégio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1982. 215 p.

SANTA MARIA. Câmara Municipal. **Lei municipal nº 2237/81**, de 30 de dezembro de 1981. Institui o Código de Posturas do Município e dá outras providências. Santa Maria, 1981. Disponível em: [http://www.camara-sm.rs.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=category&sectionid=9&id=198&Itemid=73](http://www.camara-sm.rs.gov.br/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=9&id=198&Itemid=73). Acesso em: dez. 2008.

SANTA MARIA. Prefeitura Municipal. A qualidade de vida em Santa Maria. 2001. Disponível em: < [http://www.santamaria.rs.gov.br/?secao=perfil\\_qualidade](http://www.santamaria.rs.gov.br/?secao=perfil_qualidade)>. Acesso em: fev. 2009.

SANTA MARIA. Prefeitura Municipal. **Lei Complementar nº 032**, de 22 de dezembro de 2005. Dispõe sobre o código de obras e edificações do município de Santa Maria e dá outras providências. Santa Maria, 2005a. Disponível em: <[http://www.santamaria.rs.gov.br/\\_secretarias/pdf/ArqSec30.pdf](http://www.santamaria.rs.gov.br/_secretarias/pdf/ArqSec30.pdf)>. Acesso em: 05 jul. 2008.

SANTA MARIA. Prefeitura Municipal. **Lei nº 4875**, de 22 de dezembro de 2005 Cria o Escritório da Cidade, dispõe sobre sua Organização e dá outras providências. Santa Maria, 2005b. Disponível em: <[http://www.santamaria.rs.gov.br/index.php?id\\_secretaria=64&modo=ver&secao=secretarias](http://www.santamaria.rs.gov.br/index.php?id_secretaria=64&modo=ver&secao=secretarias)>. Acesso em: dez. 2008.

SANTA MARIA. Prefeitura Municipal. **Lei Municipal nº 4989**, de 22 de março de 2007. Dispõe sobre a regularização de construções e dá outras providências. Santa Maria, 2007. Disponível em: <[http://www.santamaria.rs.gov.br/\\_secretarias/pdf/ArqSec56.pdf](http://www.santamaria.rs.gov.br/_secretarias/pdf/ArqSec56.pdf)>. Acesso em: dez. 2008.

SCHOCHAT, E.; DIAS, A.; MOREIRA, R. R. Dois enfoques acerca da perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR). In: LIMONGI, S. C. O. **Fonoaudiologia & Pesquisa**. São Paulo: Lovise, 1998. v. 4 .

SCHULTZ, T. J. Variation of the outdoor noise level and the sound attenuation of windows with elevation above the ground. **Applied Acoustics**, v. 12, n. 3, p. 231-239, may 1979.

SOUZA, C. M.; CARDOSO, M. R. A. S. Ruído urbano na cidade de São Paulo, Brasil. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA – SOBRAC, 20. ; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES – SIBRAMA, 2., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2002.

SOUZA, D. da S. **Instrumentos de gestão de poluição sonora para a sustentabilidade das cidades brasileiras**. 2004. 562 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

TABOADA, D. B. **Efectos del ruido sobre la salud**. Madrid, Spain, 2007. Disponível em: <[http://www.ruidos.org/Documentos/Ruido\\_y\\_Salud.pdf](http://www.ruidos.org/Documentos/Ruido_y_Salud.pdf)>. Acesso em: dez. 2008.

THERIVEL, R; MORRIS, P. **Methods of environmental impact assessment**. London: UCL Press Limited, 1995.

TURNER, J. D.; PRETLOVE, A. J. **Acoustic for engineers**. London: Macmillan Education, 1991. 192 p.

VIEIRA, I. L. **Ruído e perda auditiva**. 1999. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Audiologia Clínica) – Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica – CEFAC, Recife, 1999.

ZANIN, P. H. T. et al. Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 521-524, 2002.



## APÊNDICE A – Método de contagem

Neste apêndice, é mostrado o método utilizado para contagem da repetibilidade do número de passagens de ônibus, durante todo um turno de medição.

Este processo foi feito para todos os turnos medidos e, o exemplo mostrado, refere-se ao ensaio realizado no dia 06 de dezembro de 2007, no *Ponto de Medição 01*.

Relação de Passagens de ônibus, no Ponto de Medição, por ordem de Numeração																				
Nº	Leg(dB(A))	Medições																		Total
		-	-	-	-	-	70,9	71	70,5	71	71,8	70,6	71	71,4	70,7	70,6	70,6	71,8	70,5	
164	Medianeira	X					X													2
121	S. Catarina	X	X				X		X	X		X	X		X		X		X	10
72	N.S. Dores	X						X										X		3
150	Centro-	X					X			X		X						X		5
119	S. Catarina	X		X			X		X		X		X							6
151	Medianeira	X		X					X				X					X		5
56	S. Filho	X		X				X									X			4
90	S. Filho	X					X			X										3
152	Medianeira	X								X										2
32	Gabardo	X			X				X								X			4
162	Medianeira	X					X										X			3
204	Medianeira	X																		1
244	Medianeira	X			X									X						2
178	Medianeira	X							X			X				X				4
149	Medianeira	X					X				X									3
213	Medianeira	X						X	X							X				3
242	Medianeira	X					X			X										3
211	Medianeira	X					X			X				X	X					5
159	Medianeira	X			X					X										3
70	N.S. Dores	X						X											X	3
226	Medianeira	X							X				X							3
246	Medianeira	X						X												2
217	Medianeira		X					X		X		X				X				4
82	S. Filho		X				X		X		X									3
245	Medianeira		X					X		X	X									4
207	Medianeira		X					X												2
1117	S. Catarina		X				X		X		X									4
219	Medianeira		X				X	X		X				X						5
64	N.S. Dores		X					X												2
123	S. Catarina		X				X			X								X		3
184	Medianeira		X					X				X			X					4
147	Medianeira		X					X				X								3
206	Medianeira		X					X			X			X					X	5
128	Medianeira		X				X			X										3
223	Medianeira		X				X			X			X							3
144	Medianeira		X							X				X						3
177	Medianeira		X				X									X				3
229	Medianeira		X					X					X						X	4
222	Medianeira		X					X			X			X						4
44	S. Filho		X				X									X				3
138	Medianeira		X		X			X					X				X			5
53	Gabardo		X						X				X							3
141	Medianeira		X						X				X						X	4
130	Medianeira		X					X				X							X	4
56	N.S. Dores			X				X			X								X	4
216	Medianeira			X			X													2
84	S. Filho			X				X										X		3
172	Medianeira			X										X						2
104	N.S. Dores			X				X												2
227	Medianeira			X				X											X	3
250	Centro-			X												X				2
62	S. Filho			X									X				X			3
134	Medianeira			X					X											2
160	Medianeira			X					X											2
241	Medianeira			X					X			X								2
460	Rizzatti			X																1
180	Medianeira			X				X		X									X	5
311	S. Catarina			X				X						X	X					4
62	N.S. Dores			X					X			X				X				4

218	Medianeira			X															1	
150	Medianeira			X				X				X							3	
153	Medianeira			X				X				X							2	
68	N.S.Dores			X				X				X							3	
240	Medianeira			X				X						X				X	4	
1119	S.Catarina			X								X							2	
133	Medianeira			X			X						X					X	4	
185	Medianeira			X			X						X		X				4	
161	Medianeira			X				X					X			X			4	
125	Medianeira			X			X						X						3	
247	Medianeira			X									X					X	3	
131	Medianeira			X			X												2	
197	Medianeira			X			X					X							3	
143	Medianeira			X			X					X							3	
190	Medianeira			X														X	2	
248	Medianeira			X			X					X							3	
82	N.S.Dores			X					X										2	
58	S.Filho			X					X										2	
146	Medianeira			X			X												2	
230	Medianeira			X				X				X			X				4	
154	Medianeira			X								X					X		3	
70	Gabardo			X															1	
<b>Relação de Passagens de ônibus, no Ponto de Medição, por ordem de Numeração</b>																				
	<b>Leg(dB(A))</b>	-	-	-	-	-	70.9	71	70.5	71	71.8	70.6	71	71.4	70.7	70.6	70.6	71.8	70.5	
<b>Nº</b>	<b>Empresa</b>	<b>Medições</b>																		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	
135	Medianeira					X										X				2
96	N.S.Dores					X					X				X		X			4
142	Medianeira					X		X					X						X	4
166	Medianeira					X						X						X		3
50	Centro-					X								X						2
54	Gabardo					X														1
186	Medianeira					X							X							2
198	Medianeira					X				X							X			3
126	Medianeira					X														1
84	Medianeira					X									X			X		3
191	Medianeira					X													X	2
60	Gabardo					X									X					2
174	Medianeira					X														1
156	Medianeira					X														1
249	Medianeira				X					X						X				4
139	Medianeira				X			X					X	X			X			4
225	Medianeira				X															1
188	Medianeira					X														1
215	Medianeira					X														1
194	Medianeira					X														1
192	Medianeira					X					X							X		3
231	Medianeira					X														1
127	Medianeira					X														1
173	Medianeira							X					X			X				3
146	Centro-							X							X					2
117	S.Catarina							X			X			X		X				4
148	Medianeira							X												1
172	Medianeira							X												1
176	Medianeira							X								X				2
201	Medianeira								X											1
238	Medianeira								X							X				3
54	N.S.Dores								X			X		X				X		4
76	N.S.Dores								X											1
50	Gabardo								X											1
214	Medianeira								X											1
199	Medianeira								X											1
228	Medianeira								X			X					X			3
181	Medianeira								X						X				X	3
92	N.S.Dores								X				X							2
179	Medianeira								X			X								2
213	Medianeira								X											1
189	Medianeira								X					X						2
30	Centro-									X									X	2
165	Medianeira									X										1
244	Medianeira									X										1
1119	S.Catarina									X										1
135	Medianeira									X			X							2
163	Medianeira									X			X			X			X	4
31	Gabardo									X										1
168	Medianeira									X						X		X		3
175	Medianeira									X										1
45	Gabardo									X									X	2
68	S.Filho									X										1
186	Medianeira									X										1
42	Gabardo									X										1
48	S.Filho									X			X				X			3

166	Medianeira								X				X									2	
203	Medianeira								X				X										2
390	Centro-								X														1
129	Medianeira								X														1
217	Medianeira								X														1
108	N.S.Dores								X			X											2
132	Medianeira								X			X										X	3
74	S.Filho								X	X													2
170	Centro-								X														1
216	Medianeira								X														1
162	Medianeira								X			X										X	3
154	Centro-								X														1
66	S.Filho								X														1
41	Gabardo								X													X	2
66	Gabardo									X													1
175	Medianeira									X													1
250	Centro-									X													1
28	Gabardo									X													1
58	S.Filho											X											1
187	Medianeira											X										X	2
194	Medianeira											X											1
44	S.Filho											X											1
115	S.Catarina											X										X	2
76	N.S.Dores											X											1
49	Gabardo												X										1
224	Medianeira												X										1
270	Centro-												X										1
74	N.S.Dores												X										1
78	N.S.Dores												X										1
210	Centro-												X										1
88	N.S.Dores													X									1
53	Gabardo												X										1
311	S.Catarina												X									X	2
170	Centro-												X										1
190	Centro-												X										2
245	Medianeira													X									1
158	Medianeira													X									1
50	Gabardo													X									1
148	Medianeira													X									1
150	Medianeira													X									1
188	Medianeira													X									1
74	N.S.Dores													X									1
126	Medianeira													X									1
124	Medianeira													X									1
30	S.Filho													X									1
152	Medianeira													X									1
74	Gabardo														X								1
60	Gabardo														X								1
50	Centro-														X								1
90	Centro-														X								1
219	Medianeira														X								1
1115	S.Catarina														X								1
167	Medianeira														X								1
224	Medianeira														X								1
230	Medianeira														X								1
182	Medianeira																					X	1
111	S.Catarina																					X	1
246	Medianeira																					X	1
40	S.Filho																					X	1
176	Medianeira																					X	1
171	Medianeira																					X	1
199	Medianeira																					X	1
203	Medianeira																					X	1
31	Gabardo																					X	1
72	Gabardo																					X	1
143	Medianeira																					X	1
201	Medianeira																					X	1
548	Van Escolar	X																					1
s/nº	Laureci		X					X						X									3
s/nº	Van Escolar		X	X	X							X	X										5
s/nº	Best Food		X																		X		2
402	Lotação		X			X			X			X		X							X		6
204	Lotação			X			X		X			X											4
100	Lotação			X			X					X					X						4
405	Transton				X																		1
602	Lotação				X		X		X		X		X										5
548	Van Escolar	X																					1
102	Lotação				X		X		X		X		X								X		6
504	Lotação				X		X		X														3
300	Rizzatti				X																		1
600	Lotação				X		X		X												X		4
118	Van Escolar				X																		1

300	Lotação					X			X									X	3
400	Lotação					X			X		X							X	4
s/nº	Mazzardo					X													1
202	Lotação						X			X					X				3
6495	Coletivo									X									1
401	Transton									X									1
202	Futura										X								1
200	Van Escolar										X								1
250	Efal										X								1
s/nº	Lotação											X							1
200	Lotação											X					X		2
650	Lotação												X						1
440	Rizzatti																X		1
405	Transton																X		1
340	Laureci																X		1
s/nº	Santa Cruz																X		1
406	Lotação																	X	1
s/nº	Sobral																	X	1
504	Lotação																	X	1
2000	Rizzatti																	X	1
s/nº	Militar																	X	1
s/nº	Jardim					X													1
s/nº	Rizzatti																	X	1
Total	Ônibus	23	27	32	39	38	30	46	36	32	32	35	30	28	29	32	32	31	
Total	Automóveis	29	39	62	82	85	93	69	77	106	153	183	182	150	175	173	141	150	
Total	Motocicletas	10	4	12	24	30	17	15	21	32	53	45	44	44	50	50	56	42	
Total	Caminhões	1			5	2	7	6	5	7	3	3	2	7	1	7	6	2	



