

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**MAPA SIMPLIFICADO
DE RUÍDOS PARA A CIDADE
DE PORTO ALEGRE**

Dissertação submetida à Universidade Federal do Rio Grande do Sul
para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil

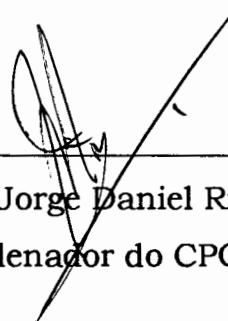
João Antonio Agostini Rott

Porto Alegre
Outubro de 1995

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pelo Curso de Pós-Graduação.



Prof. Miguel Aloysio Sattler
Orientador



Prof. Jorge Daniel Riera
Coordenador do CPGEC

Banca Examinadora:

Prof. Miguel Aloysio Sattler
- Ph.D pela University of Sheffield

Prof. Samir Nagi Yousri Gerges
- Ph.D pela University of Southampton

Prof^ª Helena Beatriz Bettela Cybis
- Ph.D pela University of Leeds

Prof. Alberto Tamagna
- Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

À minha esposa Marilise,
companheira de todos os momentos

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela criação e por tudo.

A Antonio e Tereza, meus pais, pelo apoio, dedicação e exemplo de luta.

Aos meus familiares e amigos que sempre me incentivaram.

Ao Prof. Dr. Miguel Aloysio Sattler, pela valorosa orientação, dedicação, amizade, e atenção a mim dispensadas.

Aos professores do NORIE, indispensáveis para a minha formação.

Aos colegas e amigos do NORIE, companheiros das lutas e festas.

Ao Prof. Dr. Geraldo Atílio De Carli, um verdadeiro amigo, por todas as suas contribuições e estímulo durante todo o curso.

Ao Ex-Prefeito e Ex-Secretário de Obras e Viação de Porto Alegre, Vereador Engº João Antonio Dib, pelo apoio e colaboração dispensado.

Aos meus amigos Ricardo André Coradini e Rafael Ramos dos Santos, pelo grande auxílio em arquitetura e informática, respectivamente.

Ao Dr. José Luis Duarte Ribeiro, pelo auxílio na análise estatística dos dados.

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAM) e Secretaria Municipal dos Transportes (SMT), pelos dados fornecidos, indispensáveis à este trabalho.

A Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC), pelo auxílio e apoio dispensado.

As bibliotecárias do setor de periódicos da biblioteca da Escola de Engenharia, pela atenção e dedicação dispensadas.

Aos funcionários da biblioteca da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pela atenção no fornecimento dos dados.

A CAPES pelo apoio financeiro durante o mestrado.

A FAPERGS pelo bolsista que auxiliou o desenvolvimento deste trabalho.

A RBS-TV e Jornal Zero Hora pelo auxílio prestado nas fotos e imagens (vídeo) da cidade de Porto Alegre.

A todos que, mesmo não citados, contribuíram de alguma forma para esta conquista e que sempre serão lembrados.

SUMÁRIO

Lista de figuras	v
Lista de gráficos	vii
Lista de tabelas	ix
Resumo	xii
Abstract	xiii
Capítulo I: Introdução	1
1.1. Considerações iniciais	2
1.2. Características gerais do local.....	3
1.3. Objetivos do trabalho.....	4
1.4. Estrutura da dissertação	5
Capítulo II: Revisão bibliográfica	7
2.1. Considerações básicas sobre o som e ruído	8
2.2. Ruído e saúde	12
2.3. Ruído de tráfego e suas perturbações.....	12
2.3.1. Estudos sobre ruído de tráfego realizados no mundo.....	13
2.3.2. Estudos realizados no Brasil.....	17
2.3.3. Trabalhos que relacionam fluxo de veículos com ruído de tráfego	18
2.4. Considerações sobre ruído de tráfego	19
2.4.1. Fontes de ruído nos diversos tipos de veículos	19
2.4.2. Fatores influentes no ruído de tráfego	20
2.4.3. Propagação do som em zonas urbanas.....	21
2.4.3.1. Barreiras.....	21
2.4.3.2. Vegetação.....	22
2.4.3.3. Temperatura	23

2.4.3.4. Cobertura de solo.....	23
2.4.3.5. Distância da fonte ao observador.....	23
2.4.3.6. Vento.....	24
Capítulo III: Metodologia.....	25
3.1. Entrevista com a população.....	26
3.2. Levantamento populacional.....	27
3.3. Obtenção de dados de níveis sonoros e fluxo de veículos.....	28
3.4. Determinação do percentual da população atingida por diferentes níveis sonoros.....	30
3.5. Elaboração do mapa de ruídos.....	31
Capítulo IV: Resultados e análise dos dados.....	32
4.1. Entrevista com a população.....	33
4.2. Levantamento populacional.....	36
4.3. Medições dos níveis sonoros.....	37
4.3.1. Medições da SMAM.....	37
4.3.2. Medições extras de níveis sonoros.....	42
4.4. Contagem do fluxo de veículos.....	43
4.4.1. Verificação da possibilidade de aplicação da fórmula de García e Faus (1991).....	43
4.4.2. Dados fornecidos pela SMT.....	46
4.4.3. Contagens extras de fluxo de veículos.....	50
4.5. Determinação do percentual da população atingida por diferentes níveis sonoros.....	52
4.5.1. Comparação entre os bairros de cada zona DP.....	61
4.6. Elaboração do mapa de ruídos.....	64
Capítulo V: Conclusões e sugestões.....	72
5.1. Conclusões.....	73
5.2. Sugestões.....	74
Anexo 1.....	76
Anexo 2.....	88

Anexo 3.....	91
Referências bibliográficas	96

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

1.1 - Mapa da cidade de Porto Alegre com seus respectivos bairros.....	03
--	----

Capítulo II

2.1 - Fontes de níveis sonoros e seus valores em dB.....	08
2.2 - Fontes de ruído nos veículos.....	20
2.3 - Atenuação de barreiras, por difração	22

Capítulo IV

4.1 - Bairro Bom Fim.....	53
4.2 - Bairro Cidade Baixa	53
4.3 - Bairro Centro	54
4.4 - Bairro Menino Deus	55
4.5 - Bairro Petrópolis	56
4.6 - Bairro Passo D'Areia.....	57
4.7 - Bairro Sarandi	58
4.8 - Bairro Três Figueiras.....	59

4.9 - Zona DP1	64
4.10 - Zona DP2	65
4.11 - Zona DP3	65
4.12 - Zona DP4	66
4.13 - Zona DP5	66
4.14 - Zona DP6	67
4.15 - Zona DP7	67
4.16 - Zona DP8	68
4.17 - Zona DP9	68
4.18 - Mapa dos valores de $L_{Aeq\ min}$ e $L_{Aeq\ máx}$, do ruído de tráfego, às 18 horas, para a cidade de Porto Alegre	70
4.19 - Mapa simplificado de ruído para a cidade de Porto Alegre, às 18 horas	71

LISTA DE GRÁFICOS

Capítulo I

1.1 - Distribuição da frota de veículos em Porto Alegre	04
---	----

Capítulo II

2.1 - Valores de L_{Acq} pela fórmula de García e Faus em função do fluxo de veículos (Q)	19
--	----

Capítulo IV

4.1 - Respostas do questionário mostrando a opinião da população em relação ao ruído	33
4.2 - Respostas do questionário em relação aos problemas causados pelo ruído	33
4.3 - Respostas do questionário em relação ao ruído produzido pelos vizinhos	34
4.4 - Respostas do questionário em relação ao horário de produção de ruído de tráfego.....	34
4.5 - Respostas do questionário em relação ao ruído de tráfego	34
4.6 - Respostas do questionário em relação ao horário de produção de ruído de tráfego.....	35

4.7 - Respostas do questionário em relação aos veículos que causam maior perturbação	35
4.8 - Respostas do questionário em relação à perturbação por outras fontes sonoras	35
4.9 - Valores obtidos através da SMAM	37
4.10 - Comparação entre os valores de L_{Aeq} medidos pela SMAM e os verificados	40
4.11 - Valores de L_{Aeq} , por minuto, do cruzamento da Rua Ramiro Barcelos com a Av. Farrapos.....	42
4.12 - Valores de L_{Aeq} , por minuto, da Rua Múcio Teixeira entre a Rua Marcílio Dias e Av. Bastian.....	42
4.13 - Valores das medições extras de L_{Aeq} , nas zonas DP.....	43
4.14 - Comparação dos valores da SMT (L_{Aeq} obtidos através da equação 12) com os valores de L_{Aeq} da SMAM e com as medições de L_{Aeq} de verificação	44
4.15 - Valores de L_{Aeq} dos 177 pontos obtidos através da SMT	46
4.16 - Comparação entre as verificações das contagens do fluxo de veículos	49
4.17 - Comparação entre os valores de fluxo de veículos da SMT e os verificados nas contagens	50
4.18 - Valores de L_{Aeq} para os 164 pontos obtidos nas contagens extras de veículos.....	51
4.19 - Percentagem dos pontos medidos e seus respectivos valores de L_{Aeq}	51
4.20 - Valores de L_{Aeq} máx e L_{Aeq} mín nas zonas DP1 a DP9.....	69

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

- 2.1 - Relação de alguns valores de NPS e suas respectivas pressões.....09
- 2.2 - Relação de níveis sonoros, períodos de medições e índices em diferentes países16

Capítulo III

- 3.1 - Número de pessoas entrevistadas em cada zona.....28

Capítulo IV

- 4.1 - Densidade populacional nos bairros36
- 4.2 - Verificações do L_{Aeq} para os dados da SMAM38
- 4.3 - Diferenças entre os valores de L_{Aeq} (SMAM e verificações), médias das diferenças e desvio padrão39
- 4.4 - Verificação da estabilização do L_{Aeq} 41
- 4.5 - Verificação da fórmula de García e Faus (1991) com os dados da SMT e comparação com os dados de medições da SMAM e medições de L_{Aeq} 44
- 4.6 - Valores de L_{Aeq} obtidos através da SMT (com a equação 12, de García e Faus (1991)), SMAM, medições de verificação, diferenças, médias e desvios padrão45

4.7 - Verificações do fluxo de veículos da SMT.....	47
4.8 - Valores de fluxo de veículos obtidos através da SMT, verificações de 1 hora, verificações de 30 minutos e diferenças entre eles.....	48
4.9- Resumo da zona DP1	53
4.10 - Resumo da zona DP2.....	53
4.11 - Resumo da zona DP3.....	54
4.12 - Resumo da zona DP4.....	55
4.13 - Resumo da zona DP5.....	56
4.14 - Resumo da zona DP6.....	57
4.15 - Resumo da zona DP7.....	58
4.16 - Resumo da zona DP8.....	59
4.17 - Resumo da zona DP9.....	60
4.18 - Resumo da zona DP9 (bairro Praia de Belas)	60
4.19 - Resumo da zona DP9 (bairro Pedra Redonda).....	60
4.20 - Resumo da zona DP9 (bairro Belém Velho)	60
4.21 - Resumo da zona DP9 (bairro Agronomia)	60
4.22 - Resumo da zona DP9 (bairro Anchieta)	61
4.23 - Resumo da zona DP9 (bairro Marcílio Dias).....	61
4.24 - Valores de $L_{Aeq\ máx}$ e $L_{Aeq\ mín}$ na zona DP4	62
4.25 - Valores de $L_{Aeq\ máx}$ e $L_{Aeq\ mín}$ na zona DP5	62
4.26 - Valores de $L_{Aeq\ máx}$ e $L_{Aeq\ mín}$ na zona DP6	62
4.27 - Valores de $L_{Aeq\ máx}$ e $L_{Aeq\ mín}$ na zona DP7	62

4.28 - Valores de L_{Aeq} máx e L_{Aeq} mín na zona DP8.....	62
4.29 - Valores de L_{Aeq} máx e L_{Aeq} mín , população atingida e % do total para cada zona DP	63

RESUMO

Este trabalho refere-se a um estudo sobre o ruído de tráfego e a elaboração de um mapa simplificado de ruído de tráfego, às 18 horas, para a cidade de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul.

O trabalho também buscou identificar, para as 18 horas, o impacto do ruído sobre a população, em termos de magnitude de população exposta a diferentes níveis de ruído. Realizou-se, também, uma enquete social junto à população que se expressou a respeito do ruído.

Para a elaboração do mapa simplificado de ruído de tráfego, em termos de L_{Aeq} , foram empregados dados de medições sonoras e dados de fluxo horário de veículos, ambos referentes ao horário das 18 horas. A avaliação foi feita tendo por base 127 dados obtidos através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SMAM (medições sonoras realizadas, em L_{Aeq} , entre os anos de 1980 e 1984), 177 dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Transportes - SMT (contagens horárias de fluxo de veículos, entre os anos de 1991 e 1994), 92 dados referentes a medições extras de níveis sonoros, em L_{Aeq} , (no ano de 1994) e 164 dados obtidos através de contagens extras horárias de fluxo de veículos (no ano de 1994).

ABSTRACT

This work presents a study about traffic noise and a simplified traffic noise map, at 6 p.m. for the city of Porto Alegre, southmost capital city in Brazil.

The work also tries to identify, for the stated time, the impact of noise on the population, in terms of the magnitude of the population exposed to different noise levels.

A social survey was carried out in order to identify the citizens opinion about noise.

Noise measurement data and hourly vehicle flow data were used, both referring to 6 p.m. The construction of the simplified traffic noise map was made possible by 127 values obtained from SMAM - The City's Secretary of Environment (traffic noise measurements in L_{Aeq} , relative to the period between 1980 and 1984), 177 values obtained from SMT - The City's Secretary of Transportation (hourly vehicle flow count, relative to the period between 1991 and 1994), 92 values of extra measurements of noise levels, in L_{Aeq} (1994) and 164 values of extra hourly vehicles flow count (1994).

I - INTRODUÇÃO

- 1.1. Considerações iniciais
- 1.2. Características gerais do local
- 1.3. Objetivos do trabalho
- 1.4. Estrutura da dissertação

1.1. Considerações iniciais

A poluição sonora é um problema que atinge, com maior ou menor intensidade, a todas as cidades. A literatura técnica no assunto identifica as principais fontes de ruído como sendo os automóveis, caminhões, ônibus, caminhonetas e motocicletas que circulam pelas ruas.

Problemas de saúde, como distúrbios e algumas doenças, são frequentemente causados quando o ruído excede a determinadas doses ou níveis. Pessoas em suas residências, locais de trabalho, escolas e áreas de lazer podem ser atingidas.

Nos programas de qualidade total, tão difundidos hoje em dia, a poluição sonora deveria necessariamente ser considerada. A qualidade e produtividade também dependem de um ambiente de trabalho confortável, o que requer o controle de ruídos internos e externos, entre outros fatores.

Muitos estudos, com a intenção de quantificar o ruído ocorrente em cidades e o seu impacto sobre a saúde, tem sido realizados em diversos países, inclusive no Brasil. Nas décadas de 70 e 80 houve, no Brasil, um certo interesse pelas questões do ruído urbano, onde alguns trabalhos foram realizados, inclusive apoiados por campanhas públicas, as quais, no entanto, não tiveram a continuidade necessária para que o ruído fosse controlado, ou reduzido. Os problemas sociais, as precárias condições de vida de uma parte significativa da população e o desigual nível de esclarecimento dos brasileiros, fazem com que outras prioridades se sobreponham às questões de ruído.

Motivados pelos aspectos acima relacionados e somando-se a isso o fato de, até o presente momento, não haver nenhum estudo aprofundado sobre as características de ruído para a capital gaúcha, é que foi desenvolvido este trabalho.

Entre os benefícios que resultarão deste trabalho está o de informar a própria população, sobre os níveis sonoros a que está exposta, que assim poderia melhor se proteger, minimizando os efeitos do ruído sobre o

desempenho físico e mental, tanto nas horas de trabalho como nos momentos de repouso e lazer.

1.2. Características gerais do local

Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, fundada em 1822, tem uma altitude de 10 metros acima do nível do mar, com 30° 01' de latitude e 51° 13' de longitude. A cidade possui uma área de 462,38 Km² e uma população de 1.263.239 habitantes, distribuídos em 70 bairros, segundo o censo de 1991 (IBGE, 1992). O mapa da cidade, bem como seus bairros, é mostrado na figura 1.1. (Jornal Zero Hora, 1994)

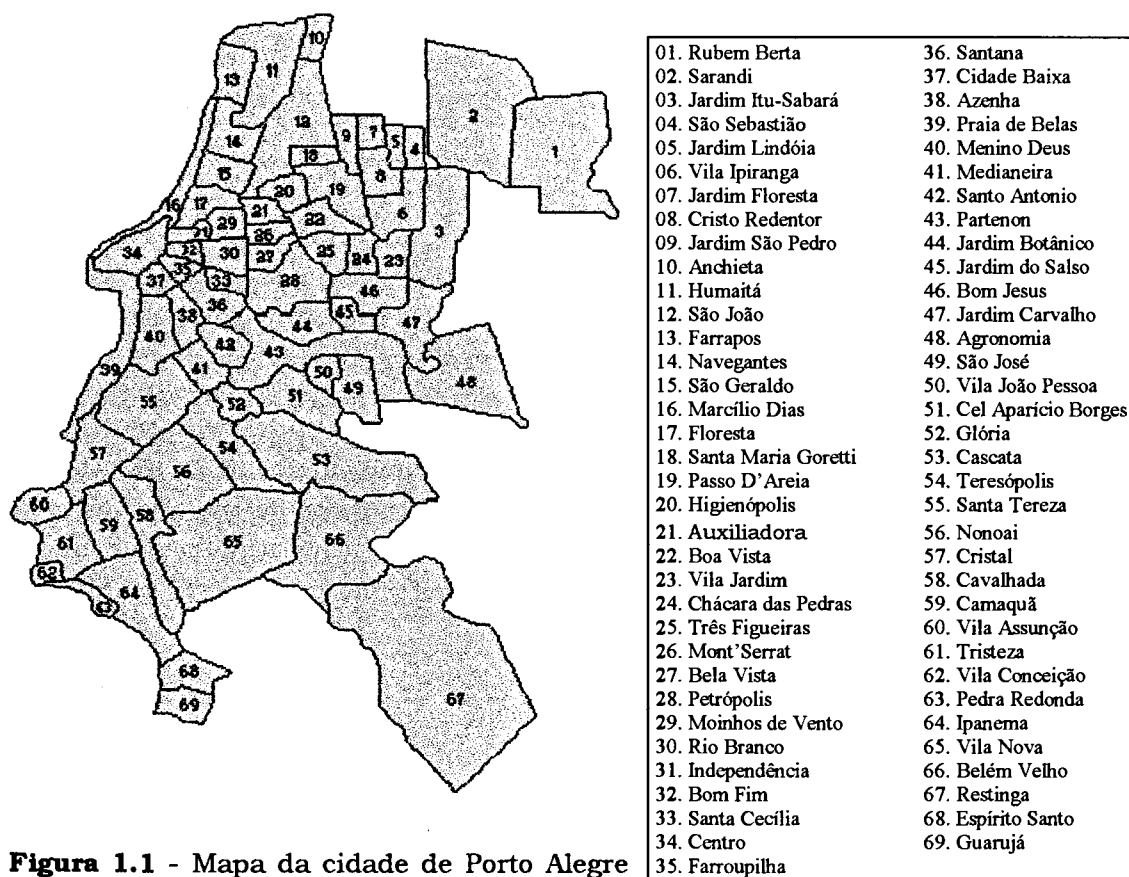


Figura 1.1 - Mapa da cidade de Porto Alegre com seus respectivos bairros.

A cidade possui um traçado viário que se desenvolve principalmente com vias no sentido centro-bairro, cortadas por radiais concêntricas à região central da cidade. Porto Alegre possui 405 avenidas e 4399 ruas (Jornal Zero Hora, 1995). Sua frota de veículos, segundo o DETRAN-RS (1994), é de 418.707 automóveis (78,26%), 39.790 caminhonetas (7,44%), 19.368 caminhões (3,62%), 3.539 ônibus (0,66%), 832 micro-ônibus (0,16%) e 37.378 motocicletas (6,99%). (Gráfico 1.1).

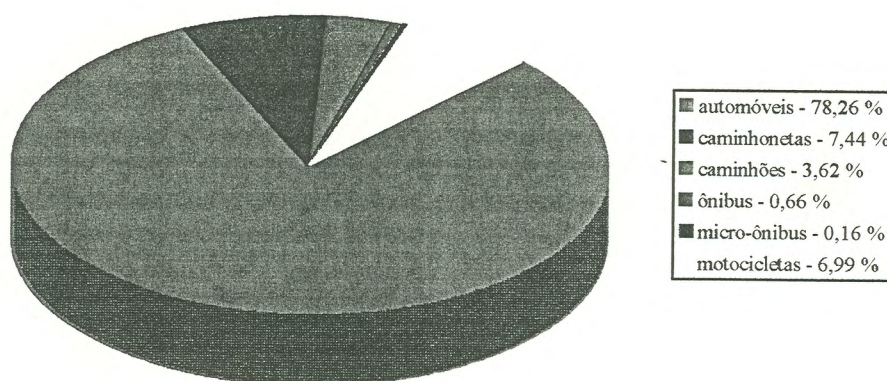


Gráfico 1.1 - Distribuição da frota de veículos em Porto Alegre (DETRAN/1994)

1.3. Objetivos do trabalho

Na década de 80, entre os anos de 1980 e 1984, a Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA), através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAM), motivada pela cruzada nacional de combate ao ruído, efetuou um estudo acústico para a cidade. Foram realizadas medições em um número significativo de pontos (171), em diversos locais como ruas, avenidas, praças, parques e viadutos. Esta primeira etapa, chamada de preliminar, teve como objetivo saber qual o nível sonoro existente, para o horário das 18 horas. Este trabalho deveria prosseguir com medições sonoras em muitos outros locais e também em outros horários, porém esta etapa não foi realizada e o trabalho não teve sua conclusão.

O objetivo principal deste trabalho foi o de, sistematizando os dados levantados pela SMAM, junto com outros dados, verificar, de uma maneira simplificada, as condições sonoras a que está submetida a cidade de Porto Alegre, bem como a percentagem da população atingida por diferentes níveis sonoros, em função da emissão de ruído por parte dos veículos que nela trafegam.

Prover dados básicos a projetistas (Arquitetos e Engenheiros) de modo a possibilitar a elaboração de projetos que levem em consideração o efetivo “clima de ruídos” da cidade, visando um melhor conforto aos usuários, também é considerado objetivo deste trabalho.

Além do citado acima, objetiva-se subsidiar às autoridades competentes, para que sejam tomadas as necessárias medidas, caso os níveis de ruído atingirem valores acima dos recomendados pelas normas técnicas específicas.

Por fim, deverá servir como base para futuros trabalhos nesta área, lembrando que a poluição sonora deve ser monitorada permanentemente para que se possa avaliar a eficiência e os resultados das medidas de controle adotadas.

1.4. Estrutura da dissertação

O presente trabalho é composto de 5 capítulos, dispostos da seguinte forma:

- 1º Capítulo (Introdução): Tem por finalidade dar uma idéia geral sobre os objetivos e a estrutura da dissertação. São feitas, também, considerações sobre a cidade de Porto Alegre.

- 2º Capítulo (Revisão bibliográfica): Faz uma retrospectiva, em ordem cronológica, de trabalhos publicados nacional e internacionalmente, relativos a ruído, ruído de tráfego e perturbações na saúde humana causadas pelo ruído.

- 3º Capítulo (Metodologia): Este capítulo aborda a metodologia utilizada em todas as fases do trabalho, bem como as justificativas da escolha de cada um dos métodos.

- 4º Capítulo (Resultados e análise dos dados): Os resultados obtidos durante o trabalho e sua análise são expressos neste capítulo.

- 5º Capítulo (Conclusões e recomendações): As conclusões resultantes do trabalho e também as sugestões para trabalhos futuros são mencionadas neste capítulo.

II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Considerações básicas sobre o som e ruído

2.2. Ruído e saúde

2.3. Ruído de tráfego e suas perturbações

2.3.1. Estudos sobre ruído de tráfego realizados no mundo

2.3.2. Estudos realizados no Brasil

2.3.3. Trabalhos que relacionam fluxo de veículos com ruído de tráfego

2.4. Considerações sobre ruído de tráfego

2.4.1. Fontes de ruído nos diversos tipos de veículos

2.4.2. Fatores influentes no ruído de tráfego

2.4.3. Propagação do som em zonas urbanas

2.4.3.1. Barreiras

2.4.3.2. Vegetação

2.4.3.3. Temperatura

2.4.3.4. Cobertura do solo

2.4.3.5. Distância da fonte ao observador

2.4.3.6. Vento






2.1. Considerações básicas sobre som e ruído

Som é um distúrbio que se propaga por um meio elástico, causando uma alteração de pressão ou um deslocamento das partículas do meio, que pode ser detectado por pessoas ou equipamentos (Beranek, 1993). A onda sonora necessita de um meio físico para se propagar.

Ruído é todo som desagradável e indesejável. São sons complexos com composição harmônica não definida (Werner et al., 1990).

O sistema auditivo humano é muito complexo. Um ser humano jovem e saudável é capaz de perceber sons entre as frequências de 20 Hz e 20000 Hz, aproximadamente. Os infra-sons (sons abaixo de 20 Hz) e ultra-sons (sons acima de 20000 Hz) não são percebidos pelo ouvido humano (Werner et al., 1990), o qual é mais sensível na faixa entre 2000 Hz e 5000 Hz (Gerges, 1992).

Algumas fontes sonoras e seus respectivos valores de nível de pressão sonora (NPS) estão representados abaixo:

FONTE	NPS
	125 dB (ruído de aeronaves a jato)
	90 dB (ruído de caminhões)
	75 dB (ruído de automóveis)
	65 dB (ruído em escritórios)
	15 dB (ruído das folhas das árvores)

Fonte: B & K, 1984

Figura 2.1 - Fontes de níveis sonoros e seus valores em dB.

A unidade utilizada para medir som é o decibel (dB). Circuitos eletrônicos, de sensibilidade variável com a frequência, de forma a modelar o comportamento do ouvido humano, são padronizados e classificados como A, B e C. O circuito A, é o que melhor reproduz a audibilidade do ouvido humano (representado por dB(A)).

Para poder quantificar o ruído produzido por uma ou mais fontes sonoras, particularmente o ruído de tráfego, é comum serem utilizados alguns índices como:

a. NPS (Nível de pressão sonora):

O nível de pressão sonora é determinado através da seguinte equação:

$$NPS = 10 \log (P^2/Po^2) \quad (1)$$

onde:

P = pressão sonora (N/m^2)

Po = pressão sonora de referência ($2 \times 10^{-5} N/m^2$) que corresponde ao limiar da audição a 1 KHz.

A tabela 2.1 mostra a relação entre NPS e pressão, para alguns valores.

Tabela 2.1 - Relação de alguns valores de NPS e suas respectivas pressões.

NPS (dB)	Pressão (N/m^2)
140 (limiar da dor)	200
120	20
100	2
80	0,2
60	2×10^{-2}
40	2×10^{-3}
20	2×10^{-4}
0 (limiar da audição)	2×10^{-5}

b. Leq (Nível sonoro equivalente):

O nível sonoro equivalente, que tem o mesmo conteúdo de energia e, conseqüentemente, o mesmo dano potencial auditivo que o nível sonoro

variando ao longo do período de medição (BRE, 1993), é representado por Leq. Se a unidade utilizada for o dB(A), a representação será L_{Acq} .

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

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

onde:

T = tempo de integração;

P(t) = pressão acústica instantânea;

P₀ = pressão acústica de referência.

Leq = nível sonoro contínuo equivalente.

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

c. Níveis estatísticos (L_{90} , L_{50} e L_{10} , entre outros)

São muito utilizados juntamente com o Leq, sendo eles:

- L_{90} : é o nível excedido em 90% do tempo de medição;
- L_{50} : é o nível excedido em 50% do tempo de medição;
- L_{10} : é o nível excedido em 10% do tempo de medição.

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

$$Leq = L_{50} + [(L_{10} - L_{90})^2 / 60] \quad (3)$$

d. Nível dia/noite (Ldn)

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

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

onde:

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

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

e. Índice de ruído de tráfego (TNI):

O índice de ruído de tráfego, utilizado em trabalhos onde os dados coletados são L_{90} e L_{10} , é obtido pela equação (Szokolay, 1980):

$$TNI = L_{90} + 4 (L_{10} - L_{90}) - 30 \quad (5)$$

f. Nível de poluição sonora (Lps):

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

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

onde:

σ = desvio padrão do nível de ruído em dB.

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

$$Lps = Leq + L_{10} - L_{90} \quad (7)$$

2.2. Ruído e saúde

Há uma preocupação mundial em avaliar os efeitos nocivos do excesso de ruído sobre as pessoas. A literatura aponta os seguintes efeitos nocivos:

- alterações no sistema circulatório periférico e irregularidades no sistema auditivo (Jansen, 1961);

- surgimento de úlcera péptica e perda auditiva (Jirkova e Kromarova, 1965);

- aumento nos níveis de cortisol e colesterol (Cantrell, 1974);

- hipertensão arterial (Parvizpoor, 1976);

- aumento da pressão sanguínea, síndrome do estresse crônico, distúrbios psiquiátricos, sintomas psicossomáticos, distúrbios comportamentais, distúrbios na performance, riscos de acidentes, contração dos músculos ao redor dos olhos e pálpebras, aceleração dos ritmos cardíacos, variação na frequência da respiração, redução da salivação, aumento de suor na pele, aumento da excreção de hormônios corticais e dilatação da pupila (Åhrlin e Öhrström, 1978);

- constrição dos vasos sanguíneos dos dedos e têmporas, aumento nas atividades musculares, desaceleração inicial dos batimentos cardíacos, tonturas e dificuldade de movimentação (Guski, 1978);

- estresse e alterações no sistema imunológico (Holt, 1978);

- hipertensão arterial e risco cardiovascular (Jonsson, 1978);

- tendência ao nascimento de bebês prematuros (Rehm e Jansen, 1978);

- déficits no sono (CERNE, 1979);

A Organização Mundial da Saúde considera que a 55 dB(A), inicia o estresse auditivo (WHO, 1980).

2.3. Ruído de tráfego e suas perturbações

O ruído de tráfego, segundo Sancho e Sanchermes(1982), produzido por automóveis, ônibus, caminhões e motocicletas produz um impacto maior sobre a população que os demais meios de transporte. De acordo com os autores, nos

países europeus a percentagem de habitantes submetidos ao ruído de aeronaves, expressos em termos de um Leq de 65 dB(A) não superava os 3%. Já os expostos aos mesmos níveis de ruído de tráfego, pelos veículos citados acima, atingiam 47% dos franceses, 50% dos ingleses, 68% dos belgas, 72% dos alemães e 74% dos espanhóis.

2.3.1. Estudos sobre ruído de tráfego realizados no mundo

Karsdorf e Klappach (1968) verificaram a pressão sangüínea de crianças (de 12 a 13 anos) expostas a diferentes níveis de ruído de tráfego, em duas escolas na Alemanha. A pressão sangüínea das crianças expostas a um ruído de tráfego originário de um fluxo de 1000 veículos por hora era de 130/81. Em outra escola, situada em uma zona mais calma onde o fluxo era de 50 veículos por hora, a pressão sangüínea das crianças era de 120/68. Os autores concluíram que as crianças de 12 a 13 anos, expostas ao fluxo de 1000 veículos por hora, tinham uma pressão arterial igual a pessoas adultas de 20 a 40 anos.

Relster (1975) realizou uma enquete social para estudar a população exposta ao ruído de tráfego na cidade de Copenhagen. As pessoas foram divididas em 2 grupos, o primeiro com 477 pessoas que habitavam áreas ruidosas e o segundo com 483 pessoas que moravam em áreas calmas. Este estudo foi baseado nas consultas médicas, internações e uso de tranqüilizantes nestes 2 grupos. Os resultados mostraram que das 483 pessoas que habitavam áreas calmas, 57 fizeram consultas médicas por problemas psicológicos, 9 sofreram internações (hospitais psiquiátricos) e 82 fizeram uso de tranqüilizantes. Já as 477 pessoas que habitavam áreas mais ruidosas, 89 consultaram por problemas psicológicos, 20 foram internadas em hospitais psiquiátricos e 119 usaram tranqüilizantes.

Langdon e Buller (1976) realizaram uma entrevista com 2933 pessoas em 53 locais na Grande Londres, para obterem dados relativos aos distúrbios no sono. Os níveis sonoros foram medidos em dB(A) L₁₀, entre às 22 e 6 horas,

junto à fachada das residências. Juntamente com as medições foi elaborado um questionário com 10 questões. Os resultados foram:

- 30% tinham dificuldade para dormir e destes, 50% citaram o ruído externo como causa;
- 50% disseram que acordavam durante a noite; destes, 30% citaram o ruído como causa.

Os autores concluíram que grande parte da população entrevistada era perturbada pelo ruído e que os níveis medidos variavam entre 52 e 79 dB(A), em L_{10} . Em alguns casos foram executadas medições no interior das residências com as janelas fechadas durante o verão e foi verificada uma redução de 10 dB(A). Das pessoas entrevistadas, 50% disseram que seriam perturbadas pelo ruído se as janelas dos seus dormitórios permanecessem abertas durante a noite.

Em um estudo sobre o ruído urbano (Fidell, 1978), em conjunto com as medições, elaborou um questionário com aproximadamente 50 questões, tratando de problemas referentes ao ruído (tipos de ruído, fontes, locais, intensidade, ruído dos vizinhos, tráfego, etc.). Este trabalho foi realizado em 7 cidades dos Estados Unidos (Atlanta, Boston, Chicago, Los Angeles, São Francisco, Seattle e Washington), sendo entrevistadas 2037 pessoas. 40% disseram ser perturbadas pelo ruído de automóveis, caminhões e ônibus. Uma das conclusões do trabalho foi que os níveis de ruído ambiental causavam interferência na fala e distúrbios no sono.

Rohrmann (1978) apresentou resultados preliminares de um estudo de ruído urbano na cidade de Hamburgo. Os níveis medidos em L_{eq}/dia foram entre 49 e 82 dB(A). Um questionário foi aplicado em 643 pessoas e as respostas, quanto às fontes perturbadoras foram:

- 80% → carros e caminhões;
- 27% → aeronaves;
- 23% → crianças e vizinhos;
- 15% → trens (periferia);
- 12% → trens (centrais)

Brown e Lam (1985), realizaram um estudo sobre o ruído ambiente na cidade de Hong Kong. Admitindo o ruído de tráfego como a principal fonte de ruído urbano, os autores eliminaram os ruídos de aviões, animais, construções, entre outros. As medições foram em L_{10} (dia), entre 10 e 16 horas. Os resultados foram comparados com outros, obtidos em similares condições, nos Estados Unidos (áreas urbanas) e Reino Unido (área metropolitana de Londres e áreas metropolitanas do restante da Inglaterra). 10% da população era exposta a níveis de 75 dB em Hong Kong, 69 dB nos Estados Unidos, 73 dB em Londres e 67 dB na Inglaterra. 50% da população era exposta a níveis de 67 dB em Hong Kong, 62 dB nos Estados Unidos, 63 dB em Londres e 56 dB na Inglaterra. 90% eram expostas a níveis de 58 dB em Hong Kong, 57 nos Estados Unidos, 57 em Londres e 48 dB na Inglaterra.

Bartolini et al. (1990), elaboraram um mapa de ruídos para a cidade de Gênova (Itália). Fizeram medições em diversos bairros, a partir das quais, foram confeccionadas tabelas com os tipos de veículos e respectivos ruídos. Posteriormente foram feitas as análises e finalmente elaborado o mapa de ruídos.

Ramalingeswara Rao e Seshagiri Rao (1992) estudaram as reações humanas aos problemas causados pelo ruído ambiental, em 43 diferentes locais na cidade de Visakhapatnam (Índia). Um total de 1195 pessoas entre 18 e 60 anos foram entrevistadas. O ruído de tráfego foi medido em períodos de 12 horas (entre 8 e 20 horas), sendo utilizados os parâmetros L_{10} , L_{50} , L_{90} , Leq , TNI e NC. Foi feita uma comparação entre os limites superiores dos níveis aceitáveis de ruído ambiental, obtidos em outros países e os obtidos neste trabalho, sendo os resultados mostrados na tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Relação de níveis sonoros, períodos de medições e índices em diferentes países.

PAÍS	ÍNDICE	PERÍODO	NÍVEL SONORO
Suécia	Leq	06:00 - 18:00	35 dB(A) interno
		23:00 - 06:00	25 dB(A) interno
Reino Unido	L10	06:00 - 24:00	68 dB(A) externo
Estados Unidos	Leq	07:00 - 22:00	55 dB(A) externo
Suíça	L50	06:00 - 22:00	60 dB(A) externo
Japão	L50	Dia	65 dB(A) externo
		Noite	60 dB(A) externo
Índia	L10	08:00 - 20:00	74 dB(A) externo
	L50	08:00 - 20:00	67 dB(A) externo
	L90	08:00 - 20:00	61 dB(A) externo
	Leq	08:00 - 20:00	68 dB(A) externo

Para a cidade de Porto Alegre, os valores externos máximos de ruído permitidos, segundo a Lei Complementar nº 12 de 07/01/1975, Título III, Capítulo III, Artigo 83, são os seguintes (Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 1991):

- zonas residenciais: 60 dB entre 7 e 19 horas e 45 dB(A) das 19 às 7 horas;
- zonas industriais: 85 dB entre 6 e 22 horas e 65 dB das 22 às 6 horas;
- zonas comerciais: 75 dB entre 7 e 19 horas e 60 dB das 19 às 7 horas.

Sargent (1993) realizou para a Inglaterra e País de Gales um estudo avaliando a perturbação causada na população pelo ruído de tráfego. Constatou que somente 10 % das pessoas estavam expostas a níveis de Leq = 40 dB(A) e 56 % estavam expostas a níveis que excediam Leq = 55 dB(A), recomendados pela Organização Mundial da Saúde.

Grimwood (1993) realizou um estudo dos efeitos do ruído ambiente nas pessoas em suas residências. Foram coletados dados de 16 grupos com 6 a 8 pessoas, com idades entre 20 a 60 anos, de diferentes classes sociais e de várias regiões da Inglaterra e País de Gales. Os resultados confirmaram que o ruído de tráfego era o que mais perturbava aquelas pessoas (quase 50% das entrevistadas).

2.3.2. Estudos realizados no Brasil

Os principais trabalhos, sobre ruído de tráfego, realizados no Brasil, foram:

Cremonesi (1986) relatou a participação do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.) na Lei do Silêncio para o município de São Paulo, entre 1975 e 1981. Foram realizadas medições em mais de 600 ruas da cidade, onde 105 foram medidas separadamente por períodos de 24 horas ininterruptas. Concluiu que o máximo nível de ruído ocorreu na periferia, entre 5h30 e 7h e nos bairros centrais, entre 7h30 e 9h, sempre correspondendo ao pico de tráfego. O valor de L_{10} no período diurno atingiu 90 dB(A) e no noturno, 65 dB(A), para vias arteriais. Para as vias coletoras o L_{10} diurno estava na faixa dos 70 dB(A) e noturno, na faixa dos 40 dB(A). Para as vias locais, o L_{10} diurno ficou em torno de 55 dB(A) e noturno, em torno de 35 dB(A).

Em Belo Horizonte foi realizado um estudo de ruído em algumas zonas da cidade (Alvares e Pimentel-Souza, 1992). Foram realizadas medições em 153 pontos (principais praças, escolas, igrejas, casas de saúde, vias expressas e artérias coletoras), no período das 8 às 18 horas, de segunda a sexta-feira. As medições foram em L_{Aeq} (intervalos de 10 segundos durante 15 minutos), L_{90} , L_{10} , $L_{máx}$ e $L_{mín}$. Segundo os autores, os resultados nos ambientes internos, na sua maioria, ultrapassavam o limite saudável, afastando-se dos valores recomendados pela ABNT. Surpreendentemente, foi constatado que algumas zonas residenciais (bairros nobres), possuíam $Leq(\text{diurno}) = 66,7$ dB(A), igual à zona ZI (industrial). Em certos bairros residenciais tradicionais o $Leq(\text{diurno})$ chegou a alcançar 71,7 dB(A). Os valores máximos, medidos no estudo, foram em torno de $Leq = 88$ dB(A).

Rolla (1994) realizou uma avaliação da poluição sonora na cidade de Campinas. Para a caracterização das zonas de ruídos foi utilizada a Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Campinas. As medições foram em L_{Aeq} e $L_{máx}$, medidos em dB(A), sempre no período diurno. Os valores de $L_{Aeq máx}$ e $L_{Aeq mín}$ foram 78,7 dB(A) e 40,7 dB(A), respectivamente.

2.3.3. Trabalhos que relacionam fluxo de veículos com ruído de tráfego

Szokolay (1980), apresentou uma equação para calcular L_{10} , em dB(A), para fluxo de veículos maiores que 1000 veículos em 18 horas.

$$L_{10} (18 \text{ h}) = 28,1 + 10 \log N \quad (8)$$

onde:

$$N = \text{n}^\circ \text{ de veículos por 18 h dia (se } N > 1000)$$

A fórmula acima é válida para veículos leves e com velocidade de aproximadamente 75 km/h.

Sancho e Sencherms (1982), apresentaram equações para predição de ruídos gerados por tráfego de veículos rodoviários. São elas:

$$L_{10} = 16 \log v + 9 \log Q + 0,12 p + 18 \quad (9)$$

$$L_{50} = 13 \log v + 15 \log Q + 0,01 p - 3 \quad (10)$$

$$L_{90} = 10 \log v + 21 \log Q + 0,075 p - 24 \quad (11)$$

onde:

v = velocidade média do tráfego (km/h);

Q = número total de veículos por hora;

p = percentagem de veículos com peso superior a 1500 kg.

As equações acima (9, 10 e 11) são válidas para distâncias de 10 m da linha de tráfego.

García e Faus (1991), com base em medições realizadas na cidade de Valencia (população de 710000 habitantes), Espanha, desenvolveram uma fórmula para prever os níveis de ruído, em áreas urbanas, levando em conta o fluxo horário de veículos:

$$L_{Aeq} = 48,6 + 8,1 \log Q \quad (12)$$

onde:

Q = fluxo de veículos por hora.

Para esta equação, os autores encontraram um coeficiente de correlação equivalente a 0,79 ($r = 0,79$).

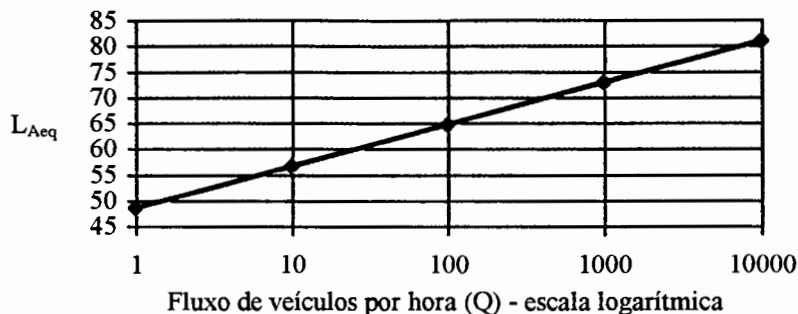


Gráfico 2.1 - Valores de L_{Aeq} pela fórmula de García e Faus em função do fluxo de veículos (Q)

Ramalingeswara Rao e Seshagiri Rao (1991), avaliaram o ruído de tráfego na cidade de Visakhapatnam, na Índia, utilizando, basicamente, duas fórmulas:

$$L_{A10T} = 7,59 \log N_h + 62,56 \quad (13)$$

$$L_{A10T} = 7,73 \log N_l + 52,75 \quad (14)$$

onde:

N_h = número de veículos pesados por hora;

N_l = número de veículos leves por hora.

As equações acima são utilizadas separadamente, sendo considerada a equivalência, em termos dos níveis médios de emissão de ruídos, entre veículos leves ou pesados e os demais tipos de veículos.

2.4. Considerações sobre ruído de tráfego

Foram feitas as seguintes considerações sobre o ruído de tráfego.

2.4.1. Fontes de ruído nos diversos tipos de veículos

Para veículos estacionados a principal fonte de ruído é o motor, seguido do escapamento. No caso de veículos em movimento, ainda deve-se considerar a

influência dos pneus no solo, o ruído aerodinâmico dos veículos, a transmissão e os sistemas auxiliares (freios, buzina, etc.) (figura 2.2). O ruído está diretamente relacionado com a rotação do motor. Quanto maior a rotação, maior será a emissão de ruído por parte do veículo (Sancho e Semchermes, 1982).

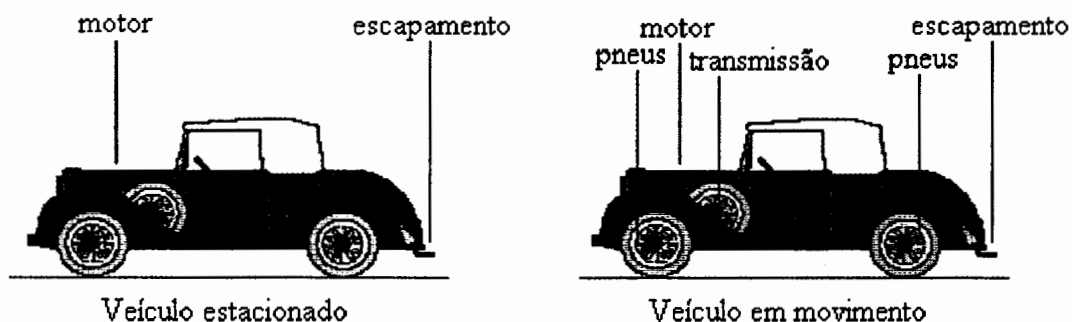


Figura 2.2. - Fontes de ruído nos veículos

O tipo de pavimento que compõe a pista de rodagem e seu estado de conservação influenciam na emissão de ruídos em função do atrito com os pneus dos veículos que por ela trafegam (Sancho e Senchermes (1982). Se o pavimento for de concreto, bem conservado, emitirá 11 dB(A) a mais que um pavimento asfaltado. Se for de paralelepípedos, o ruído será ainda maior. Há uma pequena variação do ruído quando são comparados diferentes tipos de pneus. A diferença entre pneus sobre um mesmo pavimento é sempre menor que a diferença entre diferentes tipos de pavimento, para um mesmo pneu. Deve-se considerar que o ruído gerado pelos pneus aumenta quando a pressão dos mesmos diminui, pois aumenta a área de contato entre ele e o piso. Em situações urbanas a influência do ruído para diferentes tipos de pneus é muito pequena, podendo até mesmo, ser desprezível.

Em relação à velocidade dos veículos, Sancho e Senchermes (1982), mencionam que à medida que ela aumenta também há um aumento na emissão de ruído. Deve-se considerar o efeito de aceleração/desaceleração próximo a semáforos e redutores de velocidade. Nestes casos há um aumento de ruído, mesmo em baixas velocidades, devido ao aumento de rotação no motor.

2.4.2. Fatores influentes no ruído de tráfego

Segundo Sancho e Senchermes (1982), o estudo do ruído de tráfego, analisado somente do ponto de vista urbano, é muito complexo e depende:

- do caráter aleatório do tráfego;
- da existência de veículos com características diferentes de emissão de ruído;
- das diferentes velocidades dos veículos;
- das diferentes dimensões dos veículos;
- das diferentes formas de condução dos veículos;
- do estado de conservação dos veículos;
- da fluidez do tráfego;
- da inclinação, ao longo do eixo, da pista de rodagem;
- das condições de propagação sonora desde a via até o observador;
- do tipo de pavimento e sua conservação.

O acive das ruas é outro fator a ser considerado. Quanto maior, mais rotação do motor será necessária para que o veículo se desloque. Conseqüentemente, maior será a emissão de ruídos. Este efeito é mais acentuado nos veículos pesados, pois nos automóveis a relação peso/potência é menor.

2.4.3. Propagação do som em zonas urbanas

Em contraste com o tráfego em estradas, em zonas urbanas os veículos dificilmente se movem com fluidez. A maior intensidade de tráfego, o grande número de semáforos, a complexidade e características das ruas e avenidas, os motoristas quase sempre com o itinerário definido, são causas da grande aceleração e desaceleração dos veículos ao se deslocarem.

Sancho e Senchermes (1982) consideram, pelas razões acima, que o tráfego urbano é pulsante, isto é, as velocidades são baixas e médias, os veículos com marcha reduzida e motores com altas rotações. Isto define o ruído

do motor e escape. Normalmente os veículos se deslocam próximos à máxima potência e, conseqüentemente, a um nível sonoro mais elevado.

Outros fatores também influenciam na propagação do som em zonas urbanas. Os principais são:

2.4.3.1. Barreiras

O efeito das barreiras no ruído de tráfego varia em função da altura da barreira, da altura entre a fonte e o receptor, da freqüência sonora incidente, dos materiais utilizados e da distância entre a fonte e o observador. A zona de sombra acústica (zona onde o ruído é reduzido) é maior para barreiras altas e nas altas freqüências. A atenuação de ruído, por difração, proporcionado por uma barreira pode ser avaliado através das seguintes equações (Slama e Teixeira, 1992):

$$AT = 13 + 10 \log N \quad (15)$$

$$N = 2 \delta / \lambda \quad (16)$$

$$\delta = A + B - (a + b) \quad (17)$$

onde:

AT = atenuação de barreiras, por difração.

N = número de Fresnel ($N \geq 1$).

δ = diferença entre o menor caminho por cima da barreira (A + B) e a distância fonte barreira (a + b).

λ = comprimento de onda.

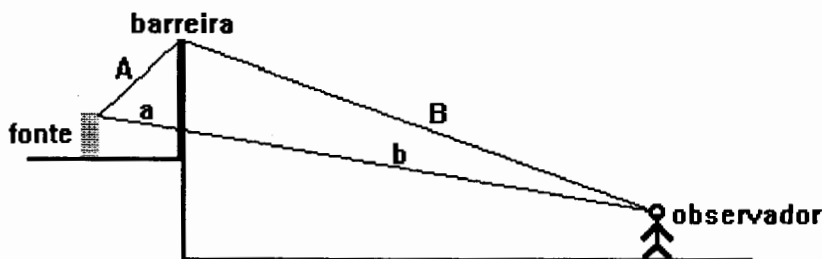


Figura 2.3 - Atenuação de barreiras, por difração

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

2.4.3.2. Vegetação

A vegetação não contribui de forma significativa para a redução do ruído. Seu efeito é mais psicológico que físico. Isto se deve ao fato de ela impedir a visão da fonte sonora (Gerges, 1992). A vegetação só possui algum efeito nas altas freqüências e com grandes massas arbóreas (de 100 a 200 m de extensão) de vários tamanhos e diferentes tipos de folhas (Sancho e Sencherms, 1982).

Segundo Embleton (1963) e Taylor (1972), entre 160 e 450 Hz ocorre uma atenuação de até 4,5 dB por 10 m de extensão de árvores altas e vegetação densa baixa. Uma densa zona arborizada com 10 m de espessura e 20 m de largura resulta em 2 dB de atenuação na freqüência de 1000 Hz, mas quando existe grama densa e folhagem no solo, esta atenuação aumenta para 4 dB (Hoover, 1961).

2.4.3.3. Temperatura

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

2.4.3.4. Cobertura do solo

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

2.4.3.5. Distância da fonte ao observador

O fluxo de veículos em uma via é considerado como uma fonte linear e tem-se (Gerges, 1992):

$$NPS = NWS + DI(\theta) - 10 \log \pi r l \quad (18)$$

$$NPS = NWS + DI(\theta) - 10 \log r l - 8 \quad (19)$$

$$DI(\theta) = 10 \log Q_{\theta} \quad (20)$$

onde:

NWS = nível de potência sonora;

DI(θ) = índice de diretividade;

Q $_{\theta}$ = fator de diretividade de superfície;

r = distância da fonte ao receptor;

l = comprimento linear entre as fontes.

2.4.3.6. Vento

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

III - METODOLOGIA

- 3.1. Entrevista com a população
- 3.2. Levantamento populacional
- 3.3. Obtenção de dados de níveis sonoros e fluxo de veículos
- 3.4. Determinação do percentual da população atingida por diferentes níveis sonoros
- 3.5. Elaboração do mapa de ruídos

A metodologia utilizada neste trabalho, em função dos objetivos propostos, constou de diversas etapas.

3.1. Entrevista com a população

Primeiramente fez-se um levantamento da opinião da população de Porto Alegre a respeito do ruído, com a finalidade de identificar quais seriam, no seu entender, as principais fontes de ruído. Foram realizadas entrevistas com moradores de diferentes bairros.

Para a realização desta etapa elaborou-se um questionário, baseado no modelo de Fidell (1978), composto de 9 perguntas, conforme segue:

1. Você pensa que o ruído causa problemas?
2. Que tipo de problemas o ruído causa?
3. O ruído dos seus vizinhos incomoda você?
4. Em qual parte do dia o ruído dos vizinhos é mais perturbador?
5. O ruído de tráfego prejudica você?
6. O ruído de tráfego é mais perturbador em qual parte do dia?
7. Qual o tipo de veículo que mais o perturba?
8. Dos seguintes, quais você também costuma ouvir?
 - ruído de construção muito médio pouco nenhum
 - voz de pessoas muito médio pouco nenhum
 - animais muito médio pouco nenhum
9. Você já fez queixa a algum órgão oficial?

Os locais onde foram realizadas as entrevistas, em cada um dos bairros, estão representados no Anexo 3.

3.2. Levantamento populacional

Paralelamente, foi realizado um levantamento populacional da cidade de Porto Alegre, baseado nos dados obtidos através da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1992), referentes ao censo de 1991. Este levantamento teve como objetivo saber qual a população que habitava cada bairro, para posteriormente, avaliar a percentagem da população atingida por diferentes níveis sonoros. Adotou-se, como pressuposto, que bairros com populações semelhantes possuem fluxos de veículos semelhantes e, portanto, níveis de ruídos semelhantes. Verificada esta suposição e dada a baixa disponibilidade de dados em muitas zonas, fez-se a extrapolação dos valores de níveis sonoros obtidos em bairros com grande quantidade de dados, para os bairros, de semelhantes densidades populacionais e que possuíam poucos dados.

Dados como: população, domicílios ocupados e área foram caracterizados para cada bairro (Anexo 2). De posse destes dados, foi possível calcular a densidade populacional de cada bairro, dividindo-se a cidade de Porto Alegre em 9 zonas distintas (de DP1 a DP9), conforme segue:

- Zona DP1 → acima de 25.001 habitantes/Km²
- Zona DP2 → entre 20.001 e 25.000 habitantes/Km²
- Zona DP3 → entre 16.001 e 20.000 habitantes/Km²
- Zona DP4 → entre 13.001 e 16.000 habitantes/Km²
- Zona DP5 → entre 10.001 e 13.000 habitantes/Km²
- Zona DP6 → entre 7.001 e 10.000 habitantes/Km²
- Zona DP7 → entre 4.001 e 7.000 habitantes/Km²
- Zona DP8 → entre 1.001 e 4.000 habitantes/Km²
- Zona DP9 → até 1.000 habitantes/Km²

O número de pessoas entrevistadas, em suas próprias residências, em cada zona DP, não foi nunca inferior a vinte, sendo maior em zonas de maior população total (tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Número de pessoas entrevistadas em cada zona

Zona	Densidade populacional de cada bairro (hab/Km ²)	Número de bairros	Número de pessoas entrevistadas
DP1	acima de 25.001	1	26
DP2	entre 20.001 e 25.000	1	26
DP3	entre 16.001 e 20.000	2	26
DP4	entre 13.001 e 16.000	4	32
DP5	entre 10.001 e 13.000	12	58
DP6	entre 7.001 e 10.000	15	58
DP7	entre 4.001 e 7.000	14	40
DP8	entre 1.001 e 4.000	14	35
DP9	até 1.000	6	20
TOTAL			321

Concluída esta fase, foi realizada a obtenção de dados de níveis sonoros e também dados de fluxo de veículos.

3.3. Obtenção de dados de níveis sonoros e fluxo de veículos

Primeiramente, foram obtidos dados de níveis sonoros que haviam sido medidos, em L_{Aeq} , para as 18 horas, pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAM), entre 1980 e 1984. Considerando-se que estes dados eram insuficientes para o estudo almejado, usou-se o apoio da literatura, no sentido de identificar a forma de utilização de dados de fluxo de veículos, para obtenção de dados de nível de pressão sonora. A fórmula que melhor se adequou e possibilitou o uso de dados fornecidos pela SMT, foi a proposta por García e Faus (1991), uma vez que os dados obtidos não mencionaram o tipo de veículo (leve ou pesado) nem a velocidade de deslocamento, impossibilitando o uso das demais fórmulas.

Segundo os autores, o uso da equação 12, reduz significativamente os custos de medições em áreas urbanas, como em medições para mapas de ruídos das cidades ou predição de perturbações produzidas pelo ruído comunitário. Um esquema de amostragem completa pode ser substituído por um tempo muito

menor de medições, obtendo o nível L_{eq} , através do fluxo de veículos, sem produzir perdas relevantes em precisão.

Obteve-se dados horários de fluxo de veículos, fornecidos pela Secretaria Municipal de Transportes (SMT), entre 1991 e 1994. Para obter o fluxo de veículos às 18 horas (para ser compatível com os dados de níveis sonoros obtidos pela SMAM, obtidos de medições realizadas às 18 horas), fez-se a média aritmética dos fluxos de veículos, obtidos através da média aritmética dos fluxos entre às 17 e 18 horas e entre às 18 e 19 horas (fluxo às 18 horas = $[(\text{fluxo das 17 h} + \text{fluxo das 18 h}) / 2 + (\text{fluxo das 18 h} + \text{fluxo das 19 h}) / 2] / 2$).

Com os valores de fluxo de veículos para às 18 horas e com o uso da equação apresentada por García e Faus (1991), obteve-se os dados de níveis sonoros (L_{Aeq}).

Tendo em vista a alta correlação entre os valores de níveis sonoros obtidos pelos 2 processos, acima descritos, decidiu-se obter um número maior de pontos. Para isso, foi necessário a realização de medições extras de níveis sonoros (L_{Aeq} para às 18 horas) e também contagens extras de fluxo de veículos, no horário das 18 horas, respeitando, em ambas as etapas, o que tinha sido realizado anteriormente pela SMAM e SMT. No caso das medições extras de níveis sonoros e nas contagens extras de fluxo de veículos, tomou-se o cuidado de, em cada zona DP, medir níveis sonoros ou contar veículos nos locais de maior movimento de veículos e também nos locais mais calmos.

Cabe ressaltar, no entanto, que os dados da SMAM foram medidos entre 1980 e 1984. Com o intuito de verificar a correspondência de tais dados com aqueles ocorrentes na atualidade, desenvolveu-se um trabalho de verificação. As verificações foram realizadas em 20 dos 127 pontos, escolhidos aleatoriamente. As medições foram em L_{Aeq} de 3 minutos (após 3 minutos o L_{Aeq} praticamente estabilizou), às 18 horas, em dias úteis e sem chuva. O equipamento utilizado (Medidor de Pressão Sonora de Precisão, tipo 2236 C da Brüel & Kjær) foi colocado em um tripé, sobre a calçada, distante 50 cm do operador, 1,2 m do solo e 1,5 m, no mínimo, das fachadas dos prédios (conforme recomendações da NBR 10151 e Manual de Medições da Brüel & Kjær).

Os dados de fluxo de veículos, apesar de serem mais recentes (1991 a 1994), também foram verificados. A exemplo das verificações dos dados da SMAM, foram verificados 19 dos 177 pontos obtidos através da SMT. As verificações foram feitas em torno das 18 horas, em 2 intervalos: das 17 h e 45 min às 18 h e 15 min e das 17 h e 30 min às 18 h e 30 min, definindo portanto, períodos de 30 minutos e 1 hora, respectivamente. Isso foi feito, com a finalidade de verificar eventuais diferenças ao contar os veículos por 30 minutos ou por 1 hora.

3.4. Determinação do percentual da população atingida por diferentes níveis sonoros

Após encerrada a etapa da obtenção de dados, bem como suas verificações, procedeu-se o mapeamento dos pontos medidos, levando em consideração suas localizações nos bairros. Foram marcados, nestes pontos, o valor de L_{Aeq} correspondente. Com isso, após todos os pontos serem localizados, pode-se verificar, para cada bairro, qual o valor de $L_{Aeq \text{ máx}}$ e $L_{Aeq \text{ mín}}$. Em função da densidade populacional, escolheu-se, para cada zona DP, um bairro representante (bairro com maior número de pontos). A seguir, fez-se uma comparação entre os bairros que faziam parte de uma mesma zona DP, para saber se possuíam comportamentos de níveis sonoros semelhantes, tomando-se o cuidado de fazer uma análise mais ampla possível (locais de maior e menor fluxo de veículos, características do fluxo e principais vias que cortam ou tangenciam estes bairros). A topografia do local e os tipos de prédios, sempre que possível, foram levados em consideração. Com a finalidade de verificação foram escolhidos, para cada zona DP, 2 bairros para serem comparados com o bairro representante e verificar se possuíam comportamentos semelhantes. Nas zonas DP1, DP2 e DP3, que possuem 1, 1 e 2 bairros, respectivamente, não foram realizadas as comparações descritas acima.

3.5. Elaboração do mapa de ruídos

Concluídas as fases acima descritas, elaborou-se o mapa simplificado de ruídos para a cidade de Porto Alegre, para o horário das 18 horas. O mapa formado pelas zonas DP, cada uma com seus bairros, possui para cada zona, um valor de $L_{Aeq\ max}$ e $L_{Aeq\ min}$. Este fato tornou possível calcular, em função do número de habitantes por bairro, os percentuais de população exposta ao nível de ruído, de cada zona DP.

IV - RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

- 4.1. Entrevista com a população
- 4.2. Levantamento populacional
- 4.3. Medições dos níveis sonoros
 - 4.3.1. Medições da SMAM
 - 4.3.2. Medições extras de níveis sonoros
- 4.4. Contagem do fluxo de veículos
 - 4.4.1. Verificação da possibilidade de aplicação da fórmula de García e Faus (1991)
 - 4.4.2. Dados fornecidos pela SMT
 - 4.4.3. Contagens extras de fluxos de veículos
- 4.5. Determinação do percentual da população atingida por diferentes níveis sonoros
 - 4.5.1. Comparação entre os bairros de cada zona DP
- 4.6. Elaboração do mapa de ruídos

Neste capítulo, são mostrados os resultados obtidos durante as diversas etapas do trabalho, bem como suas respectivas análises. Para uma melhor compreensão, a análise dos dados obtidos foi realizada seguindo a ordem que consta na metodologia.

4.1. Entrevista com a população

Uma enquete social realizada com 321 pessoas (tabela 3.1), em diferentes bairros da cidade de Porto Alegre, mostrou o que estas pessoas pensavam a respeito do ruído urbano. No Anexo 3, encontram-se os locais, em cada zona DP, onde foram realizadas as entrevistas junto à população. As respostas, após as devidas análises, são mostradas nos gráficos a seguir:

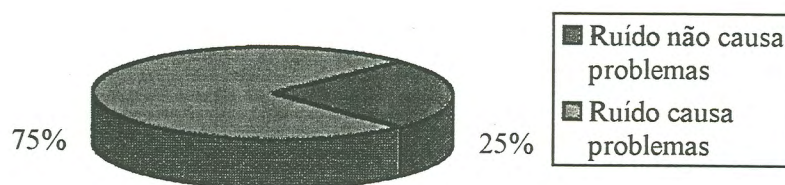


Gráfico 4.1 - Respostas do questionário mostrando a opinião da população em relação ao ruído

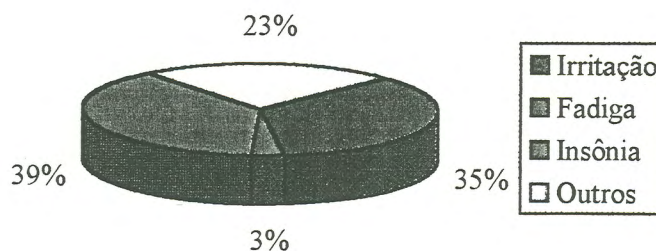


Gráfico 4.2 - Respostas do questionário em relação aos problemas causados pelo ruído



Gráfico 4.3 - Respostas do questionário em relação ao ruído produzido pelos vizinhos

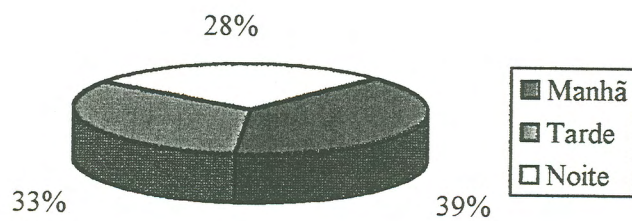


Gráfico 4.4 - Respostas do questionário em relação ao horário de produção de ruído pelos vizinhos

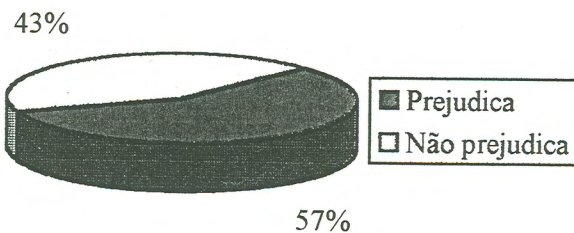


Gráfico 4.5 - Respostas do questionário em relação ao ruído de tráfego

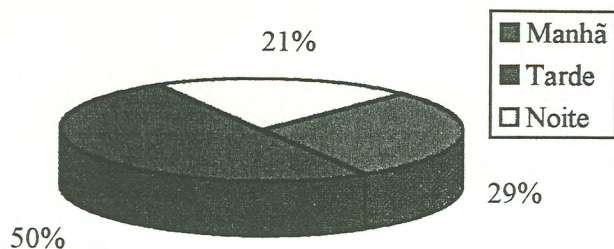


Gráfico 4.6 - Respostas do questionário em relação ao horário de produção de ruído de tráfego

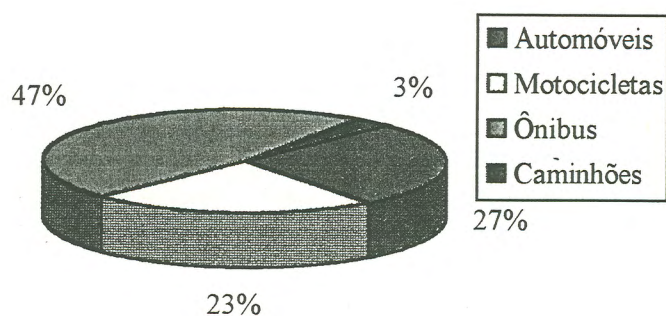


Gráfico 4.7 - Respostas do questionário em relação aos veículos que causam maior perturbação

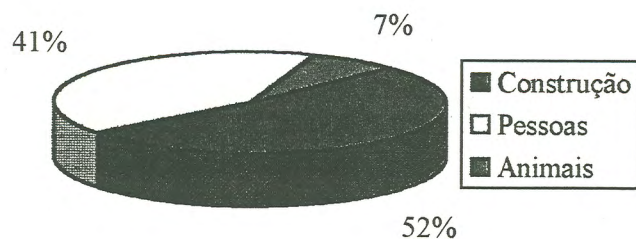


Gráfico 4.8 - Respostas do questionário em relação a perturbação por outras fontes sonoras

Pode-se analisar, em função das respostas do questionário, que os entrevistados, na sua maioria (75%), disseram que o ruído causa problemas. 57% dos entrevistados se manifestaram como prejudicados pelo ruído de veículos, o que confirma a importância do ruído provocado pelos veículos nas cidades. O ônibus foi eleito o veículo mais ruidoso (47%) seguido pelos

automóveis (27%). A metade dos entrevistados (50%) disseram que o ruído de tráfego é mais perturbador à tarde.

Das pessoas entrevistadas, apenas 2 haviam feito reclamações, a órgãos oficiais (SMAM), em relação ao excesso de ruído produzido pelos vizinhos.

4.2. Levantamento populacional

Em função dos dados obtidos junto ao IBGE (referentes ao censo de 1991), para a cidade de Porto Alegre (Anexo 2), foi possível calcular a densidade populacional de cada bairro (tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Densidade populacional nos bairros

BAIRRO	DENSIDADE (Hab/km ²)	BAIRRO	DENSIDADE (Hab/km ²)
Bom Fim	30818	Vila Floresta	6502
Cidade Baixa	24609	Nonoai	6481
Centro	18970	Santa Maria Goretti	6404
Independência	18485	Cel Aparício Borges	6321
Santana	15832	Chácara das Pedras	6175
Rio Branco	15507	Jardim Botânico	5966
Floresta	15214	Cavahada	5491
Menino Deus	14364	Tristeza	5379
Vila João Pessoa	12783	Vila Jardim	5317
Mont' Serrat	12603	Boa Vista	5084
São José	12569	Jardim do Salso	4798
Auxiliadora	12454	Jardim São Pedro	4751
Bom Jesus	12283	Vila Conceição	4051
Azenha	12248	São Geraldo	3831
Santo Antonio	11443	Três Figueiras	3812
Petrópolis	10841	Vila Assunção	3806
Santa Cecília	10820	Navegantes	3706
Cristo Redentor	10261	Teresópolis	3643
Camaquã	10200	Ipanema	3217
Vila Ipiranga	10085	Espírito Santo	2990
Moinhos de Vento	9917	Vila Nova	2889
São Sebastião	9724	Humaitá	2582
Medianeira	9561	Cascata	2470
Santa Tereza	9229	São João	2352
Passo D'Areia	9156	Farroupilha	2186
Jardim do Carvalho	9062	Guaruja	1685
Higienópolis	8745	Restinga	1562
Jardim Lindóia	8703	Praia de Belas	937
Glória	8652	Pedra Redonda	664
Partenon	8348	Belém Velho	634
Bela Vista	8274	Sarandi	584
Rubem Berta	8238	Agronomia	352
Farrapos	8127	Anchieta	231
Cristal	7953	Marcílio Dias	150
Jardim Itu-Sabará	7543	Arquipélago	---

A tabela 4.1 mostra a densidade populacional (hab/km²), em ordem decrescente, nos bairros de Porto Alegre. O bairro Arquipélago, que no censo de 1991 não apresentou área definida, não foi considerado. Este bairro, está localizado em uma ilha (Ilha da Casa da Pólvora) e não possui acesso rodoviário.

4.3. Medições dos níveis sonoros

Concluída a fase das entrevistas junto à população, procedeu-se a obtenção de dados de níveis sonoros. Nesta etapa, foram obtidos dados de medições de níveis sonoros realizadas pela SMAM e também realizadas medições extras de níveis sonoros.

4.3.1. Medições da SMAM

Os dados de níveis sonoros fornecidos pela SMAM e que foram utilizados neste trabalho, encontram-se no Anexo 1. No total foram utilizados 127 pontos.

O gráfico 4.9 mostra uma plotagem dos valores obtidos, pela SMAM, nos 127 pontos utilizados neste trabalho.

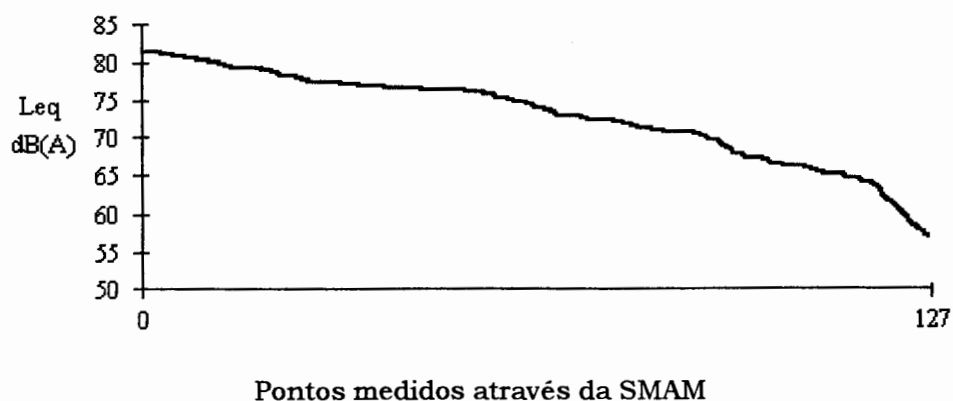


Gráfico 4.9 - Valores obtidos através da SMAM

Nesta etapa foram ainda realizadas as verificações de 20 locais, escolhidos aleatoriamente, cujos valores estão expressos na tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Verificações do L_{Aeq} para os dados da SMAM.

LOCAL	SMAM (dB(A))	Verificação (dB(A))
01. Goethe/Castro Alves	77,8	77,4
02. Múcio Teixeira/Bastian	62,3	62,8
03. João Pessoa/Olavo Bilac	77,4	78,3
04. Getúlio Vargas/Ipiranga	76,8	77,4
05. Ipiranga/Cristiano Fischer	79,4	79,0
06. Mauá/Gasômetro	78,8	79,2
07. Ipiranga/Silva Só	78,9	78,7
08. Riachuelo/Mal Floriano	76,3	77,4
09. Osvaldo Aranha/Garibaldi	76,3	77,2
10. Mauá/Júlio de Castilhos	87,0	82,6
11. Wenceslau Escobar/Dario Totta	74,0	75,4
12. Botafogo/Praia de Belas	71,6	74,4
13. Farrapos/Estação Florida	80,7	78,6
14. Quintino Bocaiúva/Casemiro de Abreu	77,1	75,4
15. Gonçalves Dias/General Caldwell	67,6	68,9
16. Independência/Pinto Bandeira	80,8	79,2
17. Perimetral/Frente EPATUR	78,1	77,8
18. Bento Gonçalves/Cristiano Fischer	77,3	78,4
19. Landell de Moura/Vitor Silva	64,7	65,8
20. Salgado Filho/Dr Flores	72,2	74,0

Foi realizada uma análise estatística (Santos Jr, 1993), dos dados da tabela 4.2, com a finalidade de saber se os valores, obtidos por diferentes fontes, são semelhantes e se pode ser considerada a hipótese de não haver diferença significativa entre eles. Foi utilizada a distribuição de Student - t, porque se enquadra ao tipo de dados utilizados neste trabalho.

A fórmula utilizada foi:

$$|(d \cdot \sqrt{n}) / Sd| < t_{0,995; n} \quad (21)$$

onde:

d = média das diferenças;

n = número de dados;

Sd = desvio padrão;

$t_{0,995}$ = nível de significância de 99 % (distribuição de Student - t).

Se a condição existente na fórmula for verificada, não haverá diferença significativa entre os dados, para um nível de significância de 99%.

A tabela 4.3, abaixo, mostra os valores das diferenças entre os valores obtidos através da SMAM (L_{Aeq}) e das verificações de níveis sonoros (L_{Aeq}), média das diferenças e desvio padrão.

Tabela 4.3 - Diferenças entre os valores de L_{Aeq} (SMAM e verificações), média das diferenças e desvio padrão

LOCAL	SMAM (dB(A))	Verifica- ção (dB(A))	Diferença (SMAM - Verificação)
01. Goethe/Castro Alves	77,8	77,4	0,4
02. Múcio Teixeira/Bastian	62,3	62,8	- 0,5
03. João Pessoa/Olavo Bilac	77,4	78,3	- 0,9
04. Getúlio Vargas/Ipiranga	76,8	77,4	- 0,6
05. Ipiranga/Cristiano Fischer	79,4	79,0	0,4
06. Mauá/Gasômetro	78,8	79,2	- 0,4
07. Ipiranga/Silva Só	78,9	78,7	0,2
8. Riachuelo/Mal Floriano	76,3	77,4	- 1,1
09. Osvaldo Aranha/Garibaldi	76,3	77,2	- 0,9
10. Mauá/Júlio de Castilhos	87,0	82,6	4,4
11. Wenceslau Escobar/Dario Totta	74,0	75,4	- 1,4
12. Botafogo/Praia de Belas	71,6	74,4	- 2,8
13. Farrapos/Estação Florida	80,7	78,6	2,1
14. Quintino Bocaiúva/Casemiro de Abreu	77,1	75,4	1,7
15. Gonçalves Dias/General Caldwell	67,6	68,9	- 1,3
16. Independência/Pinto Bandeira	80,8	79,2	1,6
17. Perimetral/Frente EPATUR	78,1	77,8	0,3
18. Bento Gonçalves/Cristiano Fischer	77,3	78,4	- 1,1
19. Landell de Moura/Vitor Silva	64,7	65,8	- 1,1
20. Salgado Filho/Dr Flores	72,2	74,0	- 1,8
			d = 0,14
			Sd = 1,623

$$\text{Usando-se } |(d \cdot \sqrt{n}) / Sd| = |(0,14 \cdot \sqrt{20}) / 1,623| = 0,386.$$

Através da tabela da distribuição de Student - t (Santos Jr, 1993), tem-se para $t_{0,995; 20}$ o valor 2,861. Como 0,386 é menor que 2,861, os valores em questão não possuem diferença significativa entre eles. Portanto, sob o ponto de vista estatístico, podem ser agregados ao conjunto de dados em análise.

A maior diferença, no local próximo à rodoviária, foi de 4,4 dB(A). Após 3 dias seguidos de medições (L_{Aeq} , de 3 minutos), às 18 horas, encontrou-se os valores 82,5 dB(A), 82,6 dB(A) e 82,7 dB(A). Adotou-se, portanto, o valor de 82,6 dB(A) (média aritmética dos 3 valores) como o existente no local e não o valor de 87,0 dB(A) medido anteriormente pela SMAM.

A comparação entre os valores de níveis sonoros obtidos pela SMAM e os valores de níveis sonoros das verificações, também é mostrado no gráfico 4.10.

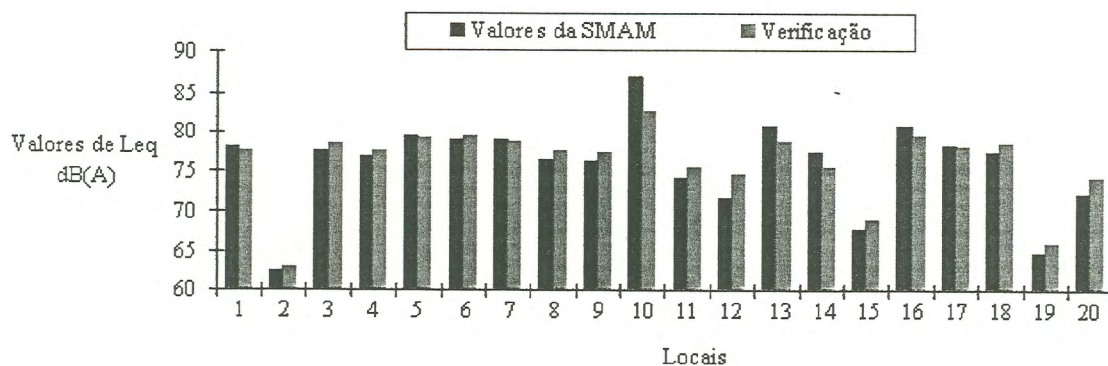


Gráfico 4.10 - Comparação entre os valores de L_{Aeq} medidos pela SMAM e os verificados.

Como nas verificações acima foram utilizados L_{Aeq} de 3 minutos (após este período ele praticamente estabilizava, dentro de um intervalo de 0,5 dB(A)), foi realizado, ainda nesta fase, uma verificação a respeito do tempo de estabilização do L_{Aeq} . Para isto, foram escolhidos 2 locais com características de tráfego bem distintas. O cruzamento da Rua Ramiro Barcelos com a Av. Farrapos, no bairro Floresta, é um local de grande fluxo de veículos, já a Rua Múcio Teixeira, entre a Rua Marcílio Dias e Av. Bastian, no bairro Menino Deus, é um local de pouco fluxo de veículos. A tabela 4.4, mostra os valores das medições diurnas e noturnas, nestes locais:

Tabela 4.4 - Verificação da estabilização do L_{Aeq} .

MEDIÇÕES DIURNAS -dB(A)			MEDIÇÕES NOTURNAS - dB(A)		
Horário	Ramiro Barcelos/ Farrapos	Múcio Teixeira/ entre Marcílio Dias e Bastian	Horário	Ramiro Barcelos/ Farrapos	Múcio Teixeira/ entre Marcílio Dias e Bastian
15:46	79,8 dB(A)	64,6 dB(A)	20:31	71,8 dB(A)	53,5 dB(A)
15:47	78,6 dB(A)	63,6 dB(A)	20:32	72,0 dB(A)	53,4 dB(A)
15:48	78,4 dB(A)	62,8 dB(A)	20:33	72,2 dB(A)	53,3 dB(A)
15:49	78,4 dB(A)	63,0 dB(A)	20:34	72,0 dB(A)	53,4 dB(A)
15:50	78,4 dB(A)	63,1 dB(A)	20:35	71,9 dB(A)	53,3 dB(A)
15:51	78,4 dB(A)	63,0 dB(A)	20:36	71,8 dB(A)	53,3 dB(A)
15:52	78,3 dB(A)	63,0 dB(A)	20:37	72,2 dB(A)	53,4 dB(A)
15:53	78,3 dB(A)	62,9 dB(A)	20:38	72,4 dB(A)	53,4 dB(A)
15:54	78,4 dB(A)	62,9 dB(A)	20:39	72,1 dB(A)	53,3 dB(A)
15:55	78,5 dB(A)	62,9 dB(A)	20:40	71,9 dB(A)	53,3 dB(A)
15:56	78,5 dB(A)	62,8 dB(A)	20:41	71,8 dB(A)	53,2 dB(A)
15:57	78,5 dB(A)	62,8 dB(A)	20:42	71,9 dB(A)	53,2 dB(A)
15:58	78,4 dB(A)	62,8 dB(A)	20:43	72,0 dB(A)	53,2 dB(A)
15:59	78,4 dB(A)	62,8 dB(A)	20:44	72,1 dB(A)	53,2 dB(A)
16:00	78,4 dB(A)	62,9 dB(A)	20:45	72,0 dB(A)	53,3 dB(A)
16:01	78,3 dB(A)	62,9 dB(A)	20:46	72,0 dB(A)	53,3 dB(A)
16:02	78,3 dB(A)	63,0 dB(A)	20:47	72,0 dB(A)	53,4 dB(A)
16:03	78,4 dB(A)	63,1 dB(A)	20:48	71,9 dB(A)	53,3 dB(A)
16:04	78,4 dB(A)	63,0 dB(A)	20:49	71,9 dB(A)	53,3 dB(A)
16:05	78,5 dB(A)	62,9 dB(A)	20:50	71,8 dB(A)	53,2 dB(A)
16:06	78,4 dB(A)	62,9 dB(A)	20:51	71,8 dB(A)	53,2 dB(A)
16:07	78,5 dB(A)	62,8 dB(A)	20:52	71,9 dB(A)	53,3 dB(A)
16:08	78,4 dB(A)	62,8 dB(A)	20:53	71,9 dB(A)	53,3 dB(A)
16:09	78,3 dB(A)	62,8 dB(A)	20:54	71,9 dB(A)	53,2 dB(A)
16:10	78,3 dB(A)	62,7 dB(A)	20:55	72,1 dB(A)	53,2 dB(A)
16:11	78,4 dB(A)	62,7 dB(A)	20:56	72,1 dB(A)	53,2 dB(A)
16:12	78,4 dB(A)	62,7 dB(A)	20:57	72,0 dB(A)	53,2 dB(A)
16:13	78,3 dB(A)	62,7 dB(A)	20:58	72,0 dB(A)	53,2 dB(A)
16:14	78,3 dB(A)	62,8 dB(A)	20:59	72,1 dB(A)	53,2 dB(A)
16:15	78,4 dB(A)	62,8 dB(A)	21:00	72,0 dB(A)	53,3 dB(A)

A tabela 4.4 mostra que o L_{Aeq} , medido em 2 locais diferentes e em 2 horários distintos, estabilizou-se em torno de 3 minutos.

De posse dos dados retirados da tabela 4.4, construiu-se o gráfico 4.11 que mostra o comportamento do L_{Aeq} , ao longo do tempo, no cruzamento da Rua Ramiro Barcelos com a Av. Farrapos, tanto para um período noturno, como em período diurno. O gráfico 4.12, também obtido através dos dados da tabela 4.4, representa o comportamento do L_{Aeq} na Rua Múcio Teixeira, entre a Rua Marcílio Dias e Av. Bastian, ao longo do tempo nos horários noturno e diurno.

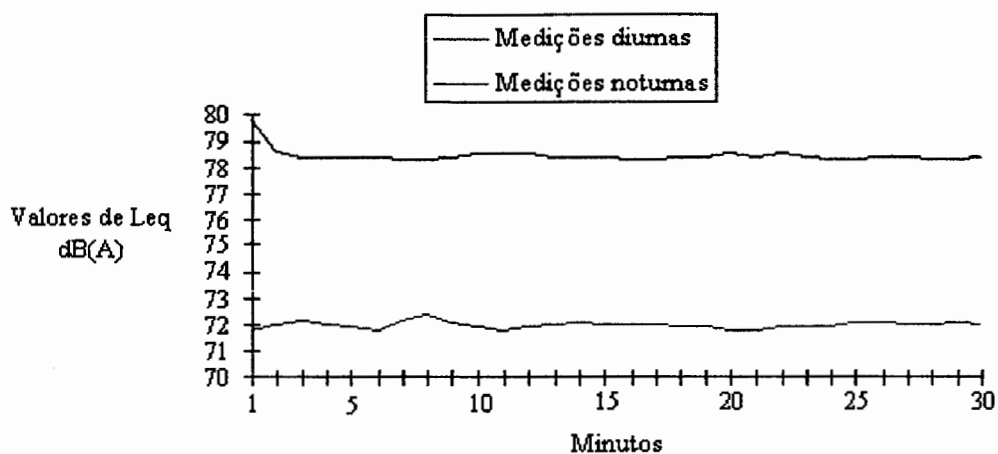


Gráfico 4.11 - Valores de L_{Aeq} , por minuto, do cruzamento da rua Ramiro Barcelos com a avenida Farrapos.

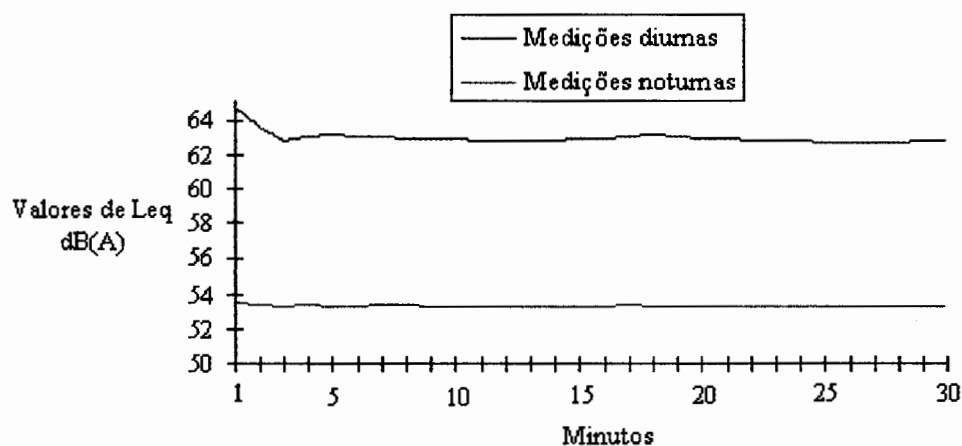


Gráfico 4.12 - Valores de L_{Aeq} , por minuto, da rua Múcio Teixeira entre a rua Marcílio Dias e avenida Bastian.

4.3.2. Medições extras dos níveis sonoros

Após a obtenção das medições realizadas pela SMAM, bem como suas verificações, realizou-se as medições extras de níveis sonoros. Com o objetivo de atingir uma área mais ampla, estas medições foram realizadas em zonas DP (de DP1 a DP9), não caracterizadas pelas medições da SMAM. Estes valores encontram-se no anexo 1.



Gráfico 4.13 - Valores das medições extras de L_{Acq} , nas zonas DP.

O gráfico 4.13 mostra os 92 valores de L_{Acq} , obtidos nas medições extras. O valor máximo e o valor mínimo são bem semelhantes aos valores máximo e mínimo obtidos pelas medições de L_{Acq} , da SMAM. Estes 92 pontos, somados com os 127 pontos da SMAM, perfazem um total de 219. Portanto, foram utilizados 219 dados de medições de L_{Acq} .

4.4. Contagem do fluxo de veículos

Concluída a etapa de obtenção de dados de medição de níveis sonoros, partiu-se para a etapa de obtenção de dados de fluxo de veículos, para aplicação da equação 12 de García e Faus (1991), que relaciona fluxo de veículos com L_{Acq} .

Esta etapa constou da obtenção de dados de fluxo de veículos fornecidos pela SMT e de contagens extras de fluxo de veículos.

4.4.1. Verificação da possibilidade de aplicação da fórmula de García e Faus (1991)

A verificação da possibilidade de utilização da equação 12 de García e Faus (1991), foi realizada nesta etapa. Para tanto, escolheu-se alguns locais

onde haviam dados de fluxo de veículos, obtidos pela SMT e dados de níveis sonoros, obtidos pela SMAM. Nesta condição, foram encontrados 11 locais. Para uma análise mais completa, foram realizadas, nestes 11 locais, medições acústicas (L_{Aeq} de 3 minutos), às 18 horas. A tabela 4.5, mostra esta comparação.

Tabela 4.5 - Verificação da fórmula de García e Faus (1991) com os dados da SMT e comparação com os dados de medições da SMAM e medições de L_{Aeq} .

LOCAL	SMT (Leq - dB(A))	SMAM (Leq - dB(A))	Medições (Leq - dB(A))
01. Azenha/Princesa Isabel	78,6	77,9	78,1
02. João Pessoa/Princesa Isabel	78,1	78,0	78,7
03. Osvaldo Aranha/Venâncio Aires	78,1	77,6	78,2
04. Salgado Filho/Dr Flores	75,2	72,2	73,5
05. Getúlio Vargas/Ipiranga	77,2	76,8	77,4
06. Miguel Couto/Silveiro	71,6	74,0	73,2
07. Botafogo/Praia de Belas	73,6	71,6	74,0
08. Quintino Bocaiúva/Mostardeiro	76,6	79,3	78,1
09. Quintino Bocaiúva/Casemiro de Abreu	74,8	77,1	76,0
10. Silva Só/Ipiranga	78,0	78,9	78,2
11. Otto Niemeyer/Wenceslau Escobar	75,3	73,1	74,2

Com os dados obtidos através da tabela 4.5, construiu-se o gráfico 4.14, que mostra uma comparação entre os valores de L_{Aeq} obtidos de diferentes fontes (SMAM, SMT e medições extras de níveis sonoros).

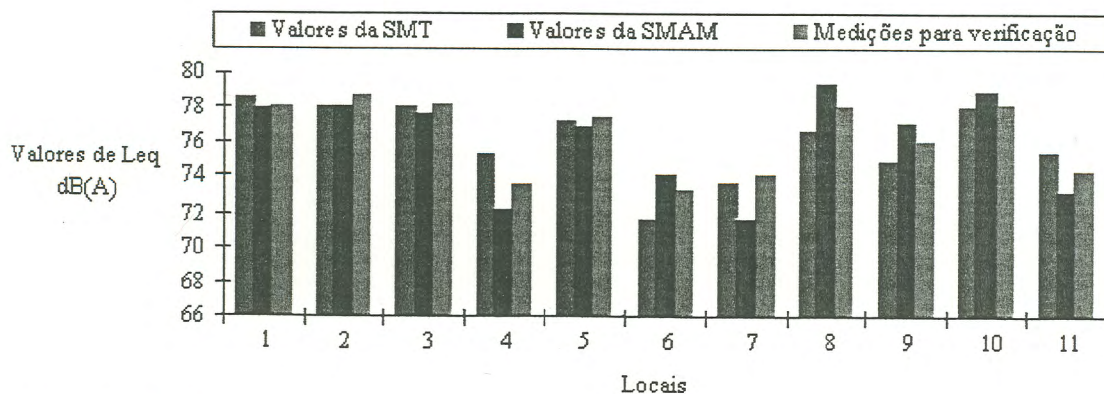


Gráfico 4.14 - Comparação dos valores da SMT (L_{Aeq} obtidos através da equação 12), com os valores de L_{Aeq} da SMAM e com as medições de L_{Aeq} de verificação.

Através da tabela 4.5, obteve-se a tabela 4.6 e, a partir dela, fez-se a análise das médias (Santos Jr, 1993).

Tabela 4.6 - Valores de L_{Aeq} obtidos através da SMT (com a equação 12, de García e Faus (1991)), SMAM, medições de verificação, diferenças, médias e desvios padrão.

LOCAL	SMT L_{Aeq} ①	SMAM L_{Aeq} ②	Medi- ções L_{Aeq} ③	Diferen- ças (1 - 2) A	Diferen- ças (1 - 3) B	Diferen- ças (2 - 3) C
01. Azenha/Princesa Isabel	78,6	77,9	78,1	0,7	0,5	- 0,2
02. João Pessoa/Princesa Isabel	78,1	78,0	78,7	0,1	- 0,6	- 0,7
03. Osvaldo Aranha/Venâncio Aires	78,1	77,6	78,2	0,5	- 0,1	- 0,6
04. Salgado Filho/Dr Flores	75,2	72,2	73,5	3,0	1,7	- 1,3
05. Getúlio Vargas/Ipiranga	77,2	76,8	77,4	0,4	- 0,2	- 0,6
06. Miguel Couto/Silveiro	71,6	74,0	73,2	- 2,4	- 1,6	0,8
07. Botafogo/Praia de Belas	73,6	71,6	74,0	2,0	- 0,4	- 2,4
08. Quintino Bocaiúva/Mostardeiro	76,6	79,3	78,1	- 2,7	- 1,5	1,2
09. Quintino Bocaiúva/Casemiro de Abreu	74,8	77,1	76,0	- 2,3	- 1,2	1,1
10. Silva Só/Ipiranga	78,0	78,9	78,2	- 0,9	- 0,2	0,7
11. Otto Niemeyer/Wenceslau Escobar	75,3	73,1	74,2	2,2	1,1	- 1,1
				d = 0,05	d = 0,227	d = 0,282
				Sd = 1,946	Sd = 1,032	Sd = 1,132

A aplicação da fórmula $|(d \cdot \sqrt{n}) / Sd|$, para um nível de significância de 99% ($t_{0,995; 11}$) teve os seguintes resultados:

a) Entre os dados da SMT e os dados de medições da SMAM:

$$|(d \cdot \sqrt{n}) / Sd| = |(0,05 \cdot \sqrt{11}) / 1,946| = 0,085$$

O valor de $t_{0,995; 11}$, na tabela de distribuição de Student - t é 3,169. Como 0,085 é menor que 3,169, não há diferença significativa entre os valores, para um nível de significância de 99 %.

b) Entre os dados da SMT e os dados das medições atuais:

$$|(d \cdot \sqrt{n}) / Sd| = |(0,227 \cdot \sqrt{11}) / 1,032| = 0,730$$

O valor de $t_{0,995; 11}$, na tabela de distribuição de Student - t é 3,169. Como 0,730 é menor que 3,169, não há diferença significativa entre os valores.

c) Entre os dados de medição da SMAM e os dados das medições atuais:

$$|(d \cdot \sqrt{n}) / Sd| = |(0,282 \cdot \sqrt{11}) / 1,132| = 0,826$$

O valor de $t_{0,995, 11}$, na tabela de distribuição de Student - t é 3,169. Como 0,826 é menor que 3,169, não há diferença significativa entre os valores.

Portanto, sob o ponto de vista estatístico, os dados da tabela 4.5 não diferem significativamente, confirmando a possibilidade de utilização da equação 12, de García e Faus (1991).

O gráfico 4.14, acima, também ilustra a semelhança dos dados, obtidos por diferentes fontes e métodos, de 11 locais da cidade de Porto Alegre.

4.4.2. Dados fornecidos pela SMT

Os dados de contagem de veículos, fornecidos pela Secretaria Municipal de Transportes, encontram-se no anexo 1.

Foram utilizados, 177 dados horários (às 18 horas), de alguns cruzamentos de vias da cidade de Porto Alegre. Através da equação 12, de García e Faus (1991), pode-se obter níveis sonoros a partir de dados horários de fluxo de veículos. O gráfico 4.15, abaixo, mostra os valores, de L_{Aeq} , dos 177 pontos obtidos através dos dados de fluxo de veículos fornecidos pela SMT.

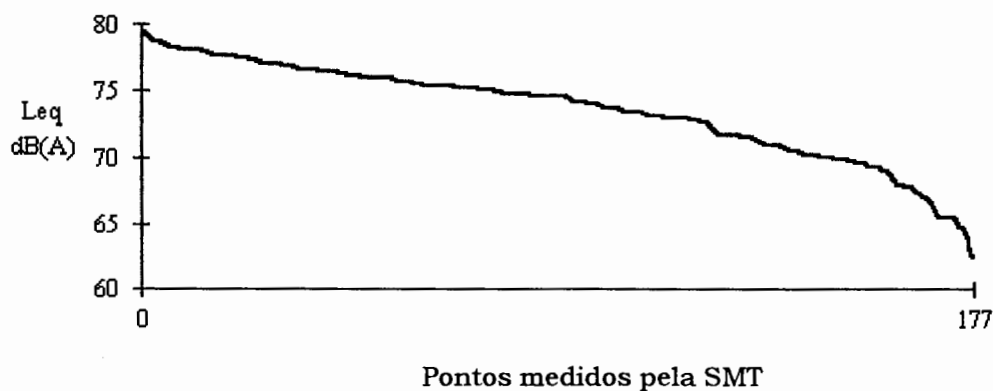


Gráfico 4.15 - Valores de L_{Aeq} dos 177 pontos obtidos através da SMT.

Ainda nesta etapa, foram verificados 19 locais, escolhidos aleatoriamente, onde haviam sido feitas contagens de fluxo de veículos pela SMT. Na verificação, contou-se o fluxo de veículos novamente, com o intuito de comparar os resultados para saber se poderiam ser utilizados. O número de veículos foi integralizado, em 1 hora (entre 17 h e 30 min e 18 h e 30 min) e em 30 minutos (entre 17 h e 45 min e 18 h e 15 min). Não houve uma contagem diferenciada em função do tipo de veículo, porque a SMT, em suas contagens, desconsiderou este fato.

De posse dos valores dos 19 pontos, escolhidos aleatoriamente, bem como dos valores das contagens de verificação (de 30 minutos e de 1 hora), foi elaborada a tabela 4.7.

A partir da tabela 4.7, montou-se a tabela 4.8. A finalidade desta tabela foi auxiliar na análise estatística destes dados, a exemplo do que tinha sido realizado para os dados de níveis sonoros, comentados anteriormente.

Tabela 4.7 - Verificações do fluxo de veículos da SMT.

LOCAL	SMT (veíc/h)	Verificação (veíc/h) (período de 1 h)	Verificação (veíc/h) (período de 30 min)
01. Osvaldo Aranha/Venâncio Aires	4331	4102	2110
02. Ipiranga/Borges de Medeiros	3828	4051	2010
03. Anita Garibaldi/Carlos Gomes	4280	3980	1980
04. Ipiranga/Getúlio Vargas	3376	3480	1800
05. Bordini/24 Outubro	3205	2930	1502
06. Dom Pedro II/Couto de Magalhães	2859	2933	1449
07. Protásio Alves/Ari Tarragô	2357	2480	1206
08. Bento Gonçalves/Guilherme Alves	2154	2091	1040
09. Cristóvão Colombo/Gaspar Martins	1765	1920	953
10. Oscar Pereira/Caldre Fião	2155	1830	931
11. Botafogo/Praia de Belas	1209	1405	710
12. Barão do Amazonas/La Plata	1020	1180	592
13. Lucas de Oliveira/Anita Garibaldi	1212	1127	561
14. Carlos Barbosa/Clemente Pinto	984	840	399
15. Gomes Carneiro/Silva Paes	644	621	310
16. Sald. da Gama/Vidal de Negreiros	421	531	270
17. Tronco/Sepé Tiaraju	497	440	228
18. Dario Totta/Sepé Tiaraju	475	380	206
19. Ari Ramos/Cipó	192	230	114

Tabela 4.8 - Valores de fluxo de veículos obtidos através da SMT, verificações de 1 hora, verificações de 30 minutos e diferenças entre eles.

LOCAL	SMT (veic/h) ①	Verif. (veic/h) (1 h) ②	Verif. (veic/h) (30 min) ③	Dife- rença (1 - 2) A	Dife- rença (1 - 3) B	Dife- rença (2 - 3) C
01. Osvaldo Aranha/Venâncio Aires	4331	4102	2110	229	111	- 118
02. Ipiranga/Borges de Medeiros	3828	4051	2010	- 223	- 192	31
03. Anita Garibaldi/Carlos Gomes	4280	3980	1980	300	320	20
04. Ipiranga/Getúlio Vargas	3376	3480	1800	- 104	- 224	- 120
05. Bordini/24 Outubro	3205	2930	1502	275	201	- 74
06. Dom Pedro II/Couto de Magalhães	2859	2933	1449	- 74	- 39	35
07. Protásio Alves/Ari Tarragô	2357	2480	1206	- 123	- 55	68
08. Bento Gonçalves/Guilherme Alves	2154	2091	1040	63	74	11
09. Cristóvão Colombo/Gaspar Martins	1765	1920	953	- 155	- 141	14
10. Oscar Pereira/Caldre Fião	2155	1830	931	325	293	- 32
11. Botafogo/Praia de Belas	1209	1405	710	- 196	- 211	- 15
12. Barão do Amazonas/La Plata	1020	1180	592	- 160	- 164	- 4
13. Lucas de Oliveira/Anita Garibaldi	1212	1127	561	85	90	5
14. Carlos Barbosa/Clemente Pinto	984	840	399	144	186	42
15. Gomes Carneiro/Silva Paes	644	621	310	23	24	1
16. Sald. da Gama/Vidal de Negreiros	421	531	270	- 110	- 119	- 9
17. Tronco/Sepé Tiaraju	497	440	228	57	41	- 16
18. Dario Totta/Sepé Tiaraju	475	380	206	95	63	- 32
19. Ari Ramos/Cipó	192	230	114	- 38	- 36	2
				d = 21,737	d = 11,684	d = 10,053
				Sd = 173,555	Sd = 165,179	Sd = 49,344

A fórmula $|(d \cdot \sqrt{n}) / Sd|$, para um nível de significância de 99% ($t_{0,995; 19}$) teve os seguintes resultados:

a) Entre os dados da SMT e os dados de verificação (1 hora):

$$|(d \cdot \sqrt{n}) / Sd| = |(21,737 \cdot \sqrt{19}) / 173,555| = 0,546$$

O valor de $t_{0,995; 19}$, na tabela de distribuição de Student - t é 2,878. Como 0,546 é menor que 2,878, não há diferença significativa entre os valores.

b) Entre os dados da SMT e os dados de verificação (30 minutos):

$$|(d \cdot \sqrt{n}) / Sd| = |(11,684 \cdot \sqrt{19}) / 165,179| = 0,308$$

O valor de $t_{0,995; 19}$, na tabela de distribuição de Student - t é 2,878. Como 0,308 é menor que 2,878, não há diferença significativa entre os valores.

c) Entre os dados de verificação (1 hora) e verificação (30 minutos):

$$|(d \cdot \sqrt{n}) / Sd| = |(10,053 \cdot \sqrt{19}) / 49,344| = 0,888$$

O valor de $t_{0,995; 19}$, na tabela de distribuição de Student - t é 2,878. Como 0,888 é menor que 2,878, não há diferença significativa entre os valores.

Portanto, sob o ponto de vista estatístico, os dados da tabela 10 podem ser agregados ao conjunto de dados em análise.

A partir dos dados da tabela 4.7, referentes aos valores das verificações (contagens) de 1 hora e de 30 minutos, foi possível estabelecer uma comparação entre eles, mostrados no gráfico 4.16.

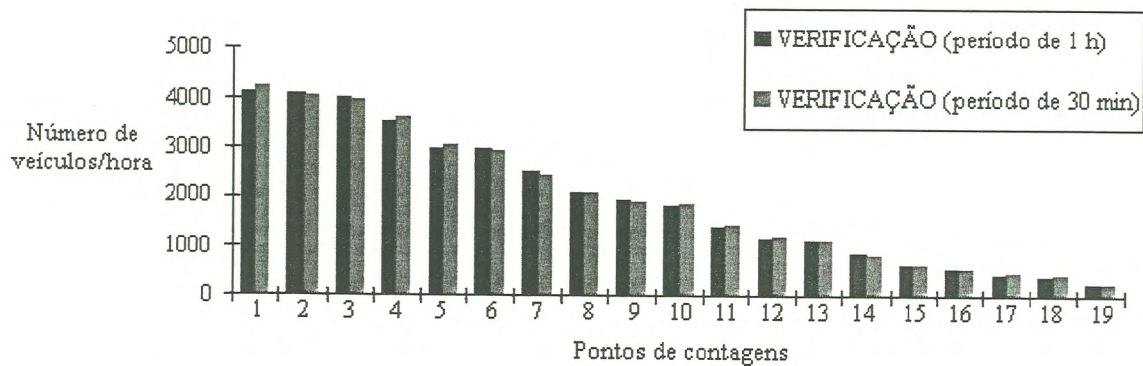


Gráfico 4.16 - Comparação entre as verificações das contagens do fluxo de veículos

Os valores das contagens de 30 minutos, mostrados no gráfico 4.16, foram multiplicados por 2, para serem comparados aos valores obtidos nas contagens de 1 hora.

A análise estatística acima comprova que os valores das verificações das contagens são muito semelhantes. O gráfico 4.17 compara os fluxos de veículos obtidos pela SMT e os valores das contagens de verificações.

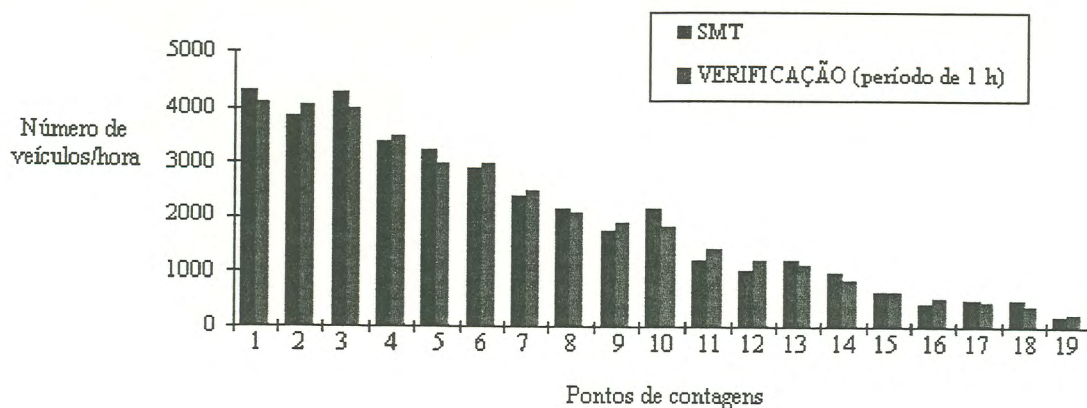


Gráfico 4.17 - Comparação entre os valores de fluxo de veículos da SMT e os valores verificados nas contagens.

Através dos dados da tabela 4.7, pode-se notar que os valores verificados de fluxo de veículos são semelhantes, ficando em torno de 11% a diferença entre o valor obtido pela SMT e os verificados no presente trabalho (período de 1 h). Cabe ainda ressaltar que uma variação de 11% nos fluxos de veículos significam uma pequena alteração no valor de L_{Acq} , obtido através da equação 12 de García e Faus. Por exemplo: para um fluxo de 2000 veículos, o valor de L_{Acq} é 75,3 dB(A), aplicando-se 11% sobre o valor do fluxo de veículos, este será de 2224 veículos e o valor de L_{Acq} será 75,7 dB(A), significando um aumento de 0,5%.

4.4.3. Contagens extras de fluxo de veículos

As contagens extras de veículos, em diversas zonas da cidade, foram num total de 164 e encontram-se no Anexo 1.

Como ficou comprovado que a equação 12, de García e Faus (1991), fornece resultados muito semelhantes aos obtidos através de medições acústicas, os 164 dados de fluxo de veículos, obtidos através das contagens extras de veículos, puderam ser utilizados. O gráfico 4.18 mostra os 164 valores de L_{Acq} , em dB(A), obtidos através das contagens extras de fluxo de veículos.

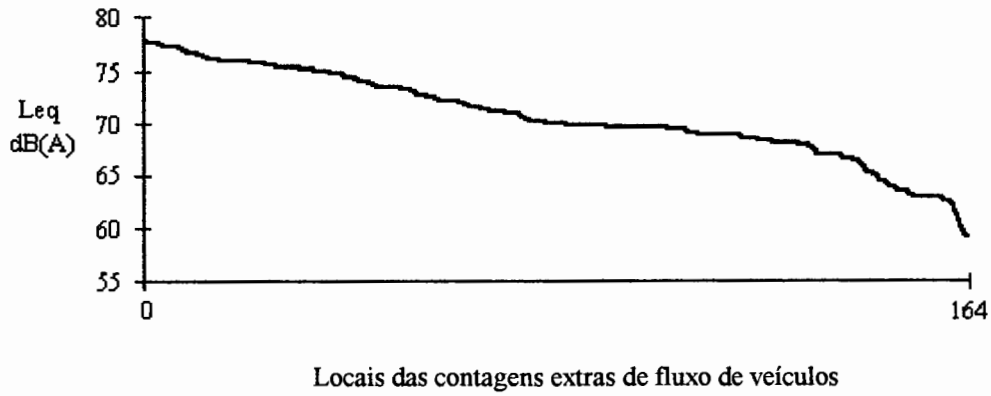


Gráfico 4.18 - Valores de Leq para os 164 pontos obtidos nas contagens extras de veículos

Os 164 pontos obtidos através das contagens extras de veículos, somados aos 177 dados de fluxo de veículos fornecidos pela SMT, forneceram 341 pontos adicionais.

Somando-se os valores obtidos através da SMAM (127), medições extras de níveis sonoros (92), SMT (177) e contagens extras de veículos (164), obteve-se um total de 560 pontos utilizados neste trabalho (Anexo 1). O gráfico 4.19 mostra estes valores.

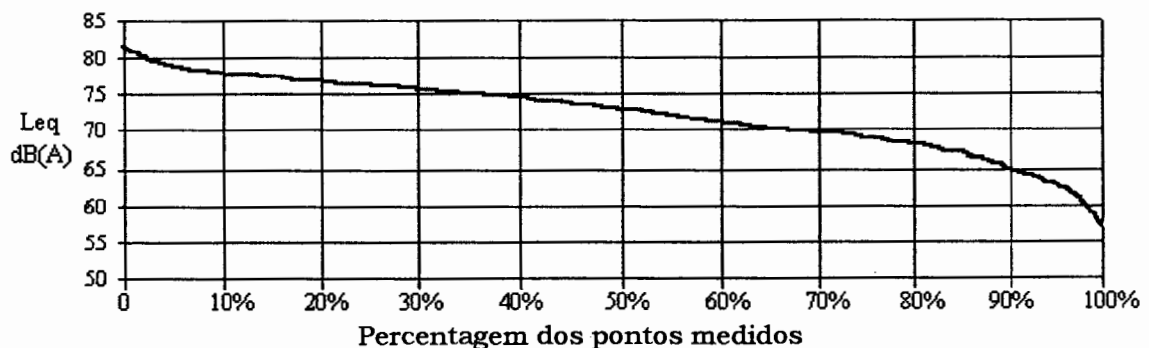


Gráfico 4.19- Distribuição da percentagem dos pontos medidos e dos valores de L_{Aeq}

Através do gráfico 4.19 mostra que 10% dos pontos obtidos possuem valores acima de 77 dB(A), mostra também que 50% dos pontos possuem valores acima de 73 dB(A), 90% possuem valores acima de 65 dB(A) e 100%

possuem valores de L_{Aeq} acima de 51 dB(A). O gráfico mostra ainda que o nível máximo está próximo a 83 dB(A) e o mínimo próximo a 51 dB(A).

Não se pode, no entanto, afirmar que percentuais equivalentes (10%, 50%, etc.) da população estejam submetidos aos níveis sonoros acima. Para avaliar estes percentuais da população foi desenvolvida a etapa seguinte do trabalho.

4.5. Determinação do percentual da população atingida por diferentes níveis sonoros

Com base no conjunto de dados de nível sonoro obtidos, foi inicialmente realizada uma análise em cada zona DP. Para cada zona, foi escolhido um bairro representante (aquele com maior número de dados), sendo estes mostrados nas figuras 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8. Para uma melhor visualização dos níveis sonoros, foi escolhida uma convenção de cores, para cada intervalo de L_{Aeq} , conforme mostrado a seguir:

- acima de 76,1 dB(A)
- entre 70,1 dB(A) e 76,0 dB(A)
- entre 64,1 dB(A) e 70,0 dB(A)
- abaixo de 64 dB(A)

Além de identificar os pontos onde foram realizadas as medições, as figuras estão associadas a tabelas, que mostram, para cada zona DP, a densidade populacional, o número de bairros, o bairro representante, a densidade populacional do bairro escolhido como representante da zona, os valores máximos e mínimos de níveis sonoros (L_{Aeq}) do bairro representante, as principais vias que cortam este bairro, as principais vias que tangenciam este bairro e uma caracterização sumária do bairro.

Os valores de níveis sonoros, associados aos bairros, mostrados a seguir, são expressos em dB(A).

Tabela 4.9 - Resumo da zona DP1

ZONA: DP1	Densidade Populacional: acima de 25000 hab/km ²	Nº de Bairros: 01
Bairro representante: Bom Fim	Densidade populacional: 30818,4 hab/km ²	
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 78,9 dB(A)		L _{Aeq mín} = 72,0 dB(A)
Principais vias que cortam: - José Otão, Vasco da Gama		
Principais vias que tangenciam: - Osvaldo Aranha, Independência		
Características do bairro: É o bairro de maior densidade populacional, possui um fluxo de veículos de médio a alto na maioria de suas vias.		

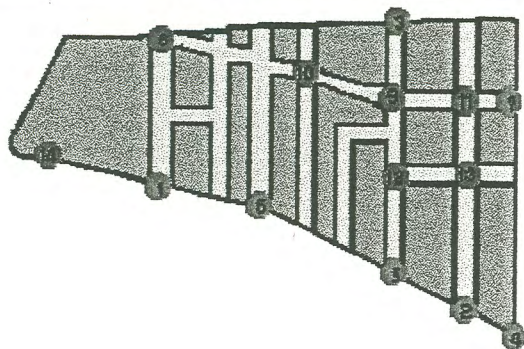


Figura 4.1 - Bairro Bom Fim

01. Osvaldo Aranha/Barros Cassal - 78,9
02. Fernandes Vieira/Osvaldo Aranha - 78,1
03. Independência/João Telles - 77,9
04. Osvaldo Aranha/José Bonifácio - 76,9
05. Osvaldo Aranha/João Telles - 76,6
06. Osvaldo Aranha/Garibaldi - 77,2
07. Felipe Camarão/Vasco da Gama - 76,1
08. Barros Cassal/José Otão - 75,9
09. João Telles/José Otão - 75,9
10. Santo Antônio/José Otão - 75,7
11. Fernandes Vieira/Vasco da Gama - 75,7
12. João Telles/Henrique Dias - 75,5
13. Fernandes Vieira/Henrique Dias - 75,1
14. Osvaldo Aranha/Túnel da Conceição - 75,0

Tabela 4.10 - Resumo da zona DP2

ZONA: DP2	Densidade Populacional: entre 20001 e 25000 hab/km ²	Nº de Bairros: 01
Bairro representante: Cidade Baixa	Densidade populacional: 24608,9 hab/km ²	
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 80,6 dB(A)		L _{Aeq mín} = 71,8 dB(A)
Principais vias que cortam: - José do Patrocínio, Lima e Silva		
Principais vias que tangenciam: - Aureliano Figueiredo Pinto, Venâncio Aires, João Pessoa, Perimetral		
Características do bairro: É o segundo maior em densidade populacional. Possui um nível elevado de ruídos devido ao grande fluxo de algumas vias.		



Figura 4.2 - Bairro Cidade Baixa

01. João Pessoa/Luis Afonso - 80,6
02. João Pessoa/Lopo Gonçalves - 80,4
03. José do Patrocínio Alberto Torres - 74,6
04. José do Patrocínio/Lopo Gonçalves - 74,0
05. Praia de Belas/República - 73,5
06. Lima e Silva/Lopo Gonçalves - 73,4
07. José do Patrocínio/Luis Afonso - 73,4
08. Lima e Silva/Otávio Corrêa - 73,0
09. Lima e Silva/Alberto Torres - 72,4
10. Lima e Silva/Sarmento Leite - 72,3
11. Lima e Silva/Luis Afonso - 71,8

Tabela 4.11 - Resumo da zona DP3

ZONA: DP3	Densidade Populacional: entre 16001 e 20000 hab/km ²	Nº de Bairros: 02
Bairro representante: Centro		Densidade populacional: 18970,2 hab/km ²
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 82,6 dB(A)		L _{Aeq mín} = 68,2 dB(A)
Principais vias que cortam: - Alberto Bins, Júlio de Castilhos, Duque de Caxias, Borges de Medeiros, Siqueira Campos, Riachuelo, Independência, João Pessoa		
Principais vias que tangenciam: - Mauá, Loureiro da Silva, Perimetral, Sarmiento Leite		
Características do bairro: É um bairro ruidoso. Existem muitas vias movimentadas, mas com velocidades de escoamento mais baixas. O ponto mais ruidoso (estação rodoviária) encontra-se neste bairro.		

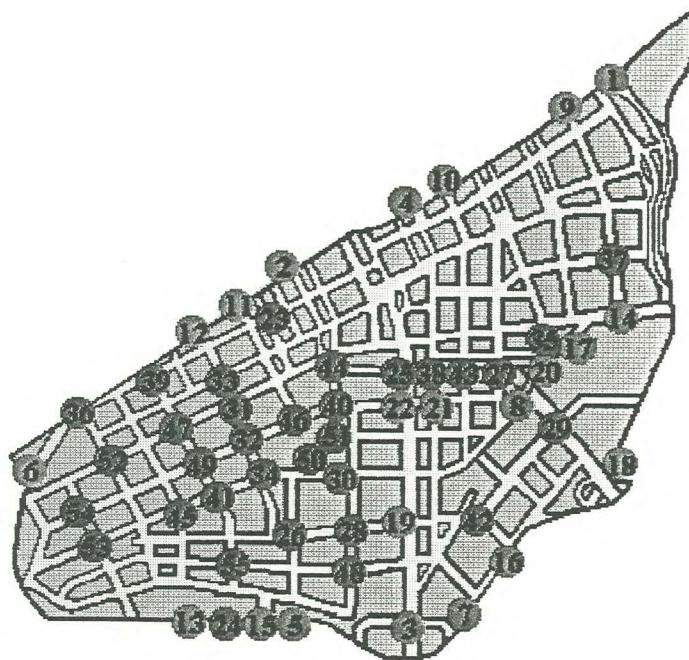


Figura 4.3 - Bairro Centro

01. Castelo Branco/Mauá/Rodoviária - 82,6
02. Mauá/Leonardo Truda - 81,2
03. B. de Medeiros/Viaduto Açorianos - 80,7
04. Mauá/Frente Palácio do Comércio - 80,4
05. Loureiro da Silva/Frente Parobé - 79,6
06. Mauá/Frente Gasômetro - 79,2
07. Perimetral/Frente EPATUR - 78,1
08. Riachuelo/Pr Cde. Porto Alegre - 77,5
09. Mauá/Cel Vicente - 77,4
10. Mauá/Vig José Inácio - 77,3
11. Mauá/Caldas Jr - 77,3
12. Mauá/João Manoel - 77,2
13. Loureiro da Silva/Câm. Vereadores - 77,2
14. Independência/Cel Vicente - 76,9
15. A. de Carvalho/Loureiro da Silva - 77,3
16. Perimetral/Frente Igreja do Carmo - 76,7
17. Independência/ Pr Dom Feliciano - 76,5
18. Perimetral/Frente UFRGS - 76,5
19. B. de Medeiros/Fernando Machado - 76,3
20. Independência/Annes Dias - 76,3
21. Riachuelo/Mal Floriano - 77,4
22. Borges de Medeiros/Riachuelo - 76,1
23. Siqueira Campos/Sepúlveda - 76,0
24. Loureiro da Silva/CIENTEC - 76,0
25. Borges de Medeiros/Salgado Filho - 75,7
26. Fernando Machado/Gen Auto - 75,3
27. Salgado Filho/Dr Flores - 75,2
28. Fem. Machado/Espírito Santo - 75,1
29. André da Rocha/João Pessoa - 75,3
30. D. de Caxias/Frente Catedral - 75,0
31. João Manoel/Andradas - 74,9
32. João MAnoel/Riachuelo - 74,8
33. João Manoel/7 de Setembro - 74,7
34. João Manoel/Duque de Caxias - 74,7
35. Annes Dias/Senhor dos Passos - 74,7
36. Mauá/Pe Tomé - 75,5
37. Alberto Bins/Cel Vicente - 74,6
38. Salgado Filho/Mal Floriano - 74,4
39. Siq. Campos/Bento Martins - 74,2
40. Riachuelo/Gen Câmara - 73,5
41. D. de Caxias/Bento Martins - 73,2
42. André da Rocha/Lima e Silva - 72,5
43. Salgado Filho/Vig José Inácio - 72,3
44. Gen Câmara/Andrade Neves - 72,3
45. D. de Caxias/Canab. Ferreira - 71,9
46. Riachuelo/Caldas Jr - 70,9
47. Andradas/Bento Martins - 70,8
48. Espírito Santo/Dem. Ribeiro - 70,8
49. Riachuelo/Bento Martins - 70,4
50. Pça Mal Deodoro/ Assembléia - 69,6
51. Pça Mal Deodoro/São Pedro - 69,6
52. Andradas/Gen Portinho - 68,8
53. Duque de Caxias/Vasco Alves - 68,8
54. Riachuelo/Vasco Alves - 68,2
55. Dem. Ribeiro/B. Martins - 69,6

O bairro Independência, pertencente à zona DP3, possui uma densidade populacional de 18485,0 hab/km². Seus valores de $L_{Aeq\ máx}$ e $L_{Aeq\ mín}$ são 80,8 dB(A) e 72,2 dB(A), respectivamente.

Tabela 4.12 - Resumo da zona DP4

ZONA: DP4	Densidade Populacional: entre 13001 e 16000 hab/km ²	Nº de Bairros: 04
Bairro representante: Menino Deus		Densidade populacional: 14097,2 hab/km ²
Valores de níveis sonoros: $L_{Aeq\ máx} = 80,1$ dB(A)		$L_{Aeq\ mín} = 59,9$ dB(A)
Principais vias que cortam: - Ipiranga, José de Alencar, Getúlio Vargas		
Principais vias que tangenciam: - Aureliano F Pinto, Praia de Belas, Érico Veríssimo		
Características do bairro: É um bairro que possui níveis elevados e também níveis baixos de ruídos, devido a algumas vias movimentadas e outras muito calmas.		

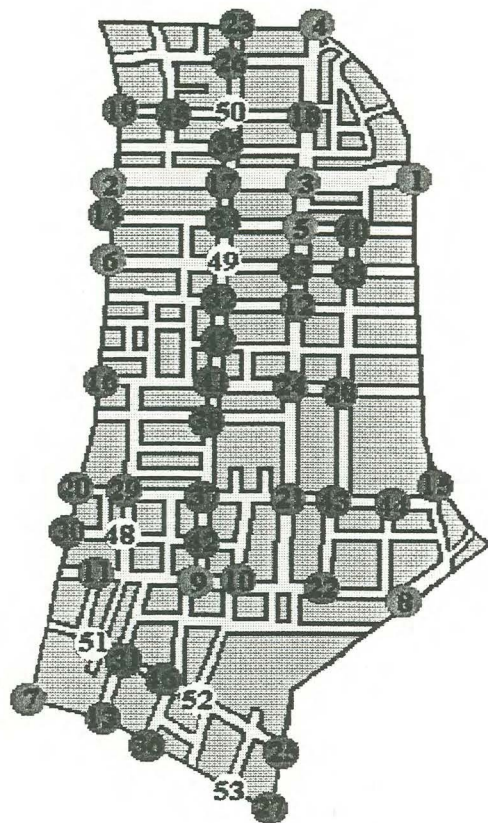


Figura 4.4 - Bairro Menino Deus

01. Érico Veríssimo/Ipiranga - 80,1
02. Ipiranga/Praia de Belas - 77,1
03. Getúlio Vargas/Ipiranga - 77,4
04. Érico Veríssimo/Getúlio Vargas - 76,8
05. Getúlio Vargas/Marcílio Dias - 76,8
06. Praia de Belas/Bastian - 76,8
07. Miguel Couto/Pe Caciue - 76,5
08. Corrêa Lima/José de Alencar - 76,4
09. Múcio Teixeira/José de Alencar - 76,1
10. José de Alencar/Oscar Bitencourt - 75,8
11. José de Alencar/Antenor Lemos - 75,2
12. Ganzo/Getúlio Vargas - 74,8
13. Miguel Couto/Silveiro - 74,0
14. Praia de Belas/Marcílio Dias - 74,0
15. Saldanha Marinho/Érico Veríssimo - 73,7
16. Botafogo/Praia de Belas - 74,1
17. Múcio Teixeira/Ipiranga - 72,9
18. André Bello/Getúlio Vargas - 72,8
19. André Bello/Praia de Belas - 72,8
20. Barbedo/Praia de Belas - 72,2
21. Barbedo/Getúlio Vargas - 71,9
22. Gonçalves Dias/José de Alencar - 71,4
23. Múcio Teixeira/Aureliano F Pinto - 71,2
24. Botafogo/Getúlio Vargas - 71,2
25. Br Cerro Largo/Corrêa Lima - 70,9
26. Múcio Teixeira/Br Gravataí - 70,7
27. Corrêa Lima/Miguel Couto - 70,7
28. Gonçalves Dias/Botafogo - 70,5
29. Barbedo/Grão Pará - 70,3
30. Costa/Praia de Belas - 69,5
31. Br Cerro Largo/Silveiro - 69,4
32. Ganzo/Múcio Teixeira - 68,8
33. Bastian/Getúlio Vargas - 68,5
34. Marcílio Dias/Múcio Teixeira - 68,4
35. Gonçalves Dias/Gen Caldwell - 68,9
36. Miguel Couto/Dona Augusta - 67,1
37. Múcio Teixeira/Barbedo - 66,1
38. Múcio Teixeira/Rodolfo Gomes - 66,1
39. Múcio Teixeira/17 de Junho - 66,0
40. Gonçalves Dias/Marcílio Dias - 66,0
41. Botafogo/Múcio Teixeira - 65,6
42. Múcio Teixeira/Costa - 65,2
43. Gonçalves Dias/Saldanha Marinho - 65,1
44. Saldanha Marinho/Br Tefê - 65,0
45. André Bello/Baronesa do Gravataí - 64,7
46. Br Cerro Largo/Dona Augusta - 64,2
47. Múcio Teixeira/Visc Herval - 64,1
48. Grão Pará/Costa - 64,7
49. Bastian/Múcio Teixeira - 62,8
50. Múcio Teixeira/André Bello - 61,9
51. Br Cerro Largo/Grão Pará - 61,6
52. Br Cerro Largo/Oscar Bitencourt - 60,9
53. Miguel Couto/Dona Gabriela - 59,9

Tabela 4.13 - Resumo da zona DP5

ZONA: DP5	Densidade Populacional: entre 10001 e 13000 hab/km ²	Nº de Bairros: 12
Bairro representante: Petrópolis		Densidade populacional: 10840,5 hab/km ²
Valores de níveis sonoros: $L_{Aeq\ máx} = 77,9$ dB(A)		$L_{Aeq\ mín} = 63,0$ dB(A)
Principais vias que cortam: - Salvador França, Protásio Alves, Tarso Dutra, Lucas de Oliveira, Br do Amazonas		
Principais vias que tangenciam: - Carlos Gomes, Vicente da Fontoura, Ipiranga, Nilópolis, Nilo Peçanha		
Características do bairro: Os níveis de ruído neste bairro, comparados com outros, não são muito elevados, a não ser nas vias de maior fluxo. Este bairro possui muitas vias calmas.		

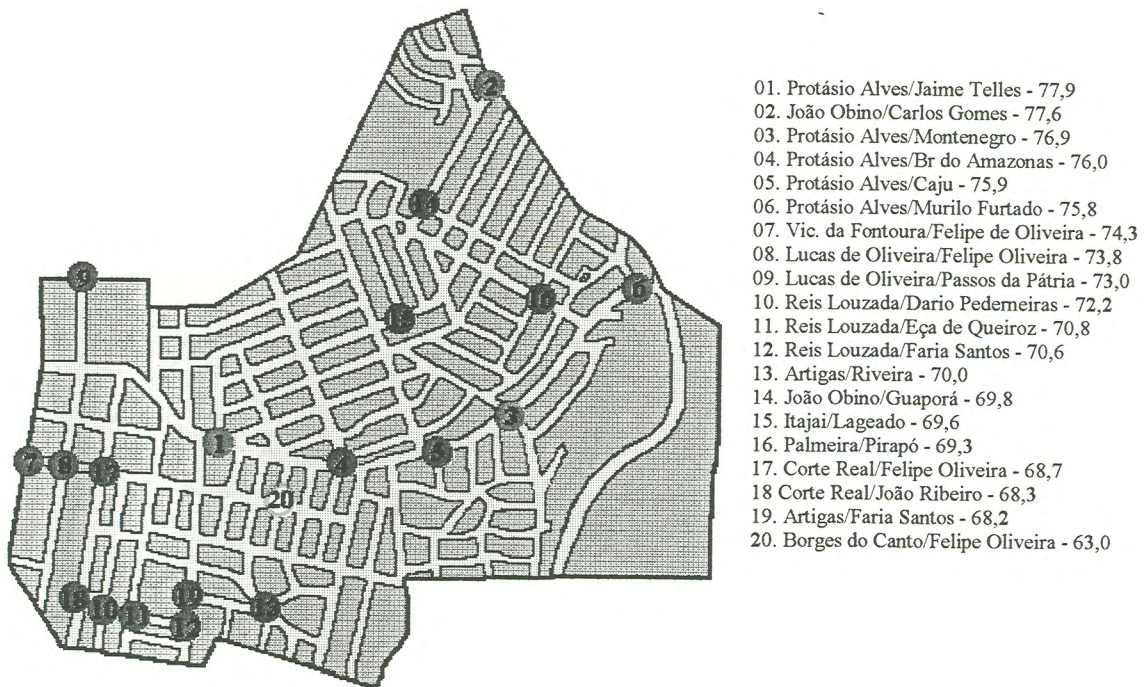


Figura 4.5 - Bairro Petrópolis

Tabela 4.14 - Resumo da zona DP6

ZONA: DP6	Densidade Populacional: entre 7001 e 10000 hab/km ²	Nº de Bairros: 15
Bairro representante: Passo da Areia		Densidade populacional: 9156,1 hab/km ²
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 81,5 dB(A)		L _{Aeq mín} = 64,0 dB(A)
Principais vias que cortam: - Brasileiro de Moraes, Assis Brasil, Plínio Brasil Milano		
Principais vias que tangenciam: - Plínio Brasil Milano, Assis Brasil		
Características do bairro: Possui uma via muito movimentada (Assis Brasil), elevando o ruído em algumas zonas do bairro. Também possui ruas calmas.		

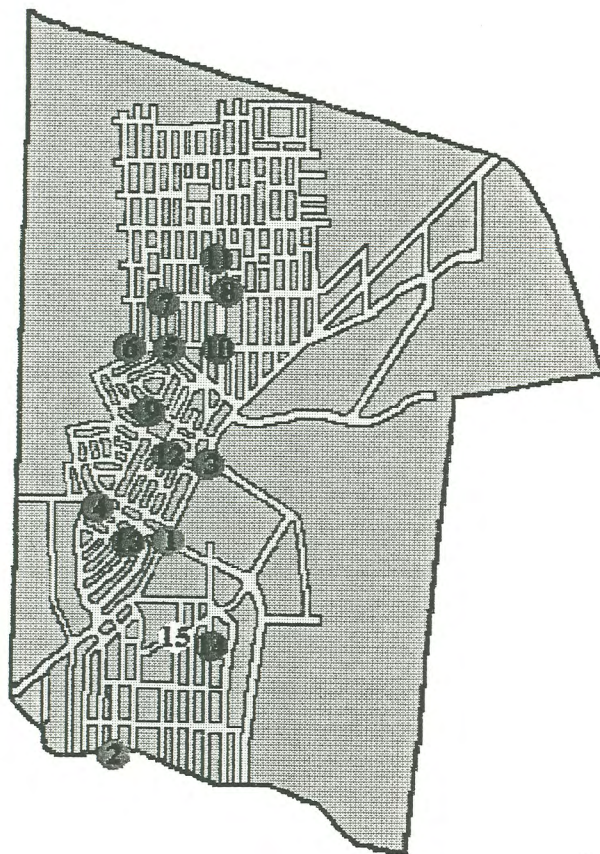


01. Assis Brasil/Estação Ubirici - 81,5
02. Assis Brasil/Estação Ordenadora - 80,9
03. Assis Brasil/Sorocaba - 76,9
04. Assis Brasil/Tupi - 76,8
05. Plínio Brasil Milano/Andaraí - 75,7
06. Guilherme Kippel/João Wallig - 74,3
07. Cristóvão Colombo/José da Silva - 73,9
08. Anita Garibaldi/Libero Badaró - 72,5
09. Roque Calage/Umbu - 70,9
10. João Corrêa/Sape - 69,9
11. Andaraí/Grécia - 69,8
12. Andaraí/Luis Cosme - 69,3
13. Grécia/Bezerra de Menezes - 67,9
14. Veranópolis/Valentin Vicentini - 66,9
15. Ari Ramos/Cipó - 67,7
16. Novo Hamburgo/Rio Pardo - 66,4
17. Pistóia/João Alberto - 64,0

Figura 4.6 - Bairro Passo D'Areia

Tabela 4.15 - Resumo da zona DP7

ZONA: DP7	Densidade Populacional: entre 4001 e 7000 hab/km ²	Nº de Bairros: 14
Bairro representante: Sarandi	Densidade populacional: 5841,5 hab/km ²	
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 78,5 dB(A)		L _{Aeq mín} = 62,4 dB(A)
Principais vias que cortam: - Assis Brasil, Sertório		
Principais vias que tangenciam: - Baltazar de Oliveira Garcia		
Características do bairro: Possui 2 vias movimentadas (Assis Brasil e Sertório) e muitas vias de pouco fluxo.		



01. Assis Brasil/Sertório - 78,5
02. Baltazar O Garcia/J Luderitz - 76,2
03. Rocco Aloise/Assis Brasil - 75,0
04. Francisco da Fontoura/Sertório - 73,5
05. Toledo Piza/Av dos Gaúchos - 72,0
06. Domingos de Abreu/Av dos Gaúchos - 72,0
07. Toledo Piza/Martins Bastos - 71,2
08. 21 de Abril/Martins Bastos - 70,0
09. Francisco da Fontoura/Xavier de Carvalho - 69,8
10. Vidal Barbosa/Minas Gerais - 69,6
11. Vidal Barbosa/Figueiredo Mascarenhas - 69,5
12. Rocco Aloise/Serafim Alencastro - 68,7
13. Álvaro Guimarães/Serafim Alencastro - 67,9
14. Lindolfo Henke/Ceci Cordeiro - 64,4
15. Silvio Sanson/3 de Outubro - 62,4

Figura 4.7 - Bairro Sarandi

Tabela 4.16 - Resumo da zona DP8

ZONA: DP8	Densidade Populacional: entre 1001 e 4000 hab/km ²	Nº de Bairros: 14
Bairro representante: Três Figueiras	Densidade populacional: 3812,3 hab/km ²	
Valores de níveis sonoros: LAeq máx = 79,2 dB(A)		LAeq mín = 61,2 dB(A)
Principais vias que cortam: -----		
Principais vias que tangenciam: - Nilo Peçanha, Carlos Gomes		
Características do bairro: Possui muitas ruas calmas, com fluxo de veículos baixo, mas com 2 vias muito ruidosas (Nilo Peçanha e Carlos Gomes).		

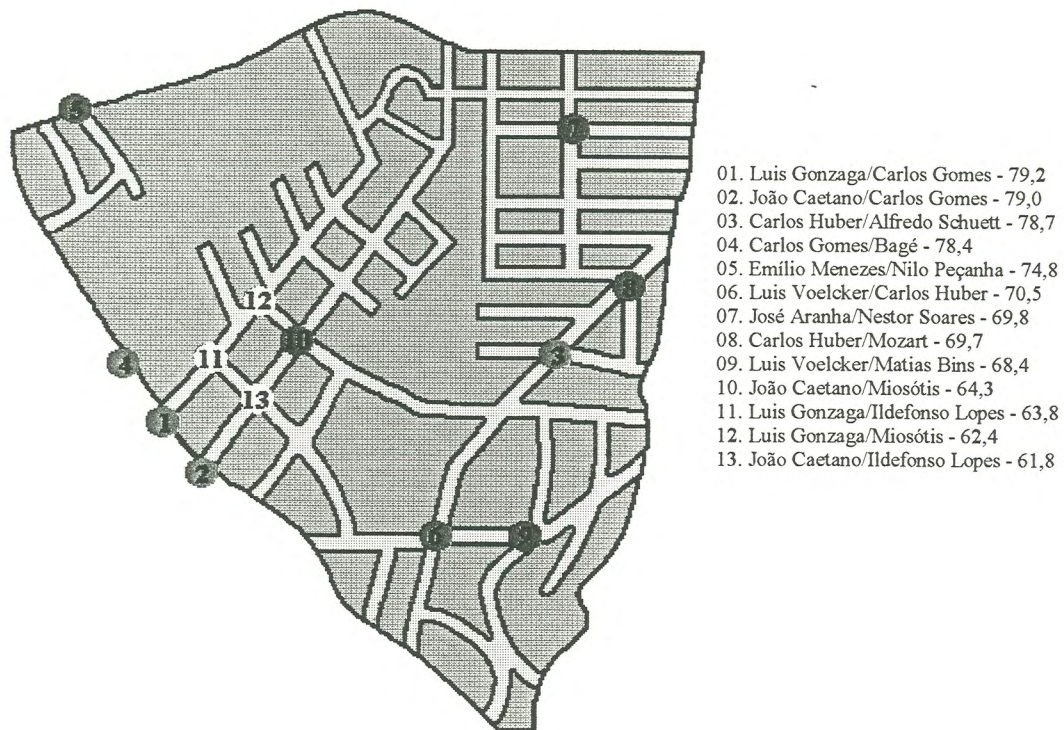


Figura 4.8 - Bairro Três Figueiras

Tabela 4.17 - Resumo da zona DP9

ZONA: DP9	Densidade Populacional: até 1000 hab/km ²	Nº de Bairros: 06
Bairro representante: Não tem, ver obs abaixo		Densidade populacional: -----
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = -----		L _{Aeq mín} = -----
Principais vias que cortam: -----		
Principais vias que tangenciam: -----		
Características do bairro: -----		

A zona DP9 não possui um bairro representante, pois todos os pertencentes têm características diferentes. Cada um deles será mostrado a seguir, nas tabelas 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22 e 4.23.

Tabela 4.18 - Resumo da zona DP9 (bairro Praia de Belas)

ZONA: DP9	Densidade Populacional: até 1000 hab/km ²	Nº de Bairros: 01
Bairro: Praia de Belas	Densidade populacional: 936,8 hab/km ²	
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 79,4 dB(A)		L _{Aeq mín} = 74,2 dB(A)
Principais vias que cortam: Av Borges de Medeiros		
Principais vias que tangenciam: - Av Praia de Belas, Av Beira Rio		
Características do bairro: É um bairro com baixa densidade populacional		

Tabela 4.19 - Resumo da zona DP9 (bairro Pedra Redonda)

ZONA: DP9	Densidade Populacional: até 1000 hab/Km ²	Nº de Bairros: 01
Bairro: Pedra Redonda	Densidade populacional: 663,8 hab/km ²	
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 75,3 dB(A)		L _{Aeq mín} = 59,9 dB(A)
Principais vias que cortam: -----		
Principais vias que tangenciam: -Cel Marcos		
Características do bairro: Possui uma baixa densidade populacional e um baixo fluxo de veículos		

Tabela 4.20 - Resumo da zona DP9 (bairro Belém Velho)

ZONA: DP9	Densidade Populacional: até 1000 hab/km ²	Nº de Bairros: 01
Bairro: Belém Velho	Densidade populacional: 634,2 hab/km ²	
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 69,8 dB(A)		L _{Aeq mín} = 59,1 dB(A)
Principais vias que cortam: Av Oscar Pereira		
Principais vias que tangenciam: -----		
Características do bairro: Possui um fluxo de veículos muito pequeno		

Tabela 4.21 - Resumo da zona DP9 (bairro Agronomia)

ZONA: DP9	Densidade Populacional: até 1000 hab/km ²	Nº de Bairros: 01
Bairro: Agronomia	Densidade populacional: 351,8 hab/km ²	
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 78,1 dB(A)		L _{Aeq mín} = 63,0 dB(A)
Principais vias que cortam: -Av Bento Gonçalves		
Principais vias que tangenciam: Av Antonio de Carvalho		
Características do bairro: -É um bairro calmo, com exceção da Av Bento Gonçalves, que é muito movimentada.		

Tabela 4.22 - Resumo da zona DP9 (bairro Anchieta)

ZONA: DP9	Densidade Populacional: até 1000 hab/km ²	Nº de Bairros: 01
Bairro: -Anchieta	Densidade populacional: -231,0 hab/km ²	
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 73,0 dB(A)		L _{Aeq mín} = 66,5 dB(A)
Principais vias que cortam: -Av Fernando Ferrari		
Principais vias que tangenciam: -Av dos Estados		
Características do bairro: É um dos bairros de menor densidade populacional. O fluxo de veículos é baixo no período das 18 horas, sendo mais intenso pela manhã, pois neste bairro encontram-se vários depósitos comerciais.		

Tabela 4.23 - Resumo da zona DP9 (bairro Marcílio Dias)

ZONA: DP9	Densidade Populacional: até 1000 hab/km ²	Nº de Bairros: 01
Bairro: Marcílio Dias	Densidade populacional: 150,5 hab/km ²	
Valores de níveis sonoros: L _{Aeq máx} = 81,5 dB(A)		L _{Aeq mín} = 81,5 dB(A)
Principais vias que cortam: -Av Castelo Branco		
Principais vias que tangenciam: - Rua Voluntários da Pátria		
Características do bairro: Este bairro possui praticamente as 2 vias citadas acima, seu comportamento é diferenciado dos demais pois nele está localizado o Cais dos Navegantes (porto) O nível de ruído é elevado porque as 2 vias são muito movimentadas.		

4.5.1. Comparação entre os bairros de cada zona DP

Com a finalidade de avaliar a hipótese admitida neste trabalho, de que bairros de mesma densidade populacional, possuam densidades de fluxos de veículos semelhantes e conseqüentemente, climas de ruído também semelhantes, é que foi realizada esta etapa. Após a elaboração das tabelas acima, tomou-se, para cada zona DP, além do bairro representante, outros 2 bairros, escolhidos aleatoriamente. Foi realizada uma comparação entre o bairro representante e os outros 2 escolhidos, para cada zona DP, verificando-se os valores de L_{Aeq máx} e L_{Aeq mín}.

As tabelas 4.24, 4.25, 4.26, 4.27 e 4.28 mostram os valores destas comparações nas zonas DP4, DP5, DP6, DP7 e DP8. As zonas DP1 e DP2 não foram comparadas, porque possuem apenas o bairro representante. A zona DP3, também não foi comparada, porque possui apenas 2 bairros. Na zona DP9, não houve comparação entre os bairros, porque cada um possui sua característica própria.

Tabela 4.24 - Valores de L_{Aeq} máx e L_{Aeq} mín na zona DP4

ZONA: DP4		Nº de Bairros: 04
Bairro representante: Menino Deus	Dens. pop.: 14097,2 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 80,1 dB(A) L_{Aeq} mín: 59,9 dB(A)
1º bairro verificado: Santana	Dens. pop.: 15831,5 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 78,3 dB(A) L_{Aeq} mín: 62,9 dB(A)
2º bairro verificado: Rio Branco	Dens. pop.: 15506,6	L_{Aeq} máx: 80,5 dB(A) L_{Aeq} mín: 61,0 dB(A)

Tabela 4.25 - Valores de L_{Aeq} máx e L_{Aeq} mín na zona DP5

ZONA: DP5		Nº de Bairros: 12
Bairro representante: Petrópolis	Dens. pop.: 10840,5 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 77,9 dB(A) L_{Aeq} mín: 63,0 dB(A)
1º bairro verificado: Mont'Serrat	Dens. pop.: 12602,5 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 77,6 dB(A) L_{Aeq} mín: 63,1 dB(A)
2º bairro verificado: Azenha	Dens. pop.: 12248,4 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 79,4 dB(A) L_{Aeq} mín: 64,0 dB(A)

Tabela 4.26 - Valores de L_{Aeq} máx e L_{Aeq} mín na zona DP6

ZONA: DP6		Nº de Bairros: 15
Bairro representante: Passo da Areia	Dens. pop.: 9156,1 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 81,5 dB(A) L_{Aeq} mín: 64,0 dB(A)
1º bairro verificado: Partenon	Dens. pop.: 8348,1 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 79,4 dB(A) L_{Aeq} mín: 63,8 dB(A)
2º bairro verificado: Jardim Itu-Sabará	Dens. pop.: 7543,1 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 77,3 dB(A) L_{Aeq} mín: 63,0 dB(A)

Tabela 4.27 - Valores de L_{Aeq} máx e L_{Aeq} mín na zona DP7

ZONA: DP7		Nº de Bairros: 14
Bairro representante: Sarandi	Dens. pop.: 5841,5 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 78,5 dB(A) L_{Aeq} mín: 62,4 dB(A)
1º bairro verificado: Nonoai	Dens. pop.: 6481,0 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 75,2 dB(A) L_{Aeq} mín: 63,6 dB(A)
2º bairro verificado: Santa Maria Goretti	Dens. pop.: 6403,9 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 77,0 dB(A) L_{Aeq} mín: 63,0 dB(A)

Tabela 4.28 - Valores de L_{Aeq} máx e L_{Aeq} mín na zona DP8

ZONA: DP8		Nº de Bairros: 14
Bairro representante: Três Figueiras	Dens. pop.: 3812,3 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 79,2 dB(A) L_{Aeq} mín: 61,2 dB(A)
1º bairro verificado: Teresópolis	Dens. pop.: 3643,3 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 76,5 dB(A) L_{Aeq} mín: 63,6 dB(A)
2º bairro verificado: Restinga	Dens. pop.: 1562,0 hab/km ²	L_{Aeq} máx: 76,5 dB(A) L_{Aeq} mín: 62,5 dB(A)

Nas zonas onde não houveram comparações (DP1, DP2, DP3 e DP9), os valores de $L_{Aeq\ máx}$ e $L_{Aeq\ mín}$ foram os obtidos das medições e contagens de cada bairro, não podendo ser extrapolados para outros. Nas zonas DP4, DP5, DP6, DP7 e DP8, efetuadas as comparações, verificou-se comportamentos semelhantes. Para estas zonas, quando houve algum bairro sem muitos dados, utilizou-se os dados do bairro representante. Tomou-se o cuidado de verificar se os valores existentes não ultrapassariam os limites de $L_{Aeq\ máx}$ e $L_{Aeq\ mín}$ do bairro representante. Caso isso ocorresse, estes valores não poderiam ser utilizados, devendo-se, portanto, fazer medições de níveis sonoros ou contagens de veículos nos locais mais movimentados e nos mais calmos, deste bairro.

Com os dados de população (Anexo 2) e os valores obtidos através das extrapolações de níveis sonoros, calculou-se a exposição da população a diferentes níveis de ruído.

A tabela 4.29, mostra os valores de $L_{Aeq\ máx}$ e $L_{Aeq\ mín}$ característicos, a população atingida e a percentagem da população da cidade exposta a tais limites.

Tabela 4.29 - Valores de $L_{Aeq\ máx}$ e $L_{Aeq\ mín}$, população atingida e % do total, para cada zona DP.

ZONA	L_{Aeq}		População atingida (habitantes)	% do total
	mínimo (dB(A))	máximo (dB(A))		
DP1	72,0	78,9	11711	1,07
DP2	69,7	80,6	19441	1,78
DP3	68,2	82,6	50646	4,64
DP4	59,9	80,7	100395	9,19
DP5	59,6	79,4	212548	19,47
DP6	59,0	81,5	336678	30,83
DP7	57,6	79,4	191553	17,54
DP8	61,2	81,6	158652	14,53
DP9	59,1	79,4	10524	0,95
TOTAL			1091883	100

Segundo os dados do IGBE (Anexo 2), de um total de 1.263.239 habitantes que habitam a capital gaúcha, 169.086 (13,4%) moram em zona indefinida e 2.270 no bairro Arquipélago. Este, por não possuir área definida, não foi considerado neste trabalho, bem como os habitantes da zona indefinida.

Na tabela 4.29, foi registrado um total de 1.091.883 habitantes, que somados aos 169.086 habitantes da zona indefinida e aos 2.270 do bairro Arquipélago, formam o total de 1.263.239 habitantes (censo de 1991).

4.6. Elaboração do mapa de ruídos

As figuras 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 e 4.17, mostram, em amarelo, os bairros de cada zona DP e seus valores de $L_{Aeq\ máx}$ e $L_{Aeq\ mín}$.

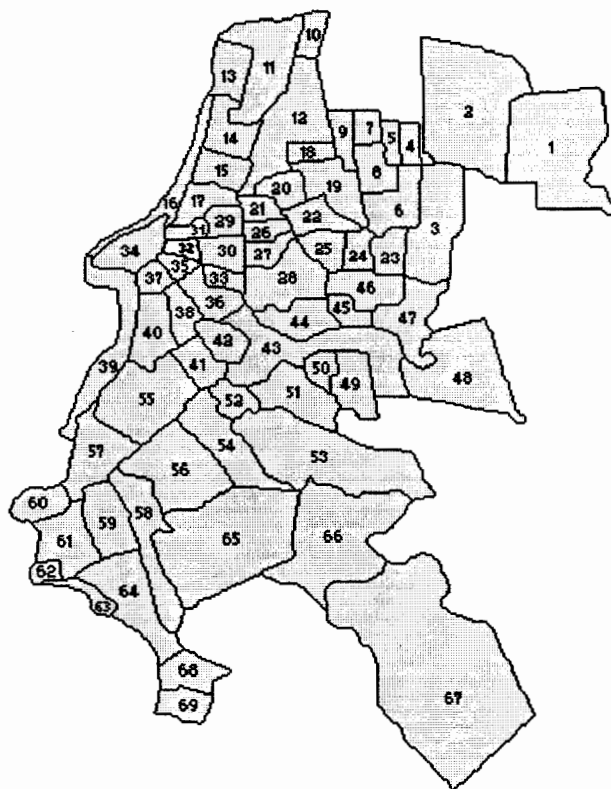


Figura 4.9 - Zona DP1 ($L_{Aeq\ máx} = 78,9$ dB(A); $L_{Aeq\ mín} = 72,0$ dB(A); amplitude: 6,9 dB(A) - Densidade populacional: acima de 25001 hab/Km² (1,07 % da população)

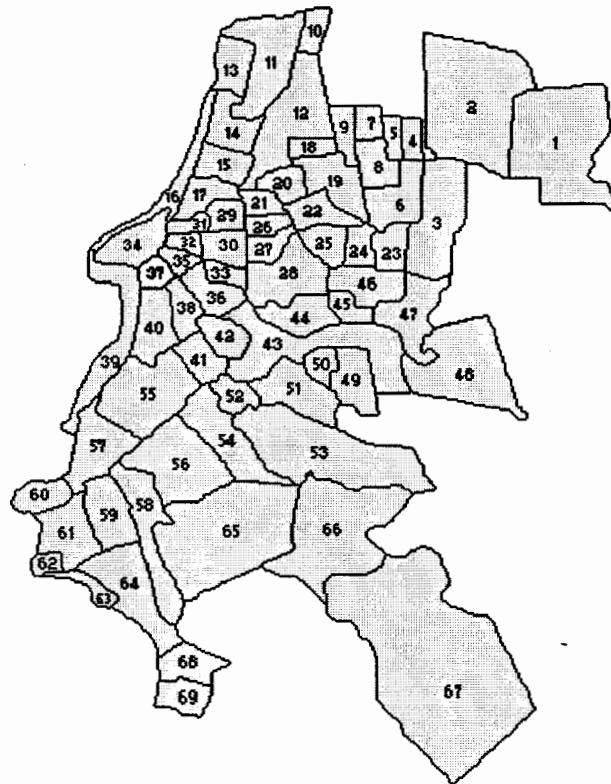


Figura 4.10 - Zona DP2 ($L_{Aeq} \text{ máx} = 80,6 \text{ dB(A)}$; $L_{Aeq} \text{ mín} = 69,7 \text{ dB(A)}$; amplitude: $10,9 \text{ dB(A)}$) - Densidade populacional: entre 20001 e 25000 hab/ Km^2 (1,78 % da população)

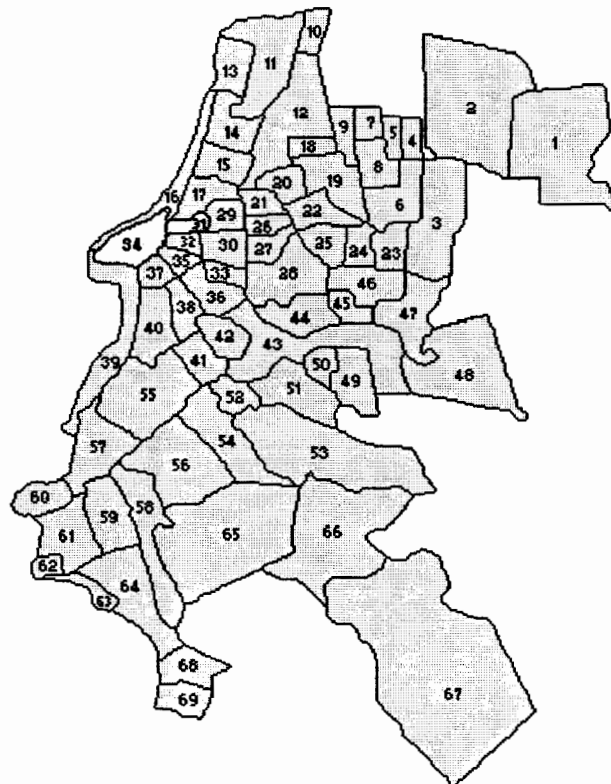


Figura 4.11 - Zona DP3 ($L_{Aeq} \text{ máx} = 82,6 \text{ dB(A)}$; $L_{Aeq} \text{ mín} = 68,2 \text{ dB(A)}$; amplitude: $14,4 \text{ dB(A)}$) - Densidade populacional: entre 16001 e 20000 hab/ Km^2 (4,64 % da população)

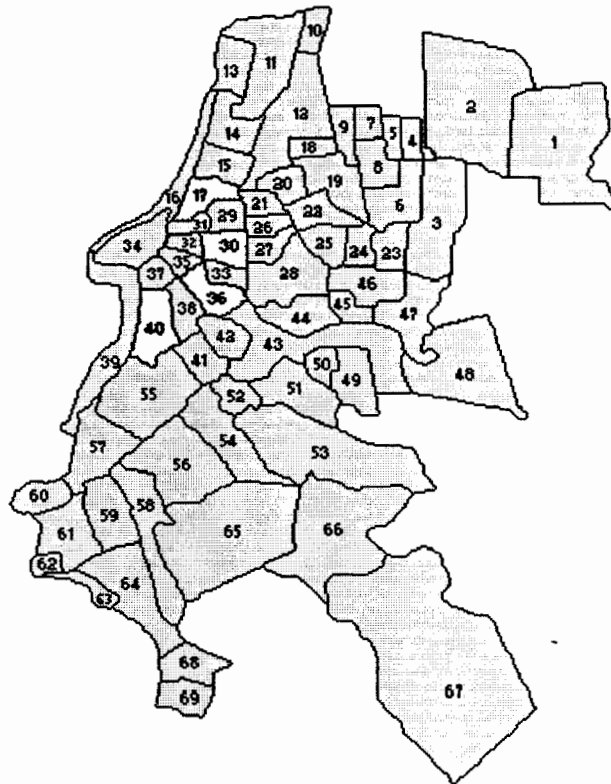


Figura 4.12 - Zona DP4 ($L_{Aeq\ máx} = 80,7$ dB(A); $L_{Aeq\ mín} = 59,9$ dB(A); amplitude: 20,8 dB(A) - Densidade populacional: entre 13001 e 16000 hab/Km² (9,19 % da população)

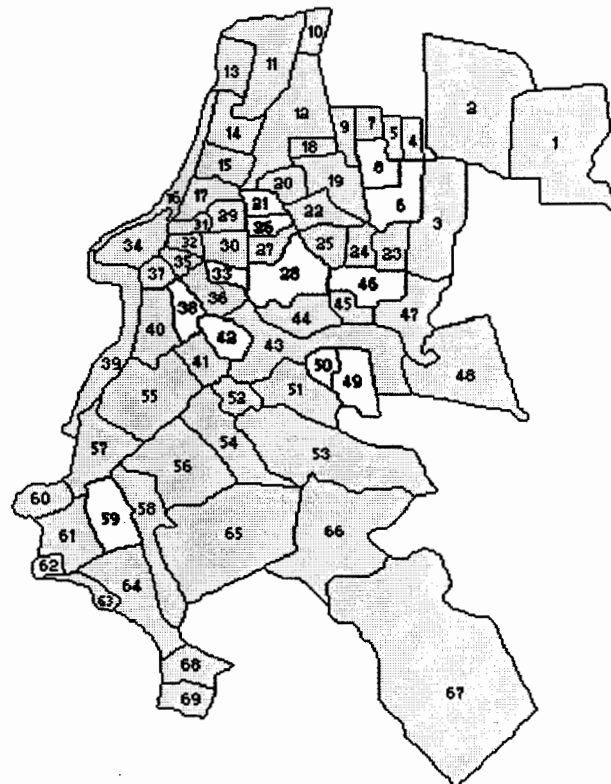


Figura 4.13 - Zona DP5 ($L_{Aeq\ máx} = 79,4$ dB(A); $L_{Aeq\ mín} = 59,6$ dB(A); amplitude: 19,8 dB(A) - Densidade populacional: entre 10001 e 13000 hab/Km² (19,47 % da população)

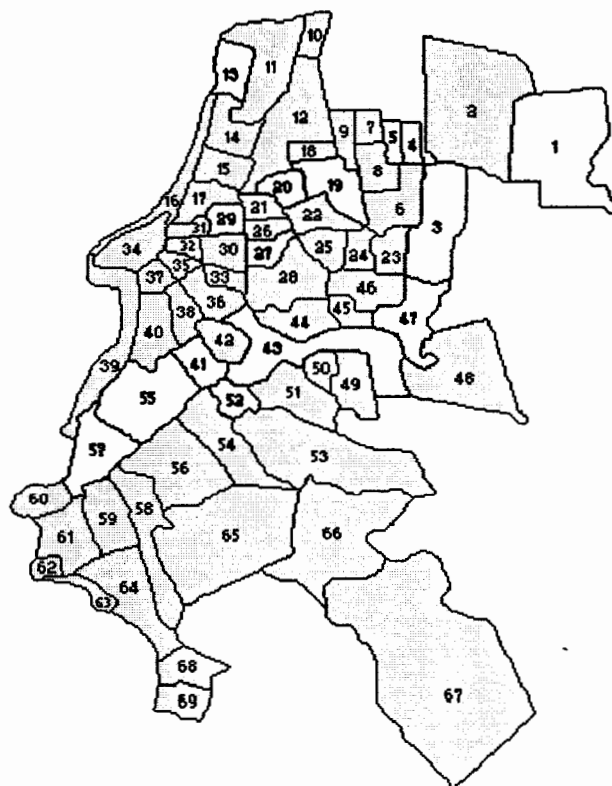


Figura 4.14 - Zona DP6 ($L_{Aeq\ máx} = 81,5$ dB(A); $L_{Aeq\ mín} = 59,0$ dB(A); amplitude: 22,5 dB(A)) - Densidade populacional: entre 7001 e 10000 hab/Km² (30,83 % da população)

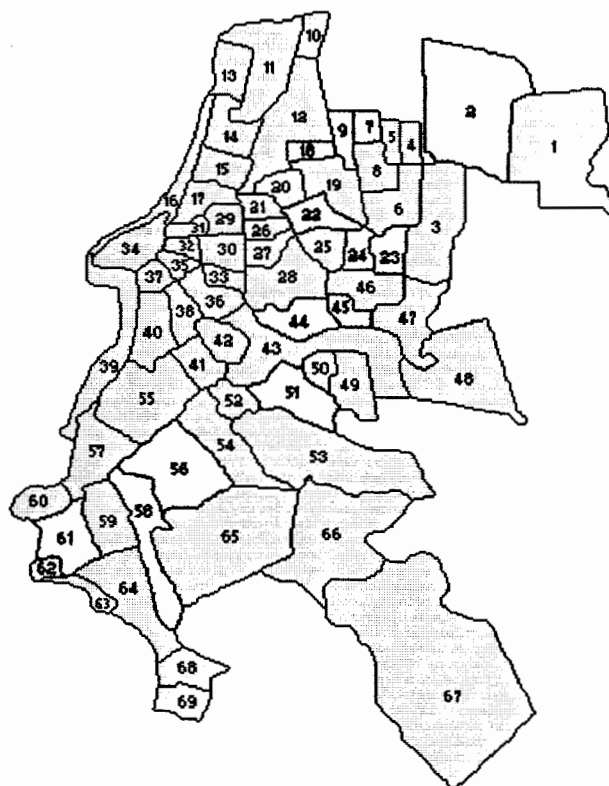


Figura 4.15 - Zona DP7 ($L_{Aeq\ máx} = 79,4$ dB(A); $L_{Aeq\ mín} = 57,6$ dB(A); amplitude: 21,8 dB(A)) - Densidade populacional: entre 4001 e 7000 hab/Km² (17,54 % da população)

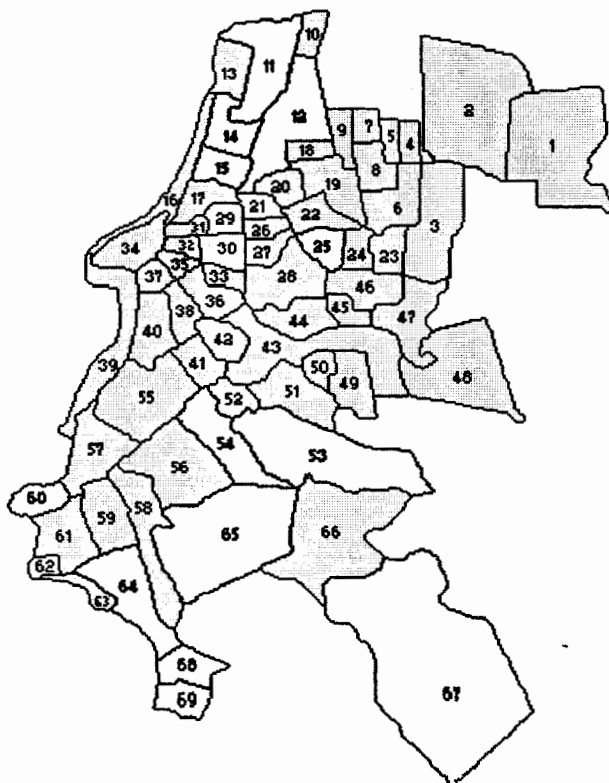


Figura 4.16 - Zona DP8 ($L_{Aeq\ máx} = 81,6$ dB(A); $L_{Aeq\ mín} = 61,2$ dB(A); amplitude: 20,4 dB(A)) - Densidade populacional: entre 1001 e 4000 hab/Km² (14,53 % da população)

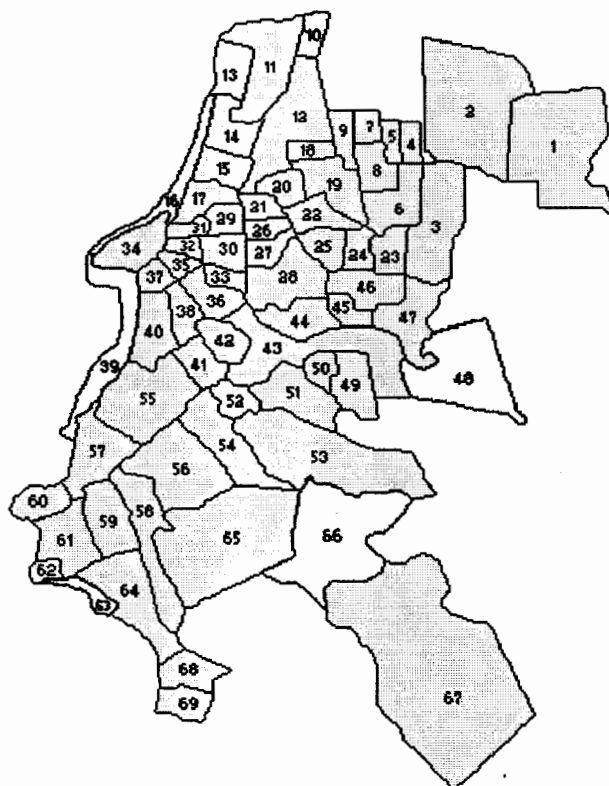


Figura 4.17 - Zona DP9 ($L_{Aeq\ máx} = 79,4$ dB(A); $L_{Aeq\ mín} = 59,1$ dB(A); amplitude: 20,3 dB(A)) - Densidade populacional: até 1000 hab/Km² (0,95 % da população)

Os valores de $L_{Aeq\text{ máx}}$ e $L_{Aeq\text{ mín}}$, característicos dos bairros associados a cada zona DP, permitem verificar a percentagem da população exposta a estes níveis. É o que mostra o gráfico 4.20, baseado na tabela 4.29.

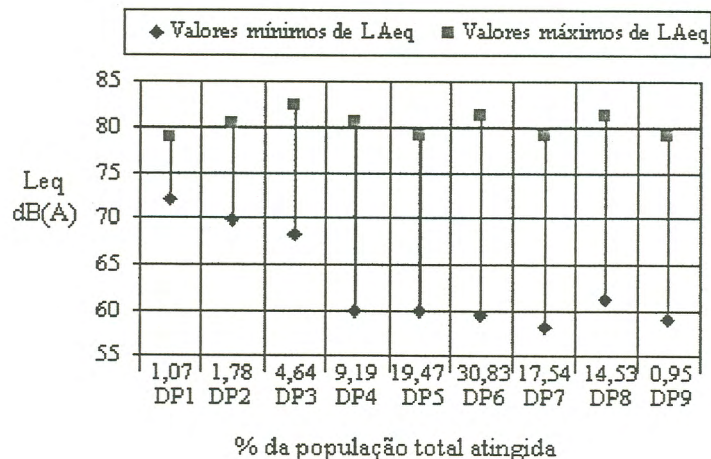


Gráfico 4.20 - Valores de $L_{Aeq\text{ máx}}$ e $L_{Aeq\text{ mín}}$ nas zonas DP1 a DP9

O gráfico 4.20 mostra que as zonas DP1, DP2 e DP3 apresentam o limite inferior ($L_{Aeq\text{ mínimo}}$) significativamente mais elevado que as demais zonas.

A figura 4.18, abaixo, mostra a variação do $L_{Aeq\text{ mín}}$ e $L_{Aeq\text{ máx}}$, às 18 horas, para Porto Alegre. Os bairros, classificados em função dos valores máximos e mínimos de L_{Aeq} (para o horário das 18 horas), são representados por cores distintas, conforme o que segue:

- entre 72,0 dB(A) e 78,9 dB(A)
- entre 69,7 dB(A) e 80,6 dB(A)
- entre 68,2 dB(A) e 82,6 dB(A)
- entre 59,9 dB(A) e 80,7 dB(A)
- entre 59,6 dB(A) e 79,4 dB(A)
- entre 59,0 dB(A) e 81,5 dB(A)
- entre 57,6 dB(A) e 79,4 dB(A)
- entre 61,2 dB(A) e 81,6 dB(A)
- entre 59,1 dB(A) e 79,4 dB(A)

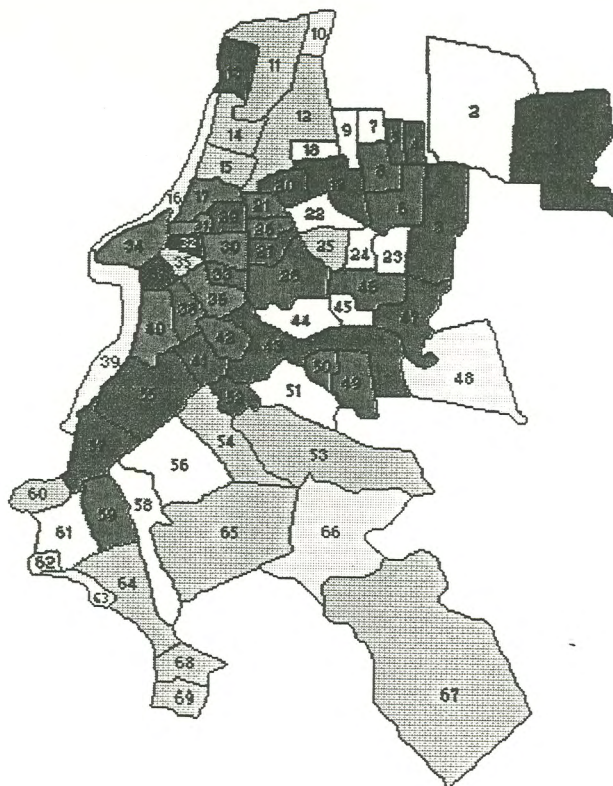


Figura 4.18 - Mapa dos valores de L_{Aeq} mín e L_{Aeq} máx, do ruído de tráfego, às 18 horas, para a cidade de Porto Alegre.

O gráfico 4.20 mostra não haver uma diferença significativa nos níveis de ruído que correspondem ao limite superior do valor de L_{Aeq} . No entanto os valores correspondentes ao limite inferior de L_{Aeq} permitem identificar 2 regiões distintas, no que confere a ruído, às 18 horas, para a cidade de Porto Alegre. A região formada pelos bairros Independência, Bom Fim, Centro e Cidade Baixa, é nitidamente mais ruidosa, com o limite inferior bem mais elevado. Observando-se a figura 4.18, vê-se que esta região, formada pelos 4 bairros, acima mencionados, compõem, praticamente, um único local, excetuando-se o bairro Farroupilha (35), que é formado, quase que na sua totalidade, de um parque de lazer. Baseado neste fato é que foi realizado o mapa simplificado de ruídos, mostrado na figura 4.19. A região de cor magenta compreende as zonas DP1, DP2 e DP3 (bairros: Independência (31), Bom Fim (32), Centro (34) e Cidade Baixa (37)). A região de cor amarela compreende as demais zonas (DP4 a DP9).

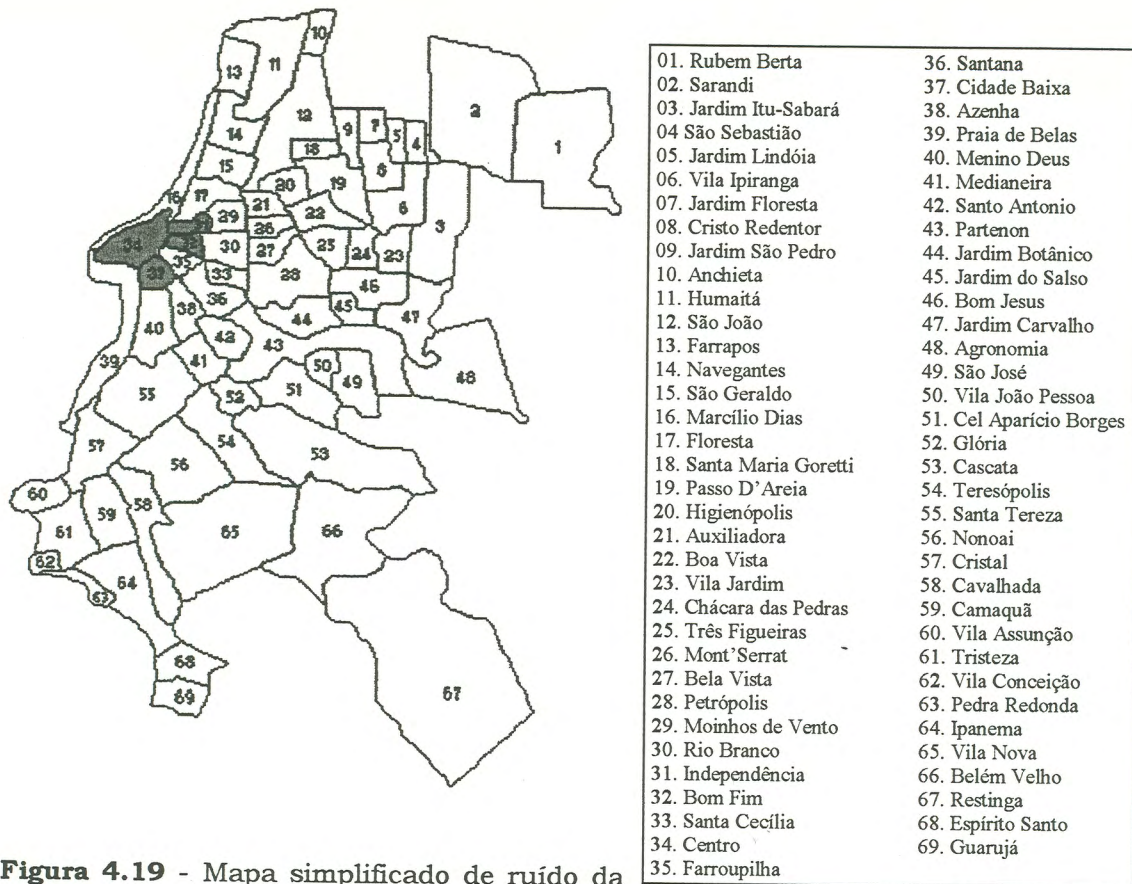


Figura 4.19 - Mapa simplificado de ruído da cidade de Porto Alegre, às 18 horas

■ Valores de $L_{Aeq \text{ máx}}$ e $L_{Aeq \text{ mín}}$ entre 83 dB(A) e 68 dB(A), respectivamente.

■ Valores de $L_{Aeq \text{ máx}}$ e $L_{Aeq \text{ mín}}$ entre 82 dB(A) e 57 dB(A), respectivamente.

A zona de cor magenta, por ser constituída por bairros apresentando pouca variação entre os valores de $L_{Aeq \text{ máx}}$ e $L_{Aeq \text{ mín}}$ pode ser considerada como uma zona mais ruidosa. Nesta zona os valores de $L_{Aeq \text{ mín}}$ são nitidamente mais elevados que os valores de $L_{Aeq \text{ mín}}$ da zona amarela, que pode ser caracterizada como uma zona menos ruidosa.

V - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1. Conclusões

5.2. Sugestões

5.1. Conclusões

- O ruído na cidade de Porto Alegre, no horário das 18 horas, variou entre $L_{Aeq \text{ máx}} = 82,6 \text{ dB(A)}$ e $L_{Aeq \text{ mín}} = 57,6 \text{ dB(A)}$. Segundo o gráfico 4.11, 90% dos pontos medidos apresentam níveis sonoros acima de 65,0 dB(A) e todos os pontos encontram-se acima de 55 dB(A).

A Organização Mundial da Saúde (WHO, 1980) recomenda como nível máximo, $L_{Aeq} = 55,0 \text{ dB(A)}$, considerando valores superiores a este prejudiciais à saúde humana. Portanto, Porto Alegre está muito além deste limite "saudável" de ruído, no horário das 18 horas.

- Comparando-se os valores de níveis sonoros obtidos através da SMAM entre 1980 e 1984 e os obtidos neste trabalho (1994), verificou-se não existir uma variação significativa entre estes valores, nos pontos medidos, embora tenham se passado mais de 10 anos. Embora tenha ocorrido neste período um aumento no número de veículos, aparentemente, houve um maior controle da emissão de ruído, tanto nas linhas de produção de fábrica, quanto da fiscalização pelos órgãos municipais competentes, contribuindo para que o ruído se mantivesse estável. Como as vias de tráfego possuem uma capacidade limitada de vazão para o fluxo de veículos, o que certamente ocorreu foi a criação, nestes 10 anos, de novas vias, que passaram a disseminar o ruído para zonas anteriormente menos ruidosas.

- Foi verificado também, utilizando-se a fórmula de García e Faus (1991), que um aumento em torno de 10% no número de veículos, corresponde a um aumento de 0,3 dB(A). Um aumento de 20% no fluxo de veículos, corresponde a um aumento de 0,6 dB(A) no L_{Aeq} . Isto significa que o aumento do nível sonoro, ocorre em uma escala muito menos intensa que o aumento do número de veículos.

- Durante a execução deste trabalho, verificou-se que a estabilização do L_{Aeq} ocorreu em torno de 3 minutos (para um intervalo máximo de 0,5 dB(A)), para o ruído de tráfego.

- Através da enquête social realizada junto à população, pode-se concluir que a maioria das pessoas entrevistadas apontaram o ruído de tráfego como sendo a principal fonte de ruído na cidade (57%), detectando-se também, que este ruído é maior na parte da tarde (50%). Os entrevistados responderam que os ônibus são os veículos mais ruidosos (47,0%) seguido dos automóveis (27%). A grande maioria (75,0%) acredita que o ruído cause problemas à saúde.

- 47% do ruído mais perturbador é produzido pelos ônibus, que correspondem a menos de 1% da frota de veículos. Isto significa que se fossem realizadas melhorias nas emissões sonoras dos ônibus, grande parte do ruído diminuiria.

- Como conclusão final pode-se dizer que a cidade de Porto Alegre possui duas áreas com diferentes comportamentos quanto ao ruído de tráfego. Uma, formada pelas zonas DP1, DP2 e DP3, a zona mais ruidosa, onde os níveis de $L_{Aeq \text{ min}}$ são mais elevados. Outra, formada pelas zonas DP4, DP5, DP6, DP7, DP8 E DP9, com níveis de $L_{Aeq \text{ min}}$ mais baixos.

5.2. Sugestões

- Atribuiu-se a zonas com a mesma densidade populacional, níveis de ruído, resultantes do tráfego de veículos, também semelhantes. Esta hipótese, certamente, requer um estudo de validação mais aprofundado.

- Somente um monitoramento mais completo dos níveis de ruído da cidade, incluindo-se medições em vários horários, permitirá uma avaliação conclusiva sobre o clima de ruídos para a cidade, tendo como referência o ruído de tráfego.

- A SMT, poderia considerar em suas contagens, os diferentes tipos de veículos que trafegam na cidade (leves e pesados).

Neste trabalho não foi possível a divisão dos bairros levando-se em conta a zona a que pertencem (industriais, comerciais e residenciais), para uma comparação com os limites de poluição sonora constantes em legislação municipal, pois muitos bairros estão compreendidos em mais de uma zona, o que inviabilizaria o estudo proposto. Para próximos trabalhos, seria interessante estabelecer esta comparação.

ANEXO 1

Anexo 1 - Lista dos valores utilizados nos 560 pontos.

ANEXO 1 - Lista dos valores utilizados nos 560 pontos.

- cor azul → Valores de L_{Acq} obtidos pela SMAM (127);
 - cor magenta → Valores de L_{Acq} e fluxo de veículos, obtidos pela SMT (177);
 - cor verde → Valores das medições extras de L_{Acq} (92);
 - cor preta → Valores das contagens extras de veículos e seus respectivos valores de L_{Acq} (164).
- * → Locais onde foram obtidos dados de mais de uma fonte.

RUAS	Fluxo de veículos por hora	L_{Acq} dB(A)	Zona DP
001. A J Renner/Dona Teodora	1328	73,9	DP8
002. Abolição/Belize	52	62,5	DP8
003. Abolição/João Dentice	90	64,4	DP8
004. Ada Mascarenhas de Moraes/Rua 33	60	63,0	DP6
005. Adda Mascarenhas de Moraes/Bispo Scalabrini	312	68,8	DP6
006. A. de Carvalho/Loureiro da Silva	3500	77,3	DP3
007. Alberto Bins/Cel Vicente	1606	74,6	DP3
008. Alberto Pasqualini/Guadalajara	390	69,6	DP6
009. Alcindo Guanabara/12 de Outubro	300	68,7	DP6
010. Alcindo Guanabara/Pedro Velho	240	67,9	DP6
011. Álvaro Guimarães/Serafim Alencastro	240	67,9	DP7
012. Américo Vespúcio/Carlos V Koseritz	308	68,8	DP6
013. Américo Vespúcio/Dom Pedro II	583	71,0	DP6
014. Andaraí/Grécia	420	69,8	DP6
015. Andaraí/Luís Cosme	360	69,3	DP6
016. Andradas/Bento Martins	546	70,8	DP3
017. Andradas/Gen Portinho	312	68,8	DP3
018. André Bello/Álvaro Dias		67,1	DP4
019. André Bello/Baronesa do Gravataí		64,7	DP4
020. André Bello/Getúlio Vargas		72,8	DP4
021. André Bello/Praia de Belas		72,8	DP4
022. André da Rocha/João Pessoa	1976	75,3	DP3
023. André da Rocha/Lima e Silva	901	72,5	DP3
024. Ângelo Crivelaro/Sta Isabel	226	67,7	DP7
025. Ângelo Dourado/João More	160	66,5	DP9
026. Anita Garibaldi/Carlos Gomes	4280	78,0	DP5 *
026. Anita Garibaldi/Carlos Gomes	3980	77,8	DP5 *
027. Anita Garibaldi/Líbero Badaró	884	72,5	DP6
028. Anita Garibaldi/Maryland	1626	74,6	DP5
029. Anita Garibaldi/Pedro C Barcelos	1362	74,0	DP5
030. Anita Garibaldi/Silva Jardim	1773	74,9	DP5
031. Annes Dias/Senhor dos Passos		74,7	DP3
032. Antonio de Carvalho/Protásio Alves	2846	76,6	DP6
033. Antonio Fonseca/Cipó	166	66,6	DP5
034. Antonio J Mesquita/Gastão Englert	82	64,1	DP5
035. Antunes Ribas/Cruz Jobim	390	69,6	DP6
036. Ari Ramos/Cipó	192	67,0	DP6 *
036. Ari Ramos/Cipó	230	67,7	DP6 *
037. Artigas/Faria Santos	260	68,2	DP5
038. Artigas/Riveira	440	70,0	DP5

039. Artur Azevedo/1º de Maio.....	180	66,9	DP6
040. Artur Rocha/Farnese.....	320	68,9	DP5
041. Ary Tarragô/Alberto Pasqualini	936	72,7	DP6
042. Ary Tarragô/Bispo Scalabrini	936	72,7	DP6
043. Assis Brasil/Av do Forte	3967	77,7	DP6
044. Assis Brasil/Baltazar O Garcia	4586	78,3	DP5
045. Assis Brasil/Cel Feijó		77,5	DP8
046. Assis Brasil/Estação Obirici		81,5	DP6
047. Assis Brasil/Estação Ordenadora		80,9	DP6
048. Assis Brasil/Frente Centro Comercial.....		78,1	DP6
049. Assis Brasil/Joaquim Silveira.....	3277	77,1	DP6
050. Assis Brasil/Sertório	4883	78,5	DP7
051. Assis Brasil/Sorocaba	3143	76,9	DP6
052. Assis Brasil/Tupi.....	3042	76,8	DP6
053. Atilio Superti/Monte Cristo.....	400	69,7	DP8
054. Augusto de Carvalho/Loureiro da Silva	3470	77,3	DP3
055. Aureliano F Pinto/Borges de Medeiros.....		79,4	DP9
056. Aureliano F Pinto/Praia de Belas.....		77,4	DP9
057. Av do Forte/Sapé.....	1654	74,7	DP5
058. Av dos Estados/Severo Dulus.....	1259	73,7	DP9
059. Azenha/Carlos Barbosa.....	2669	76,4	DP5
060. Azenha/Princesa Isabel.....	5023	78,6	DP5 *
060. Azenha/Princesa Isabel.....		77,9	DP5 *
060. Azenha/Princesa Isabel.....		78,1	DP5 *
061. Azenha/Visc Herval.....		72,3	DP5
062. Baltazar de O Garcia/Paula Soares	2028	75,4	DP7
063. Baltazar O Garcia/J Luderitz.....	2551	76,2	DP7
064. Barão do Amazonas/Caldre Fião	600	71,1	DP6
065. Barão do Amazonas/La Plata.....	1020	73,0	DP5 *
065. Barão do Amazonas/La Plata.....	1180	73,5	DP5 *
066. Barbedo/Getúlio Vargas		71,9	DP4
067. Barbedo/Grão Pará		70,3	DP4
068. Barbedo/Praia de Belas.....		72,2	DP4
069. Barros Cassal/José Otão.....	2340	75,9	DP1
070. Bastian/Getúlio Vargas		68,5	DP4
071. Bastian/Múcio Teixeira.....		62,8	DP4
072. Belém Velho/Kanazawa.....	380	69,5	DP9
073. Benjamim Constant/Brasil.....	3742	77,5	DP8
074. Benjamim Constant/Cairú	4353	78,1	DP8
075. Benjamim Constant/Dom Pedro II.....	4650	78,3	DP8
076. Benjamim Constant/Ernesto Fontoura.....	2673	76,4	DP8
077. Benjamim Constant/Olinda.....	2090	75,5	DP8
078. Bento Amaral/Br Amazonas		69,0	DP6
079. Bento Amaral/Portuguesa		68,0	DP6
080. Bento Gonçalves/Cristiano Fischer.....		77,3	DP5 *
080. Bento Gonçalves/Cristiano Fischer.....		78,4	DP5 *
081. Bento Gonçalves/Frente Agronomia	1948	75,2	DP9
082. Bento Gonçalves/Frente Veterinária.....	2080	75,5	DP9
083. Bento Gonçalves/Guilherme Alves.....		74,8	DP6
084. Bento Gonçalves/Guilherme Alves.....	2154	75,6	DP6 *
084. Bento Gonçalves/Guilherme Alves.....	2091	75,5	DP6 *
085. Bento Gonçalves/Portuguesa		72,8	DP6
086. Bernardino Amorim/Beco dos Maias	768	72,0	DP6
087. Bernardino Pastoriza/Beco dos Maias	514	70,6	DP6
088. Bordini/24 de outubro	3205	77,0	DP5 *
088. Bordini/24 de outubro	2930	76,7	DP5 *
089. Bordini/Anita Garibaldi.....	1722	74,8	DP5
090. Borges de Medeiros/Fernando Machado.....	2608	76,3	DP3
091. Borges de Medeiros/Peri Machado	1555	74,5	DP9
092. Borges de Medeiros/Riachuelo		76,1	DP3

093. Borges de Medeiros/Salgado Filho.....	75,7	DP3
094. Borges de Medeiros/Viaduto dos Açorianos.....	80,7	DP3
095. Borges do Canto/Felipe Oliveira..... 60	63,0	DP5
096. Botafogo/Getúlio Vargas.....	71,2	DP4
097. Botafogo/Múcio Teixeira.....	65,6	DP4
098. Botafogo/Praia de Belas..... 1209	73,6	DP4 *
098. Botafogo/Praia de Belas..... 1405	74,1	DP4 *
098. Botafogo/Praia de Belas.....	71,6	DP4 *
098. Botafogo/Praia de Belas.....	74,0	DP4 *
099. Botafogo/Vicente dos Santos.....	71,6	DP4
100. Br Amazonas/Bento Gonçalves.....	70,2	DP6
101. Br Amazonas/Euclides Moura.....	70,8	DP6
102. Br Cerro Largo/Corrêa Lima.....	70,9	DP4
103. Br Cerro Largo/Dona Augusta.....	64,2	DP4
104. Br Cerro Largo/Grão Pará.....	61,6	DP4
105. Br Cerro Largo/Oscar Bitencourt.....	60,9	DP4
106. Br Cerro Largo/Silveiro.....	69,4	DP4
107. Br de Cotegipe/Carlos V Koseritz..... 206	67,3	DP8
108. Br Santo Ângelo/Dinarte Ribeiro.....	70,2	DP6
109. Br Santo Ângelo/Hilário Ribeiro.....	68,3	DP6
110. Br Santo Ângelo/Luciana de Abreu.....	67,2	DP6
111. Cabral/Joaquim P Salgado..... 496	70,4	DP4
112. Cachoeira/Canguçu..... 360	69,3	DP7
113. Cachoeira/Otávio de Souza..... 420	69,8	DP7
114. Caldre Fião/Marieta.....	60,2	DP6
115. Caldre Fião/Tijuca.....	71,5	DP5
116. Carlos Barbosa/Cascatinha..... 1994	75,3	DP6
117. Carlos Barbosa/Clemente Pinto..... 984	72,8	DP6 *
117. Carlos Barbosa/Clemente Pinto..... 840	72,3	DP6 *
118. Carlos Barbosa/Frente ao Olímpico..... 1714	74,8	DP6
119. Carlos Barbosa/Niterói..... 1810	75,0	DP6
120. Carlos Barbosa/Oscar Schneider..... 3102	76,9	DP6
121. Carlos Gomes/Bagé.....	78,4	DP8
122. Carlos Gomes/Furriel Vargas..... 3840	77,6	DP6
123. Carlos Gomes/Plínio B Milano..... 5258	78,7	DP5
124. Carlos Huber/Alfredo Schutt.....	78,7	DP8
125. Carlos Huber/Mozart..... 400	69,7	DP8
126. Carlos N Hoffmaister/Sílvio Sirângelo..... 180	66,9	DP8
127. Carlos Trein Filho/Plínio B Milano..... 2054	75,4	DP5
128. Carlos V Koseritz/Couto de Magalhães..... 441	70,0	DP6
129. Carlos V Koseritz/Dona Leopoldina..... 120	65,4	DP6
130. Casemiro de Abreu/Almirante Abreu..... 1161	73,4	DP4
131. Casemiro de Abreu/Joaquim P Salgado..... 1155	73,4	DP4
132. Casemiro de Abreu/Lucas de Oliveira..... 2348	75,9	DP6
133. Casemiro de Abreu/Quintino Bocaiúva..... 1708	74,8	DP4
134. Castelo Branco/Mauá/Rodoviária.....	82,6	DP3 *
134. Castelo Branco/Mauá/Rodoviária.....	87,0	DP3 *
135. Castro Alves/Schiller.....	67,6	DP4
136. Castro Alves/Vítor Meireles.....	68,4	DP4
137. Ceará/Dona Margarida..... 2600	76,3	DP8
138. Cel Marcos/Evaristo do Amaral..... 1980	75,3	DP9
139. Cel Marcos/Manoel Leão..... 1960	75,3	DP9
140. Cel Marcos/Pedra Redonda..... 1960	75,3	DP9
141. Cipó/Francisco Bitencourt..... 997	72,9	DP5
142. Cipó/João Wallig..... 2055	75,4	DP6
143. Cláudio Costa/Manoel Meirelles..... 234	67,8	DP6
144. Clemente Pinto/5 de Novembro..... 117	65,4	DP6
145. Clemente Pinto/Antonio Divan..... 122	65,5	DP6
146. Clémene Pinto/Belém..... 208	67,4	DP6
147. Corrêa Lima/José de Alencar.....	76,4	DP4

148. Corrêa Lima/Miguel Couto	70,7	DP4
149. Corte Real/Felipe Oliveira.....	299 68,7	DP5
150. Corte Real/João Ribeiro.....	273 68,3	DP5
151. Costa/Praia de Belas	69,5	DP4
152. Couto de Magalhães/São Francisco da Califórnia....	94 64,6	DP6
153. Cristóvão Colombo/Azevedo	73,9	DP4
154. Cristóvão Colombo/Câncio Gomes.....	2398 76,0	DP4
155. Cristóvão Colombo/Cel Feijó.....	1098 73,2	DP6
156. Cristóvão Colombo/Com Coruja	1156 73,4	DP4
157. Cristóvão Colombo/Gaspar Martins.....	1765 74,9	DP4 *
157. Cristóvão Colombo/Gaspar Martins.....	1920 75,2	DP4 *
158. Cristóvão Colombo/José da Silva.....	1326 73,9	DP6
159. Cristóvão Colombo/Ramiro Barcelos	74,0	DP4
160. Cruzeiro do Sul/Dona Otilia	412 69,8	DP5
161. Dario Totta/João Pinto	346 69,2	DP8
162. Dario Totta/Sepê Tiaraju	475 70,3	DP6 *
162. Dario Totta/Sepê Tiaraju	380 69,5	DP6 *
163. Demétrio Ribeiro/Bento Martins.....	394 69,6	DP3
164. Dolores Caldas/Gobato.....	360 69,3	DP9
165. Dom Pedro II/Couto de Magalhães	2859 76,6	DP6 *
165. Dom Pedro II/Couto de Magalhães	2933 76,7	DP6 *
166. Dom Pedro II/Mqs Pombal.....	2428 76,0	DP5
167. Domingos de Abreu/Av dos Gaúchos	780 72,0	DP7
168. Dona Laura/Bordini.....	959 72,8	DP4
169. Dona Laura/Florêncio Ygartua	69,2	DP4
170. Dona Laura/Goethe.....	76,2	DP4
171. Dona Laura/Pe Schoeler.....	70,5	DP4
172. Dona Laura/Quintino Bocaiúva.....	1953 75,3	DP4
173. Dona Malvina/Cruzeiro do Sul	639 71,3	DP6
174. Dona Malvina/Dormênio	147 66,2	DP6
175. Dona Malvina/Orfanatrófió.....	241 67,9	DP6
176. Dona Malvina/Silveiro	49 62,3	DP6
177. Dona Otilia/Orfanatrófió.....	94 64,6	DP6
178. Dr Barcelos/Camaquã.....	652 71,4	DP5
179. Dr Malheiros/Antonio Vieira.....	337 69,1	DP5
180. Dr Malheiros/Voltaire Pires	380 69,5	DP5
181. Dr Vergara/N S Rosário.....	194 67,1	DP9
182. Duarte Ribeiro/Pe Chagas	70,3	DP6
183. Duque de Caxias/Bento Martins	1098 73,2	DP3
184. Duque de Caxias/Canabarro.....	758 71,9	DP3
185. Duque de Caxias/Frente Catedral	1794 75,0	DP3
186. Duque de Caxias/Vasco Alves	308 68,8	DP3
187. Eduardo Chartier/Plínio B Milano	2326 75,9	DP6
188. Emílio Menezes/Nilo Peçanha.....	1738 74,8	DP8
189. Emílio Meyer/Cel Marcos.....	180 66,9	DP9
190. Érico Veríssimo/Getúlio Vargas.....	76,8	DP4
191. Érico Veríssimo/Ipiranga.....	80,1	DP3
192. Espírito Santo/Demétrio Ribeiro.....	546 70,8	DP3
193. Estr da Serraria/Estr da Ponta Grossa	272 68,3	DP8
194. Eudoro Berlink/Bordini.....	1035 73,0	DP5
195. Eudoro Berlink/Lucas de Oliveira	394 69,6	DP5
196. Eudoro Berlink/Maryland	400 69,7	DP5
197. Eudoro Berlink/Pedro C Barcelos.....	227 67,7	DP7
198. Eudoro Berlink/Silva Jardim.....	454 70,1	DP5
199. Farrapos/Azevedo	79,9	DP4
200. Farrapos/Ceará.....	2458 76,1	DP8
201. Farrapos/Estação Florida.....	80,7	DP4 *
201. Farrapos/Estação Florida.....	78,6	DP4 *
202. Farrapos/Estação Pinheiro Machado.....	81,6	DP8
203. Farrapos/Estação São Pedro	81,1	DP8

204. Farrapos/Estação Siderúrgica.....	81,4	DP8	
205. Felipe Camarão/Vasco da Gama 2500	76,1	DP1	
206. Felipe Oliveira/João Guimarães.....	73,2	DP5	
207. Felizardo Farias/Marieta	60,3	DP6	
208. Fernandes Vieira/Henrique Dias	1860	75,1	DP1
209. Fernandes Vieira/Oswaldo Aranha..... 4369	78,1	DP1	
210. Fernandes Vieira/Vasco da Gama	2200	75,7	DP1
211. Fernando Ferrari/Jaime Vignoli	1026	73,0	DP9
212. Fernando Machado/Espírito Santo..... 1860	75,1	DP3	
213. Fernando Machado/Gen Auto	1950	75,3	DP3
214. Florêncio Ygartua/Goethe.....	78,0	DP4	
215. Francisco da Fontoura/Sertório	1200	73,5	DP7
216. Francisco da Fontoura/Xavier de Carvalho..... 420	69,8	DP7	
217. Ganzo/Getúlio Vargas	74,8	DP4	
218. Ganzo/Múcio Teixeira.....	68,8	DP4	
219. Gaspar Martins/Cristóvão Colombo.....	74,3	DP4	
220. Gaspar Martins/Farrapos.....	77,3	DP4	
221. Gaspar Martins/São Carlos	70,8	DP4	
222. Gen Câmara/Andrade Neves	72,3	DP3	
223. Getúlio Vargas/Marcílio Dias.....	76,8	DP4	
224. Goethe/Castro Alves.....	77,4	DP4 *	
224. Goethe/Castro Alves.....	77,8	DP4 *	
225. Goethe/Casemiro de Abreu	77,8	DP4	
226. Goethe/Frente ao Parcão.....	76,3	DP6	
227. Goethe/Mostardeiro	80,2	DP4	
228. Goethe/Schiller	76,2	DP4	
229. Gomes Carneiro/Cel Neves..... 958	72,7	DP6	
230. Gomes Carneiro/Niterói..... 966	72,8	DP6	
231. Gomes Carneiro/Silva Paes	644	71,4	DP6 *
231. Gomes Carneiro/Silva Paes	621	71,2	DP6 *
232. Gonçalves Dias/Botafogo.....	70,5	DP4	
233. Gonçalves Dias/Gen Caldwell.....	67,6	DP4 *	
233. Gonçalves Dias/Gen Caldwell.....	68,9	DP4 *	
234. Gonçalves Dias/José de Alencar.....	71,4	DP4	
235. Gonçalves Dias/Marcilio Dias	66,0	DP4	
236. Gonçalves Dias/Saldanha Marinho	65,1	DP4	
237. Gonçalves Dias/Saldanha Marinho	65,7	DP4	
238. Grão Pará/Costa	64,7	DP4	
239. Grécia/Bezerra de Menezes	240	67,9	DP6
240. Guilherme Alves/Bento Amaral	64,0	DP5	
241. Guilherme Alves/Euclides Moura	67,1	DP5	
242. Guilherme Alves/Frente ao CREA.....	68,4	DP6	
243. Guilherme Kippel/João Wallig..... 1500	74,3	DP6	
244. Hilário Ribeiro/Pe Chagas	71,4	DP6	
245. Ignez Fagundes/João A Silveira..... 2320	75,9	DP8	
246. Ildefonso Lopes/Alfredo Schutt.....	61,2	DP8	
247. Independência/Annes Dias	76,3	DP3	
248. Independência/Cel Vicente.....	76,9	DP3	
249. Independência/Felipe Camarão.....	77,7	DP3	
250. Independência/Pinto Bandeira	80,8	DP3 *	
250. Independência/Pinto Bandeira	79,2	DP3 *	
251. Independência/Frente Pça Dom Feliciano.....	76,5	DP3	
252. Independência/Garibaldi.....	79,8	DP3	
253. Independência/João Telles	4144	77,9	DP1
254. Independência/Ramiro Barcelos..... 5372	78,8	DP3	
255. Independência/Santo Antonio	2498	76,1	DP3
256. Industriários/Dr. Laureano	468	70,2	DP6
257. Industriários/Tupanciretã	468	70,2	DP6
258. Ipê/Aluizio de Azevedo..... 312	68,8	DP7	
259. Ipiranga/Antonio de Carvalho	4400	78,1	DP9

260. Ipiranga/Barão do Amazonas	3963	77,7	DP7
261. Ipiranga/Borges de Medeiros.....		77,6	DP9 *
261. Ipiranga/Borges de Medeiros.....	3828	77,6	DP9 *
261. Ipiranga/Borges de Medeiros.....	4051	77,8	DP9 *
262. Ipiranga/Brn do Gravataí		77,6	DP4
263. Ipiranga/Cristiano Fischer		79,4	DP7 *
263. Ipiranga/Cristiano Fischer		79,0	DP7 *
264. Ipiranga/Frente PUC	3683	77,5	DP6
265. Ipiranga/Getúlio Vargas	3376	77,2	DP4 *
265. Ipiranga/Getúlio Vargas	3480	77,3	DP4 *
265. Ipiranga/Getúlio Vargas		76,8	DP4 *
265. Ipiranga/Getúlio Vargas		77,4	DP4 *
266. Ipiranga/João Pessoa	6287	79,4	DP5
267. Ipiranga/Pederneiras.....	5512	78,9	DP7
268. Ipiranga/Praia de Belas.....	3339	77,1	DP9
269. Ipiranga/Salvador França.....		77,7	DP7
270. Ipiranga/São Manoel.....		77,8	DP5
271. Ipiranga/Vicente da Fontoura		77,7	DP5
272. Itajaí/Lageado	390	69,6	DP5
273. Jaime Vignoli/José Lutzenberger.....	180	66,9	DP9
274. João A Silveira/Nilo Wulff.....	2780	76,5	DP8
275. João Caetano/Carlos Gomes		79,0	DP8
276. João Caetano/Ildefonso Lopes		61,8	DP8
277. João Caetano/Miosótis		64,3	DP8
278. João Carvalho/Ari Ramos.....	1113	73,3	DP5
279. João Corrêa/Sapé.....	430	69,9	DP6
280. João Couto/Dr Croá.....	20	59,1	DP9
281. João Couto/Gosta Gama	395	69,6	DP9
282. João Manoel/7 de Setembro	1690	74,7	DP3
283. João Manoel/Andradas	1750	74,9	DP3
284. João Manoel/Duque de Caxias	1680	74,7	DP3
285. João Manoel/Riachuelo	1720	74,8	DP3
286. João More/Vítor Valpirio	240	67,9	DP9
287. João Obino/Carlos Gomes.....	3800	77,6	DP5
288. João Obino/Guaporé.....	416	69,8	DP5
289. João Pessoa/Frente Centro Comercial		77,3	DP5
290. João Pessoa/José Bonifácio.....		76,5	DP2
291. João Pessoa/Lopo Gonçalves.....		80,4	DP2
292. João Pessoa/Luis Afonso.....		80,6	DP2
293. João Pessoa/Olavo Bilac.....		78,3	DP5 *
293. João Pessoa/Olavo Bilac.....		77,4	DP5 *
294. João Pessoa/Princesa Isabel.....	4423	78,1	DP5 *
294. João Pessoa/Princesa Isabel.....		78,0	DP5 *
294. João Pessoa/Princesa Isabel.....		78,7	DP5 *
295. João Simplicio/Antonio Fonseca	928	72,6	DP5
296. João Simplicio/Cipó	445	70,1	DP5
297. João Simplicio/Domingos Seguésio	536	70,7	DP5
298. João Telles/Henrique Dias.....	2080	75,5	DP1
299. João Telles/José Otão.....	2314	75,9	DP1
300. Joaquim Silveira/João Silva	974	72,8	DP6
301. José Aranha/Nestor Soares	420	69,8	DP8
302. José Bonifácio/Santa Terezinha.....	700	71,7	DP8
303. José Bonifácio/Santana.....	650	71,4	DP8
304. José Bonifácio/Trav da Paz.....	600	71,1	DP8
305. José Bonifácio/Vieira de Castro.....	650	71,4	DP8
306. José de Alencar/Antenor Lemos		75,2	DP4
307. José de Alencar/Oscar Bitencourt.....		75,8	DP4
308. José do Patrocínio/Alberto Torres.....		74,6	DP2
309. José do Patrocínio/Lopo Gonçalves		74,0	DP2
310. José do Patrocínio/Luis Afonso		73,4	DP2

311. Juca Batista/Ponta Grossa.....	380	69,5	DP9
312. Juvenal Muller/José de Almeida	34	61,0	DP4
313. Landell de Moura/Álvaro Guterres		67,6	DP7
314. Landell de Moura/Dona Paulina.....		66,2	DP7
315. Landell de Moura/Louzada.....		68,6	DP5
316. Landell de Moura/Nossa Senhora de Lourdes		66,7	DP7
317. Landell de Moura/Vítor Silva.....		64,7	DP7 *
317. Landell de Moura/Vítor Silva.....		65,8	DP7 *
318. Leopoldo Bier/Gomes Jardim	780	72,0	DP4
319. Liberal/Álvaro Guterres.....		58,4	DP7
320. Liberal/Dona Paulina		58,2	DP7
321. Liberal/Santa Vitória		57,6	DP7
322. Liberal/Vítor Silva		57,6	DP7
323. Lima e Silva/Alberto Torres		72,4	DP2
324. Lima e Silva/Lopo Gonçalves		73,4	DP2
325. Lima e Silva/Luis Afonso.....		71,8	DP2
326. Lima e Silva/Otávio Corrêa.....		73,0	DP2
327. Lima e Silva/Sarmento Leite.....	848	72,3	DP2
328. Lima e Silva/Sebastião Leão.....	1793	75,0	DP2
329. Lindolfo Henke/Ceci Cordeiro.....	90	64,4	DP7
330. Loureiro da Silva/Frente Câmara dos Vereadores....		77,2	DP3
331. Loureiro da Silva/Frente CIENTEC		76,0	DP3
332. Loureiro da Silva/Frente Parobé.....		79,6	DP3
333. Lucas de Oliveira/Anita Garibaldi.....	1212	73,6	DP5 *
333. Lucas de Oliveira/Anita Garibaldi.....	1127	73,3	DP5 *
334. Lucas de Oliveira/Felipe Oliveira	1287	73,8	DP5
335. Lucas de Oliveira/Passo da Pátria	1020	73,0	DP5
336. Lucas de Oliveira/Pedro Ivo.....	675	71,5	DP5
337. Luciana de Abreu/Pe Chagas		69,8	DP6
338. Lúcio Esteves/Assis Brasil.....	2580	76,2	DP7
339. Lúcio Esteves/Padre Hildebrando.....	115	65,3	DP7
340. Ludolfo Boehl/Oscar Pereira.....	686	71,6	DP8
341. Luis Gonzaga/Carlos Gomes		79,2	DP8
342. Luis Gonzaga/Ildefonso Lopes		63,8	DP8
343. Luis Gonzaga/Miosótis		62,4	DP8
344. Luis Voelcker/Carlos Huber		70,5	DP8
345. Luis Voelcker/Matias Bins		68,4	DP8
346. Luiz de Camões/São Luiz	858	72,4	DP6
347. Maestro Mendanha/Gomes Jardim	58	62,9	DP4
348. Mal Mesquita/Arnaldo Bohrer	380	69,5	DP8
349. Mal Mesquita/Ludolfo Boehl.....	396	69,6	DP8
350. Manoel Leão/Meio da Quadra.....	25	59,9	DP9
351. Marcílio Dias/Múcio Teixeira		68,4	DP4
352. Mariante/Castro Alves.....		72,4	DP4
353. Mariante/Mostardeiro		73,8	DP4
354. Mariante/Dona Laura.....	984	72,8	DP4
355. Mariante/Liberdade.....		80,5	DP4
356. Maryland/24 de Outubro	2902	76,6	DP5
357. Mauá/Caldas Jr	3484	77,3	DP3
358. Mauá/Cel Vicente.....	3575	77,4	DP3
359. Mauá/Frente ao Gasômetro.....		78,8	DP3 *
359. Mauá/Frente ao Gasômetro.....		79,2	DP3 *
360. Mauá/Frente Palácio do Comércio.....		80,4	DP3
361. Mauá/João Manoel.....	3367	77,2	DP3
362. Mauá/Leonardo Truda		81,2	DP3
363. Mauá/Pe Tomé	2098	75,5	DP3
364. Mauá/Vig J Inácio.....	3510	77,3	DP3
365. Meridional/Abolição	120	65,4	DP8
366. Meridional/Coliseu	110	65,1	DP8
367. Meridional/Mississipi	150	66,2	DP8

368. Miguel Couto/Dona Augusta	67,1	DP4	
369. Miguel Couto/Dona Gabriela	59,9	DP4	
370. Miguel Couto/Dna Ondina	74,0	DP4	
371. Miguel Couto/Pe Cacique	76,5	DP4	
372. Miguel Couto/Silveiro..... 695	71,6	DP4 *	
372. Miguel Couto/Silveiro	74,0	DP4 *	
372. Miguel Couto/Silveiro	73,2	DP4 *	
373. Miguel Tostes/Cabral	546	70,8	DP4
374. Miguel Tostes/Castro Alves	1388	74,1	DP4
375. Miosótis/Alfredo Schutt.....	62,0	DP8	
376. Monteiro Lobato/Rocha Pombo..... 273	68,3	DP6	
377. Mostardeiro/Bordini..... 1842	75,0	DP6	
378. Mostardeiro/Mariante	3556	77,4	DP4
379. Mqs Pombal/Dr Timóteo..... 1623	74,6	DP6	
380. Mqs Pombal/Quintino Bocaiúva	2032	75,4	DP6
381. Múcio Teixeira/17 de Junho.....	66,0	DP4	
382. Múcio Teixeira/André Bello	61,9	DP4	
383. Múcio Teixeira/Aureliano F Pinto.....	71,2	DP4	
384. Múcio Teixeira/Barbedo	66,1	DP4	
385. Múcio Teixeira/Bastian.....	62,3	DP4 *	
385. Múcio Teixeira/Bastian.....	62,8	DP4 *	
386. Múcio Teixeira/Br do Gravataí.....	70,7	DP4	
387. Múcio Teixeira/Costa.....	65,2	DP4	
388. Múcio Teixeira/Ganzo.....	66,3	DP4	
389. Múcio Teixeira/Ipiranga	72,9	DP4	
390. Múcio Teixeira/José de Alencar	76,1	DP4	
391. Múcio Teixeira/Rodolfo Gomes	66,1	DP4	
392. Múcio Teixeira/Visc Herval.....	64,1	DP4	
393. Nilo Wulff/Oscar Ramos	600	71,1	DP8
394. Nonoai/Campos Velho..... 1935	75,2	DP7	
395. Nonoai/Cruz Alta..... 1260	73,7	DP7	
396. Nonoai/Fábio de Barros..... 1080	73,2	DP7	
397. Nonoai/Márcio Dias..... 123	65,5	DP7	
398. Nonoai/São Borja	1200	73,5	DP7
399. Novo Hamburgo/Rio Pardo..... 156	66,4	DP6	
400. Olavo Bilac/Santana..... 1200	73,5	DP4	
401. Oscar Pereira/Águas Mortas	74,5	DP6	
402. Oscar Pereira/Caldre Fião	2155	75,6	DP5 *
402. Oscar Pereira/Caldre Fião	1830	75,0	DP5 *
403. Oscar Pereira/Dr Barata	410	69,8	DP9
404. Oscar Pereira/Dr Malheiros..... 2688	76,4	DP5	
405. Oscar Pereira/Felizardo Farias	74,8	DP6	
406. Oscar Pereira/Gruta..... 685	71,6	DP8	
407. Oscar Pereira/Guilherme Shell..... 1404	74,1	DP5	
408. Oscar Pereira/Moisés Cunha..... 1896	75,2	DP5	
409. Oscar Pereira/Niterói.....	74,9	DP5	
410. Oscar Pereira/Oscar Schneider	75,1	DP6	
411. Oscar Pereira/Vicente da Fontoura	1548	74,4	DP5
412. Osvaldo Aranha/Barros Cassal	78,9	DP1	
413. Osvaldo Aranha/Garibaldi.....	76,3	DP1 *	
413. Osvaldo Aranha/Garibaldi.....	77,2	DP1 *	
414. Osvaldo Aranha/João Teles	76,6	DP1	
415. Osvaldo Aranha/José Bonifácio.....	76,9	DP1	
416. Osvaldo Aranha/Túnel da Conceição.....	75,0	DP1	
417. Osvaldo Aranha/Venâncio Aires	4331	78,1	DP8 *
417. Osvaldo Aranha/Venâncio Aires	4102	77,9	DP8 *
417. Osvaldo Aranha/Venâncio Aires	77,6	DP8 *	
417. Osvaldo Aranha/Venâncio Aires	78,2	DP8 *	
418. Otávio de Souza/Sepê Tiarajú..... 280	68,4	DP8	
419. Otávio Santos/Aracy Frões	78	63,9	DP6

420. Otto Niemeyer/Dias de Carvalho	72,1	DP7	
421. Otto Niemeyer/José Gomes	70,0	DP7	
422. Otto Niemeyer/Mal Hermes	70,7	DP5	
423. Otto Niemeyer/Teotônia	72,7	DP7	
424. Otto Niemeyer/Wenceslau Escobar..... 1920	75,3	DP7 *	
424. Otto Niemeyer/Wenceslau Escobar.....	73,1	DP7 *	
424. Otto Niemeyer/Wenceslau Escobar.....	74,2	DP7 *	
425. Palmeira/Pirapó	69,3	DP5	
426. Paul Harris/Fernando Strehlau	69,9	DP6	
427. Paul Harris/Gaspar de Lemos	69,8	DP6	
428. Paula Soares/Antunes Ribas	70,2	DP6	
429. Paulinho Azurenha/Sílvio Romero	67,9	DP6	
430. Paulino Guerra/Rua 60	63,0	DP6	
431. Pça Mal Deodoro/Frente Assembléia	69,6	DP3	
432. Pça Mal Deodoro/Frente Teatro São Pedro.....	69,6	DP3	
433. Pe Cacique/Taquari.....	77,1	DP6	
434. Pe Chagas/Olavo Viana	70,8	DP6	
435. Pedro C Barcelos/Furriel Vargas	70,1	DP6	
436. Pedro Ivo/Maryland	68,9	DP5	
437. Pedro Ivo/Silva Jardim	69,1	DP5	
438. Pedro Sta Helena/São Benedito.....	67,9	DP5	
439. Pelotas/São Carlos	68,3	DP4	
440. Pereira Neto/Afonso Álvares	63,3	DP7	
441. Pereira Neto/Nossa Senhora de Lourdes.....	67,0	DP7	
442. Pereira Neto/Santa Vitória.....	64,8	DP7	
443. Pereira Neto/Vitor Silva	64,9	DP7	
444. Perimetral/Frente EPATUR.....	78,1	DP3 *	
444. Perimetral/Frente EPATUR.....	77,8	DP3 *	
445. Perimetral/Frente Igreja do Carmo	76,7	DP3	
446. Perimetral/Frente UFRGS	76,5	DP3	
447. Pernambuco/Berlim	74,6	DP8	
448. Pernambuco/Buarque de Macedo	74,6	DP8	
449. Piauí/Cerro Azul.....	63,0	DP7	
450. Pinto Bandeira/Independência.....	80,8	DP3	
451. Pinto da Rocha/Batista Xavier	68,7	DP6	
452. Pistóia/João Alberto	80	64,0	DP6
453. Plínio B Milano/José da Silva	2894	76,6	DP6
454. Plínio Brasil Milano/Andaraí	2210	75,7	DP6
455. Plínio Kroeff/Francisco Bitencourt.....	1687	74,7	DP6
456. Portuguesa/Euclides Moura	63,8	DP6	
457. Praia de Belas/Bastian	76,8	DP4	
458. Praia de Belas/Marcílio Dias	74,0	DP4	
459. Praia de Belas/República	1202	73,5	DP2
460. Princesa Isabel/Gomes Jardim.....	78,3	DP4	
461. Princesa Isabel/Santana	2386	76,0	DP4
462. Princesa Isabel/São Luiz	2730	76,4	DP4
463. Princesa Isabel/São Manoel.....	75,3	DP4	
464. Protásio Alves/Ary Tarragô	2357	75,9	DP6 *
464. Protásio Alves/Ary Tarragô	2480	76,1	DP6 *
465. Protásio Alves/Barão do Amazonas	2380	76,0	DP5
466. Protásio Alves/Cajú	2360	75,9	DP5
467. Protásio Alves/Jaime Teles	77,9	DP5	
468. Protásio Alves/Mariante	76,4	DP4	
469. Protásio Alves/Montenegro	3089	76,9	DP5
470. Protásio Alves/Murilo Furtado.....	75,8	DP5	
471. Protásio Alves/Ramiro Barcelos.....	3829	77,6	DP5
472. Protásio Alves/Vicente da Fontoura.....	4162	77,9	DP5
473. Provenzano/Arno Philipp.....	320	68,9	DP9
474. Quaraí/Erechim	72	63,6	DP7
475. Quintino Bocaiúva/Casemiro de Abreu	77,1	DP4 *	

475. Quintino Bocaiúva/Casemiro de Abreu	1720	74,8	DP4 *
475. Quintino Bocaiúva/Casemiro de Abreu		75,4	DP4 *
476. Quintino Bocaiúva/Dona Laura.....		77,0	DP4
477. Quintino Bocaiúva/Mostardeiro.....	2880	76,6	DP4 *
477. Quintino Bocaiúva/Mostardeiro.....		79,3	DP4 *
477. Quintino Bocaiúva/Mostardeiro.....		78,1	DP4 *
478. Ramiro Barcelos/Farrapos		78,4	DP4
479. Ramiro Barcelos/São Carlos.....		73,2	DP4
480. Reis Louzada/Dario Pederneiras.....	819	72,2	DP5
481. Reis Louzada/Eça de Queiroz	546	70,8	DP5
482. Reis Louzada/Faria Santos.....	520	70,6	DP5
483. Riachuelo/Bento Martins.....	497	70,4	DP3
484. Riachuelo/Caldas Jr.....		70,9	DP3
485. Riachuelo/Gen Câmara	1200	73,5	DP3
486. Riachuelo/João Manuel.....	949	72,7	DP3
487. Riachuelo/Mal Floriano		76,3	DP3 *
487. Riachuelo/Mal Floriano		77,4	DP3 *
488. Riachuelo/Pça Cde. de Porto Alegre.....		77,5	DP3
489. Riachuelo/Vasco Alves	260	68,2	DP3
590. Rincão Leão/Beco Duran.....	60	63,0	DP9
591. Rocco Aloise/Assis Brasil	1800	75,0	DP7
592. Rocco Aloise/Serafim Alencastro	300	68,7	DP7
593. Roque Calage/Umbu	573	70,9	DP6
594. Saldanha da Gama/Vidal de Negreiros	421	69,9	DP5 *
594. Saldanha da Gama/Vidal de Negreiros	531	70,7	DP5 *
595. Saldanha Marinho/Br Tefé		65,0	DP4
596. Saldanha Marinho/Érico Verissimo.....		73,7	DP4
597. Salgado Filho/Dr Flores.....	1929	75,2	DP3 *
597. Salgado Filho/Dr Flores.....		72,2	DP3 *
597. Salgado Filho/Dr Flores.....		73,5	DP3 *
597. Salgado Filho/Dr Flores.....		74,0	DP3 *
598. Salgado Filho/Independência		74,8	DP3
599. Salgado Filho/Mal Floriano.....		74,4	DP3
500. Salgado Filho/Vig José Inácio.....		72,5	DP3
501. Salvador França/Dona Inocência.....	1935	75,2	DP7
502. Salvador França/Felizardo	2249	75,8	DP7
503. Santa Catarina/Padre Hildebrando	440	70,0	DP7
504. Santa Terezinha/Venâncio Aires.....	1285	73,8	DP4
505. Santo Antonio/José Otão.....	2236	75,7	DP1
506. São Borja/Canguçu	300	68,7	DP7
507. São Carlos/Azevedo.....		68,6	DP4
508. São Francisco/Domingos Crescêncio.....	624	71,2	DP4
509. São Francisco/Veador Porto	260	68,2	DP4
510. São Luis/Veador Porto	593	71,1	DP4
511. São Manoel/Domingos Crescêncio.....	390	69,6	DP4
512. Sarmento Leite/Frente a Biociências	3900	77,7	DP8
513. Sarmento Leite/Túnel da Conceição		72,2	DP8
514. Sepé Tiaraju/Bispo Laranjeira	1618	74,6	DP6
515. Sepé Tiaraju/Joracy Camargo	563	70,9	DP6
516. Sertório/Brino	3200	77,0	DP7
517. Sertório/Ibirapuitã	3050	76,8	DP7
518. Sertório/Visc Ouro Preto	2817	76,5	DP7
519. Silva Jardim/24 de Outubro	2430	76,0	DP5
520. Silva Só/Ipiranga.....		78,9	DP5 *
520. Silva Só/Ipiranga.....	4320	78,0	DP5 *
520. Silva Só/Ipiranga.....		78,2	DP5 *
520. Silva Só/Ipiranga.....		78,7	DP5 *
521. Silva Só/Protásio Alves		79,2	DP5
522. Sílvio Sanson/3 de Outubro	50	62,4	DP7
523. Siqueira Campos/Bento Martins	1480	74,2	DP3

524. Siqueira Campos/Sepúlveda	2400	76,0	DP3
525. Sofia Veloso/República.....		69,7	DP2
526. Teresópolis/Anchieta	1420	74,1	DP8
527. Teresópolis/Carvalho de Freitas	3079	76,9	DP8
528. Teresópolis/Ludolfo Boehl	3223	77,0	DP8
529. Teresópolis/Mal Bormann	2979	76,7	DP8
530. Tijuca/Águas Mortas		59,0	DP6
531. Tijuca/Caieira.....		59,6	DP5
532. Tijuca/Felizardo Farias.....		59,0	DP6
533. Tito Zambecari/Artur Rocha.....	62	63,1	DP5
534. Tobago/Meridional	140	66,0	DP8
535. Toledo Piza/Av dos Gaúchos.....	780	72,0	DP7
536. Toledo Piza/Martins Bastos	624	71,2	DP7
537. Tomáz Flores/Antão de Farias	780	72,0	DP1
538. Travessa Viamão/Niterói	695	71,6	DP6
539. Tronco/Sepé Tiaraju	497	70,4	DP6 *
539. Tronco/Sepé Tiaraju	440	70,0	DP6 *
540. Veranópolis/Valentin Vicentini.....	182	66,9	DP6
541. Veríssimo Rosa/No meio da quadra.....	234	67,8	DP6
542. Vicente da Fontoura/Felipe de Oliveira.....	1495	74,3	DP5
543. Vicente da Fontoura/Gastão Rhodes	1326	73,9	DP4
544. Vidal Barbosa/Figueiredo Mascarenhas	377	69,5	DP7
545. Vidal Barbosa/Minas Gerais.....	390	69,6	DP7
546. Vidal de Negreiros/Bento Gonçalves	2028	75,4	DP5
547. 21 de Abril/Martins Bastos	442	70,0	DP7
548. 24 de Outubro/Dr Timóteo.....	3894	77,7	DP6
549. 24 de Outubro/Hilário Ribeiro.....		78,9	DP6
550. 24 de Outubro/Luciana de Abreu		77,8	DP6
551. 24 de Outubro/Olavo Viana		78,7	DP6
552. 24 de Outubro/Quintino Bocaiúva		77,4	DP6
553. 25 de Julho/São Nicolau	220	67,6	DP8
554. Voluntários da Pátria/Garibaldi.....	2226	75,7	DP4
555. Wenceslau Escobar/Barbedo.....		76,9	DP7
556. Wenceslau Escobar/João Batista Reus.....		76,4	DP7
557. Wenceslau Escobar/Landell de Moura.....		73,1	DP7
558. Wenceslau Escobar/Dario Totta		74,0	DP7 *
558. Wenceslau Escobar/Dario Totta		75,4	DP7 *
559. Wenceslau Escobar/Ver Faillace.....	1630	74,6	DP7
560. Willian Thomas/Arnaldo Bohrer	72	63,6	DP8

Obs.: Na elaboração deste trabalho, quando havia locais que possuíam dados provenientes de mais de uma fonte de informação, utilizou-se o dado de maior valor.

ANEXO 2

Anexo 2 - Dados fornecidos pelo IBGE.

ANEXO 2 - Dados fornecidos pelo IBGE

Bairro	População	Domicílios	Área	Densidade
Agronomia	2192	555	623	3,52
Anchieta	194	52	84	2,31
Arquipélago	2270	649	----	-----
Auxiliadora	10212	3535	82	124,54
Azenha	15433	5623	126	122,48
Bela Vista	7612	2325	92	82,74
Belém Velho	5492	1531	866	6,34
Boa Vista	8134	2441	160	50,84
Bom Fim	11711	4653	38	308,18
Bom Jesus	21987	5774	179	122,83
Camaquã	22848	6666	224	102,00
Cascata	20008	5251	810	24,70
Cavanhada	19604	5893	357	54,91
Cel. Ap. Borges	17572	4301	278	63,21
Centro	43252	18246	228	189,70
Chác. das Pedras	6298	1660	102	61,75
Cidade Baixa	19441	8177	79	246,09
Cristal	21474	6159	270	79,53
Cristo Redentor	15187	5089	148	102,61
Espírito Santo	5202	1425	174	29,90
Farrapos	13410	3725	165	81,27
Farroupilha	1246	466	57	21,86
Floresta	25408	8985	167	152,14
Glória	9085	2669	105	86,52
Guarujá	2123	564	126	16,85
Higienópolis	9007	3027	103	87,45
Humaitá	10765	3317	417	25,82
Independência	7394	2763	40	184,85
Ipanema	12804	3433	398	32,17
Jardim Botânico	12110	3886	203	59,66
Jard.do Carvalho	22926	6161	253	90,62
Jardim do Salso	4462	1425	93	47,98
Jard. Itú-Sabará	34472	9941	457	75,43
Jardim Lindóia	6875	2051	79	87,03
Jardim São Pedro	4371	1387	92	47,51
Marcílio Dias	158	46	105	1,50
Medianeira	13386	3992	140	95,61
Menino Deus	30309	10488	215	143,64
Moinhos de Vento	8132	2725	82	99,17
Mont'Serrat	9956	3322	79	126,03
Navegantes	6449	2106	174	37,06
Nonoai	29683	8102	458	64,81
Partenon	47584	13930	570	83,48
Passo d'Areia	22341	7654	244	91,56
Pedra Redonda	312	79	47	6,64
Petrópolis	36099	11798	333	108,41
Praia de Belas	1911	706	204	9,37
Restinga	33567	8326	2149	15,62
Rio Branco	21089	7286	136	155,07

Bairro	População	Domicílios	Área	Densidade
Rubem Berta	71669	19877	870	82,38
Santa Cecília	6492	2260	60	108,20
Sta Maria Goretti	4931	1596	77	64,04
Santa Tereza	41898	10787	454	92,29
Santana	23589	8263	149	158,32
Santo Antonio	14761	4712	129	114,43
São Geraldo	5516	1797	144	38,31
São João	11574	3865	492	23,52
São José	26647	7147	212	125,69
São Sebastião	6807	2108	70	97,24
Sarandi	55144	15367	944	5,84
Teresópolis	11695	3327	321	36,43
Três Figueiras	4041	1015	106	38,12
Tristeza	14200	4263	264	53,79
Vila Assunção	4567	1179	120	38,06
Vila Conceição	1418	355	35	40,51
Vila Floresta	4161	1246	64	65,02
Vila Ipiranga	22188	7371	220	100,85
Vila Jardim	9465	2635	178	53,17
Vila João Pessoa	10738	2955	84	127,83
Vila Nova	29095	8034	1007	28,89

ANEXO 3

**Anexo 3 - Locais onde foram realizadas as entrevistas nas zonas
DP.**

ANEXO 3 - Locais onde foram realizadas as entrevistas nas zonas DP

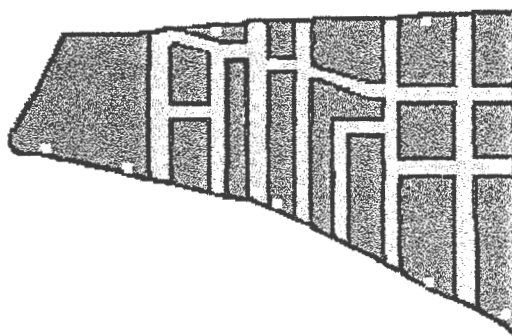


Figura A3.1 - Bairro Bom Fim - Zona DP1

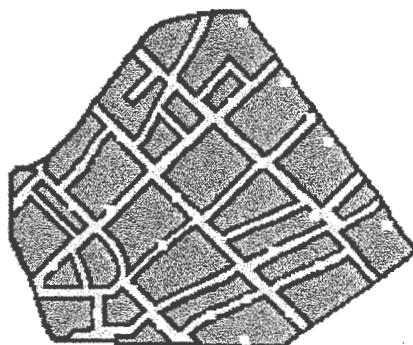


Figura A3.2 - Bairro Cidade Baixa - Zona DP2

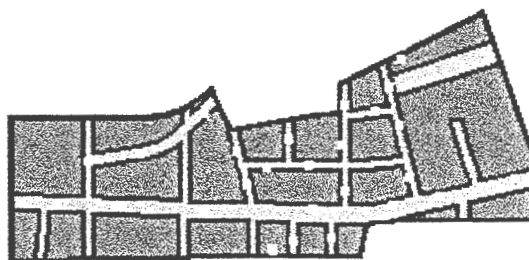


Figura A3.3 - Bairro Independência - Zona DP3

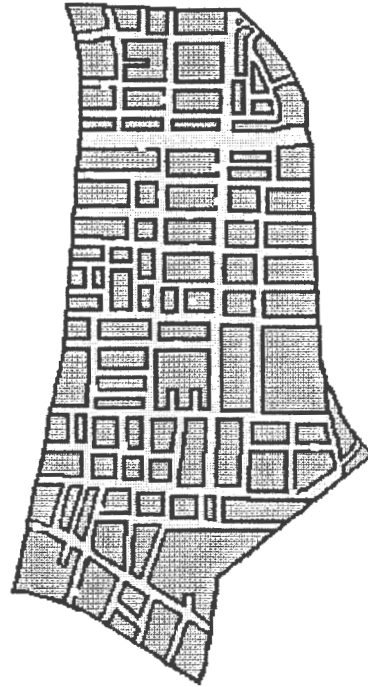


Figura A3.4 - Bairro Menino Deus - Zona DP4

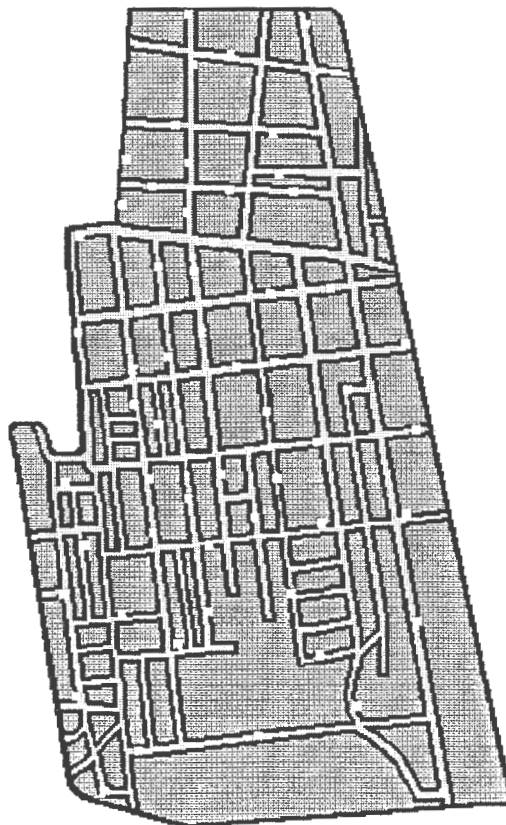


Figura A3.5 - Bairro São José - Zona DP5

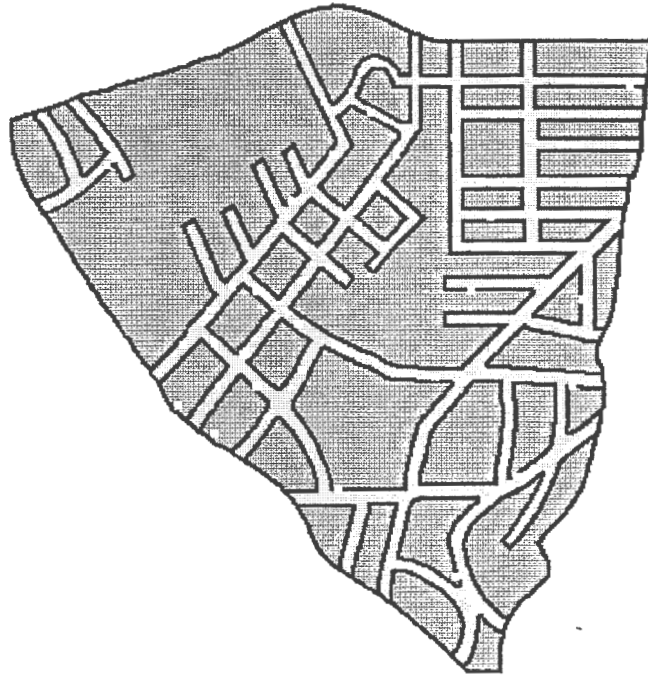


Figura A3.8 - Bairro Três Figueiras - Zona DP8

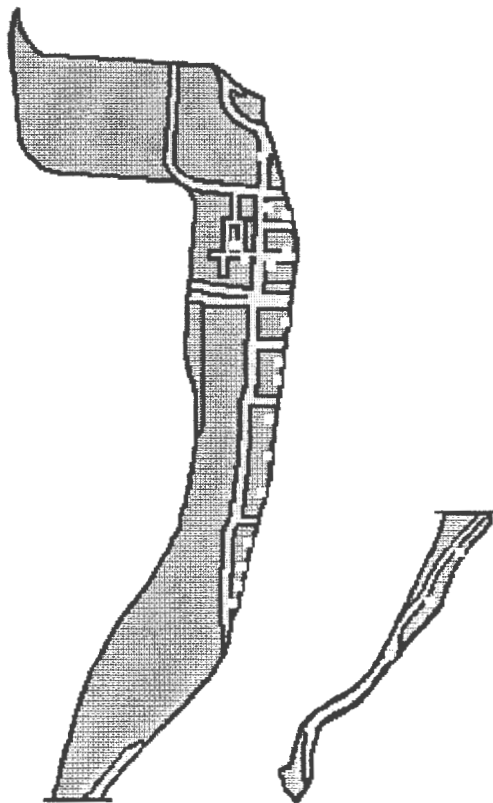


Figura A3.9 - Bairro Praia de Belas - Zona DP9

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÅHRLIN, V.; ÖHRSTRÖM, E. Medical effects of environmental noise on humans. *Journal of Sound and Vibration*, v. 59, p. 79-87, 1978.
- ALVARES, P. A. S.; PIMENTEL-SOUZA, F. Urban Noise Pollution in Belo Horizonte City. In: IV International Seminar on Noise Control, Rio de Janeiro, Brasil, p. 185-188, 1992.
- BARTOLINI, R.; BISIO, G.; MAGRINI, V. The acoustic mapping of Genoa. *Noise Control Engineering Journal*, v. 34, p. 9-15, 1990.
- BERANEK, L. L. Acoustics. 4 ed. New York: Acoustical Society of America, 1993.
- BRE - Building Research Establishment. Sound control for homes. *Crown*. Watford, 1993.
- BROWN, A. L.; LAM, K. C. Levels of Ambient Noise in Hong Kong. *Applied Acoustics*, p. 85-100. England, 1987.
- BRÜEL & KJÆR. Measuring Sound. Denmark: K Larsen & Son, 1984.
- CANTRELL, R. W. Prolonged exposure to intermitent noise: audiometric, biochemical, motor psychological and sleep effects. *The Laryngoscope*, v. 84, Suppl. Nº 1, 1974.
- CREMONESI, J. Ruído Urbano: Natureza, medições e controle. *Tecnologia de Edificações*, v. 2, p. 9-14, 1985.
- CERNE. Bruit dû aux moyens de transports. Centre d'Evaluation at de Recherches des Nuisances et de l'Energie. Bron, 1982.
- DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO - RS (DETRAN-RS). Listagem dos veículos licenciados para a cidade de Porto Alegre. Porto Alegre, 1994.
- EMBLETON, T. F. W. Sound propagation in homogeneous deciduous and evergreen woods, *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 35, p. 1119-1125, 1963.
- FIDELL, S. Nationwide urban noise survey. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 64, p. 198-206, 1978.

- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
Dados preliminares do censo de 1991. Porto Alegre, 1994.
- GARCÍA, A.; FAUS, L. J. Statistical Analysis of Noise in Urban Areas. *Applied Acoustics*, v. 34, p. 227-247, 1991.
- GERGES, S. N. Y. Ruído - Fundamentos e Controle. Florianópolis: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina, 1992.
- GRIMWOOD, C. J. A national survey of the effects of environmental noise on people at home. *Institute of Acoustics*, v. 15, p. 69-76, 1993.
- GUIA DAS RUAS DA CIDADE DE PORTO ALEGRE. *Livraria do Globo*. Porto Alegre, 1991.
- GUSKI, R. Defensive activation toward noise. *Journal of Sound and Vibration*, v. 59, p. 107-110, 1978.
- HOLT, P. G. Auditory stress and the immune system. *Journal of Sound and Vibration*, v. 59, p. 131-132, 1978.
- HOOVER, R. M. Tree zones as barriers for control of noise due to aircraft operation. *Bolt and Newman Inc. Report 844*, 1961.
- JANSEN, G. Adverse effects of noise on iron and steel workers. *Stahl und Eisen*, v. 81, p. 217 - 220, 1961.
- JIRKOVA, H.; KROMAROVA, B. Studies on the influence of noise on the general health of workers in large engineering works: An attempt at evaluation. *Pracooni Lekarstoi*, v. 17, p. 147-148, 1965.
- JONSSON, A. Noise as a possible risk factor for raised blood pressure in man. *Journal of Sound and Vibration*, v. 59, p. 119-121, 1978.
- JORNAL ZERO HORA. Caderno de Imóveis (17/12/1994), 1994.
- JORNAL ZERO HORA. Caderno Especial Sobre Porto Alegre - "A cidade que ninguém vê" (15/09/1995), 1995.

- KARSDORF, G.; KLAPPACH, H. Einflüsse des Verkehrslärms auf Gesundheit und Leistung bei Oberschülern einer Grosstadt. *Zeitschrift für die Gesamte Hygiene*, v. 14, p. 52-54, 1968.
- LANGDON, F. J.; BULLER, I. B. Road traffic noise and disturbance to sleep. *Journal of Sound and Vibration*, v. 50, p. 13-28, 1976.
- NBR 10151. Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987.
- PARVIZPOOR, D. Noise exposure and prevalence of high blood pressure among weavers in Iran. *Journal of Occupational Medicine*, v. 18, p.730-731, 1976.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE (SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE - SMAM). Dados de ruído urbano de alguns locais de Porto Alegre, entre 1980 e 1984.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE (SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES - SMT). Dados de fluxo de veículos de alguns cruzamentos de Porto Alegre, entre 1991 e 1994.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE (SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE - SMAM). Impacto Ambiental: coletânea de legislação ambiental. Porto Alegre, 1991.
- RAMALINGESWARA RAO, P.; SESHAGIRI RAO, M. G. Prediction of L_{A10T} Traffic Noise Levels in the City of Visakhapatnam, India. *Applied Acoustics*, v. 34, p. 101-110, 1991.
- RAMALINGESWARA RAO, P.; SESHAGIRI RAO, M. G. Community Reaction to Road Traffic Noise. *Applied Acoustics*, V. 37, p. 51-64, 1992.
- REHM, S.; JANSEN, G. Aircraft noise and premature birth. *Journal of Sound and Vibration*, v. 59, p. 133-135, 1978.
- ROHRMANN, B. Design and preliminary results of an interdisciplinary field study on urban noise. *Journal of Sound and Vibration*, v. 59, p. 111-113, 1978.

- ROLLA, S. Avaliação da Poluição Sonora na Cidade de Campinas - SP. In: I Congresso Brasil/Argentina sobre controle de ruído e vibrações, conservação da audição, conforto ambiental e veicular, Florianópolis, Brasil, p. 349-356, 1994.
- SANCHO, V. M.; SENCHERMES, A.G. Curso de Acustica en Arquitectura. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1982.
- SANTOS JR, M. J. Noções básicas de confiabilidade metrológica (2ª edição). CIENTEC. Porto Alegre, 1993.
- SARGENT, J. W. A noise incidence survey of England & Wales. *Institute of Acoustics*, v. 15, p. 181-188, 1993.
- SLAMA, J. G.; TEIXEIRA, S. G. Barreiras acústicas e ruído de trânsito. In: IV International Seminar on Noise Control, Rio de Janeiro, Brasil, p. 175-177, 1992.
- SZOKOLAY, S. V. Environmental Science Handbook. *The Construction Press*, Lancaster, 1980.
- TAYLOR, D. Noise reduction by vegetation and ground. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 51, p. 197-205, 1972.
- WERNER, A. F.; MÉNDEZ, A. M.; SALAZAR, E. B. El Ruido y La Audición. Buenos Aires: AD-HOC S.R.L., 1990.
- WHO. Noise. *World Health Organization*, Geneve, 1980.
- WIENER, F. M.; KEAST, D. N. Experimental study of the propagation of sound over ground. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 31, p. 724, 1959.