

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DO RUÍDO DE TRÁFEGO VEICULAR  
EM ÁREA CENTRAL DE CHAPECÓ – SC**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Katiane Laura Balzan**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

# **AVALIAÇÃO DO RUÍDO DE TRÁFEGO VEICULAR EM ÁREA CENTRAL DE CHAPECÓ - SC**

**Katiane Laura Balzan**

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

**Orientador: Prof. Dr. Erasmo Felipe Vergara Miranda**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

---

363.74 Balzan, Katiane Laura

B198a Avaliação do ruído de tráfego veicular em área central de Chapecó – SC / Katiane Laura Balzan. – Santa Maria, 2011.  
128 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia,  
Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

Orientador: Prof.<sup>o</sup> Dr. Erasmo Felipe Vergara Miranda

1. Poluição sonora – Chapecó/SC.  
2. Automóveis – Ruído. 3. Ruído urbano. I. Miranda, Erasmo  
Felipe Vergara. II. Título.

CDD 363.74

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental**

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

**AVALIAÇÃO DO RUÍDO DE TRÁFEGO VEICULAR  
EM ÁREA CENTRAL DE CHAPECÓ – SC**

elaborada por  
**Katiane Laura Balzan**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Civil e Ambiental**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Erasmu Felipe Vergara Miranda, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Camila Fujita, Dra. (UNOCHAPECÓ)**

**Dinara Xavier da Paixão, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, 07 de dezembro de 2011.

À Deus, por permitir tantas realizações.

## **OFEREÇO**

À Gean Lopes da Luz, meu noivo, pelo amor, força, compreensão e otimismo, em todos os momentos.

Aos meus pais, Jacinto Balzan e Delci Scolari Balzan, pelo incentivo e amor incondicional.

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Jacinto Balzan e Delci Scolari Balzan, pela preocupação constante, incentivo e oportunidades de formação, mas acima de tudo, pelo amor e por acreditarem que tudo daria certo.

Ao meu noivo Gean Lopes da Luz, pela força em todos os momentos, pela simplicidade e a capacidade de valorizar as pequenas coisas da vida, sempre com muito otimismo e alegria.

Ao meu irmão, Marco Antônio Balzan, pelo respeito e carinho, e à minha irmã, aluna e estagiária, Karine Balzan, pela amizade, bom humor e auxílio fundamental em todos os levantamentos realizados.

Agradeço ao meu orientador, Professor Erasmo Felipe Vergara Miranda, pela paciência, pelo conhecimento e pela confiança depositada em mim, mesmo com todos os impasses decorridos ao longo dessa trajetória.

À minha amiga e colega, Fernanda Marros, pelo tempo disponibilizado e pelos “galhos quebrados”, sempre com muito bom humor.

À amiga Jamile De Bastiani, pelo apoio e dedicação.

Aos funcionários do Laboratório de Acústica, pela colaboração na realização do trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, pela oportunidade concedida.

A todos que, de alguma maneira, colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

À Deus, por iluminar a conclusão de mais uma etapa.

*“Se a realidade fosse aquilo que aparenta ser,  
a Ciência seria desnecessária”*

Albert Einstein

## RESUMO

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

### **AVALIAÇÃO DO RUÍDO DE TRÁFEGO VEICULAR EM ÁREA CENTRAL DE CHAPECÓ – SC**

AUTORA: KATIANE LAURA BALZAN

ORIENTADOR: ERASMO FELIPE VERGARA MIRANDA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 07 de dezembro de 2011.

O desenvolvimento das cidades e o crescimento demográfico têm acarretado, entre outros problemas urbanos, o aumento dos níveis de pressão sonora do ruído ambiental. Com a aglomeração dos centros urbanos, as vias passam a abrigar grandes fluxos de veículos, entre outras fontes sonoras. Esses fatores, aliados à disposição e à volumetria das edificações, tornam o tráfego rodoviário um poluidor acústico responsável por níveis de pressão sonora altamente prejudiciais à saúde. No Brasil, o ruído não tem sido considerado pelas políticas de planejamento urbano. O presente estudo tem por objetivo avaliar as condições atuais de poluição sonora urbana devido ao tráfego veicular em área central do município de Chapecó – SC. Para tanto, buscou-se mapear os níveis de pressão sonora, comparar os mesmos à legislação municipal e federal referente ao ruído urbano, relacionar os descritores sonoros do ruído de tráfego com o volume de tráfego, relacionar a geometria do ambiente construído com os níveis de pressão sonora e comparar os resultados com os índices urbanísticos propostos pelo plano diretor do município. Para realização do levantamento de dados, foi definida uma malha quadriculada a partir da qual foram localizados 14 pontos de medição. O estudo delimitou a coleta de dados aos horários de pico e estes dados apresentam-se divididos em grandezas acústicas, grandezas geométricas, grandezas de tráfego e grandezas meteorológicas. Os níveis de pressão sonora coletados da área de estudo se apresentaram superiores aos preconizados pelas normativas nacionais em todos os horários e pontos de medição. A partir das análises de regressão linear entre os descritores sonoros e o fluxo de tráfego de veículos, percebeu-se que o  $L_{Aeq}$  não é suficiente para explicar o ruído veicular, uma vez que a variação do  $L_{Aeq}$  sofre influência não só da variação no número de veículos, como também das características do ambiente construído da via. A variação dos descritores sonoros  $L_{A90}$  e  $L_{A50}$  demonstraram melhor correlação com a variação do fluxo de tráfego veicular. Os índices urbanísticos propostos pelo plano diretor do município estimulam a configuração futura de cânions urbanos, o que pode agravar os problemas relacionados ao ruído de tráfego veicular enfrentados pela comunidade local.

**Palavras-chave:** Ruído de tráfego rodoviário. Cânions urbanos. Mapas de ruído.



# ABSTRATCT

Master Course Dissertation  
Professional Graduation Program in Civil and Environmental Engineering  
Universidade Federal de Santa Maria

## EVALUATION OF VEHICULAR TRAFFIC NOISE IN CENTRAL ZONE CHAPECÓ – SC

AUTHOR: KATIANE LAURA BALZAN

ADVISER: ERASMO FELIPE VERGARA MIRANDA

Place and Date of public defense: Santa Maria, December 7<sup>th</sup>, 2011.

The development of cities and population growth have led, among other urban problems, the increase in sound pressure levels of environmental noise. With the overcrowding of cities, the roads start to host large flows of vehicles, among other sound sources. These factors, coupled with the layout and massing of buildings, make the road a polluter responsible for sound pressure levels highly detrimental to health. In Brazil, noise has not been considered by urban planning policies. This study aims to assess the current conditions of urban noise pollution due to vehicular traffic on the downtown of Chapecó - SC. To this end, we sought to map the sound pressure levels, compare them to the municipal and federal laws relating to urban noise, to relate the sound descriptors of the traffic noise with the volume of traffic, to relate the geometry of the built environment with levels of sound pressure and compare the results with the rates proposed by the urban plan of the municipality. To conduct the survey data, was defined a mesh grid from which were located 14 measuring points. Data collection was performed at peak times and these data have been divided into acoustic quantities, geometrical quantities, quantities of traffic and meteorological quantities. The sound pressure levels collected from the study area had higher than those recommended by national standards at all times and points of measurement. From the linear regression analysis between the sound descriptors and flow of vehicular traffic, it was realized that the  $L_{Aeq}$  is not sufficient to explain the vehicular noise, because the variation of the  $L_{Aeq}$  is influenced not only by the variation in the number of vehicles, but also by the features the built environment of the road. The variation of  $L_{A90}$  and  $L_{A50}$  sound descriptors showed better correlation with the variation of the flow of vehicular traffic. The urbanistic indices proposed by the plan of the municipality stimulate the future shape of urban canyons, which can aggravate the problems related to noise from vehicular traffic in the local community.

**Keywords:** Road traffic noise. Urban canyons. Noise maps.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Espaço acústico fechado – em “U” .....	28
Figura 2.2 – Espaço acústico em “L” .....	29
Figura 3.1 – Localização da área de estudo em relação ao mapa de Chapecó.....	39
Figura 3.2 – Delimitação da área de estudo .....	40
Figura 3.3 – Mapeamento dos pontos de medição .....	41
Figura 3.4 – Posicionamento do medidor para realização do levantamento – ponto de medição 9 .....	46
Figura 3.5 – Posicionamento do medidor para realização do levantamento – ponto de medição 6 .....	46
Figura 4.1 – Mapa de hierarquia viária da área de estudo .....	51
Figura 4.2 – Mapa de uso do solo da área de estudo .....	53
Figura 4.3 – Mapa de pavimentos (gabaritos) da área de estudo .....	54
Figura 4.4 – Volumetria do espaço acústico encontrado em P1 .....	55
Figura 4.5 – Volumetria do espaço acústico encontrado em P6 .....	56
Figura 4.6 – Volumetria do espaço acústico encontrado em P11 .....	56
Figura 4.7 – Volumetria do espaço acústico encontrado em P4 .....	57
Figura 4.8 – Volumetria do espaço acústico encontrado em P9 .....	58
Figura 4.9 – Volumetria do espaço acústico encontrado em P2 .....	59
Figura 4.10 – Volumetria do espaço acústico encontrado em P7 .....	59
Figura 4.11 – Volumetria do espaço acústico encontrado em P12 .....	60
Figura 4.12 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P14 .....	61
Figura 4.13 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P5 .....	62
Figura 4.14 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P10 .....	62
Figura 4.15 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P3 .....	63
Figura 4.16 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P8 .....	64
Figura 4.17 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P13 .....	64
Figura 4.18 – Comparativo entre (a) níveis de pressão sonora e (b) quantidade total de veículos (QT), quantidade de veículos leves (QL), quantidade de veículos pesados (QP) e quantidade de motocicletas (QM), na Av. General Osório .....	66
Figura 4.19 – Comparativo entre (a) níveis de pressão sonora e (b) quantidade total de veículos (QT), quantidade de veículos leves (QL), quantidade de veículos pesados (QP) e quantidade de motocicletas (QM), na R. Porto Alegre .....	67
Figura 4.20 – Comparativo entre (a) níveis de pressão sonora e (b) quantidade total de veículos (QT), quantidade de veículos leves (QL), quantidade de veículos pesados (QP) e quantidade de motocicletas (QM), na Av. Fernando Machado .....	68
Figura 4.21 – Comparativo entre (a) níveis de pressão sonora e (b) quantidade total de veículos (QT), quantidade de veículos leves (QL), quantidade de veículos pesados (QP) e quantidade de motocicletas (QM), na Av. Getúlio Vargas .....	69

Figura 4.22 – Comparativo entre (a) níveis de pressão sonora e (b) quantidade total de veículos (QT), quantidade de veículos leves (QL), quantidade de veículos pesados (QP) e quantidade de motocicletas (QM), na Av. Nereu Ramos .....	70
Figura 4.23 – Mapa acústico do $L_{Aeq}$ em cada ponto, nos três horários de medição .....	72
Figura 4.24 – Mapa acústico do $L_{Aeq}$ , em cada ponto de medição, no horário das 7h30min às 9h00min .....	73
Figura 4.25 – Mapa acústico do $L_{Aeq}$ , em cada ponto de medição, no horário das 11h30min às 13h00min .....	73
Figura 4.26 – Mapa acústico do $L_{Aeq}$ , em cada ponto de medição, no horário das 17h30min às 19h00min .....	75
Figura 4.27 – Dispersão e regressão linear para $L_{A10}$ , $L_{A50}$ e $L_{A90}$ em função de $L_{Aeq}$ , em todos os pontos que configuram as vias (a) Av. General Osório, (b) R. Porto Alegre, (c) Av. Fernando Machado, (d) Av. Getúlio Vargas e (e) Av. Nereu Ramos, nos três horários de medição .....	76
Figura 4.28 – Dispersão e regressão linear para $L_{A10}$ , $L_{A50}$ e $L_{A90}$ em função do volume de tráfego com a quantidade total de veículos (QT), na Av. General Osório, pontos P1, P6 e P11, nos três horários de medição.....	79
Figura 4.29 – Dispersão e regressão linear para $L_{A10}$ , $L_{A50}$ e $L_{A90}$ em função do volume de tráfego com a quantidade total de veículos (QT), na R. Porto Alegre, pontos P4 e P9, nos três horários de medição .....	79
Figura 4.30 – Dispersão e regressão linear para $L_{A10}$ , $L_{A50}$ e $L_{A90}$ em função do volume de tráfego com a quantidade total de veículos (QT), na Av. Fernando Machado, pontos P2, P7 e P12, nos três horários de medição .....	80
Figura 4.31 – Dispersão e regressão linear para $L_{A10}$ , $L_{A50}$ e $L_{A90}$ em função do volume de tráfego com a quantidade total de veículos (QT), na Av. Getúlio Vargas, pontos P14, P5 e P10, nos três horários de medição .....	80
Figura 4.32 – Dispersão e regressão linear para $L_{A10}$ , $L_{A50}$ e $L_{A90}$ em função do volume de tráfego com a quantidade total de veículos (QT), na Av. Nereu Ramos, pontos P3, P8 e P13, nos três horários de medição .....	81
Figura 4.33 – Histogramas dos $L_{Aeq}$ dos pontos P1, P2, P3, P4, P4, P6, P7 e P8 ..	84
Figura 4.34 – Histogramas dos $L_{Aeq}$ dos pontos P9, P10, P11, P12, P13 e P14 .....	85
Figura 4.35 – Volumetria atual das edificações existentes na área de estudo: visual sentido sudeste .....	87
Figura 4.36 – Volumetria atual das edificações existentes na área de estudo: visual sentido noroeste .....	88
Figura 4.37 – Volumetria simulada a partir dos índices urbanísticos propostos pelo PDDTC, para a área de estudo: visual sentido sudeste .....	88
Figura 4.38 – Volumetria simulada a partir dos índices urbanísticos propostos pelo PDDTC, para a área de estudo: visual sentido noroeste .....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Composição do tráfego veicular em cada via .....	46
Tabela 4.2 – Características de controle de tráfego em cada ponto, com topografia (Topogr) e distância do ponto de medição até o cruzamento (dCr) .....	52
Tabela 4.3 – Grandezas geométricas Largura da via - Lv (m), Largura do passeio - Lp (m), Largura do canteiro central - Lc (m), Declividade da via - i (%), Altura das edificações - h (m), Distância entre edificações - d (m), Pavimentação do passeio - Pp, Pavimentação da via – Pv, dos pontos P1, P6 e P11, na Av. General Osório .....	55
Tabela 4.4 – Grandezas geométricas Largura da via - Lv (m), Largura do passeio - Lp (m), Largura do canteiro central - Lc (m), Declividade da via - i (%), Altura das edificações - h (m), Distância entre edificações - d (m), Pavimentação do passeio - Pp, Pavimentação da via – Pv, dos pontos P4 e P9, na R. Porto Alegre .....	57
Tabela 4.5 – Grandezas geométricas Largura da via - Lv (m), Largura do passeio - Lp (m), Largura do canteiro central - Lc (m), Declividade da via - i (%), Altura das edificações - h (m), Distância entre edificações - d (m), Pavimentação do passeio - Pp, Pavimentação da via – Pv, dos pontos P2, P7 e P12, na Av. Fernando Machado .....	58
Tabela 4.6 – Grandezas geométricas Largura da via - Lv (m), Largura do passeio - Lp (m), Largura do canteiro central - Lc (m), Declividade da via - i (%), Altura das edificações - h (m), Distância entre edificações - d (m), Pavimentação do passeio - Pp, Pavimentação da via – Pv, dos pontos P14, P5 e P10, na Av. Getúlio Vargas .....	61
Tabela 4.7 – Grandezas geométricas Largura da via - Lv (m), Largura do passeio - Lp (m), Largura do canteiro central - Lc (m), Declividade da via - i (%), Altura das edificações - h (m), Distância entre edificações - d (m), Pavimentação do passeio - Pp, Pavimentação da via – Pv, dos pontos P3, P8 e P13, na Av. Nereu Ramos .....	63
Tabela 4.8 – Níveis de pressão sonora equivalente $L_{Aeq}$ para cada via analisada ..	72
Tabela 4.9 – Equações resultantes dos testes de regressão linear da Figura 4.26 e seus respectivos coeficientes de correlação (r).....	77
Tabela 4.10 – Equações resultantes dos testes de regressão linear das Figuras 4.28, 4.29, 4.30, 4.31 e 4.32 e seus respectivos coeficientes de correlação (r) .....	81
Tabela 4.11 – Classificação das curvas de distribuição de frequência relativa encontradas em cada ponto de medição.....	83

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Principais índices urbanísticos para determinadas macroárea e unidades funcionais do município de Chapecó .....	32
Quadro 2.2 – Nível critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A) .....	34
Quadro 3.1 – Distribuição dos pontos de medição na área de estudo .....	42
Quadro 3.2 – Horários da coleta de dados e sequência dos pontos de medição ...	43
Quadro 3.3 – Grandezas geométricas Largura da via - $L_v$ (m), Largura do passeio - $L_p$ (m), Largura do canteiro central - $L_c$ (m), Declividade da via - $i$ (%), Altura das edificações - $h$ (m), Distância entre edificações - $d$ (m), Pavimentação do passeio - $P_p$ , Pavimentação da via – $P_v$ .....	49

## LISTA DE SÍMBOLOS

d – Distância entre edificações

dCr – Distância do ponto de medição até o cruzamento

h – Altura das edificações

i – Declividade da via

L<sub>Aeq</sub> – Nível de pressão sonora equivalente

L<sub>A10</sub> – Nível de pressão sonora percentil 10

L<sub>A50</sub> – Nível de pressão sonora percentil 50

L<sub>A90</sub> – Nível de pressão sonora percentil 90

Lc – Largura do canteiro central

Lp – Largura do passeio

Lv – Largura da via

NCA – Nível critério de avaliação

PDDTC – Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó

Pp – Pavimentação do passeio

Pv – Pavimentação da via

QT – Quantidade total de veículos

QL – Quantidade de veículos leves

QP – Quantidade de veículos pesados

QM – Quantidade de motos

Topogr - Topografia

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
1.1 Justificativa e problema da pesquisa	19
1.2 Objetivos	20
1.2.1 Objetivo geral	20
1.2.2 Objetivos específicos	21
1.3 Estrutura da dissertação	21
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>23</b>
2.1 Ruído ambiental e ruído de tráfego veicular	23
2.2 Grandezas que caracterizam o ruído de tráfego veicular	23
2.2.1 Descritores sonoros	24
2.2.1.1 Nível equivalente contínuo	24
2.2.1.2 Níveis estatísticos	25
2.2.1.3 Curva de ponderação A	26
2.2.2 Características geométricas do local	26
2.2.3 Características de tráfego	30
2.3 Considerações sobre legislação e normativas	31
2.3.1 Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó (PDDTC)	31
2.3.2 Lei Complementar Municipal N.4/1990 e Decreto Estadual N.14.250/1981	33
2.3.3 Normas NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987)	33
2.3.4 Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA	34
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>37</b>
3.1 A cidade de Chapecó	37
3.2 Levantamento de dados	38
3.2.1 Seleção e localização da área de estudo	38
3.2.2 Seleção dos pontos de medição	40
3.2.3 Período de coleta dos dados	42
3.3 Grandezas coletadas nas medições	44
3.3.1 Grandezas acústicas	44
3.3.2 Grandezas de tráfego veicular	47
3.3.3 Grandezas meteorológicas	47
3.3.4 Grandezas geométricas	48
3.4 Análise dos resultados	49
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>50</b>
4.1 Grandezas de tráfego	50
4.2 Grandezas geométricas	52
4.2.1 Avenida General Osório	55
4.2.1.1 Ponto 1 – P1	55
4.2.1.2 Ponto 6 – P6	56
4.2.1.3 Ponto 11 – P11	56
4.2.2 Rua Porto Alegre	57
4.2.2.1 Ponto 4 – P4	57
4.2.2.2 Ponto 9 – P9	58
4.2.3 Avenida Fernando Machado	58
4.2.3.1 Ponto 2 – P2	59
4.2.3.2 Ponto 7 – P7	59
4.2.3.3 Ponto 12 – P12	60

4.2.4 Avenida Getúlio Vargas .....	60
4.2.4.1 Ponto 14 – P14 .....	61
4.2.4.2 Ponto 5 – P5 .....	61
4.2.4.3 Ponto 10 – P10 .....	62
4.2.5 Avenida Nereu Ramos .....	62
4.2.5.1 Ponto 3 – P3 .....	63
4.2.5.2 Ponto 8 – P8 .....	64
4.2.5.3 Ponto 13 – P13 .....	64
<b>4.3 Grandezas meteorológicas .....</b>	<b>65</b>
<b>4.4 Grandezas acústicas .....</b>	<b>65</b>
4.4.1 Comparativo entre níveis de pressão sonora e composição do tráfego veicular .....	65
4.4.1.1 Avenida General Osório .....	65
4.4.1.2 Rua Porto Alegre .....	66
4.4.1.3 Avenida Fernando Machado .....	68
4.4.1.4 Avenida Getúlio Vargas .....	69
4.4.1.5 Avenida Nereu Ramos .....	70
4.4.2 Descritores sonoros e o ruído de tráfego veicular .....	76
4.4.3 Distribuições de frequência relativa dos níveis de pressão sonora .....	82
<b>4.5 Considerações sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó – PDDTC .....</b>	<b>86</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>90</b>
<b>6 TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>99</b>



# 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das cidades e o crescimento demográfico têm acarretado, entre outros problemas urbanos, o aumento dos níveis de pressão sonora do ruído ambiental. As atividades de trabalho, industriais ou de serviços, os sistemas de transporte, as atividades de lazer e o aumento da densidade populacional estão diretamente vinculados à problemática do ruído. Conseqüentemente o excesso de ruído pode prejudicar e interferir nas atividades diárias do homem seja na escola, no trabalho, em casa e nos momentos de descanso e lazer (OMS, 2004).

O problema do ruído na sociedade urbana contemporânea vem reduzindo a qualidade de vida da população. O crescimento desordenado dos centros urbanos brasileiros na segunda metade do século XX, mais precisamente nas décadas de 1970 e 1980, e os elevados níveis de pressão sonora levaram ao estabelecimento de normas que estipulassem níveis máximos permissíveis. No Brasil, apesar do desenvolvimento de normas, como as da Associação Brasileira de Normas Técnicas, a NBR 10151 (ABNT, 2000) e a NBR 10151 (ABNT, 1987), e as Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente, como a CONAMA N.001/90 (BRASIL, 1990a) e a CONAMA N.002/90 (BRASIL, 1990b), o ruído não tem sido considerado pelas políticas de planejamento urbano (MURGEL, 2007).

Nos países da União Européia, em torno de 40% da população está exposta ao ruído de tráfego com níveis de pressão sonora excedendo 55 dB (A) diariamente, e 20% estão expostos a níveis de pressão sonora que excedem 65 dB (A). Considerando-se a exposição ao ruído dos vários meios de transporte, estima-se que em torno de metade dos habitantes da União Européia vivam em zonas onde não se assegura o conforto acústico para os seus residentes. Mesmo à noite, mais de 30% estão expostos a níveis de pressão sonora excedentes a 55 dB (A), provocando distúrbios no sono (OMS, 2004).

No Brasil e nos demais países em desenvolvimento, a situação se agrava pela baixa qualidade das edificações em geral e pela falta de planejamento urbano. Enquanto na Europa a problemática do ruído urbano tem sido tratada com maior comprometimento, como questão ambiental e de saúde pública, no Brasil poucos centros urbanos o fazem. Os estudos na área são recentes e poucas cidades,

geralmente grandes centros urbanos, como Florianópolis, Belém, Curitiba, São Paulo, Porto Alegre e Belo Horizonte (NARDI, 2008; MORAES; LARA, 2005; CALIXTO, 2002; SOUSA; CARDOSO, 2002; SATTLER, 1999; VALADARES, 1997) têm apresentado estudos e mapeamentos de áreas em que o ruído ambiental se mostra com níveis de pressão sonora, com o intuito de estabelecer medidas de redução desse impacto ambiental. Contudo, cidades de porte médio, que poderiam detectar tais problemas precocemente ou até preveni-los, incluindo o mapeamento do ruído na elaboração de mapas de zoneamento de planos diretores, por exemplo, não estão atentas para a problemática.

O problema do ruído na sociedade moderna vem gradativamente diminuindo a qualidade de vida dos cidadãos das grandes cidades. Segundo Oliveira; Medeiros; Davis Jr. (2000) o ruído é configurado como uma das principais fontes de perturbação em ambientes urbanos, chegando a 70% das reclamações aos órgãos de controle ambiental das grandes cidades. Problemas gerados pelo ruído tornam-se progressivamente mais graves à medida que aumentam o tamanho das cidades, o volume do tráfego e a densidade da malha urbana (NIEMEYER & SLAMA, 1998).

Com o crescimento das cidades e aglomeração dos centros urbanos, as vias passam a abrigar grandes fluxos de veículos, entre outras fontes sonoras. Esses fatores, aliados à disposição e à volumetria das edificações, tornam o tráfego rodoviário um poluidor acústico responsável por níveis de ruídos altamente prejudiciais à saúde (TRINTA; RIBEIRO, 2006).

Grande parte dos centros urbanos não dispõe de controle e fiscalização quanto aos níveis de pressão sonora máximos permitidos. Parte do problema decorre em função da omissão dos órgãos públicos, na maioria das vezes indiferentes à busca de soluções. Grande parcela do problema dá-se pela total falta de planejamento urbano. A dificuldade de equacionamento do problema e de estabelecimento de normas para o combate ao ruído resulta da complexidade da matéria (SILVA, 1997).

A cidade de Chapecó – SC apresenta taxas de crescimento que se destacam em nível nacional e as consequências da falta de planejamento já vêm sendo sentidas pela comunidade. Em diversos pontos da cidade, são detectadas áreas de conflito entre uso do solo e os níveis de pressão sonora do ruído urbano. Edificações que abrigam hospitais, escolas, clínicas, escritórios e grandes conjuntos habitacionais encontram-se em áreas ruidosas, permeadas por vias arteriais. Nestas

áreas tornam-se indispensáveis medidas de redução dos níveis de pressão sonora aos quais a população é exposta diariamente. Apesar de o município apresentar um plano diretor recente (PMC, 2004), a questão do ruído não foi abordada e nenhum mapeamento ou estudo significativo foi desenvolvido. Dessa forma, faz-se necessário um estudo mais aprofundado acerca do tema, como forma de verificar a poluição sonora resultante do crescimento acelerado do município.

### **1.1 Justificativa e problema da pesquisa**

O problema do ruído na sociedade moderna vem gradativamente diminuindo a qualidade de vida dos cidadãos das grandes cidades. O ruído do tráfego é um antigo problema da sociedade humana. As reclamações do ruído de tráfego vêm se intensificando nos últimos anos em função do aumento da densidade demográfica urbana e do número de veículos nas ruas (NIEMEYER; SLAMA, 1998).

Exposição contínua a níveis de ruído acima de 90 dB (A), como os provocados pelo tráfego em área urbana, tem efeitos nocivos à saúde. Além dos efeitos físicos, como a perda auditiva, existem os efeitos psicológicos que vão desde a irritabilidade, agitação, ansiedade e depressão até a interferência na comunicação social, resultando em incapacidade de aprendizagem da linguagem por parte da criança, por exemplo, ou alteração da qualidade do sono noturno (COELHO et al., 1996).

De acordo com o DNIT (2006), no Brasil o desenvolvimento dos centros urbanos se deu de forma mais intensiva ao longo e no entorno de rodovias construídas nas décadas de 1960 e 1970, o que resultou em uma estrutura urbana específica, com núcleos povoados e ocupados por diversos usos, muitas vezes permeados por vias de tráfego veicular intenso. O crescimento do tráfego rodoviário aliado ao crescimento da população e à ocupação desordenada do solo corroboram para o agravamento da poluição sonora em núcleos urbanos. No caso de Chapecó, essa questão do desenvolvimento aliado à estruturação do transporte rodoviário como sistema logístico, uma questão de política nacional, também se verificou de forma intensa. Até hoje se usufrui da estruturação urbana que a cidade apresenta,

com largas avenidas, grandes quadras e eixos viários bem definidos, resultado das exigências relativas à economia local, baseada nas agroindústrias.

Além das estradas, os chamados núcleos de formação inicial das cidades também costumam apresentar adensamento populacional devido, dentre outros motivos, à infra-estrutura urbana existente nessas áreas do município. Acontece que, em diversas cidades, equipamentos urbanos comunitários como hospitais e escolas, que há alguns anos se encontravam em áreas tranquilas, hoje estão cercados por importantes avenidas e áreas comerciais e de serviço, a exemplo da cidade de Chapecó, sendo acometidos por elevados níveis de pressão sonora, advindos principalmente do ruído de tráfego veicular. Assim sendo, definiu-se como questão primordial desta pesquisa: os níveis de ruído urbano na área central de Chapecó estão dentro dos limites estabelecidos e preconizados pelas normas nacionais?

Acredita-se que, a partir da pesquisa, será possível constatar que os níveis de pressão sonora no centro da cidade extrapolam os limites permitidos pela legislação vigente, o que interfere na qualidade de vida dos usuários e da população residente na região.

Assim, o presente trabalho pretende, através de pesquisa de caráter exploratório, levantar a discussão sobre os conflitos existentes entre o uso e ocupação do solo urbano, parâmetros construtivos e hierarquização e infraestrutura viária e os níveis de pressão sonora produzidos pelo ruído do tráfego veicular, assim como abordar a negligência dos instrumentos de desenvolvimento territorial do município de Chapecó em relação ao impacto ambiental que é a poluição sonora.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Avaliar as condições atuais de poluição sonora urbana devido ao tráfego veicular em área central do município de Chapecó – SC.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Mapear os níveis de pressão sonora em área central da cidade de Chapecó, em horários de máximo fluxo veicular;
- Comparar os níveis de pressão sonora coletados com a legislação municipal e federal referente ao ruído urbano;
- Relacionar os descritores sonoros do ruído de tráfego com o volume de tráfego;
- Relacionar a geometria do ambiente construído com os níveis de pressão sonora;
- Comparar os resultados com os índices urbanísticos propostos pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó para a área central do município.

### 1.3 Estrutura da dissertação

A presente dissertação foi estruturada em cinco capítulos, descritos a seguir:

- **Capítulo 1 – Introdução**  
Descreve a delimitação geral do tema, abordando a importância do estudo e sua aplicação na cidade de Chapecó, com problematização e justificativa do trabalho, assim como seus objetivos.
- **Capítulo 2 – Revisão bibliográfica**  
Identificação de conceitos fundamentais ao entendimento do trabalho, assim como de trabalhos relevantes relativos à temática.
- **Capítulo 3 – Metodologia**  
Aborda o modo de condução e execução do objeto de estudo, com detalhamento dos procedimentos de coleta de dados, materiais e equipamentos utilizados.
- **Capítulo 4 – Resultados e discussão**

Apresentação e análise dos resultados obtidos para as grandezas relacionadas no capítulo 3 e discussão dos dados descritos a partir de resultados de trabalhos semelhantes e recentes.

- Capítulo 5 – Conclusões

Fechamento do trabalho com apresentação das conclusões mais relevantes

- Capítulo 6 – Trabalhos futuros

A partir do trabalho desenvolvido, são sugeridos novos estudos, como forma de continuidade e complementação do mesmo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Ruído ambiental e ruído de tráfego veicular**

O ruído ambiental é caracterizado pelas diversas fontes que compõem um local de medição. Nunes; Dorneles; Soares (2000) comprovaram que, no caso de mapeamentos sonoros urbanos, o ruído de tráfego veicular é um dos maiores poluidores ambientais. Torija; Ruiz; Ramos (2009) identificaram que as paisagens sonoras nas quais o ruído de tráfego rodoviário predomina, são incômodas e desagradáveis, e apresentam relação linear entre o incremento do fluxo de veículos e as escalas de percepção do incômodo relatadas pela população.

Em um trabalho desenvolvido em Barcelona, Ludlow e Domènech (2009), constataram que o ruído do tráfego veicular se mostrou presente, mesmo que em diferentes intensidades, em toda a área de estudo, inclusive em zonas peatonais, alterando a paisagem sonora destes locais.

O ruído ambiental, particularmente o ruído de tráfego rodoviário urbano, tem, ao longo do tempo, reduzido a qualidade de vida da população e a preocupação pelo mesmo tem adquirido maior relevância. Estudos realizados por Torija et al. (2006), afirmam que, no caso das aglomerações urbanas, o tráfego veicular se mostra como principal fonte de ruído.

### **2.2 Grandezas que caracterizam o ruído de tráfego veicular**

Atualmente, as aglomerações urbanas apresentam um grande número de variáveis que influenciam a propagação do som em ambientes exteriores. Entre elas, é possível citar a geografia, o tipo de urbanização, as variáveis atmosféricas e o número de fontes sonoras, o que dificulta a caracterização de um determinado entorno sonoro. A maior dificuldade para descrever acusticamente uma área, é a variação do ruído no tempo e entre um sítio e outro (SUÁREZ E RECUERO, 2000

apud TORIJA et al. 2006). Segundo Torija et al. (2006), além das variáveis citadas anteriormente, é interessante obter os valores do parâmetro acústico nível de pressão sonora equivalente ( $L_{Aeq}$ ) e dos níveis percentis, para que seja possível estudar o incômodo causado pelo ruído, à população.

Crespo e Rodríguez (2003) observaram que os parâmetros acústicos induzidos pelo tráfego de veículos não dependem exclusivamente do fluxo de veículos, mas também de sua composição e das características das vias urbanas e do entorno arquitetônico.

## 2.2.1 Descritores sonoros

### 2.2.1.1 Nível de pressão sonora equivalente

Segundo Bistafa (2006), para registros sonoros de ruídos não-estacionários, como o ruído de tráfego veicular, é natural que se procure um nível médio durante o período de registro, o que pode ser fornecido através do descritor de nível de pressão sonora equivalente contínuo ( $L_{eq}$ ).

O  $L_{eq}$  é a média energética ponderada, onde cada fator de ponderação é a fração do tempo de ocorrência do nível sonoro. Portanto, representa o potencial de lesão auditiva do nível variável que depende não somente do seu nível como também de sua duração (GERGES, 2000). Pode-se dizer que o  $L_{eq}$  é o nível de ruído contínuo (“fixo”) equivalente ao ruído original, que é variável.

O  $L_{eq}$  é utilizado por diferentes normas relativas à exposição do ruído ambiental. De acordo com a ISO 1996-2 (2007) e a NBR 10151 (ABNT, 2000), o melhor descritor do ruído ambiental é o nível de pressão sonora contínuo equivalente, com ponderação de frequência na curva A, o  $L_{Aeq}$ , e esse tem sido o indicador de ruído usado por excelência.

Entretanto, Torija; Ruiz; Ramos (2007b) afirmam em seu trabalho que, no caso do ruído ambiental com grande contribuição do ruído de tráfego veicular, o  $L_{Aeq}$  é insuficiente e inadequado para descrever o mesmo, sendo necessário também a



análise dos níveis estatísticos, com o objetivo de caracterizar as diferentes situações acústicas encontradas de modo mais preciso.

#### 2.2.1.2 Níveis estatísticos

Segundo a ISO 1996/2 (2007), pode-se realizar distribuição estatística dos níveis de pressão sonora, para análise mais detalhada do ruído ambiental. Nesse caso, faz-se uso dos níveis estatísticos, que correspondem à porcentagem do tempo que um determinado nível sonoro foi excedido durante o período de medição (BISTAFA, 2006). Os níveis estatísticos mais usuais são:

- L90: corresponde ao nível sonoro que foi excedido em 90% do tempo de medição. Geralmente corresponde ao ruído de fundo.

- L50: corresponde ao nível sonoro que foi excedido em 50% do tempo de medição.

- L10: corresponde ao nível sonoro que foi excedido em 10% do tempo de medição. Geralmente corresponde ao ruído de pico.

Segundo Bistafa (2006), os níveis estatísticos são geralmente utilizados para avaliar ruídos de sistemas de transporte, como por exemplo, o ruído de tráfego veicular. Nesses casos, utiliza-se sempre a curva de ponderação A.

Gerges (2000) afirma que, em análises de ruído ambiental, o nível estatístico  $L_{A10}$  representa o ruído de tráfego veicular. Segundo Bruel & Kjaer (2000), uma boa correlação entre aquele descritor e o  $L_{Aeq}$  pode simplificar as análises, possibilitando a utilização de apenas este último como descritor sonoro, quando o ruído de tráfego veicular for a componente preponderante do ruído ambiental.

Estudos mais recentes (Torija; Ruiz; Ramos, 2007b; Torija et al. 2006), tem demonstrado que, dependendo das situações de cada medição, outros descritores podem melhor representar o ruído de tráfego veicular. Torija; Ruiz; Ramos (2007b), perceberam que, em medições com duração superior à uma hora, o  $L_{Aeq}$  o  $L_{A10}$  podem sofrer maior interferência dos chamados eventos anômalos. Os eventos sonoros anômalos são definidos como ocorrências em que o nível de ruído gerado excede o ruído de fundo, em um determinado instante. Em aglomerações urbanas, são relativamente frequentes e se manifestam como sirenes, alarmes, frenagens

bruscas, ruído de escapamentos, etc. O incremento no nível de ruído oriundo dos eventos anômalos acaba interferindo de modo mais significativo em  $L_{A10}$ , uma vez que são eventos de curta duração e eventuais.

Em medições com mais de uma hora de duração, Torija; Ruiz; Ramos (2007b) observaram que os descritores que representam o ruído de fundo ( $L_{A90}$  e  $L_{A99}$ ) apresentaram maior grau de correlação com o fluxo de tráfego veicular do que os descritores que representam os picos de ruído ( $L_{A1}$  e  $L_{A10}$ ) e o  $L_{Aeq}$ .

Em outro trabalho desenvolvido, correlacionando os descritores sonoros com o ruído de tráfego veicular, Torija et al. (2006) encontrou como melhor descritor do ruído de tráfego rodoviário, para medições com uma hora de duração, o  $L_{A50}$ .

### 2.2.1.3 Curva de ponderação A

O ouvido humano é pouco sensível às frequências abaixo de 40 Hz e acima dos 20.000 Hz e, em função disso, níveis de pressão sonora expressos em decibel (dB) não são representativos da sensação auditiva do homem. Para tanto, o nível de pressão sonora deve ser ponderado por um coeficiente, que varia com a frequência, e que permite a relação entre o nível de pressão sonora e a sensibilidade auditiva humana. A escala de ponderação indicada para as medições de ruído ambiental, considerando o ruído de tráfego rodoviário, é a escala de ponderação A, a qual converte os níveis de dB para dB(A) (ISO 1996-2, 2007; ABNT, 2000).

### 2.2.2 Características geométricas do local

As características geométricas do local de medição podem interferir de modo significativo nos níveis de ruído medidos. Em um estudo comparativo entre as cidades de Sheffield, no Reino Unido, e Wuhan, na China, Wang; Kang; Zhou (2007) demonstram efeitos significativos da morfologia urbana da distribuição do ruído.

Segundo Walerian; Janczur; Czechowiz (2001), os níveis de ruído dependem fortemente de condições como dimensões da via, tipo da via, declividade, categorias de veículos, etc. e da estrutura urbana existente ao longo da via.

Dessa forma, se fazem interessantes dados geométricos relativos ao ponto de medição e ao ambiente construído em que se insere, como por exemplo, largura da via, declividade da via, altura média das edificações que margeiam a via, distância entre as fachadas dessas edificações e distância do ponto de medição até a fachada mais próxima (VALADARES, 1997).

Nem sempre maiores volumes de tráfego correspondem a maiores níveis de ruído em função das características de tráfego e condições geométricas das vias. Dependendo das condições do local, um pequeno fluxo de veículos pode gerar altos níveis sonoros (VALADARES; GERGES, 1998; NAGEM, 2004).

Quanto maior a relação entre altura das edificações pela distância entre elas ( $h/d$ ), maior é a possibilidade das reflexões sonoras entre as fachadas interferirem no nível de ruído às margens da via (VALADARES, 1997).

Quando a relação altura/distância entre edifícios ( $h/d$ ) é maior que 1, caracteriza-se o efeito cânion, que pode gerar incrementos significativos nos níveis de ruído (TORIJA; RUIZ; RAMOS, 2007a). Esse tipo de situação é encontrado em centros históricos de antigas cidades, que apresentam ruas estreitas, ou até mesmo em áreas de urbanização recente, onde a verticalização das edificações é estimulada. Huang et al. (2009) mostraram que os cânions urbanos ocasionam alterações na dispersão de poluentes gerados pelos veículos, problemas de radiação do solo e concentração de ruídos, especialmente o ruído de tráfego.

O fenômeno dos cânions urbanos vem se tornando comum devido ao aumento das construções nas cidades, principalmente devido à verticalização das edificações, mesmo em cidades de porte médio, como Maringá (PR), conforme observado por Sapata (2010) e Chapecó, cuja área central é objeto de estudo do presente trabalho. A verticalização é definida a partir dos parâmetros de ordenamento territorial, que determinam a distribuição espacial dos edifícios, a hierarquia viária e as configurações de vias.

Segundo Picaut et al. (2005), em cânions urbanos é possível verificar aumento do tempo de reverberação com o aumento da distância entre fonte e receptor, além de menor atenuação sonora para as baixas frequências. As ondas de

alta frequência são refletidas pelas fachadas das edificações, enquanto as baixas frequências são canalizadas pelo “corredor”, ou seja, pela via.

Além disso, nos centros urbanos, com vias de tráfego intenso cercadas por edificações em altura, os materiais mais comumente utilizados como revestimento das fachadas, como vidro, reboco liso, concreto ou cerâmica, possuem baixos coeficientes de absorção, contribuindo para ao aumento das reflexões sonoras (NIEMEYER; SLAMA, 1998).

Segundo os mesmos autores, a partir das características geométricas do ambiente construído, é possível caracterizar o espaço acústico existente na via, da seguinte maneira:

- espaço acústico fechado (ou em “U”): a via é caracterizada como via em “U” quando se apresenta limitada em ambos os lados, por edificações em altura e sem recuos, o que forma barreiras contínuas, como paredes de um corredor (Figura 2.1).

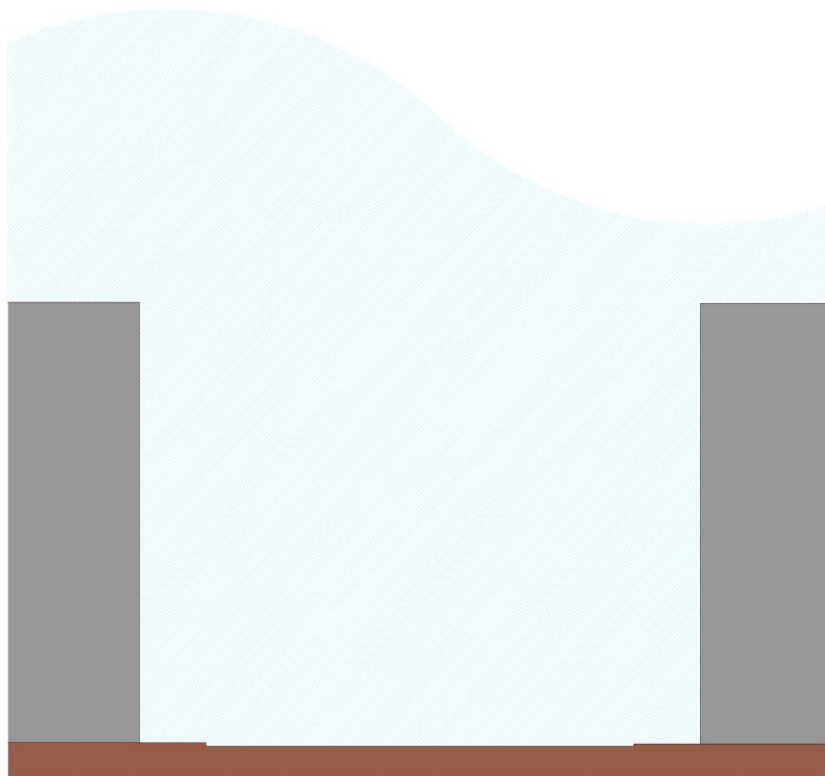


Figura 2.1: Espaço acústico fechado – em “U”.

Fonte: NIEMEYER; SLAMA, 1998. Adaptado por BALZAN, 2011.

Nesses casos, a relação entre altura das edificações e distância entre as fachadas é superior a 0,2. No espaço acústico fechado pode-se encontrar um campo sonoro do tipo semi-reverberante. Como o ruído sofre reflexões, o nível sonoro decai de modo lento. O nível de ruído percebido a partir de uma mesma fonte, com mesma distância até o receptor, em um espaço fechado será sempre superior ao nível recebido em espaço aberto, pois esse nível acaba sendo resultado da soma do som direto com as múltiplas reflexões.

- espaço acústico em “L”: a via pode ser classificada como do tipo em “L” quando os edifícios formam barreira apenas em um dos lados da mesma, ou quando a relação entre a altura das edificações e a distância entre as fachadas é inferior a 0,2.

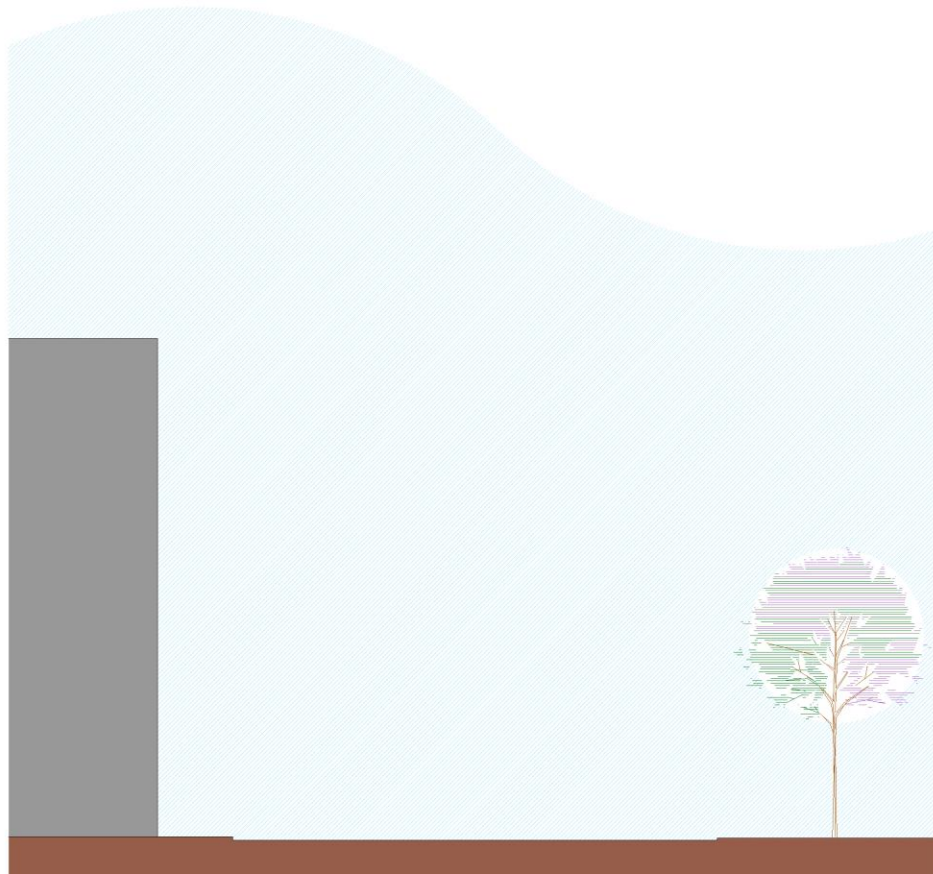


Figura 2.2: Espaço acústico em “L”.

Fonte: NIEMEYER; SLAMA, 1998. Adaptado por BALZAN, 2011.

- espaço acústico aberto: o espaço acústico do tipo aberto, não sofre interferência de reflexões nas limitações das vias. É possível encontrar esse tipo de espaço em vias que apresentam as edificações construídas com significativos recuos frontais, por exemplo. Nesses casos, a atenuação do ruído depende, em sua maior parte, da distância entre fonte e receptor, uma vez que a cada duplicação dessa distância, o nível sonoro sofre redução de aproximadamente 3 dB.

### 2.2.3 Características de tráfego

Para levantamentos de ruído de tráfego veicular, a norma ISO 1996-2 (2007) determina que todos os veículos em tráfego devem ser contados, durante todo o período de medição.

A contagem dos veículos deve ser realizada de modo a se diferenciar, pelo menos, duas categorias, os veículos leves e os veículos pesados. De acordo com a norma ISO 1996-2 (2007), são considerados veículos pesados os que excedem 3500 Kg de massa.

A partir das análises dos resultados do trabalho de mapeamento sonoro e análise do ruído ambiental, realizado na Unicamp, Nagem (2004) sugere que as motocicletas sejam separadas da categoria de veículos leves, por emitirem um ruído muito diferente do ruído gerado por carros, caminhões e outros veículos.

De acordo com o Código Brasileiro de Trânsito (BRASIL, 1997), as vias urbanas abertas à circulação, podem ser classificadas de acordo com sua utilização, em vias de trânsito rápido, arteriais, coletoras e locais, onde são permitidas velocidades de até 80 Km/h, 60 Km/h, 40 Km/h e 30 Km/h, respectivamente. O Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó (PMC, 2004) altera um pouco a nomenclatura de classificação, faz uso do termo via estrutural para as vias arteriais e cria a categoria de Via Central Especial, para classificar uma determinada via da cidade.

## 2.3 Considerações sobre legislação e normativas

### 2.3.1 Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó (PDDTC)

A partir da Lei Complementar N.202, de 06 de janeiro de 2004, foi instituído o Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó (PDDTC), instrumento estratégico de desenvolvimento urbano e territorial do município. Dentre outras atribuições, o PDDTC (PMC, 2004) regulamento o uso e a ocupação do solo urbano.

No que se refere ao uso do solo, o plano diretor municipal classifica as atividades a serem implantadas no município a partir dos seguintes critérios: potencial de degradação ambiental; produção de ruídos; periculosidade; horário de funcionamento; atividades sujeitas a estudo de viabilidade urbanística para sua implantação; e porte.

No que se refere à produção de ruídos, as atividades podem ser classificadas como estabelecimentos geradores de ruído, com possibilidade de correção mediante tratamento acústico, ou estabelecimentos geradores de ruído que necessitem de instalação em áreas e locais especiais (PMC, 2004).

Ainda segundo plano diretor municipal, a emissão de ruídos decorrente de atividade exercida em ambiente confinado, coberto ou não, deverá obedecer aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos pela legislação federal, estadual, municipal e normas técnicas que tratem da emissão de ruídos em ambientes urbanos.

As limitações referentes à ocupação do solo no município de Chapecó são definidas pelos seguintes índices urbanísticos:

- Coeficiente de aproveitamento: define o potencial construtivo do lote, em cada unidade territorial em questão, através do produto entre este e a área do lote.
- Taxa de ocupação: corresponde ao índice urbanístico que limita a máxima projeção ortogonal possível da área construída sobre o lote em questão.
- Recuos e afastamentos: os recuos qualificam os espaços abertos frontais do lote e do lote em relação à via, sendo obtido a partir da projeção ortogonal da construção ao alinhamento predial. Os afastamentos garantem parâmetros mínimos necessários à ventilação e iluminação natural, obtidos pela projeção ortogonal das

laterais e do fundo da edificação às divisas do lote.

- Limite de altura das edificações: é definido pelo número máximo de pavimentos ou pela altura máxima das edificações, sendo considerado como limite o menor valor.

O PDDTC divide o espaço territorial do município em duas macrozonas, compostas por unidades menores, as macroáreas e as unidades funcionais. Dentre as macroáreas que constituem o município, está a Macroárea Urbana Central (MUC), que abrange a área central do município.

A MUC tem por objetivo o equilíbrio entre a promoção das atividades de produção econômica e o uso residencial, possibilitando a solução de conflitos existentes, a qualificação físico-ambiental dos espaços e o melhor aproveitamento da infra-estrutura instalada. Para tanto, é nesta área que se encontram os maiores índices urbanísticos, o que induz o aumento da densidade demográfica nesta região do município. O Quadro 2.1 mostra um comparativo entre os principais índices urbanísticos para as unidades destinadas ao comércio e moradia definidas pelo PDDTC (PMC, 2004), localizadas nas adjacências da área central do município.

<b>Unidade territorial</b>	<b>CA</b>	<b>TOb (%)</b>	<b>TOt (%)</b>	<b>Rec.j (m)</b>	<b>Limite alt. (pavimentos ou m)</b>
Macroárea urbana central – MUC	5,6	90	60	---	14 ou 42
Macroárea urbana de transição – MUT	3,6	80	60	4,0	6 ou 21
Unidade funcional de descentralização do desenvolvimento Nível 1 – UFDD1	3,6	70	60	4,0	8 ou 24
Unidade funcional de descentralização do desenvolvimento Nível 2 – UFDD1	3,6	70	60	---	11 ou 33
Unidade Ambiental de Moradia - UAM	1,8	---	60	4,0	4 ou 15

Quadro 2.1: Principais índices urbanísticos para determinadas macroárea e unidades funcionais do município de Chapecó: coeficiente de aproveitamento (CA), taxa de ocupação da base (TOb), taxa de ocupação da torre (TOt), recuo de ajardinamento (Rec.j), limite de altura (Limite alt.).

Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó (PMC, 2004). Adaptado por Balzan (2011).

A partir do Quadro 2.1, é possível perceber a indução de verticalização por parte do plano diretor municipal, do setor central da cidade, constituído, em sua totalidade, pela Macroárea urbana central e pela Macroárea urbana de transição.



### 2.3.2 Lei Complementar Municipal N.4/1990 e Decreto Estadual N.14.250/1981

A Lei Complementar N.4, de 31 de maio de 1990, foi, em sua maior parte, revogada pela Lei Complementar N.202/2004 - PDDTC, excetuando-se dois títulos, entre eles, o Título II, que dá as providências referentes ao Código de Posturas do município.

No Capítulo XIV, do Título II, a referida lei de 1990 trata “Do sossego público” e pode-se destacar o artigo que determina que, antes das 7h00min e após às 22h00min, é expressamente proibido perturbar o sossego público com ruído excessivo. Além disso, proíbe a localização de estabelecimentos de diversões ruidosas em locais compreendidos em área formada por um raio de 200 m de hospitais, casas de saúde ou maternidades, escolas e congêneres.

O Capítulo V da Lei Complementar N.4/1990 aborda o “Controle de sons e ruídos”, determinando que deve-se seguir o Decreto Estadual N.14.250/1981, o qual utiliza as normativas da ABNT e suas atualizações, como parâmetros a serem seguidos.

Assim sendo, o município opta por utilizar os níveis, critérios e diretrizes estipulados pelas NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987) como parâmetros para controle do ruído ambiental na cidade de Chapecó.

### 2.3.3 Normas NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987)

A NBR 10151 (ANBT, 2000), intitulada “Acústica: avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento”, fixa as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades; especifica um método para medição de ruído e um método para avaliação a partir do nível de pressão sonora equivalente ( $L_{Aeq}$ ), em dB(A).

A norma referida define níveis critérios de avaliação para ambientes externos, de acordo com as atividades predominantes em determinada área e o período do dia, conforme pode ser observado no quadro 2.1.

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

Quadro 2.2: Nível critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).  
Fonte: ABNT, 2000.

A NBR 10152 (ABNT, 1987), cujo título é “Níveis de ruído para conforto acústico”, fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico, em ambientes internos diversos. Os níveis superiores aos estabelecidos nesta tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde.

#### 2.3.4 Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA

Dentre as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que se referem ao ruído, merecem destaque as resoluções CONAMA N.001/90 e CONAMA N.002/90, que abordam a questão do ruído ambiental.

A resolução CONAMA N.001/90 (CONAMA, 1990a) estabelece critérios, padrões, diretrizes e normas que regulam a poluição sonora e define que são considerados prejudiciais à saúde e ao sossego público os níveis de pressão sonora superiores aos considerados aceitáveis pelas normas NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987).

A resolução CONAMA N.002/90 (CONAMA, 1990b) estabelece normas, métodos e ações para controle do ruído excessivo. Segundo a resolução citada, os problemas de poluição sonora agravam-se ao longo do tempo nas áreas urbanas, e som em excesso é uma séria ameaça a saúde, ao bem-estar público e a qualidade de vida. O crescimento demográfico descontrolado nos centros urbanos acarreta concentração de diversos tipos de fontes de poluição sonora.

Assim sendo, CONAMA (1990b) institui o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – SILÊNCIO. O Programa Silêncio tem por objetivos,

dentre outros, promover cursos de capacitação para o controle da poluição sonora, divulgação dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído, incentivar a redução dos níveis de pressão sonora emitidos por máquinas e equipamentos de diversos gêneros e tomar providências de combate à poluição sonora urbana em todo o território nacional.

Segundo Jiménez et al. (2006), apesar do planejamento urbano ser importante para a prevenção dos problemas de ruído, é difícil aliar ambos quando se trata de territórios já consolidados ou de cidades muito compactas, como é o caso da maioria. Em seu estudo referente ao ruído de tráfego, mobilidade urbana e planejamento urbano, o autor desenvolve uma série de ações, constituindo um plano geral de combate ao ruído, o qual pode ser válido como instrumento de definição de planos de desenvolvimento territorial em municípios. A seguir, são listadas algumas das ações propostas:

- plano de mobilidade: contemplando as necessidades e motivos de mobilidade do município, assim como os meios de transporte existentes no mesmo. O objetivo de tal plano deve ser a racionalização do tráfego, com a proposição de ações destinadas à redução da densidade de tráfego, restrições de circulação de veículos pesados, implementação de ciclovias e peatonais.
- plano para descongestionar zonas saturadas acusticamente: através do desvio de tráfego a vias onde os conflitos sejam menores, alocação de vias para veículos pesados e definição de zonas e horários de carga e descarga, por exemplo.
- plano de pavimentação: buscar a aplicação de materiais de revestimento menos ruidosos nas vias.
- planejamento urbano: garantir que a configuração espacial da cidade, no que tange à malha urbana e às edificações, desenvolva de modo a minimizar o impacto acústico.

O ruído está entre os critérios ambientais que pode definir o volume de tráfego máximo de uma via, em determinada área (VALADARES, 1997). Segundo Niemeyer & Santos (2001), os espaços urbanos, a partir do seu desenho, podem contribuir para a qualidade acústica das cidades. A compreensão dos mecanismos de propagação do som através da malha urbana é, portanto, elemento fundamental para o controle do ruído nas cidades (NIEMEYER E SANTOS, 1998).

Fritsch (2006) afirma que o ato do planejamento de cidades e edifícios na atualidade tem relegado a área de conforto acústico a um segundo plano. Há a premente necessidade da mudança do paradigma vigente, onde a cultura do não planejamento impera nos órgãos das mais variadas esferas federais, estaduais e municipais.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 A cidade de Chapecó**

Localizada na região oeste catarinense, Chapecó faz divisa ao sul com o estado do Rio Grande do Sul, através do Rio Uruguai, localização geográfica esta, que influenciou sua conformação histórica e sócio-territorial. Atualmente, possui população de aproximadamente 180.000 habitantes (IBGE, 2010) e integra a Associação dos Municípios do Oeste Catarinense (AMOSC), funcionando como pólo de cerca de 200 municípios. Aproximadamente 92% dos habitantes da cidade residem no perímetro urbano, o qual apresenta, atualmente, em torno de 115 Km<sup>2</sup>, o que corresponde a aproximadamente 18% da área total o município (IBGE, 2010).

A economia do município é baseada na agroindústria, a qual se apresenta consistente desde a década de 1970 e foi progressivamente estruturada para inserir-se no atual de processo de produção mundial, através do apoio do Estado às elites locais (FUJITA, 2008), justificando o destaque de Chapecó enquanto economia nacional.

Assim como outras indústrias, pequenas e médias, as redes de comércio, serviços, órgãos e instituições existentes no município, tiveram seu surgimento relacionado às agroindústrias, o que contribuiu para o crescimento urbano da cidade. Atualmente, é possível notar a existência de autonomia tecnológica, a qual tem conseguido fazer frente a empresas européias e nacionais (FUJITA, 2008), contribuindo também para o fortalecimento das instituições de ensino.

Alba (2002), analisa os fluxos que interligam município de Chapecó a outras localidades, em função das dinâmicas produtivas, e os relaciona: i) com outros centros do país e exterior em função da importação e exportação de máquinas, equipamentos, serviços e produtos; ii) com a estrutura intra-urbana e regional devido à formação dos clusters produtivos; e iii) com o espaço rural pautado pela estruturação agrícola orientada à produção agroindustrial e dos mercados nacional e internacional.

O tecido urbano de Chapecó se desenvolveu a partir do traçado ortogonal em forma de malha e estruturado por largas avenidas orientadas no sentido norte-sul e leste-oeste.

As atividades comercial, institucional e de serviços, consolidadas a partir de 1950, com a implantação das agroindústrias, foram concentradas na área central do município, mais precisamente na Av. Getúlio Vargas e suas paralelas, as avenidas Nereu Ramos e Fernando Machado (FUJITA, 2008). Essa concentração e sua intensificação a partir da década de 90 se deu, em grande parte, graças aos parâmetros urbanísticos (uso do solo e gabaritos) permitidos. Assim, atualmente a área central apresenta a concentração das atividades do setor terciário, sendo altamente requisitada e valorizada.

### **3.2 Levantamento de dados**

Através do levantamento realizado na área central de Chapecó, nos meses de abril e maio de 2011, foram coletados dados referentes ao ruído rodoviário, dados de tráfego veicular, dados meteorológicos e dados relacionados ao ambiente construído em questão, chamados aqui de dados geométricos.

#### **3.2.1 Seleção e localização da área de estudo**

Definiu-se como objeto de estudo a área central da cidade de Chapecó, caracterizada pelo setor comercial da cidade e pela concentração do setor de serviços também. Nessa região se localizam as maiores escolas do município, assim como as principais agências bancárias, clínicas e centros médicos. A área central do município, além da importância na economia, possui valor histórico por apresentar também as edificações mais antigas da cidade, a catedral católica e as primeiras sedes do governo municipal. Foi a partir da Avenida Getúlio Vargas que a cidade se desenvolveu territorialmente.

Com o objetivo de caracterizar o impacto ambiental causado pelo ruído de tráfego rodoviário na área central de Chapecó, definiu-se como objeto de estudo a área delimitada pelas vias Av. General Osório a oeste, Av. Nereu Ramos a leste, Rua Quintino Bocaiúva a norte e Rua Clevelândia a sul.



Figura 3.1: Localização da área de estudo em relação ao mapa de Chapecó  
Fonte: PMC, 2004. Adaptado por BALZAN, 2011

A área de estudo é permeada por vias arteriais e coletoras, que conectam importantes equipamentos da cidade, sendo portanto vias de grande fluxo. As Ruas Quintino Bocaiúva, Benjamin Constant, Marechal Deodoro da Fonseca, Marechal Bormann, Barão do Rio Branco, Marechal Floriano Peixoto e Clevelândia, são vias coletoras, que fazem a conexão leste/oeste das extremidades da área. Já as Avenidas Nereu Ramos, Getúlio Vargas, Fernando Machado, Porto Alegre e General Osório são vias arteriais, de fluxo de tráfego veicular mais intenso, pois conectam a cidade como um todo no sentido norte/sul. A Av. Getúlio Vargas, é classificada pelo PDDTC (PMC, 2004) como Via Central Especial, dado seu valor histórico. É importante destacar também a Av. General Osório, caracterizada pelo fluxo de veículos pesados, devido ao fato de ligar as divisas norte e sul da cidade.





um espaçamento que evitasse a localização de pontos em meios de quadra ou sobre edificações.

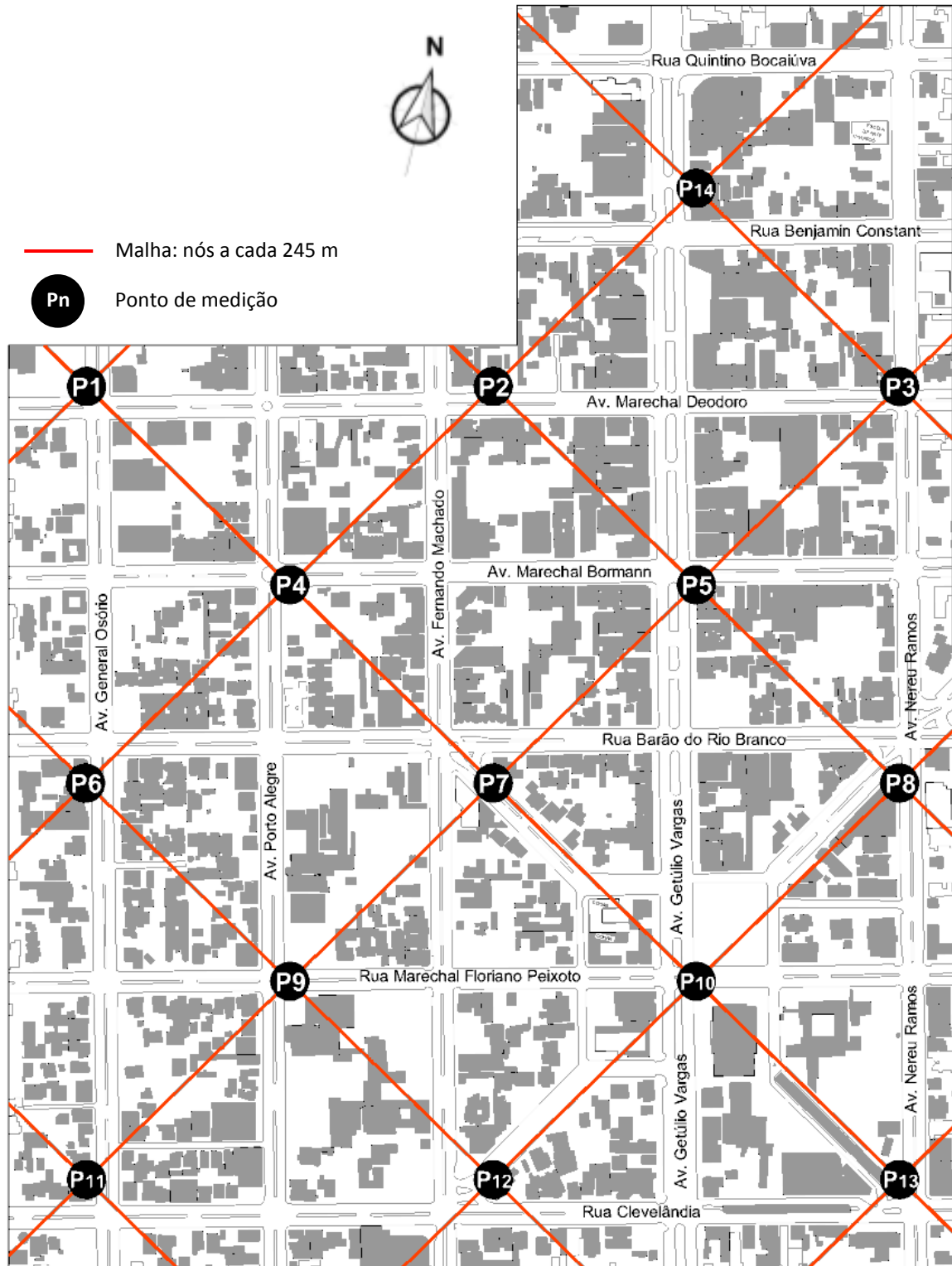


Figura 3.3: Mapeamento dos pontos de medição (PMC, 2004. Adaptado por BALZAN, 2011).

O posicionamento dos pontos de medição foi determinado de modo a minimizar a interferência de pedestres ou de veículos que porventura possam parar ou estacionar defronte aos referidos locais. Dessa forma, alguns pontos foram deslocados para permitir a coleta, sendo que, sempre que possível, manteve-se a localização segundo a malha definida.

Assim sendo, as medições foram realizadas nas vias arteriais de sentido norte-sul. Uma vez que os nós situam-se em cruzamentos, optou-se por realizar a coleta de dados nestas vias por apresentarem maior diversidade de fluxo entre si. Na Figura 3.3, a distribuição dos pontos nas vias e no Quadro 3.1 observa-se a distribuição dos pontos ao longo das vias analisadas.

<b>Ponto</b>	<b>Via</b>
P1, P6, P11	Av. General Osório
P4, P9	Rua Porto Alegre
P2, P7, P12	Av. Fernando Machado
P14, P5, P10	Av. Getúlio Vargas
P3, P8, P13	Av. Nereu Ramos

Quadro 3.1: Distribuição dos pontos de medição na área de estudo

### 3.2.3 Período de coleta dos dados

Todas as medições (acústicas, meteorológicas, de tráfego, ambiente construído) foram realizadas em dias úteis, de segunda-feira a sexta-feira, com o intuito de refletirem as características típicas do local a ser mapeado.

A delimitação dos horários de medição dos níveis de ruído se deu pelos chamados horários de pico, nos quais percebeu-se um incremento no fluxo de tráfego veicular rodado. Desta forma, as medições ocorreram nos períodos das 7h30min às 9h00min, das 11h30min às 13h00min e das 17h30min às 19h00min. A coleta de dados foi realizada entre os meses de abril e maio de 2011. Na Figura 3.2, observa-se a distribuição dos pontos de acordo com os dias de medição. A sequência dos pontos foi definida por sorteio. Nos espaços preenchidos pela cor

cinza, não possível realizar o levantamento em função das condições climáticas destes dias e horários.

<b>Segunda-feira</b>	<b>Terça-feira</b>	<b>Quarta-feira</b>	<b>Quinta-feira</b>	<b>Sexta-feira</b>
		<b>13/04/11</b>	<b>14/04/11</b>	<b>15/04/11</b>
			7:30 – 9:00 hs <b>P1</b>	
			11:30 – 13:00 hs <b>P9</b>	11:30 – 13:00 hs <b>P7</b>
		17:30 – 19:00 hs <b>P1</b>		
<b>18/04/11</b>	<b>19/04/11</b>	<b>20/04/11</b>	<b>21/04/11</b>	<b>22/04/11</b>
7:30 – 9:00 hs <b>P10</b>	7:30 – 9:00 hs <b>P5</b>	7:30 – 9:00 hs <b>P4</b>		
	11:30 – 13:00 hs <b>P10</b>	11:30 – 13:00 hs <b>P11</b>		
	17:30 – 19:00 hs <b>P2</b>			
<b>25/04/11</b>	<b>26/04/11</b>	<b>27/04/11</b>	<b>28/04/11</b>	<b>29/04/11</b>
	7:30 – 9:00 hs <b>P12</b>	7:30 – 9:00 hs <b>P11</b>	7:30 – 9:00 hs <b>P9</b>	7:30 – 9:00 hs <b>P6</b>
11:30 – 13:00 hs <b>P6</b>	11:30 – 13:00 hs <b>P5</b>	11:30 – 13:00 hs <b>P12</b>	11:30 – 13:00 hs <b>P13</b>	11:30 – 13:00 hs <b>P2</b>
17:30 – 19:00 hs <b>P8</b>	17:30 – 19:00 hs <b>P7</b>	17:30 – 19:00 hs <b>P11</b>	17:30 – 19:00 hs <b>P4</b>	17:30 – 19:00 hs <b>P13</b>
<b>02/05/11</b>	<b>03/05/11</b>	<b>04/05/11</b>	<b>05/05/11</b>	<b>06/05/11</b>
	7:30 – 9:00 hs <b>P8</b>	7:30 – 9:00 hs <b>P13</b>	7:30 – 9:00 hs <b>P3</b>	7:30 – 9:00 hs <b>P14</b>
	11:30 – 13:00 hs <b>P1</b>	11:30 – 13:00 hs <b>P4</b>	11:30 – 13:00 hs <b>P14</b>	11:30 – 13:00 hs <b>P3</b>
	17:30 – 19:00 hs <b>P6</b>	17:30 – 19:00 hs <b>P5</b>	17:30 – 19:00 hs <b>P9</b>	17:30 – 19:00 hs <b>P12</b>
<b>09/05/11</b>	<b>10/05/11</b>	<b>11/05/11</b>	<b>12/05/11</b>	<b>13/05/11</b>
7:30 – 9:00 hs <b>P2</b>			7:30 – 9:00 hs <b>P7</b>	
11:30 – 13:00 hs <b>P8</b>				
		17:30 – 19:00 hs <b>P14</b>	17:30 – 19:00 hs <b>P3</b>	17:30 – 19:00 hs <b>P10</b>

Quadro 3.2: Horários da coleta de dados e sequência dos pontos de medição

Segundo a NBR 10151 (ABNT, 2000), o tempo de medição deve permitir a caracterização do ruído em estudo, podendo envolver uma medição de única mostra ou uma sequência delas. Assim sendo, observando as características do trânsito local, optou-se por realizar as medições em períodos de 1h30min, com aquisição de dados a cada 5 min. Assim, em cada ponto os dados foram coletados das 7h30min

às 9h00min (pico da manhã), das 11h30min às 13h00min (pico do meio-dia) e das 17h30min às 19h00min (pico da noite), sendo que para cada um destes períodos foram realizadas 18 coletas de 5 min cada. Segundo Murgel (2007), em vias de tráfego intenso um tempo de amostragem de 5 a 10 minutos é suficiente para fornecer resultados representativos.

Os períodos foram medidos com cronômetro digital com alarme, sincronizado ao relógio do medidor, o qual foi programado para iniciar um novo registro a cada 5 min.

### 3.3 Grandezas coletadas nas medições

Todas as grandezas coletadas para a realização do presente estudo foram definidas de acordo com a ISO 1996 (Parte 1, 2003; Parte 2, 2007; Parte 3, 1987), a NBR 10151 (ABNT, 2000) e com recomendações de outros estudos e trabalhos desenvolvidos na mesma linha de pesquisa (NARDI, 2008; FRITSCH, 2006; NAGEM 2004; VALADARES, 1997).

#### 3.3.1 Grandezas acústicas

De acordo com a ISO 1996-2 (2007), o melhor descritor do ruído ambiental é o nível de pressão sonora equivalente contínuo, com ponderação de frequência na curva A, o  $L_{Aeq}$ . Entretanto, além do  $L_{Aeq}$ , optou-se por medir também os níveis percentis  $L_{A1}$ ,  $L_{A5}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A95}$  e  $L_{A99}$ , o nível máximo  $L_{Amáx}$ , e o nível mínimo  $L_{Amín}$ , todos com ponderação em A, e o nível de pico  $L_{Zpico}$ . Todas as medições foram realizadas com o tempo de resposta de ponderação S (*slow*) por permitir melhor reprodutibilidade. Foi registrado também, durante todo o período, o espectro sonoro de  $L_{máx}$ ,  $L_{mín}$  e  $L_{eq}$ , sem ponderação, com tempo de resposta em F (*fast*).

Para a coleta das grandezas acústicas, foi utilizado um medidor de nível sonoro modelo 2270, da marca Bruel & Kjaer, de classe 1, atendendo portanto às determinações da ISO 1996-1 (2003). O medidor foi programado no módulo

Enhanced Logging Software Module BZ-7225 por ser esse o módulo que permite uma medição contínua, com registro de dados em períodos de tempo gerenciáveis, atendendo às necessidades de medição definidas em 3.2.3. Conectado ao medidor, foi utilizado um microfone com resposta a incidência de campo livre, de meia polegada de diâmetro, modelo 4189, da marca Bruel & Kjaer.

Após posicionar o medidor e acoplar o microfone para dar início a cada série de medição, era feita a calibração acústica do equipamento, seguindo as instruções do fabricante e das normativas NBR 10151 (ABNT, 2000) e ISO 1996-2 (2007). Para isso, utilizou-se um calibrador de classe 1, modelo 4231, da marca Bruel & Kjaer. Depois da calibração acústica era acoplado um filtro protetor ao microfone, com o objetivo de reduzir interferências do vento. Ao final da série, o equipamento era novamente calibrado, atendendo às exigências da ISO 1996-2 (2007). Para transferir os dados do medidor para um computador, foi utilizado o software BZ-5503, também da Bruel & Kjaer.

O medidor, em todos os pontos em que foi realizada a coleta de dados, foi posicionado a 1,20 m do chão, com o auxílio de um tripé, e a pelo menos 3,5 m de qualquer anteparo reflexivo, considerando muros, fachadas e veículos estacionados. Para facilitar a execução das medições, foi encaminhada para o Departamento de Trânsito Municipal uma solicitação para uso das faixas de estacionamento das vias onde se desejava coletar os dados. Dessa forma, na maioria dos pontos o medidor foi posicionado em uma vaga de estacionamento, distante pelo menos 0,5 m da faixa de rolamento, como exigem a ISO 1996-2 (2007) e a NBR 10151 (ABNT, 1987), com as duas vagas de estacionamento adjacentes livres (Figuras 3.4 e 3.5). Fez-se, em todas as medições, o isolamento da área com cones sinalizadores, para evitar o trânsito de pedestres próximo ao medidor. Em apenas um ponto (P5) o medidor foi localizado no canteiro central, em função do grande fluxo de pessoas e veículos próximo ao ponto, o que oferecia riscos ao equipamento e interferência de outras fontes sonoras.



Figura 3.4: Posicionamento do medidor para realização do levantamento – ponto de medição 9.



Figura 3.5: Posicionamento do medidor para realização do levantamento – ponto de medição 6.

Foram monitorados e registrados durante todo o período de medição os eventos acústicos alheios ao ruído de tráfego veicular, como buzinas, alarmes, batidas, gritos, etc, os chamados eventos sonoros anômalos. Tais eventos podem interferir no registro dos níveis de pressão sonora e o monitoramento dos mesmos pode auxiliar a análise dos dados coletados.

### 3.3.2 Grandezas de tráfego veicular

Segundo a ISO 1996-2 (2007), deve-se contar o número de veículos durante todo o período de medição do  $L_{Aeq}$  e essa contagem deve distinguir os veículos em, pelo menos, duas categorias: veículos leves e veículos pesados. São considerados veículos pesados os que excedem 3500 kg de massa.

Assim sendo, foram contados, separadamente, veículos leves, veículos pesados e motocicletas, em função da distinção do ruído gerado pelas categorias citadas. A contagem de cada categoria foi realizada no mesmo período de 5 min, definido para o registro do nível de pressão sonora, durante todo o período de 1h30min.

A contagem foi feita de modo manual, sendo que para cada categoria designou-se uma pessoa da equipe. Em todas as vias em que se realizou o levantamento foram contados os veículos que passavam em frente ao medidor, em ambos os sentidos de fluxo.

### 3.3.3 Grandezas meteorológicas

De acordo com a norma ISO 1996/1 (2003), os níveis sonoros são afetados pelas condições meteorológicas e, segundo ISO 1996/3 (1987), as alterações nas mesmas podem afetar o nível de pressão sonora recebido caso a distância entre a fonte sonora e o receptor seja superior a 30 m.

A ISO 1996/2 (2007) recomenda que durante a realização das medições sejam descritas e monitoradas condições meteorológicas como a velocidade do ar, a

direção dos ventos, cobertura de nuvens, temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e ocorrência de precipitação. Durante as medições, a pista de rolamento deve estar seca, sem lâminas de água, gelo ou neve.

Carey (1996) determinou, para medições de nível de pressão sonora, que as condições de temperatura do ar e umidade relativa do ar devem estar entre os limites de  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $50^{\circ}\text{C}$  e 30% e 90%, respectivamente. Palhares et al. (1996) afirmam que, para os mesmos fins, tais condições devem se enquadrar nas faixas de  $10^{\circ}\text{C}$  a  $35^{\circ}\text{C}$  e 40% a 90%.

Portanto, considerando as recomendações da norma ISO 1996 (Parte 1, 2003; Parte 2, 2007; Parte 3, 1987) e as metodologias definidas por Carey (1996) e Palhares et al (1996), foram descritas e monitoradas, durante os períodos de coleta dos dados acústicos, a temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) e a umidade relativa do ar (%), sendo que, em condições fora dos limites definidos por Palhares et al (1996), não foram realizadas medições. Nenhuma medição foi realizada em dia de chuva ou com a pista de rolamento úmida.

A temperatura do ar e a umidade relativa do ar foram monitoradas e registradas com o auxílio de um termo-higrômetro digital modelo THAL-300, da marca Instrutherm, localizado sempre à sombra, o mais próximo possível do medidor de nível de pressão sonora. Não foi possível registrar a velocidade do vento. Os registros dos elementos meteorológicos foram feitos a cada cinco minutos, acompanhando os períodos de registro das grandezas acústicas.

#### 3.3.4 Grandezas geométricas

Para o desenvolvimento do estudo foram coletados dados referentes às características geométricas da área de estudo, em cada ponto de medição. Estas grandezas geométricas e suas respectivas unidades encontram-se descritas no Quadro 3.3.



Grandeza	Símbolo	Unidade
Largura da via	$L_v$	m
Largura do passeio	$L_p$	m
Largura do canteiro central	$L_c$	m
Declividade da via	$i$	%
Altura das edificações	$h$	m
Distância entre as edificações	$d$	m
Pavimentação do passeio	$P_p$	-
Pavimentação da via	$P_v$	-

Quadro 3.3: Grandezas geométricas

Para o levantamento da altura das edificações, foi desenvolvido um mapa de uso do solo, com as atividades de cada edificação, e de gabaritos, com a quantidade de pavimentos das edificações existentes na área, utilizando de base os mapas disponibilizados pela prefeitura municipal, com o objetivo de caracterizar o espaço acústico em cada ponto de medição. Todos os pontos foram registrados fotograficamente.

### 3.4 Análise dos resultados

Os resultados foram analisados a partir do comparativo entre os níveis de pressão sonora coletados e o volume de tráfego, de acordo com a composição do mesmo.

Foram realizadas análises de regressão e dispersão linear em dois momentos. Primeiramente, foram correlacionados entre si os descritores  $L_{Aeq}$  e  $L_{A10}$ . Depois, os descritores sonoros  $L_{Aeq}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  foram analisados em função do volume de tráfego.

Os valores de  $L_{Aeq}$  coletados nos três horários de medição, em cada ponto, foram analisados também a partir de distribuição de frequência relativa e posteriormente agrupados de acordo com a curva de frequência que apresentaram.

A partir dos valores de  $L_{Aeq}$  coletados para os três horários de medição, foram desenvolvidos mapas acústicos para área de estudo, englobando todos os pontos medidos.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A seguir, são apresentados os dados levantados na área de estudo delimitada no Capítulo 3. Foram relacionadas informações relativas às grandezas de tráfego, às grandezas geométricas, às grandezas meteorológicas e às grandezas acústicas e são apresentadas também as análises e discussão realizadas a partir dos dados.

Com o objetivo de melhor compreender a área estudada, os dados foram analisados e agrupados via a via em função das características de fluxo e hierarquia das mesmas. Assim, podem ser observados agrupamentos de dados referentes a cinco vias: Av. General Osório, Rua Porto Alegre, Av. Fernando Machado, Av. Getúlio Vargas e Av. Nereu Ramos.

### **4.1 Grandezas de tráfego**

Os dados de tráfego coletados foram agrupados via a via, com o intuito de caracterizar cada uma delas. Assim, observa-se na tabela 4.1 a composição do tráfego em cada via analisada, com fluxo de tráfego com valores globais e médias dos três horários de medição, para total de veículos (QT), veículos leves (QL), veículos pesados (QP) e motocicletas (QM). A Av. General Osório foi a que apresentou maior porcentagem de veículos pesados em sua composição total, 15,5% do total. Acredita-se que, se os levantamentos fossem realizados fora do horário de pico, essa porcentagem seria ainda maior, em função de muitos veículos leves utilizarem essa via como escape nos horários de pico. Gráficos mais detalhados, com a composição de tráfego em cada ponto e em cada horário, são apresentados e discutidos nas figuras 4.18, 4.19, 4.20, 4.21 e 4.22.

Em contrapartida, a Av. Getúlio Vargas foi a que apresentou menor porcentagem de veículos pesados em sua composição de tráfego, 4,7% do total. Isso se deve ao fato de o poder público municipal limitar o trânsito de veículos pesados (caminhões) nesta via ao período matutino e de a mesma não receber ônibus de transporte coletivo no trecho delimitado pelas vias R. Duque de Caxias e R. São Pedro.

Tabela 4.1 – Composição do tráfego veicular em cada via

Via	QT		QL		QP		QM	
	Total	Média	Total	Média	Total	Média	Total	Média
Av. General Osório	15608	1734,2	10884	1209,3	2414	268,2	2276	252,9
Rua Porto Alegre	7386	1231,0	6004	1000,7	350	58,3	1032	172,0
Av. Fernando Machado	11166	1240,7	8564	951,6	1123	124,8	1479	164,3
Av. Getúlio Vargas	19920	2213,3	16163	1795,9	497	55,2	3260	362,2
Av. Nereu Ramos	13415	1490,6	10248	1138,7	1289	143,2	1878	208,7

Na figura 4.1, pode-se perceber a configuração da hierarquia viária da área de estudo, segundo o PDDTC (PMC, 2004). Observa-se que, dentro da área estudada a maioria das vias no sentido norte-sul são vias estruturais (arteriais), dada a importância de conexão das mesmas, assim como seu volume de tráfego. As vias Av. Fernando Machado e Av. Nereu Ramos podem ser destacadas também por serem corredores de ônibus e a Av. General Osório por fazer a conexão entre a rodovia BR-480 e o restante a cidade, apresentando, portanto, maior participação de veículos pesados em sua composição de tráfego.

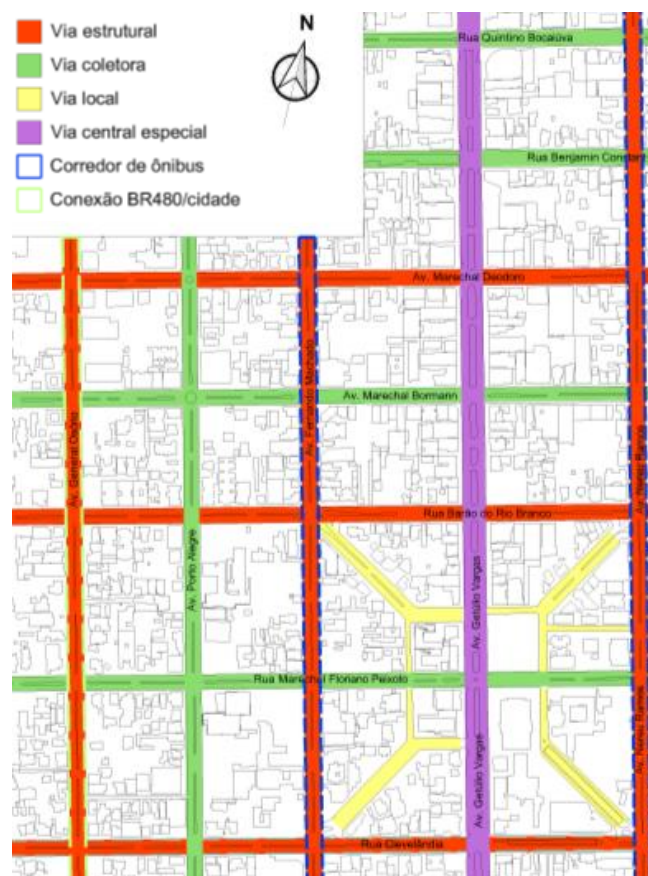


Figura 4.1 – Mapa de hierarquia viária da área de estudo.

Fonte: PMC, 2004. Adaptado por BALZAN, 2012.

Assim, das cinco vias analisadas, apenas a Av. Getúlio Vargas é classificada como central especial e a R. Porto Alegre como coletora, sendo que as demais se enquadram na categoria via estrutural.

Durante as medições, percebeu-se que algumas especificidades de cada ponto em termos de características de trânsito podem fazer diferença nas análises posteriores. Assim, na tabela 4.2 é possível observar essas características, em cada ponto de medição. Diferenças de localização dos pontos quanto à topografia e ao tipo de fluxo, por exemplo, podem mascarar resultados, como foi percebido na análise realizada no ponto de medição P3 (item 4.2.5.1).

Tabela 4.2 – Características de controle de tráfego em cada ponto, com topografia (Topogr) e distância do ponto de medição até o cruzamento (dCr).

Via	Hierarquia	Pto	Fluxo	Controle	Topogr	dCr (m)
Av. General Osório	Estrutural	P1	Intermitente	Sinaleira	Aclive	25
		P6	Contínuo	---	Aclive	45
		P11	Contínuo	---	Declive	25
R. Porto Alegre	Coletora	P4	Contínuo	Rotatória	Plano	25
		P9	Contínuo	---	Declive	65
Av. Fernando Machado	Estrutural	P2	Intermitente	Sinaleira	Plano	23
		P7	Intermitente	Sinaleira	Plano	46
		P12	Contínuo	---	Plano	50
Av. Getúlio Vargas	Estrutural	P14	Contínuo	---	Plano	79
		P5	Contínuo*	Sinaleira	Aclive	12
		P10	Contínuo	Rotatória	Plano	35
Av. Nereu Ramos	Estrutural	P3	Intermitente	Sinaleira	Aclive	30
		P8	Intermitente	Sinaleira	Plano	20
		P13	Contínuo	---	Plano	12

\*P5 está localizado em cruzamento com sinaleira, entretanto, seu fluxo foi considerado contínuo em função de o levantamento ter sido realizado próximo do cruzamento entre as vias, sendo que sempre havia uma via com veículos em movimento.

## 4. 2 Grandezas geométricas

Quando os dados acústicos são relacionados com os dados geométricos, percebe-se a influência de grandezas como declividade da via, largura da via e distância entre edificações sobre os valores de  $L_{Aeq}$  medidos (VALADARES, 1997).

Isso pode ser comprovado nas análises da Av. Getúlio Vargas, quando comparados os pontos P5 e P10 (item 4.4.1.4). As reflexões sonoras existentes no espaço acústico fechado influenciam os níveis de pressão sonora medidos nas margens da via. Segundo Valadares (1997), quanto maior a relação h/d maior pode ser essa influência (Tabela 4.6).

É possível perceber nas figuras 4.2 e 4.3 que em toda a área estudada predominam as edificações de uso comercial e misto, de até três pavimentos. Algumas unidades possuem altura superior, passando de oito pavimentos, em alguns casos. Esses edifícios são os mais recentes construídos na área. Em muitos lotes foram encontradas edificações em execução, sendo que a maioria delas atingirá em torno de 42,0 m de altura, demonstrando uma verticalização em andamento, no centro da cidade.

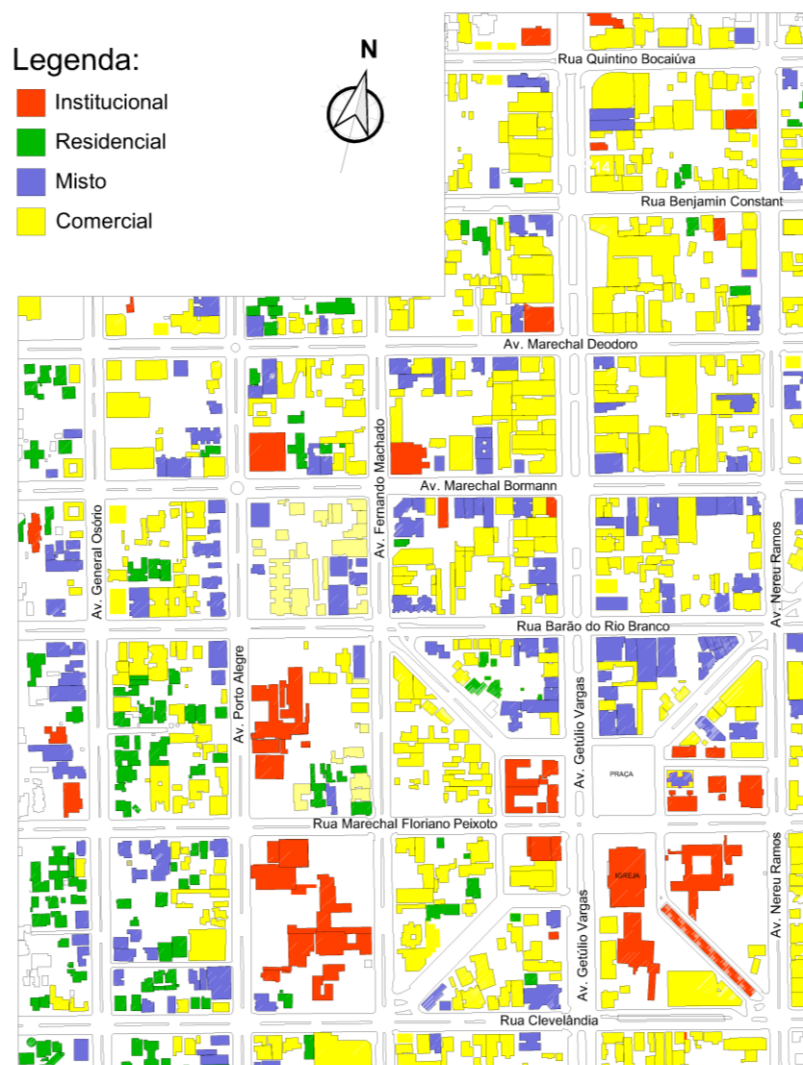


Figura 4.2 – Mapa de uso do solo da área de estudo.

Fonte: PMC, 2004. Adaptado por BALZAN, 2012.

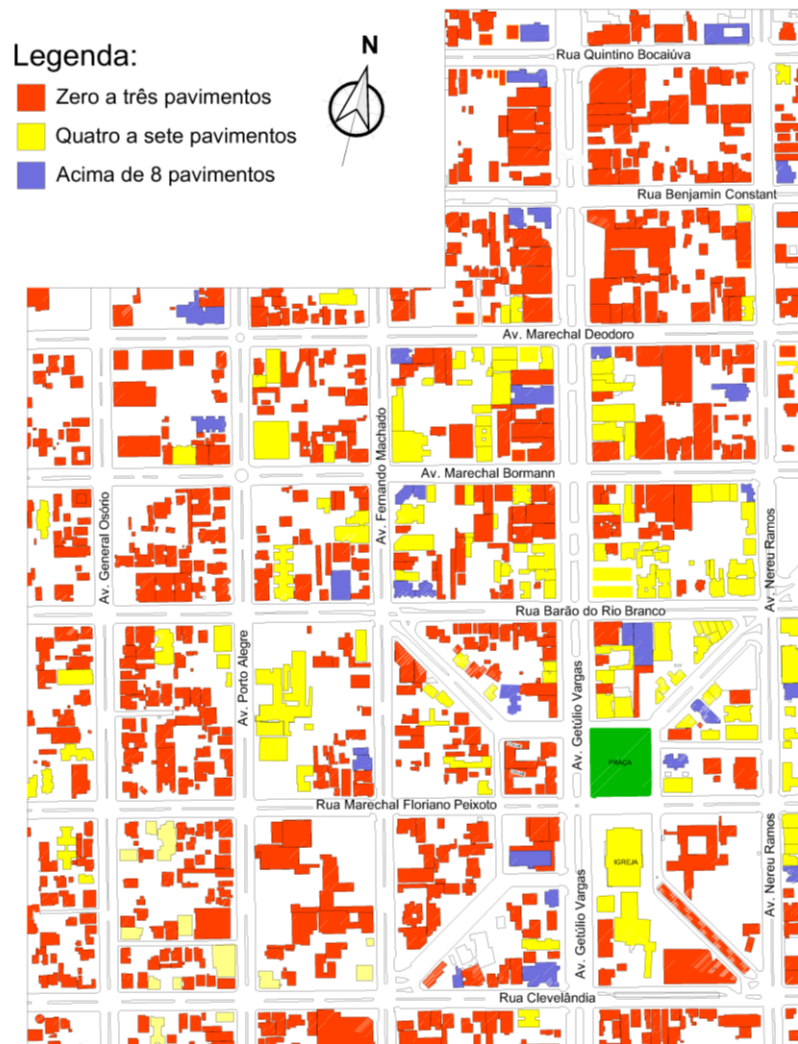


Figura 4.3 – Mapa de pavimentos (gabaritos) da área de estudo.

Fonte: PMC, 2004. Adaptado por BALZAN, 2012.

#### 4.2.1 Avenida General Osório

A Av. General Osório é caracterizada pela presença de edificações de até três pavimentos, em sua maioria, sendo que em algumas quadras predomina o uso comercial e em outras o residencial. A caixa viária (Lv+Lp) no trecho analisado apresenta dimensão média de 21,7 m, configurada por quatro faixas de rolamento (duas em cada sentido de fluxo), duas faixas de estacionamento do tipo paralelo, uma em cada pista, canteiro central e dois passeios. A maior parte dos lotes edificadas ainda possui recuo frontal. Na Av. General Osório foram locados os

pontos de medição P1, P6 e P11 e as grandezas geométricas do ambiente construído no qual estão inseridos são mostradas na tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Grandezas geométricas Largura da via -  $L_v$  (m), Largura do passeio -  $L_p$  (m), Largura do canteiro central -  $L_c$  (m), Declividade da via -  $i$  (%), Altura das edificações -  $h$  (m), Distância entre edificações -  $d$  (m), Pavimentação do passeio -  $P_p$ , Pavimentação da via -  $P_v$ , dos pontos P1, P6 e P11, na Av. General Osório.

Ponto	$L_v$ (m)	$L_p$ (m)	$L_c$ (m)	$i$ (%)	$h$ (m)	$d$ (m)	$P_p$	$P_v$
P1	20,0	2,6	1,6	8 (active)	5	66,0	Bloco concreto	Asfalto
P6	18,8	3,0	1,5	6 (active)	5	28,0	Bloco concreto	Asfalto
P11	19,3	1,5	2,1	6 (declive)	5	35,0	Bloco concreto	Asfalto

#### 4.2.1.1 Ponto 1 – P1

É possível classificar P1 como um espaço acústico em “L”. Em ambos os lados da via, as edificações são de uso comercial. Uma delas apresenta considerável recuo frontal, aproximadamente 42,0 m, utilizado como estacionamento do supermercado que abriga. Do lado oposto da via há outra edificação de uso comercial, também com recuo frontal. Entretanto, como anteparo de reflexão sonora, considerou-se o muro existente no alinhamento do lote. P1 foi localizado em local classificado como active, com fluxo intermitente devido à existência de sinaleira no cruzamento (Figura 4.4).



Figura 4.4 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P1.

#### 4.2.1.2 Ponto 6 – P6

Em P6 encontra-se um espaço acústico aberto. As edificações são, em sua maioria, residências térreas, com muros e grades baixos e recuo frontal. P6 foi localizado distante em aproximadamente 45,0 m do cruzamento, em aclive, com fluxo contínuo (Figura 4.5).



Figura 4.5 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P6.

#### 4.2.1.3 Ponto 11 – P11

O espaço acústico encontrado em P11 é do tipo em “L”. De um dos lados da via tem-se um lote não edificado e do outro um muro de contenção no alinhamento do lote, considerado como obstáculo de reflexão sonora. Apesar da proximidade com o cruzamento, a não existência de elementos de retenção veicular, como sinalerias ou rotatórias, assim como a preferência do tráfego ser da via analisada, permitiram a classificação do fluxo como contínuo (Figura 4.6).



Figura 4.6 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P11.



#### 4.2.2 Rua Porto Alegre

Na R. Porto Alegre predominam as edificações de até três pavimentos, com existência de poucos edifícios de sete ou mais pavimentos. Esta via é caracterizada por edificações de uso comercial e institucional voltados ao setor da saúde, em função da existência do Hospital Uniclínicas na quadra delimitada pelas vias R. Barão do Rio Branco e R. Marechal Floriano Peixoto. Ao longo do trecho da via analisado, a caixa viária apresenta aproximadamente 21,0 m, com quatro faixas de rolamento, duas de estacionamento do tipo paralelo, canteiro central e passeio em ambos os lados da rua. Nesta via localizam-se os pontos de medição P4 e P9. As grandezas geométricas levantadas nos pontos de medição da R. Porto Alegre são mostradas na tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Grandezas geométricas Largura da via - Lv (m), Largura do passeio - Lp (m), Largura do canteiro central - Lc (m), Declividade da via - i (%), Altura das edificações - h (m), Distância entre edificações - d (m), Pavimentação do passeio - Pp, Pavimentação da via - Pv, dos pontos P4 e P9, na R. Porto Alegre.

Ponto	Lv (m)	Lp (m)	Lc (m)	i (%)	h (m)	d (m)	Pp	Pv
P4	19,25	2,6	2,2	2 (plano)	8	25,0	Bloco concreto	Asfalto
P9	18,8	3,0	2,2	4 (declive)	8	26,0	Bloco concreto	Asfalto

##### 4.2.2.1 Ponto 4 – P4

Em P4 é possível perceber um espaço acústico fechado, com edificações de uso institucional em ambos os lados da via, alinhadas no lote, sem recuo frontal. A topografia se apresenta plana, com fluxo contínuo em função de o cruzamento possuir rotatória e não sinaleira (Figura 4.7).



Figura 4.7 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P4.

#### 4.2.2.2 Ponto 9 – P9

Assim como P4, P9 está em um espaço acústico fechado. Em um dos lados da via, há o muro de contenção do Hospital Uniclínicas, com aproximadamente 5,0 m, e do outro lado, uma edificação em altura, sem recuo frontal. P9 está em declive, com fluxo contínuo (Figura 4.8).



Figura 4.8 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P9.

#### 4.2.3 Avenida Fernando Machado

Na Av. Fernando Machado é possível perceber o predomínio de edificações de até três pavimentos. No trecho delimitado pelas vias Av. Marechal Deodoro e R. Barão do Rio Branco as edificações apresentam gabarito mais elevado, existindo alguns lotes edificadas com mais de oito pavimentos. Na tabela 4.5 são mostrados as características referentes ao ambiente construído no qual esses pontos estão inseridos.

Tabela 4.5 - Grandezas geométricas Largura da via - Lv (m), Largura do passeio - Lp (m), Largura do canteiro central - Lc (m), Declividade da via - i (%), Altura das edificações - h (m), Distância entre edificações - d (m), Pavimentação do passeio - Pp, Pavimentação da via – Pv, dos pontos P2, P7 e P12, na Av. Fernando Machado.

Ponto	Lv (m)	Lp (m)	Lc (m)	i (%)	h (m)	d (m)	Pp	Pv
P2	19,4	3,0	1,95	1 (plano)	15	36,0	Bloco concreto	Asfalto
P7	19,4	2,5	1,85	2 (plano)	18	30,0	Bloco concreto	Asfalto
P12	19,65	3,0	2,2	2 (plano)	15	26,0	Bloco concreto	Asfalto

Nesta via predomina o uso comercial e a maior parte das edificações está alinhada no lote, não havendo recuo frontal. A caixa viária mede aproximadamente 22,0 m, com quatro faixas de rolamento, duas faixas de estacionamento do tipo paralelo, canteiro central e passeio em ambos os lados da via. Foram dispostos nessa via os pontos de medição P2, P7 e P12.

#### 4.2.3.1 Ponto 2 – P2

Em P2 encontra-se espaço acústico fechado, com edificações institucionais em ambos os lados da via. Neste ponto, localizado em topografia plana, o fluxo é contínuo, pois o cruzamento apresenta rotatória (Figura 4.9).



Figura 4.9 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P2.

#### 4.2.3.2 Ponto 7 – P7

É possível classificar P7 como um espaço acústico fechado. Em ambos os lados da via, as edificações são de uso comercial. P7 foi localizado em local plano, com fluxo intermitente devido à existência de sinaleira no cruzamento (Figura 4.10).



Figura 4.10 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P7.

#### 4.2.3.3 Ponto 12 – P12

Assim como nos pontos anteriores da via Av. Fernando Machado, o P12 está localizado em espaço acústico fechado, plano, com edificações comerciais e institucionais em seu entorno. O fluxo no local é contínuo (Figura 4.11).



Figura 4.11 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P12.

#### 4.2.4 Avenida Getúlio Vargas

De todas as vias estudadas, a Av. Getúlio Vargas é a que apresenta maior homogeneidade em termos de usos e gabaritos do solo. Não há, no trecho analisado, edificações exclusivamente residenciais, sendo que os usos predominantes são comercial ou misto. Assim como nas demais vias, a maior parte das edificações é de até três pavimentos, havendo algumas até sete e poucas unidades com mais de oito pavimentos, sendo estas obras mais recentes que as demais. A Av. Getúlio Vargas apresenta caixa viária de 33,0 m na porção estudada, sendo a maior via em perfil transversal localizada no centro da cidade. Apresenta quatro faixas de rolamento, duas de estacionamento do tipo oblíquo, canteiro central mais largo que os das demais vias e passeios de 5,5 m em ambos os lados da via. Na tabela 4.6 é possível observar as grandezas geométricas dos pontos de medição P14, P5 e P10, que configuram a Av. Getúlio Vargas.

Tabela 4.6 - Grandezas geométricas Largura da via - Lv (m), Largura do passeio - Lp (m), Largura do canteiro central - Lc (m), Declividade da via - i (%), Altura das edificações - h (m), Distância entre edificações - d (m), Pavimentação do passeio - Pp, Pavimentação da via – Pv, dos pontos P14, P5 e P10, na Av. Getúlio Vargas.

Ponto	Lv (m)	Lp (m)	Lc (m)	i (%)	h (m)	d (m)	Pp	Pv
P14	27,5	5,5	7,5	1 (plano)	15	38,5	Bloco concreto	Asfalto
P5	27,5	6,3	8,2	4 (active)	15	40,0	Bloco concreto	Asfalto
P10	27,2	5,5	6,6	1 (plano)	25	50,0	Bloco concreto	Asfalto

#### 4.2.4.1 Ponto 14 – P14

P14 é caracterizado pelo uso comercial intenso, presente neste trecho da Av. Getúlio Vargas. As edificações nessa região são, em sua maioria, de até três pavimentos. O espaço acústico encontrado neste ponto é do tipo fechado, em local plano e fluxo contínuo (Figura 4.12).



Figura 4.12 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P14.

#### 4.2.4.2 Ponto 5 – P5

Em P5 temos as mesmas características de uso do solo e gabaritos encontradas em P14. O espaço acústico no local também é fechado. Isso se deve ao fato dessa via apresentar, neste trecho, lotes edificadas sem recuos, tanto frontais quanto laterais. O local se apresenta em active e o fluxo contínuo, uma vez que o levantamento foi realizado muito próximo do cruzamento, sofrendo

interferência de todas as faixas de rolamento. Dentre todos os 14 pontos de medição do estudo, este é o que se encontra mais próximo do cruzamento (Figura 4.13).



Figura 4.13 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P5.

#### 4.2.4.3 Ponto 10 – P10

Em P10 é possível encontrar algumas peculiaridades em relação a suas grandezas geométricas. O ponto em questão localiza-se ao lado da Igreja Catedral, que possui um recuo lateral de aproximadamente 10,0 m, o que não é observado no restante na via, saindo do padrão de alinhamento da mesma. Apesar disso, o espaço acústico encontrado também é fechado, uma vez que a própria igreja se constitui como uma parede de reflexão sonora. O espaço é plano, com fluxo contínuo devido à rotatória localizada no cruzamento (Figura 4.14).



Figura 4.14 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P10.

#### 4.2.5 Avenida Nereu Ramos

A Av. Nereu Ramos, dentre as vias analisadas, é a que apresenta maior representatividade de edificações de até sete pavimentos, de uso misto ou

comercial, apesar de ainda predominarem as edificações de até três pavimentos. A via possui caixa viária média de 22,0 m, configuradas por quatro faixas de rolamento, duas de estacionamento paralelo, canteiro central e passeio nas duas extremidades da via. Foram locados na Av. Nereu Ramos os pontos de medição P3, P8 e P13, cujas características referentes à geometria da via estão elencadas na tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Grandezas geométricas Largura da via -  $L_v$  (m), Largura do passeio -  $L_p$  (m), Largura do canteiro central -  $L_c$  (m), Declividade da via -  $i$  (%), Altura das edificações -  $h$  (m), Distância entre edificações -  $d$  (m), Pavimentação do passeio -  $P_p$ , Pavimentação da via -  $P_v$ , dos pontos P3, P8 e P13, na Av. Nereu Ramos.

Ponto	$L_v$ (m)	$L_p$ (m)	$L_c$ (m)	$i$ (%)	$h$ (m)	$d$ (m)	$P_p$	$P_v$
P3	18,3	2,4	2,25	4 (active)	15	24,0	Bloco concreto	Asfalto
P8	19,2	3,4	1,7	1 (plano)	15	53,0	Bloco concreto	Asfalto
P13	19,4	3,5	2,1	1 (plano)	---	52,0	Bloco concreto	Asfalto

#### 4.2.5.1 Ponto 3 – P3

O ponto de medição P3 se encontra um espaço acústico fechado. De um lado da via há uma edificação de até três pavimentos, de uso comercial, enquanto do outro lado há uma edificação de até sete pavimentos, de uso misto. O local se apresenta em active, com fluxo intermitente, por haver sinaleira no cruzamento, distante apenas 10,0 m do mesmo (Figura 4.15).



Figura 4.15 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P3.

#### 4.2.5.2 Ponto 8 – P8

O P8 está localizado em local de espaço acústico em “L”, com edificação apenas em um dos lados da via. Do outro lado, o anteparo mais próximo está a 53,0 m, e por isso não foi considerado elemento refletor. Este trecho da via é plano, com presença de sinaleira no cruzamento, configurando fluxo intermitente (Figura 4.16).



Figura 4.16 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P8.

#### 4.2.5.3 Ponto 13 – P13

O ponto de medição P13 é o único, em toda a área de estudo, que se configura como espaço acústico aberto. O mesmo foi localizado em um trecho de passeio de pedestres, quase ao centro de um cruzamento, reduzindo, portanto, a interferência das reflexões na captação do nível de pressão sonora. O local é plano, com fluxo contínuo (Figura 4.17).



Figura 4.17 - Volumetria do espaço acústico encontrado em P13.



### 4.3 Grandezas meteorológicas

Em todas as medições, as condições de temperatura do ar e umidade relativa do ar permaneceram na faixa de 11°C a 35°C e 42% a 88%, respectivamente, dentro dos limites indicados por Carey (1996) e Palhares et al. (1996).

### 4.4 Grandezas acústicas

A análise das grandezas acústicas aconteceu em três momentos distintos. Primeiramente buscou-se um comparativo entre os descritores sonoros com as grandezas de tráfego e sua relação com as geométricas também. Posteriormente os descritores sonoros foram correlacionados entre si e, por fim, buscou-se caracterizar cada via a partir da distribuição de frequência relativa dos níveis de pressão sonora.

#### 4.4.1 Comparativo entre níveis de pressão sonora e composição do tráfego veicular

##### 4.4.1.1 Avenida General Osório

É classificada pelo PDDTC como via estrutural e, dentre as vias analisadas, é a que apresenta maior tráfego de veículos pesados (Tabela 4.1).

Na figura 4.18, podem ser observados os dados acústicos e de tráfego coletados na Av. General Osório. A partir dos gráficos da referida figura, percebe-se em P1 um incremento de QT noite em relação a QT manhã e QT meio-dia, influenciado, principalmente, por QL. Apesar do incremento de aproximadamente 500 veículos em QT, não foi observado aumento de  $L_{Aeq}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  ou  $L_{A90}$ . O mesmo comportamento é percebido em P6 e P11, com incremento de QT noite sem resultar em incremento de  $L_{Ax}$  (dBA).

Percebe-se, portanto, que a variação de QT tem sempre a mesma tendência de variação que QL, demonstrando a influência de QL sobre QT. Porém, esse incremento de QL não resulta em incremento de  $L_{Ax}$  (dBA). Os descritores  $L_{A90}$  e  $L_{A50}$  têm tendência de variar conforme a variação de QT, QL e QM.

Em todos os pontos da Av. General Osório observou-se que o  $L_{Aeq}$  medido, em todos os períodos de medição, extrapolou de 12 a 18 dB(A) o limite preconizado pela NBR 10151 (ABNT,2000), que para área mista, com vocação comercial e administrativa é de 60 dB(A) no período diurno (7h00min às 22h00min).

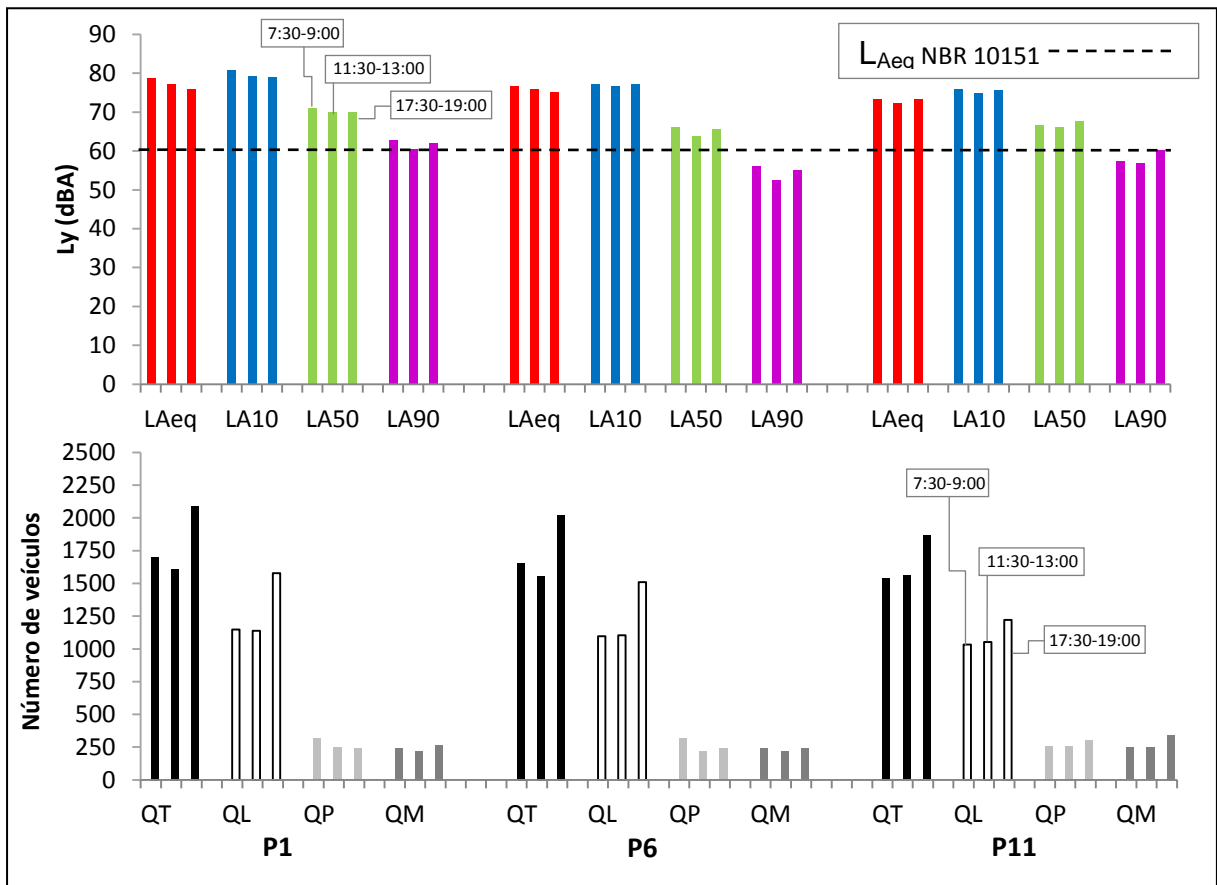


Figura 4.18 – Comparativo entre (a) níveis de pressão sonora e (b) quantidade total de veículos (QT), quantidade de veículos leves (QL), quantidade de veículos pesados (QP) e quantidade de motocicletas (QM), na Av. General Osório.

#### 4.4.1.2 Rua Porto Alegre

A Rua Porto Alegre é classificada como via coletora pelo PDDTC (PMC, 2004) e foi caracterizada, nos horários de pico, como via de tráfego leve, com aproximadamente 95% do tráfego formado por veículos leves e motos.

Nesses pontos, QT é representado em 80% por QL. Dessa forma, podemos dizer que o  $L_{Aeq}$  sofre pouca influência de QP, em função de QP representar apenas de 2 a 5% de QT, respondendo quase que diretamente à variação de QL.

Assim como na Av. General Osório, os dados coletados na Rua Porto Alegre demonstram que QT tem a mesma tendência de variação de QL. Entretanto, diferentemente do comportamento dos dados em P1, P6 e P11, em P4 e P9 observou-se correspondência de variação entre  $L_{Aeq}$  e QT ou QL. Isso pode ser explicado em função das diferenças de trânsito encontradas em cada ponto de medição. Em P4 e P9 é possível caracterizar um fluxo de veículos mais contínuo, uma vez que P4 foi localizado próximo a uma rotatória e P9 distante de cruzamentos. Assim, pode-se perceber uma tendência de variação de  $L_{Aeq}$  em função de QL mais direta, quando o fluxo de veículos é contínuo.

Em ambos os pontos, o  $L_{Aeq}$  medido ficou entre 15 e 18 dB(A) acima do  $L_{Aeq}$  lei limite, que para área de hospitais ou de escolas é de 50 dB(A) (ABNT, 2000). P4 foi localizado em frente a um centro de ensino superior e P9 em frente a um hospital.

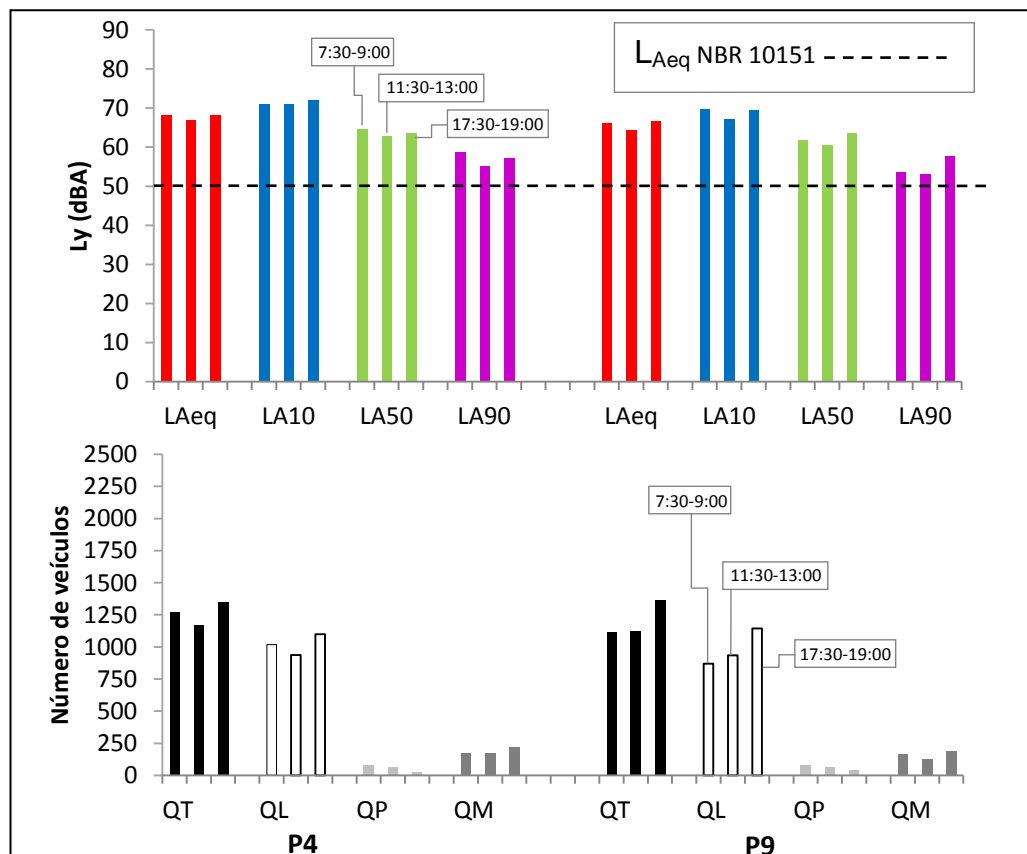


Figura 4.19 – Comparativo entre (a) níveis de pressão sonora e (b) quantidade total de veículos (QT), quantidade de veículos leves (QL), quantidade de veículos pesados (QP) e quantidade de motocicletas (QM), na R. Porto Alegre.

#### 4.4.1.3 Avenida Fernando Machado

A Av. Fernando Machado é classificada como via estrutural (PMC, 2004) e é tida como corredor de ônibus de transporte coletivo urbano. Nesta via, um aumento de 300 a 600 veículos de QT manhã para QT noite, em todos os pontos, não resultou em aumento significativo de  $L_{Aeq}$ . Em P12, observa-se ainda uma redução de  $L_{Aeq}$ . Esse incremento de até 50% em QT deve-se, basicamente, ao aumento de QL, pois QT é composto em mais de 75% por QL. Enquanto QT e QL apresentam incremento no período noturno, QP mostra redução. Assim, pode-se afirmar que o  $L_{Aeq}$  sofre maior influência à variação de QP do que de QL.

Nos pontos P2 e P7 observa-se a extrapolação de 12 e 11 dBA, respectivamente, do limite de 60 dB(A) preconizado pela NBR10151. Em P12, que se configura como área de escola, observa-se que o  $L_{Aeq}$  medido ultrapassou em 18 dBA o limite permitido.

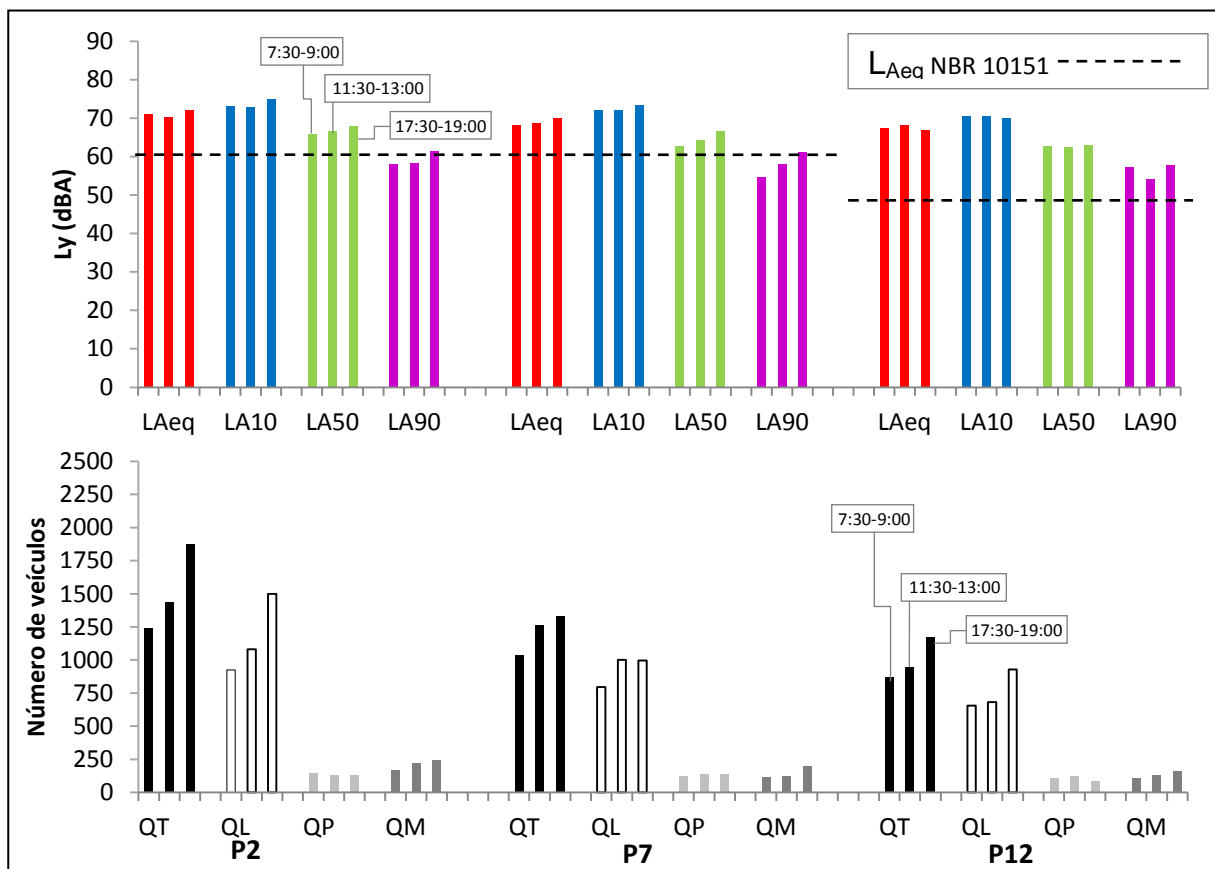


Figura 4.20 – Comparativo entre (a) níveis de pressão sonora e (b) quantidade total de veículos (QT), quantidade de veículos leves (QL), quantidade de veículos pesados (QP) e quantidade de motocicletas (QM), na Av. Fernando Machado.

#### 4.4.1.4 Avenida Getúlio Vargas

A Av. Getúlio Vargas é classificada como via central especial (PMC, 2004), em função de seu caráter de comércio e serviço. Assim, permite-se a circulação de veículos pesados nessa via apenas no período matutino, para carga e descarga. Não circulam ônibus de transporte coletivo nesta via.

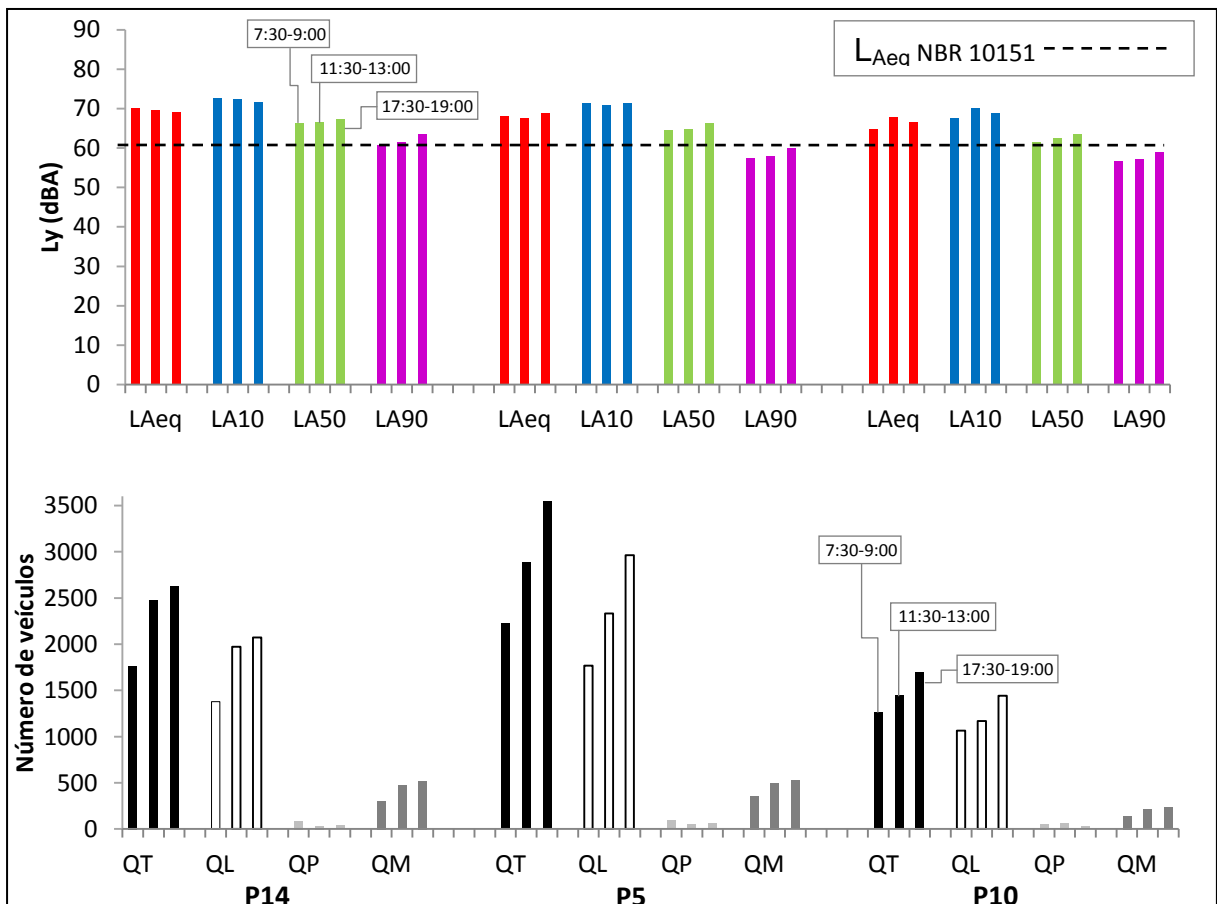


Figura 4.21 – Comparativo entre (a) níveis de pressão sonora e (b) quantidade total de veículos (QT), quantidade de veículos leves (QL), quantidade de veículos pesados (QP) e quantidade de motocicletas (QM), na Av. Getúlio Vargas.

O  $L_{Aeq}$  variou de 65 a 70 dBA, apesar de QT ter variado de 1261 a 3546 veículos. Isso permite afirmar que um maior QT não representou, de modo representativo, aumento de  $L_{Aeq}$ . Observou-se um incremento de até 182% de QT em P10 para QT em P5, sem alteração significativa de  $L_{Aeq}$ . Acredita-se que esse fenômeno seja devido ao tipo de espaço acústico encontrado em ambos os pontos: o espaço acústico fechado. Talvez, nesses casos em que temos muitas reflexões

sonoras ocasionadas pelas paredes dos edifícios do entorno, um número inferior de veículos já possa resultar em um  $L_{Aeq}$  considerável, em função dos níveis sonoros recebidos pelo medidor serem incrementados pelos raios refletidos. Dentre todas as vias, a Av. Getúlio Vargas é a que apresenta menor colaboração de QP para QT, 4,7%. Em todos os pontos, o  $L_{Aeq}$  medido ultrapassou o  $L_{Aeq}$  permitido pela NBR 10151 (ABNT, 2000), de 5 a 10 dBA.

#### 4.3.1.5 Avenida Nereu Ramos

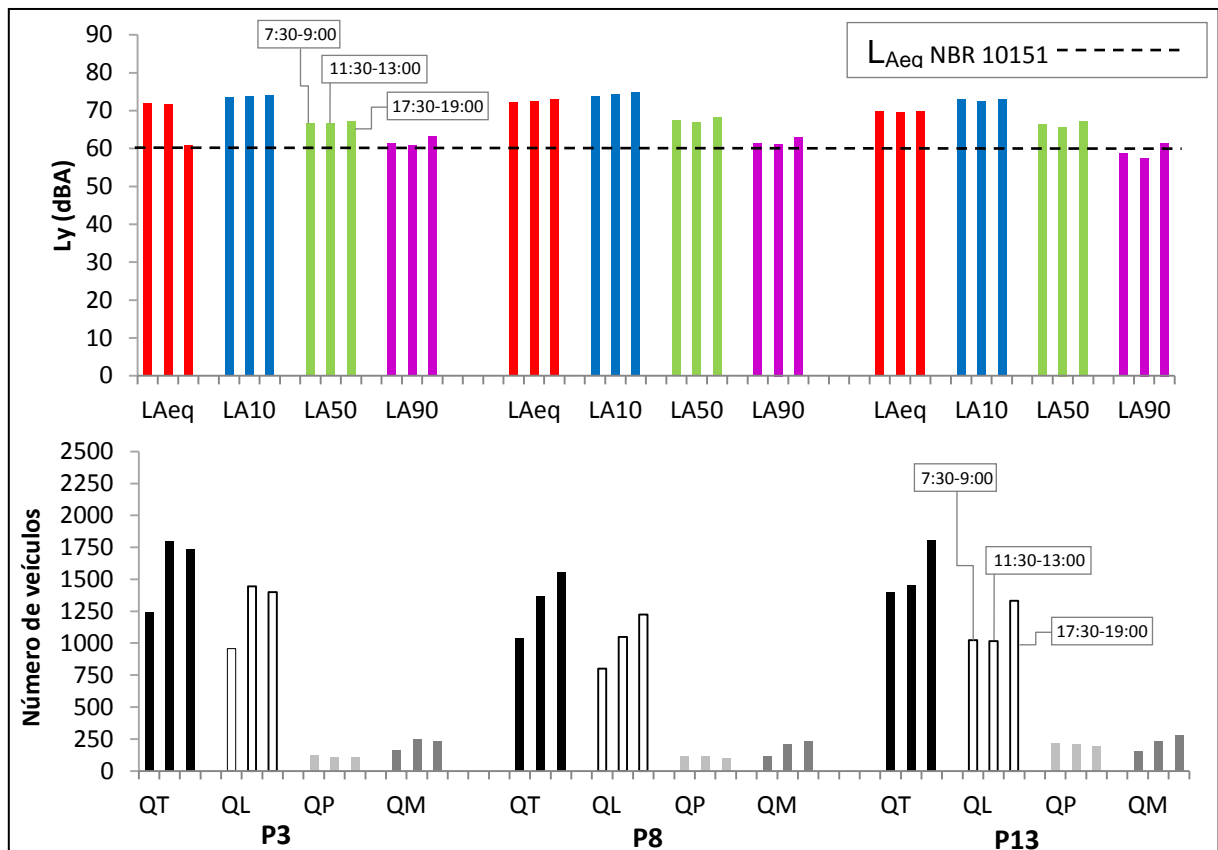


Figura 4.22 – Comparativo entre (a) níveis de pressão sonora e (b) quantidade total de veículos (QT), quantidade de veículos leves (QL), quantidade de veículos pesados (QP) e quantidade de motocicletas (QM), na Av. Nereu Ramos.

A Av. Nereu Ramos é classificada como via estrutural (PMC, 2004) e, assim como a Av. Fernando Machado, é corredor de ônibus de transporte coletivo urbano.

Em P3 observa-se aumento de mais de 500 veículos da manhã para o meio-dia, sem interferência no  $L_{Aeq}$ , que não variou, em ambos os horários permaneceu

na faixa de 71 dBA. O  $L_{Aeq}$  noite apresentou redução de 10 dBA, apesar de QT noite ser quase 500 veículos superior ao QT manhã. Essa dificuldade de se relacionar a variação no número de veículos à variação do  $L_{Aeq}$  pode ser explicada pela existência de sinaleira em P3, pois pode ter acontecido de, em alguns períodos de medição, veículos mais ruidosos terem ficado parados em frente ao medidor por longo período de tempo, interferindo no  $L_{Aeq}$  final.

Assim como em P3, em P8 e P13 observamos que o incremento de 500 veículos em QT não resultou em incremento de  $L_{Aeq}$ . Da mesma forma que nas demais vias, esse incremento de QT demonstrou-se a partir do aumento de QL. Como foi observado na Av. General Osório, nessa via também se observou que pequena redução de QP resultou em redução de  $L_{Aeq}$ , demonstrando que  $L_{Aeq}$  tem maior tendência de variação a partir de QP do que de QT ou QL.

Excetuando-se o período P3 noite, que ficou próximo do  $L_{Aeq}$  permitido pela NBR 10151 (ABNT, 2000), com  $L_{Aeq}$  igual a 60,9 dBA, todos os demais períodos passaram de 9 a 12 dBA o limite.

Nas figuras 4.24, 4.25 e 4.26 é possível observar, de forma mais ilustrativa, a distribuição espacial dos valores medidos de  $L_{Aeq}$ , em cada ponto, para cada horário de medição. Percebe-se que, mesmo nos pontos em que os valores se mantiveram em níveis mais baixos, os níveis medidos se apresentam acima dos níveis de preconização da NBR10151 (ABNT,2000).

Em mapeamentos realizados em Portugal (COELHO et al, 1996), é possível encontrar uma classificação de acordo com os níveis de pressão sonora medidos. Pontos que apresentam  $L_{Aeq}$  inferior a 65 dBA são considerados pouco ruidosos, pontos que apresentam  $L_{Aeq}$  entre 65 e 75 dBA são considerados ruidosos e pontos que apresentam  $L_{Aeq}$  superior a 75 dBA são considerados muito ruidosos. Segundo essa classificação, dos 14 pontos de levantamento na área estudada, há apenas um ponto pouco ruidoso no período na manhã e um no período do meio-dia. A maioria dos pontos se enquadra na categoria ruidoso e percebe-se também que a Av. General Osório apresenta os níveis mais críticos, com dois pontos muito ruidosos.

A tabela 4.8 mostra os mínimos, máximos e as médias com os respectivos desvios padrão e coeficientes de variação das medições  $L_{Aeq}$ , para cada via analisada. Os coeficientes de variação foram aplicados para que os resultados obtidos neste trabalho possam ser comparados com outros, independente das diferenças de escala das médias dos estudos. Dessa forma, a figura 4.23 foi

elaborada com a intenção de se apresentar uma mapa acústico com os valores médios do  $L_{Aeq}$ , fornecendo uma leitura geral de toda a área estudada.

Tabela 4.8 – Níveis de pressão sonora equivalente  $L_{Aeq}$  para cada via analisada.

Via	Mínimo	Máximo	Média	Desvio	CV%
Av. General Osório	72,4	78,6	75,8	1,65	2,2
R. Porto Alegre	64,3	68,1	66,9	1,15	1,7
Av. Fernando Machado	66,9	72,2	69,5	1,55	2,2
Av. Getúlio Vargas	64,7	70,2	68,2	1,28	1,9
Av. Nereu Ramos	69,2	72,9	71,2	1,20	1,7

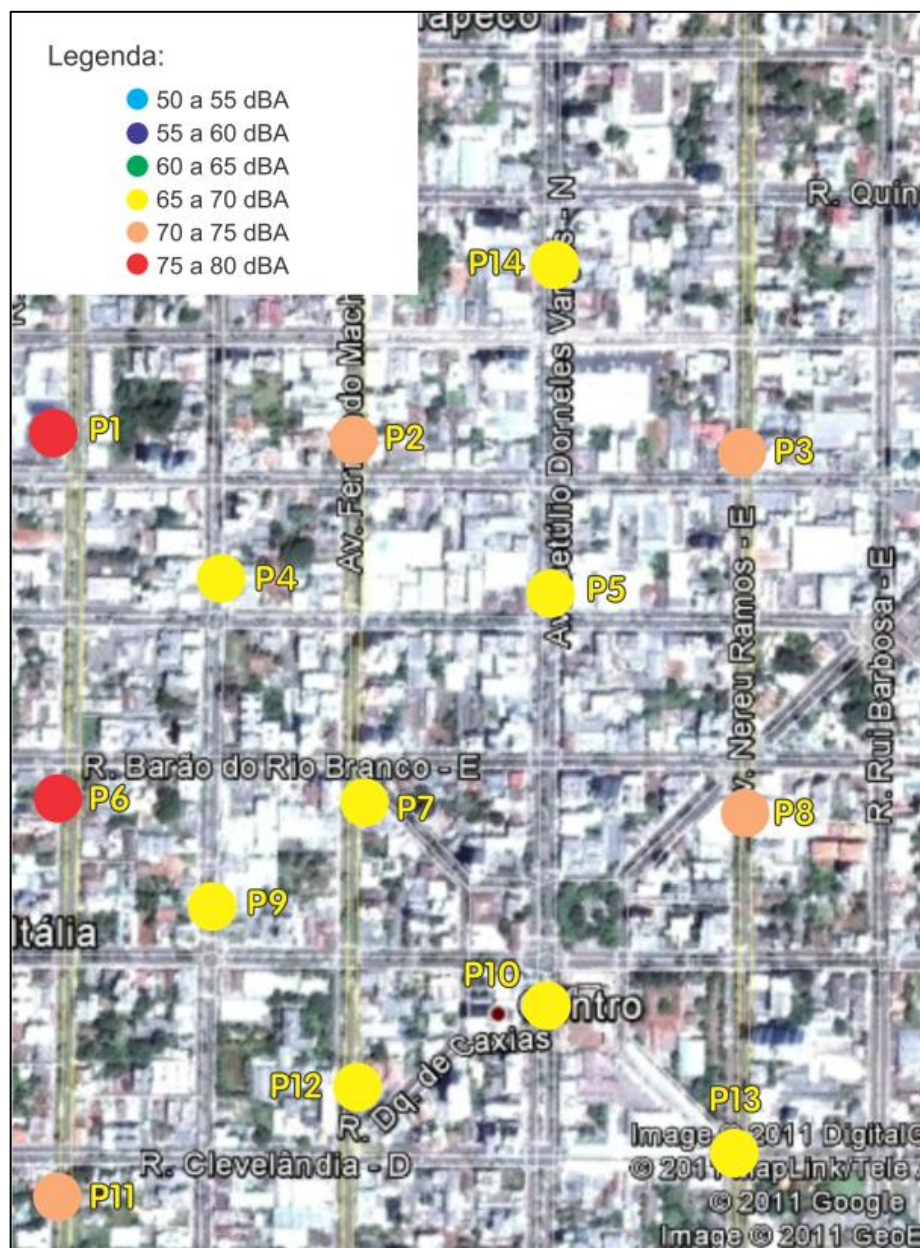


Figura 4.23 – Mapa acústico do  $L_{Aeq}$  em cada ponto, nos três horários de medição.



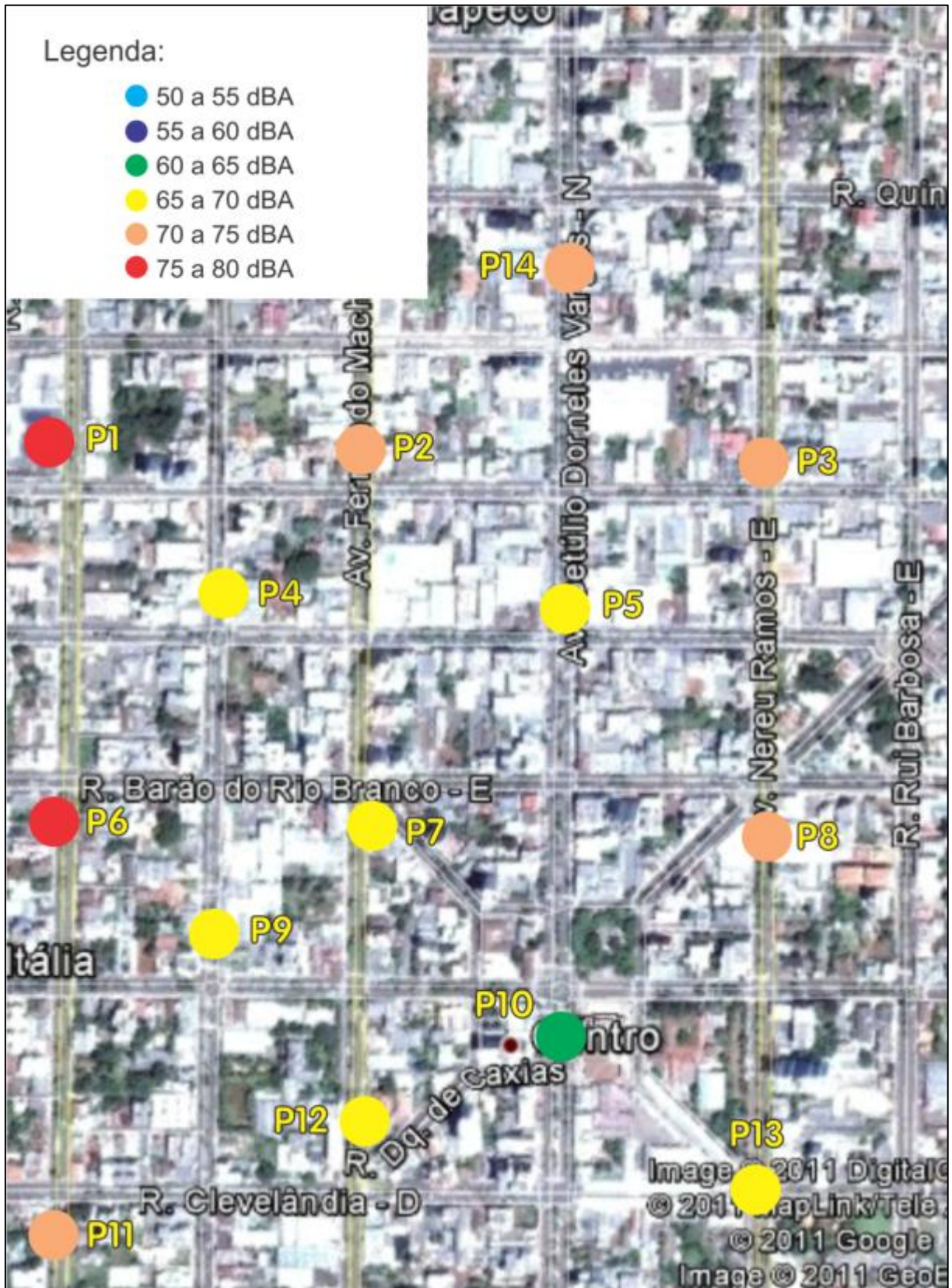


Figura 4.24 – Mapa acústico do  $L_{Aeq}$ , em cada ponto de medição, no horário das 7h30min às 9h00min.

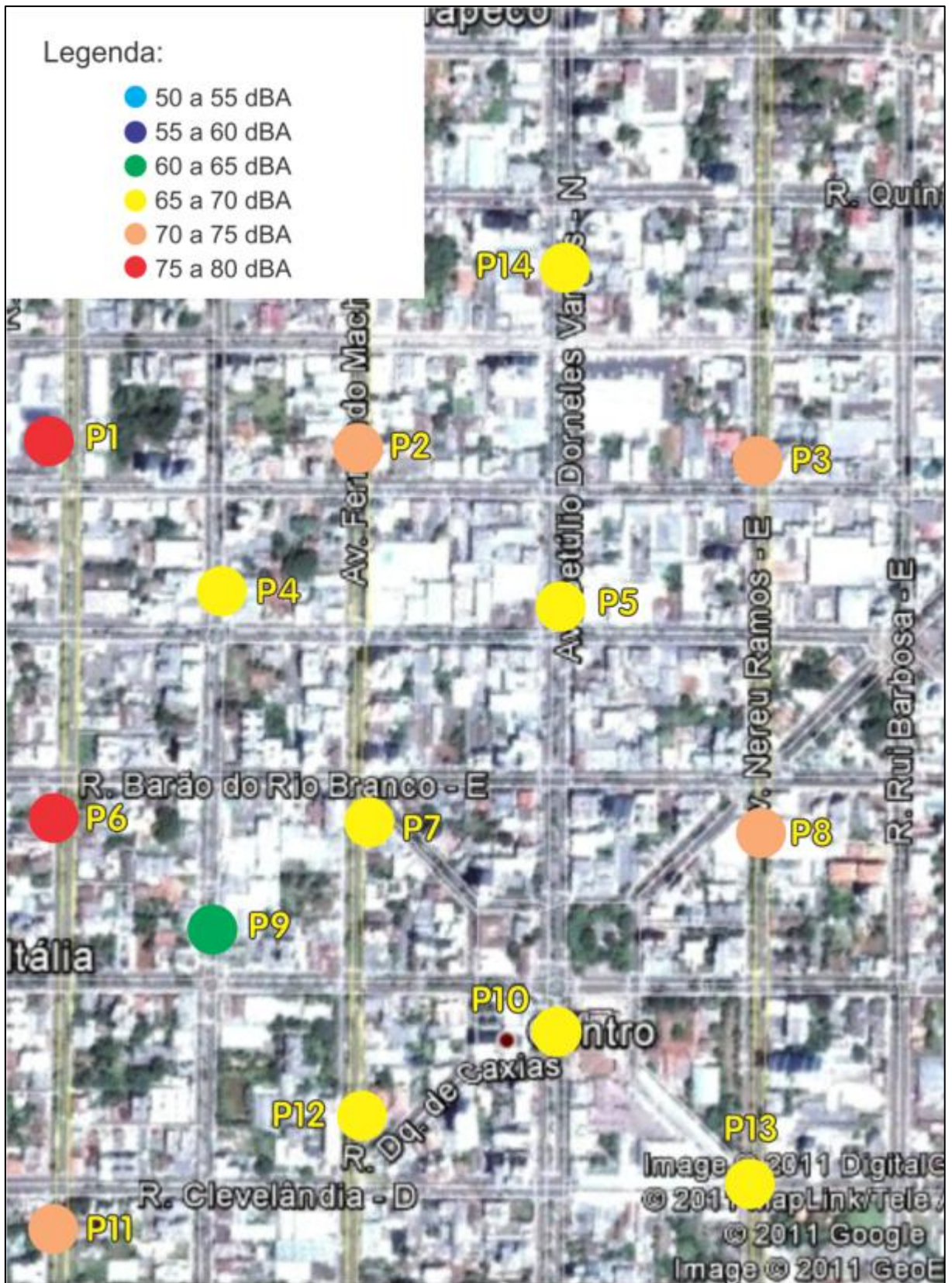


Figura 4.25 – Mapa acústico do  $L_{Aeq}$ , em cada ponto de medição, no horário das 11h30min às 13h00min.

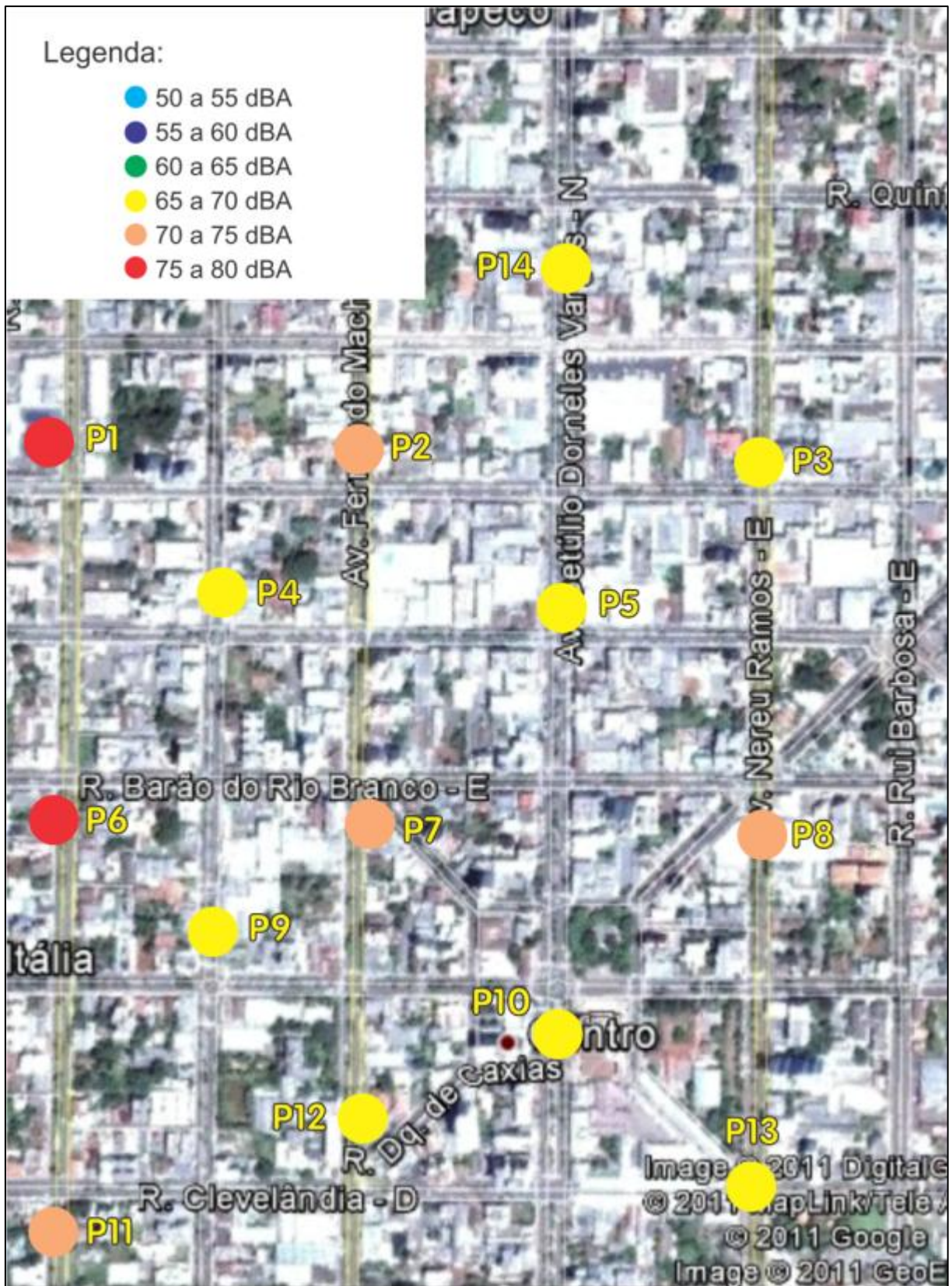


Figura 4.26 – Mapa acústico do  $L_{Aeq}$ , em cada ponto de medição, no horário das 17h30min às 19h00min.

#### 4.4.2 Descritores sonoros e o ruído de tráfego veicular

A partir de teste de regressão linear, foram correlacionados os descritores sonoros  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  com o  $L_{Aeq}$  (Figura 4.27). Conforme pode ser observado na tabela 4.9, maior correlação foi representada por  $L_{A10}$ , que apresenta os maiores valores de  $r$ , em todas as vias.

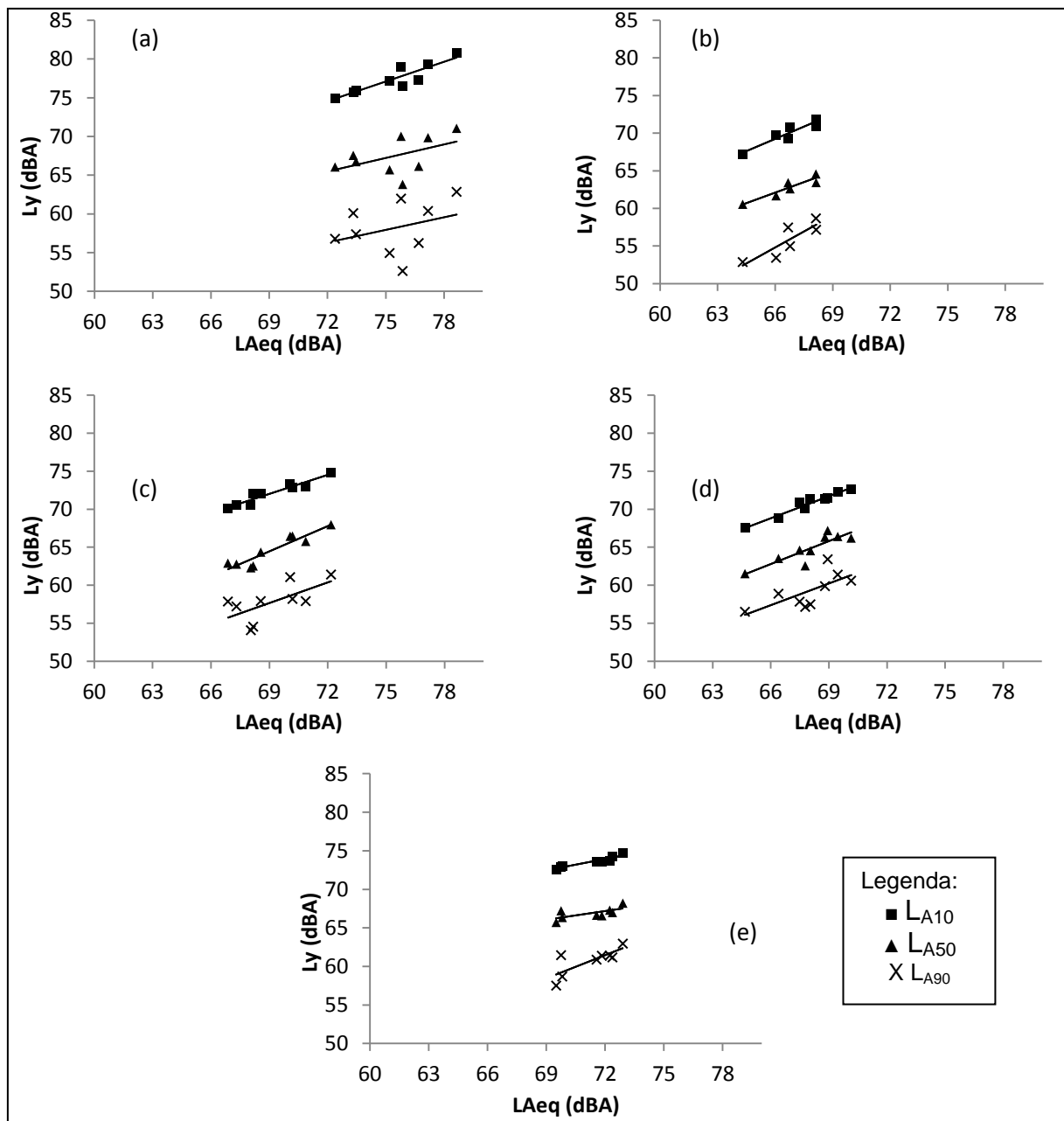


Figura 4.27 – Dispersão e regressão linear para  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  em função de  $L_{Aeq}$ , em todos os pontos que configuram as vias (a) Av. General Osório, (b) R. Porto Alegre, (c) Av. Fernando Machado, (d) Av. Getúlio Vargas e (e) Av. Nereu Ramos, nos três horários de medição.

Em análises do ruído ambiental, o nível estatístico  $L_{A10}$  é considerado o descritor sonoro que representa o ruído veicular (GERGES, 2000). A NBR 10151 recomenda a utilização do descritor  $L_{Aeq}$  como representante do ruído ambiental. Assim, se uma boa correlação entre  $L_{A10}$  e  $L_{Aeq}$  for encontrada, é possível simplificar as análises utilizando-se apenas o  $L_{Aeq}$  como descritor sonoro, nas situações em que ruído oriundo do tráfego veicular for o principal constituinte do ruído ambiental.

Tabela 4.9 – Equações resultantes dos testes de regressão linear da Figura 4.26 e seus respectivos coeficientes de correlação (r).

Via	Equação	r
Av. General Osório	$L_{A10} = 0,8536 L_{Aeq} + 13,067$	<b>0,91</b>
	$L_{A50} = 0,5844 L_{Aeq} + 23,383$	0,50
	$L_{A90} = 0,5423 L_{Aeq} + 17,266$	0,32
R. Porto Alegre	$L_{A10} = 1,0907 L_{Aeq} - 2,7523$	<b>0,94</b>
	$L_{A50} = 0,9296 L_{Aeq} + 0,7384$	0,93
	$L_{A90} = 1,4152 L_{Aeq} - 38,594$	0,86
Av. Fernando Machado	$L_{A10} = 0,8325 L_{Aeq} + 14,58$	<b>0,95</b>
	$L_{A50} = 1,1044 L_{Aeq} - 11,744$	0,93
	$L_{A90} = 0,9029 L_{Aeq} - 4,6268$	0,65
Av. Getúlio Vargas	$L_{A10} = 0,9687 L_{Aeq} + 4,8776$	<b>0,97</b>
	$L_{A50} = 1,0056 L_{Aeq} - 3,5801$	0,86
	$L_{A90} = 0,9562 L_{Aeq} - 5,7523$	0,70
Av. Nereu Ramos	$L_{A10} = 0,4911 L_{Aeq} + 38,567$	<b>0,94</b>
	$L_{A50} = 0,3748 L_{Aeq} + 40,18$	0,68
	$L_{A90} = 0,999 L_{Aeq} - 10,481$	0,78

Para que seja possível afirmar que os  $L_{A10}$  ou o  $L_{Aeq}$  representam o tráfego de veículos, a partir de teste de regressão linear, os descritores sonoros  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A90}$  e  $L_{Aeq}$  foram correlacionados com o fluxo de veículos total QT (Figuras 4.28, 4.29, 4.30, 4.31 e 4.32). A tabela 4.10 mostra que, ao contrário do que se esperava,  $L_{A10}$  e  $L_{Aeq}$  apresentaram valores de r inferiores aos apresentados pela correlação entre  $L_{A90}$  e QT e  $L_{A50}$  e QT.

Encontrou-se maior correlação entre  $L_{A90}$  e QT em 72% dos pontos e maior correlação entre  $L_{A50}$  e QT em 28% dos pontos (Tabela 4.10). Em nenhum caso o  $L_{Aeq}$  ou o  $L_{A10}$  apresentaram melhor coeficiente de correlação.

Para a relação entre  $L_{Aeq}$  e QT, os pontos que apresentaram valores de  $r$  mais baixos são os pontos da Av. General Osório, o que demonstra a interferência dos veículos pesados nessa relação, assim como as características de fluxo e geometria da via, já discutidos em 4.3.1.1.

Torija; Ruiz; Ramos (2007) encontraram resultados semelhantes em seu estudo e afirmam que em casos de medições com duração maior do que uma hora, o descritor sonoro com maior grau de correlação com o fluxo de tráfego é o  $L_{A90}$ , sendo considerado o melhor descritor do ruído de tráfego veicular. Outros trabalhos recentes apresentam o  $L_{A90}$  ou  $L_{A50}$  como descritores do ruído de tráfego veicular, (BARRIGÓN-MORILLAS et al., 2005), comprovando que o  $L_{Aeq}$  é insuficiente para descrever tal tipo de ruído.

O fato de o  $L_{Aeq}$  não representar o ruído de tráfego, mesmo em situações como a do presente trabalho em que o mesmo é o principal contribuinte para o ruído ambiental, pode ser reflexo da variação das características geométricas da via, de controle do tráfego, da composição do mesmo e do tempo de duração dos períodos de medição. Os valores de  $R$  encontrados na tabela 4.9, demonstram correlação de 0,91 a 0,97 entre o  $L_{A10}$  e o  $L_{Aeq}$ . Se forem observados os valores de  $R$  da tabela 4.10, pode-se concluir que a boa correlação encontrada entre os descritores se deu em função de ambos apresentarem baixa correlação com QT, induzindo à conclusão equivocada de que o  $L_{A10}$  representaria o ruído de tráfego, no presente trabalho.

Ainda na Tabela 4.10, percebe-se que a correlação entre  $L_{Aeq}$  e QT se mostrou ainda mais baixa em P1, o que reafirma a influência das características de tráfego e geométricas nos níveis de pressão sonora resultantes, uma vez que tal ponto se localiza em aclave, com predominância de veículos pesados e fluxo intermitente controlado por semáforo.

Além disso, em medições e estudos realizados em meio à malha urbana, acabam aparecendo, frequentemente e de forma aleatória, eventos sonoros específicos, chamados por Torija (2007b) de eventos anômalos. Esses eventos costumam apresentar-se de curta duração, carregados de grande quantidade de energia sonora, gerando um incremento sobre o clima acústico do local. Tais incrementos, por serem oriundos de eventos de curta duração e eventuais, acabam interferindo de modo mais significativo em  $L_{A10}$ , reduzindo a correlação entre o mesmo e o tráfego veicular. Na área estudada, os eventos sonoros anômalos se

manifestaram de um modo geral, como buzinas, sirenes, música em níveis elevados e batidas de porta próximo do medidor.

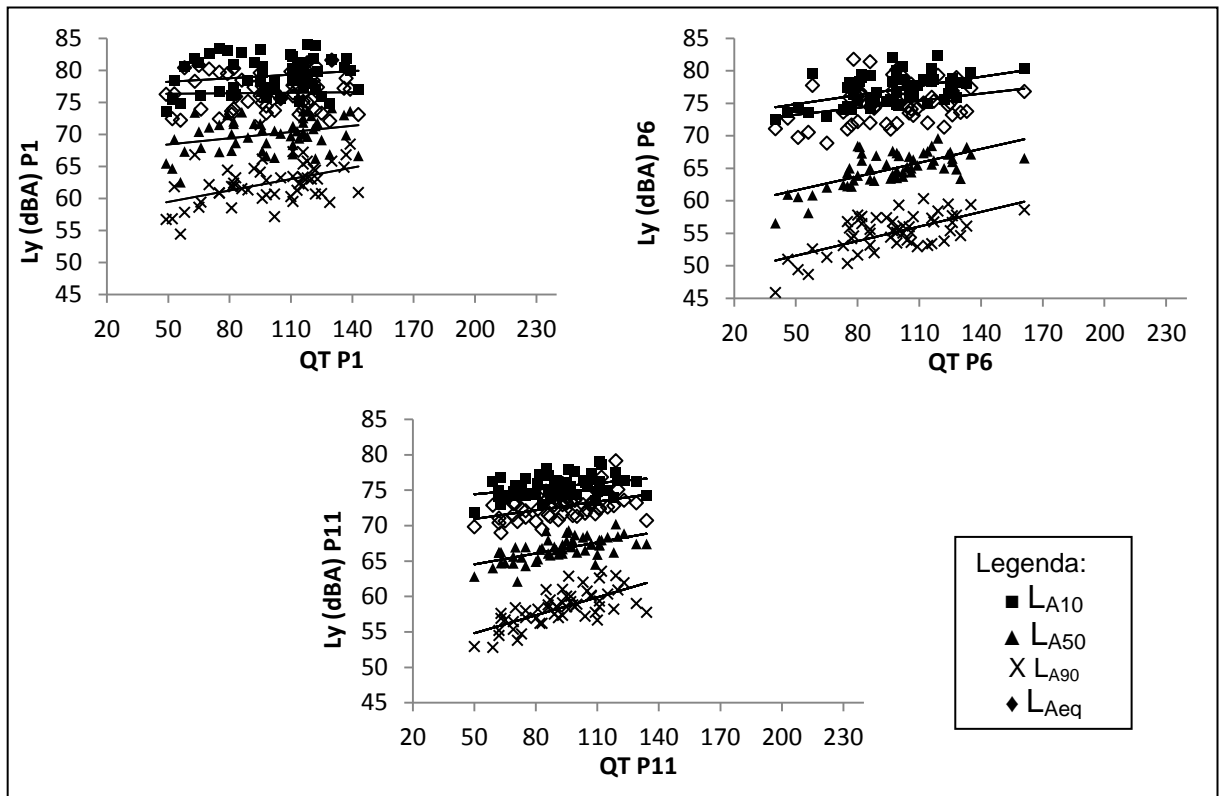


Figura 4.28 – Dispersão e regressão linear para  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  em função do volume de tráfego com a quantidade total de veículos (QT), na Av. General Osório, pontos P1, P6 e P11, nos três horários de medição.

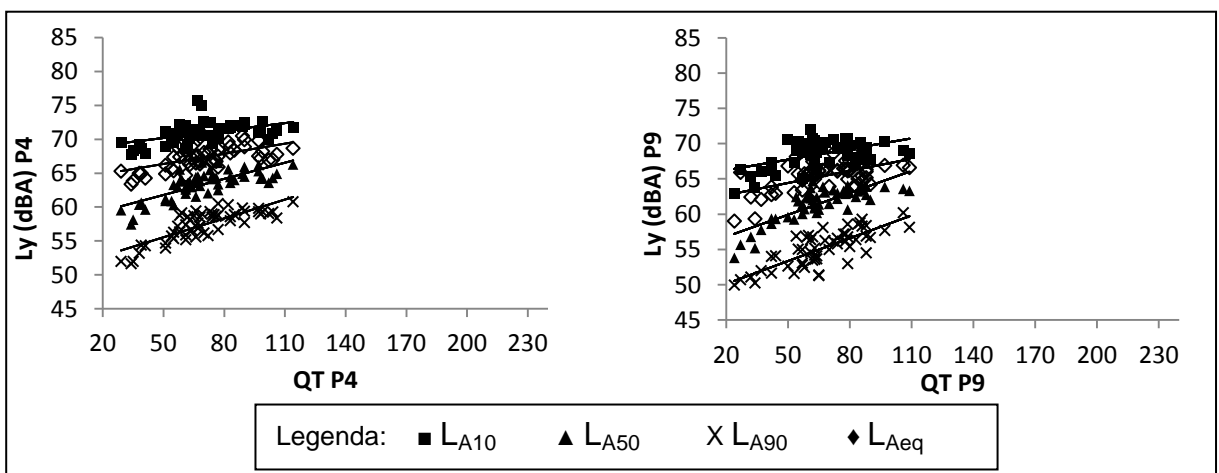


Figura 4.29 – Dispersão e regressão linear para  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  em função do volume de tráfego com a quantidade total de veículos (QT), na R. Porto Alegre, pontos P4 e P9, nos três horários de medição.

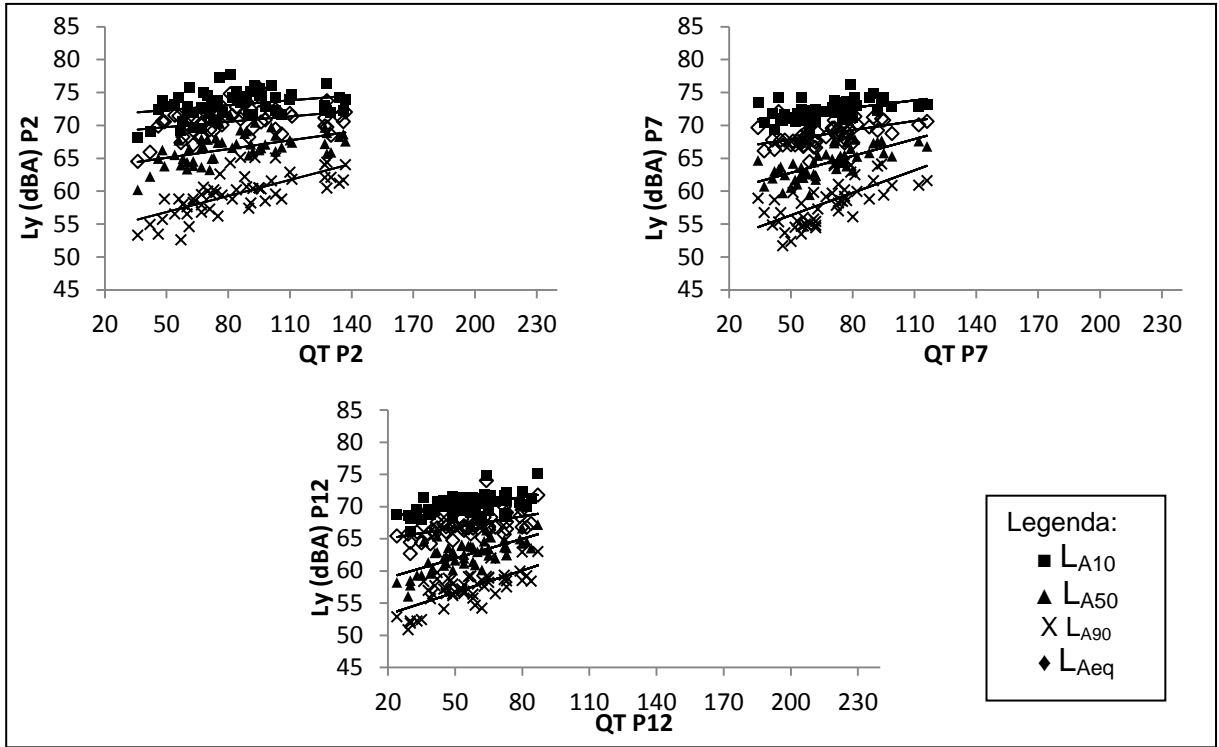


Figura 4.30 – Dispersão e regressão linear para  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  em função do volume de tráfego com a quantidade total de veículos (QT), na Av. Fernando Machado, pontos P2, P7 e P12, nos três horários de medição.

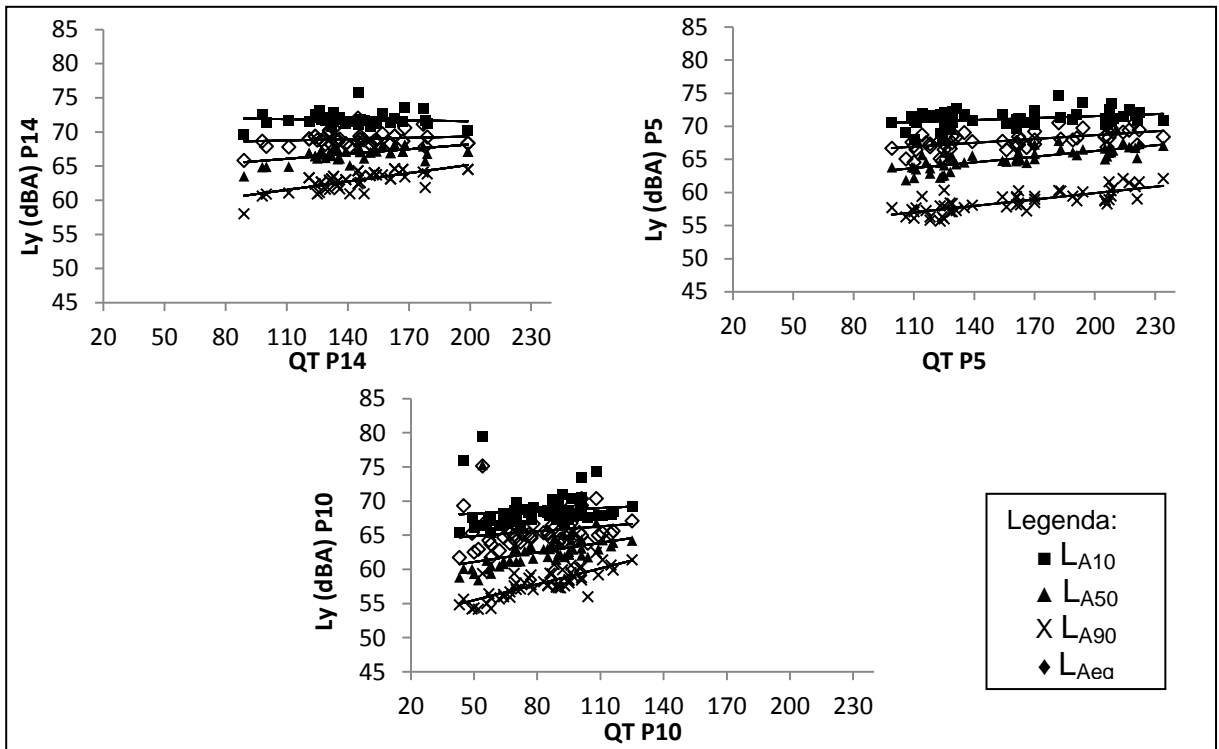


Figura 4.31 – Dispersão e regressão linear para  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  em função do volume de tráfego com a quantidade total de veículos (QT), na Av. Getúlio Vargas, pontos P14, P5 e P10, nos três horários de medição.



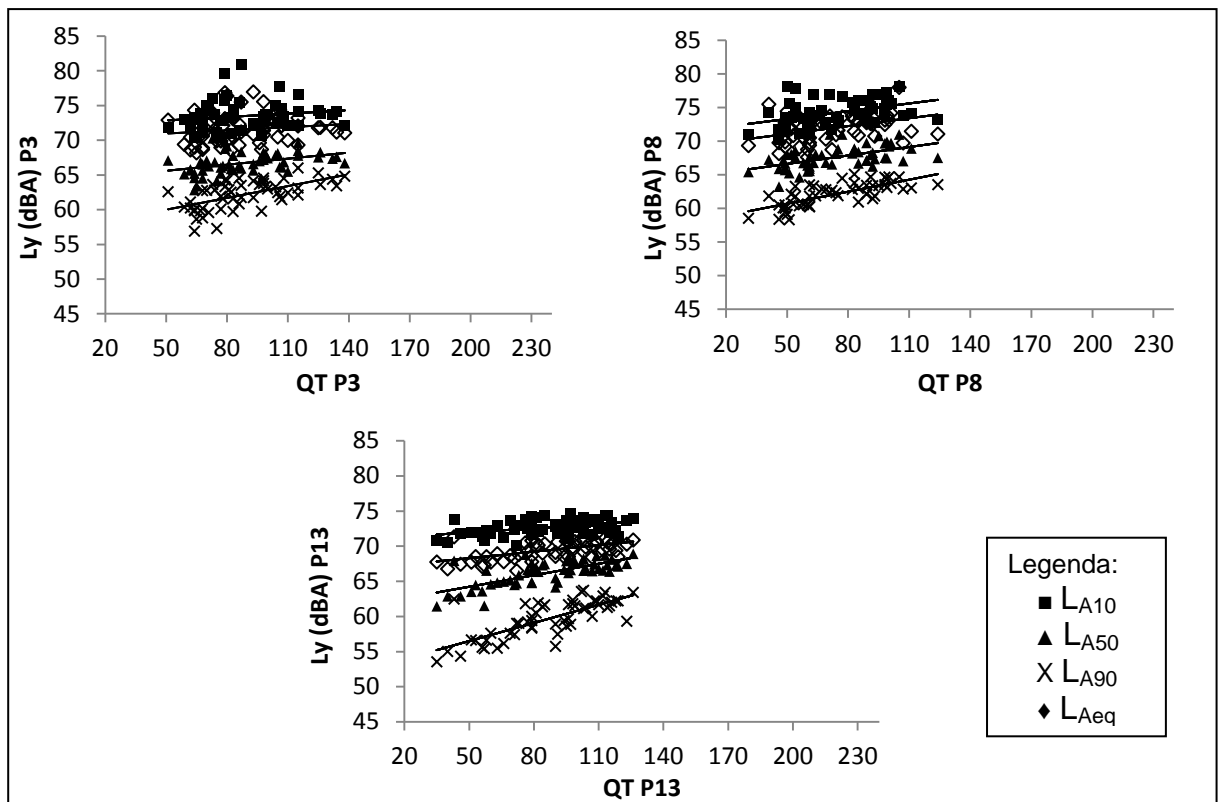


Figura 4.32 – Dispersão e regressão linear para  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A90}$  em função do volume de tráfego com a quantidade total de veículos (QT), na Av. Nereu Ramos, pontos P3, P8 e P13, nos três horários de medição.

Tabela 4.10 – Equações resultantes dos testes de regressão linear das Figuras 4.28, 4.29, 4.30, 4.31 e 4.32 e seus respectivos coeficientes de correlação (r).

Via	Ponto	Equação	r
Av. General Osório	P1	$L_{A10} = 4,4\log QT + 70,4$	0,19
		$L_{A50} = 7,6\log QT + 55,0$	0,33
		<b><math>L_{A90} = 12,9\log QT + 36,9</math></b>	<b>0,48</b>
		$L_{Aeq} = 0,7\log QT + 75,1$	0,03
	P6	$L_{A10} = 9,8\log QT + 57,8$	0,52
		$L_{A50} = 15,5\log QT + 34,3$	0,73
		<b><math>L_{A90} = 16,3\log QT + 23,0</math></b>	<b>0,68</b>
		$L_{Aeq} = 8,0\log QT + 59,1$	0,33
	P11	$L_{A10} = 5,7\log QT + 64,4$	0,38
		$L_{A50} = 10,7\log QT + 45,8$	0,64
		<b><math>L_{A90} = 17,7\log QT + 23,8</math></b>	<b>0,71</b>
		$L_{Aeq} = 8,4\log QT + 56,2$	0,45
Porto Alegre	P4	$L_{A10} = 6,1\log QT + 59,8$	0,53
		$L_{A50} = 12,6\log QT + 40,3$	0,81
		<b><math>L_{A90} = 14,6\log QT + 30,6</math></b>	<b>0,85</b>
		$L_{Aeq} = 8,2\log QT + 52,4$	0,63

(continua)

(conclusão)

Via	Ponto	Equação	r	
Av. Fernando Machado	P9	$L_{A10} = 8,0\log QT + 54,2$	0,59	
		<b><math>L_{A50} = 15,1\log QT + 34,4</math></b>	<b>0,88</b>	
		$L_{A90} = 14,3\log QT + 29,3$	0,78	
		$L_{Aeq} = 8,5\log QT + 50,0$	0,60	
	Av. Getúlio Vargas	P2	$L_{A10} = 5,6\log QT + 62,5$	0,39
			$L_{A50} = 9,3\log QT + 48,9$	0,59
			<b><math>L_{A90} = 16,1\log QT + 29,0</math></b>	<b>0,74</b>
			$L_{Aeq} = 6,2\log QT + 58,9$	0,42
		P7	$L_{A10} = 5,6\log QT + 62,1$	0,47
			<b><math>L_{A50} = 12,9\log QT + 40,8</math></b>	<b>0,67</b>
			$L_{A90} = 17,1\log QT + 27,3$	0,60
			$L_{Aeq} = 6,8\log QT + 56,3$	0,48
P12		$L_{A10} = 3,5\log QT + 64,2$	0,31	
		$L_{A50} = 12,5\log QT + 41,0$	0,72	
		<b><math>L_{A90} = 14,0\log QT + 33,1</math></b>	<b>0,72</b>	
		$L_{Aeq} = 7,0\log QT + 55,0$	0,50	
Av. Nereu Ramos	P14	$L_{A10} = -0,5\log QT + 73,0$	0,04	
		$L_{A50} = 8,4\log QT + 48,9$	0,62	
		<b><math>L_{A90} = 13,9\log QT + 33,0</math></b>	<b>0,73</b>	
		$L_{Aeq} = 2,7\log QT + 63,2$	0,17	
	P5	$L_{A10} = 3,7\log QT + 63,0$	0,33	
		<b><math>L_{A50} = 10,6\log QT + 42,0</math></b>	<b>0,78</b>	
		$L_{A90} = 11,6\log QT + 33,2$	0,76	
		$L_{Aeq} = 7,1\log QT + 52,4$	0,55	
	P10	$L_{A10} = 2,0\log QT + 64,9$	0,09	
		$L_{A50} = 8,4\log QT + 46,7$	0,39	
		<b><math>L_{A90} = 13,8\log QT + 31,8</math></b>	<b>0,78</b>	
		$L_{Aeq} = 4,0\log QT + 58,1$	0,19	
Av. Nereu Ramos	P3	$L_{A10} = 3,8\log QT + 66,2$	0,18	
		$L_{A50} = 6,3\log QT + 54,6$	0,42	
		<b><math>L_{A90} = 11,9\log QT + 39,2</math></b>	<b>0,60</b>	
		$L_{Aeq} = 3,5\log QT + 64,8$	0,17	
	P8	$L_{A10} = 6,5\log QT + 62,3$	0,43	
		$L_{A50} = 7,0\log QT + 54,7$	0,56	
		<b><math>L_{A90} = 9,9\log QT + 43,8</math></b>	<b>0,75</b>	
		$L_{Aeq} = 6,3\log QT + 60,4$	0,39	
	P13	$L_{A10} = 3,7\log QT + 65,7$	0,44	
		$L_{A50} = 9,8\log QT + 47,5$	0,72	
		<b><math>L_{A90} = 15,0\log QT + 30,9</math></b>	<b>0,75</b>	
		$L_{Aeq} = 5,5\log QT + 58,9$	0,49	

#### 4.4.3 Distribuições de frequência relativa dos níveis de pressão sonora

As figuras 4.33 e 4.34, demonstram as distribuições de frequência relativa de  $L_{Aeq}$ , em cada ponto, nos três horários de medição. Analisando o comportamento destas distribuições, foi possível agrupar os pontos de acordo com a curva de

frequência apresentada por cada um deles (Tabela 4.11), permitindo a análise de dados quantitativos e qualitativos das condições de tráfego e composição do mesmo em cada situação.

Tabela 4.11 – Classificação das curvas de distribuição de frequência relativa encontradas em cada ponto de medição.

<b>Tipo de Curva</b>	<b>Ponto</b>
Assimétrica positiva	P3, P8, P10, P12, P13, P14
Assimétrica negativa	P2, P7, P9
Simétrica	P1, P4, P5, P6, P11

No caso das distribuições de curva assimétrica positiva, espera-se a caracterização de fluxo contínuo de veículos, baixo volume de tráfego e predominância de veículos leves, uma vez que tal tipo de curva apresenta concentração da porcentagem dos níveis de pressão sonora encontrados, nos valores mais baixos verificados. Nos pontos P10, P12 e P13, o fluxo se apresenta contínuo, com baixo volume de tráfego e a participação dos veículos pesados na composição do tráfego é de 3,5%, 10% e 13%, respectivamente. Valadares (1997) afirma que, quanto maior a assimetria, nestes casos, menor é o volume de tráfego, com tendência para o ruído de fundo.

Em P2, P7 e P9, o fluxo se apresentou intermitente, com alto volume de tráfego. Essas características são típicas das curvas assimétricas negativas, que demonstram uma concentração nos níveis de ruído mais altos. O deslocamento dos valores de ruído para a direita decorre de ciclos de aceleração, a partir de paradas e acelerações diante de cruzamentos semaforizados, por exemplo, e podem resultar em valores de níveis de pressão sonora muito altos (TORIJA, 2007b).

A curva de distribuição simétrica, que segue uma distribuição de Gauss, representa um fluxo contínuo com alto volume de tráfego, conforme observado em P4, P5, P6 e P11. Em 50% das situações em que o fluxo se apresentou contínuo, as medições seguiram a distribuição de Gauss. Torija (2007b), em seu trabalho encontrou tal distribuição em 72% dos casos de fluxo contínuo. Segundo o autor, nessas situações, a variabilidade do nível de ruído ambiental não é muito alta, existindo períodos de estabilização no nível de pressão sonora medido.

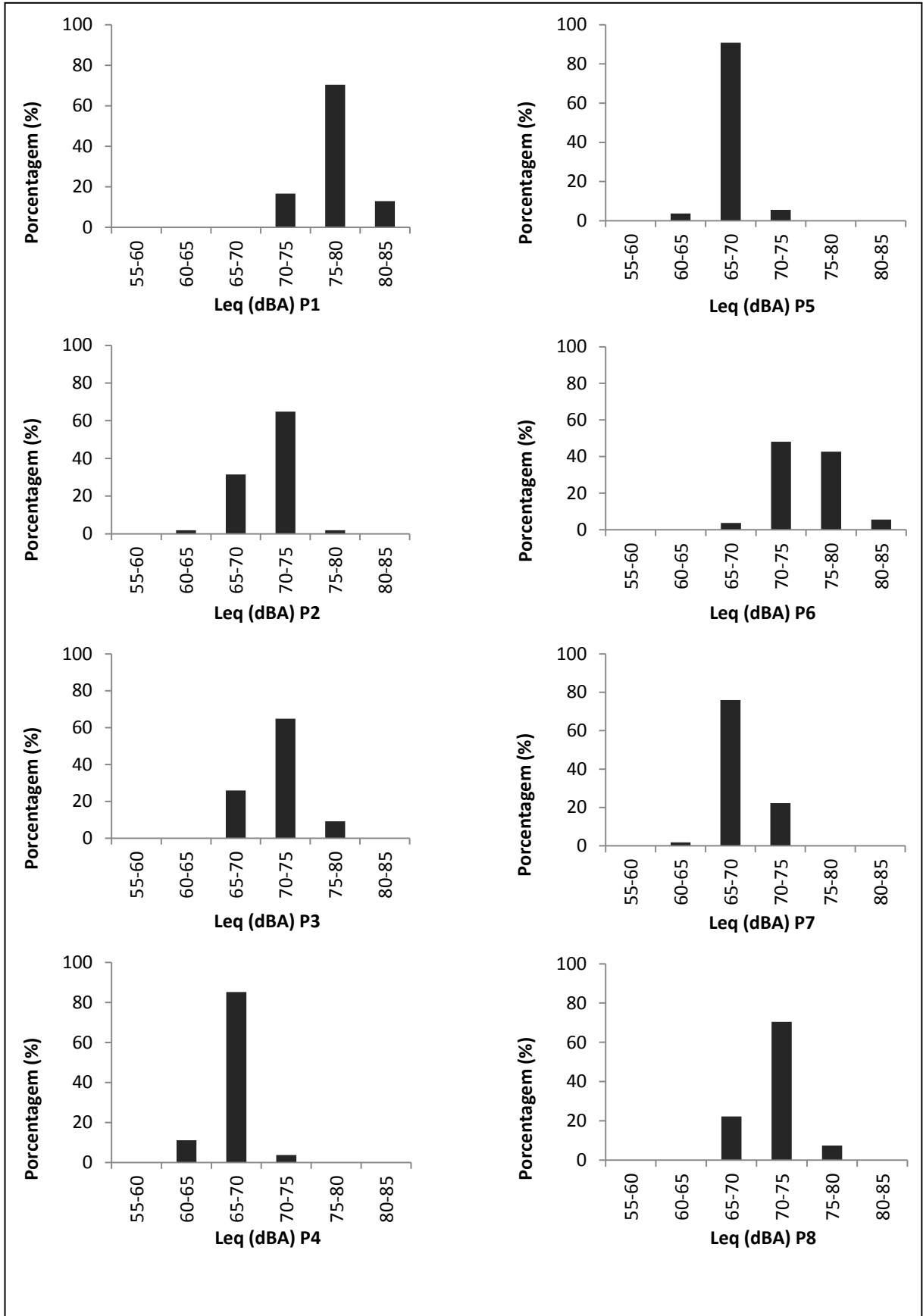


Figura 4.33 – Histogramas dos  $L_{Aeq}$  dos pontos P1, P2, P3, P4, P4, P6, P7 e P8.

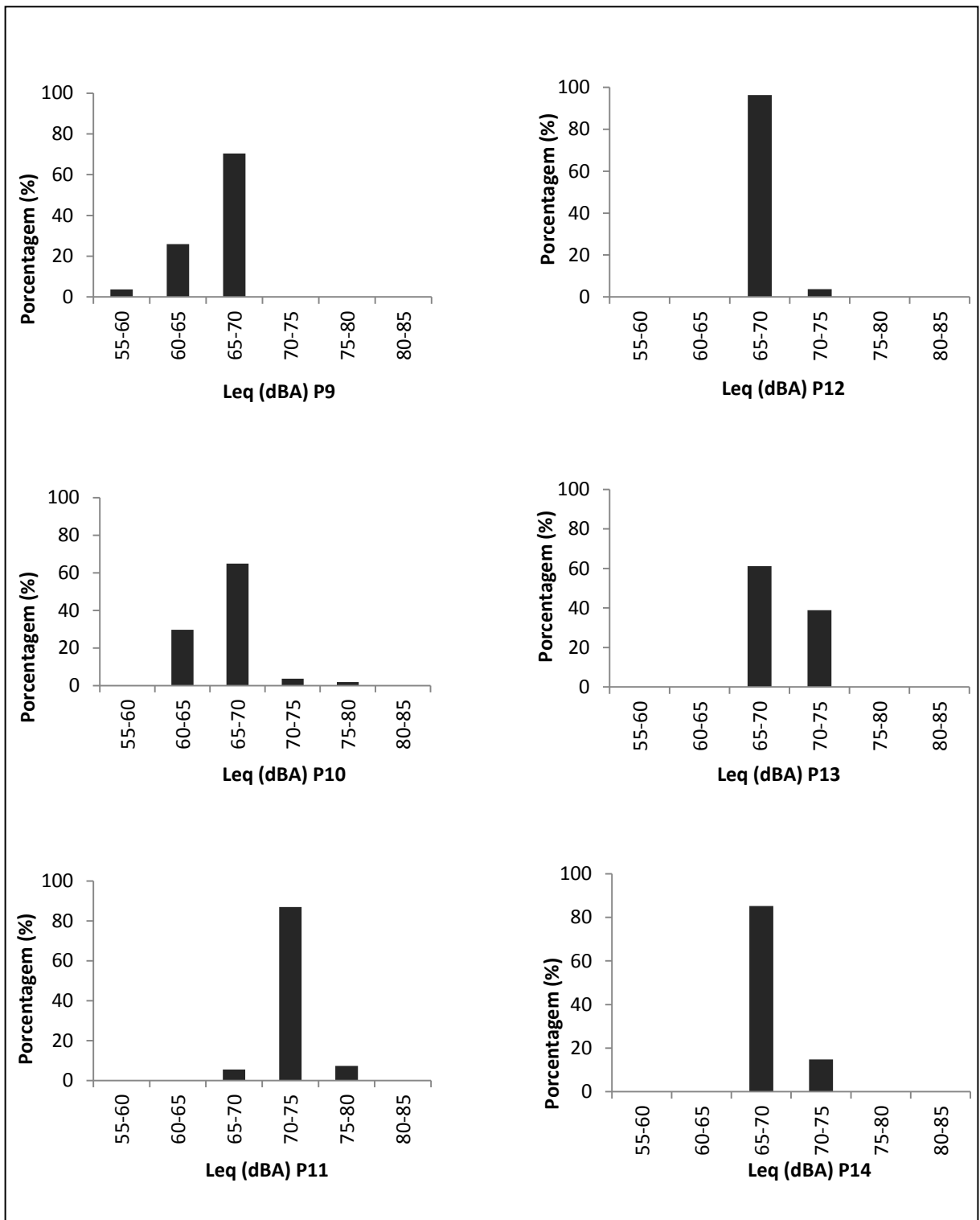


Figura 4.34 – Histogramas dos  $L_{Aeq}$  dos pontos P9, P10, P11, P12, P13 e P14.

#### **4.5 Considerações sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó – PDDTC**

O Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó (PDDTC) foi sancionado em 06 de janeiro de 2004, mediante a aprovação da Lei Complementar N. 202 e define-se como “instrumento estratégico e global da política de desenvolvimento urbano e territorial, determinante para todos os agentes públicos e privados que atuam no Município” (PMC, 2007). Tal plano apresentou revisão significativa em 2007, movida, dentre outros, pelos agentes imobiliários do município.

Segundo o PDDTC (PMC, 2007), a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades exercidas em ambiente confinado, coberto ou não, deve obedecer aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos pelas legislações federal, estadual, municipal e normas técnicas que tratem da emissão de ruídos em ambientes urbanos e nas demais localidades do território municipal. O plano diretor do município, em nenhum momento, aborda os níveis de pressão sonora do ruído ambiental devido ao tráfego veicular ou qualquer outra atividade que esteja fora dos limites das propriedades privadas, como lotes e edificações.

Dentre outras atribuições, o PDDTC (PMC, 2007) disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo, como fim de garantir o processo de planejamento municipal. Entretanto, não apresenta restrições claras sobre uso e ocupação do solo ou diretrizes de controle ou monitoramento do ruído urbano.

Os parâmetros urbanísticos propostos pelo plano diretor municipal em sua revisão de 2007, permitem e estimulam a verticalização das edificações localizadas na área central de Chapecó. O PDDTC (PMC, 2007) classifica a área estudada neste trabalho como Macroárea Urbana Central, a qual permite gabaritos de até 14 pavimentos, ou edificações com até 42,0 m de altura.

De um modo geral, não apenas no âmbito ambiental relacionado à problemática do ruído, mas considerando o impacto na paisagem e na infra-estrutura urbana como um todo, segundo Fujita 2008, acredita-se que as iniciativas do plano diretor de 2004 se apresentaram como um importante passo para o debate coletivo do desenvolvimento territorial de Chapecó. Entretanto, muitos dos instrumentos propostos tiveram intervenção da revisão de 2007, a qual se constitui como reflexo

da mudança político administrativa ocorrida em 2006, salientando a fragilidade das políticas públicas brasileiras, as quais sempre ficam sujeitas ao processo eleitoral.

De um modo geral, podem ser destacadas as alterações relativas ao aumento dos índices urbanísticos, inclusive em áreas de interesse ambiental e na bacia de captação de água, e a reprovação por parte da revisão de 2007, no que se refere às propostas que tinham como base de argumentação a mediação de conflitos urbano-ambientais ou a ampliação de áreas de interesse ou requalificação ambiental. Segundo Fujita (2008), a modificação aprovada tornou o conjunto do plano diretor contraditório, pois os princípios constantes no plano agora conflitam com a determinação do novo ordenamento territorial.

As figuras 4.35 e 4.36 demonstram a volumetria atual das edificações localizadas na área de estudo enquanto as figuras 4.37 e 4.38 apresentam uma simulação da mesma área atingindo os novos índices urbanísticos propostos pelo PDDTC (PMC, 2004). A diferença entre as duas imagens é notória e significativa.

Se forem consideradas a largura atual das vias (Tabelas 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7), as quais não têm mais possibilidade de alargamento, e a altura permitida pelo plano diretor para as novas edificações, e tais variáveis forem aplicadas na relação  $h/d$  (altura/largura da via), são encontrados valores entre 1,52 e 2,30. Segundo Torija; Ruiz; Ramos (2007a) quando a relação é maior que 1,0, já são detectados os efeitos dos chamados cânions urbanos, onde os incrementos nos níveis de ruído são significativos e importantes.

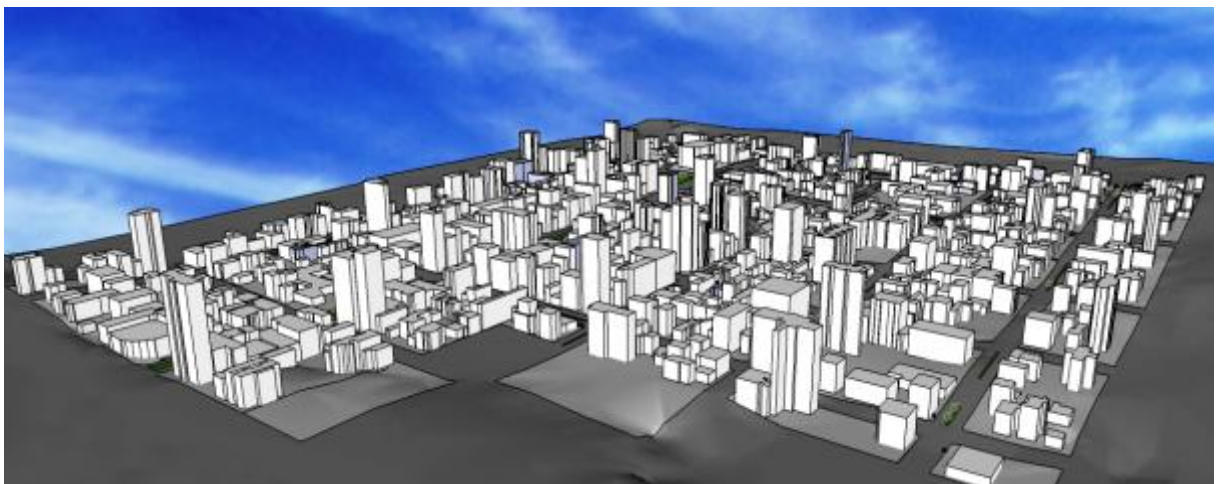


Figura 4.35 – Volumetria atual das edificações existentes na área de estudo: visual sentido sudeste.



Figura 4.36 – Volumetria atual das edificações existentes na área de estudo: visual sentido noroeste.

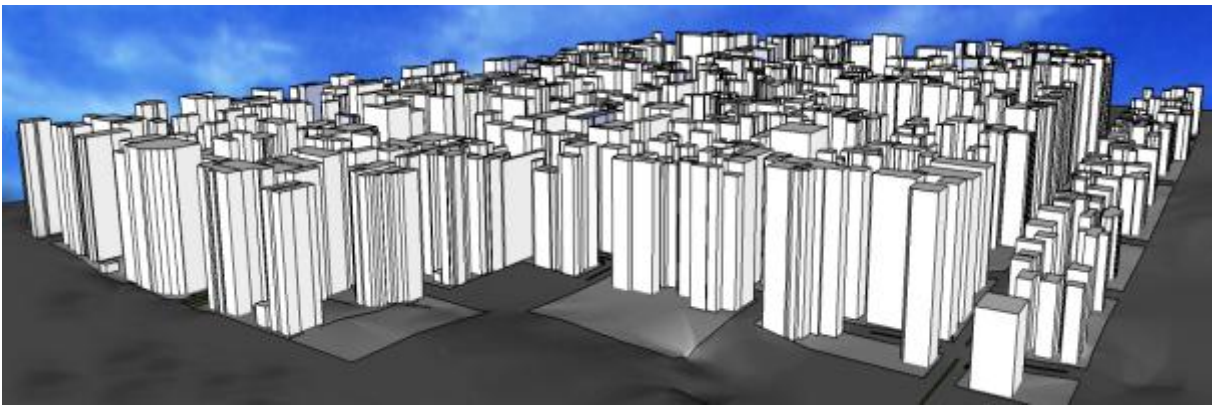


Figura 4.37 – Volumetria simulada a partir dos índices urbanísticos propostos pelo PDDTC, para a área de estudo: visual sentido sudeste.

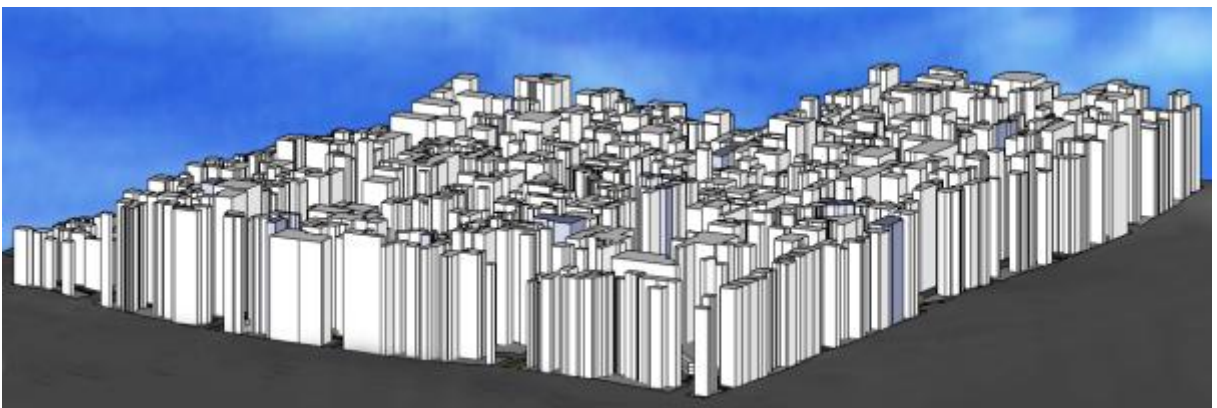


Figura 4.38 – Volumetria simulada a partir dos índices urbanísticos propostos pelo PDDTC, para a área de estudo: visual sentido noroeste.



A verticalização dos edifícios acarreta maior densidade demográfica, a qual tem como consequência, maior aglomeração de veículos nas vias urbanas que atenderão tais edificações. Conforme foi observado nas discussões propostas no item 4.3 do presente trabalho, o espaço acústico do tipo fechado proporciona elevados níveis de pressão sonora, mesmo em condições de baixo fluxo de veículos. Como foi observado na discussão anterior, os níveis de pressão sonora medidos na área central de Chapecó ultrapassam significativamente os níveis preconizados pelas normativas nacionais e internacionais. Com a futura verticalização dessa área do município, de acordo com o que levantou a presente pesquisa, acredita-se em um incremento significativo nos níveis de pressão sonora, estimulados não só pelo incremento no número de veículos em tráfego, como também pelo acréscimo das reflexões sonoras, oriundas das fachadas das edificações.

Valadares (1997) afirma que a influência das grandezas geométricas no nível de pressão sonora às margens dos corredores de transporte urbano são importantes para orientar o processo de planejamento urbano, mais especificamente no dimensionamento do sistema viário a ser proposto, seja nas atividades de parcelamento do solo urbano, seja na redefinição da geometria dos corredores e da ocupação do solo lindeira a eles. Entretanto, o PDDTC não considera tal problemática, a qual merece um estudo mais aprofundado, a fim de colaborar para uma futura readequação das estratégias de planejamento urbano na cidade de Chapecó.

## 5 CONCLUSÕES

A cidade de Chapecó apresenta em sua área central, nos chamados horários de pico, das 7h30min às 9h00min, das 11h30min às 13h00min e das 17h30min às 19h00min, nas vias Av. General Osório, R. Porto Alegre, Av. Fernando Machado, Av. Getúlio Vargas e Av. Nereu Ramos, delimitadas a norte pela R. Quintino Bocaiúva e a sul pela R. Clevelândia, níveis de pressão sonora  $L_{Aeq}$  superiores aos preconizados pela NBR 10151 (ABNT, 2000).

Verifica-se que, assim como outros estudos utilizados como referencial teórico, os descritores sonoros  $L_{A90}$  e  $L_{A50}$  também apresentam maior representatividade do ruído de tráfego veicular do que os descritores  $L_{A10}$  e  $L_{Aeq}$ , o que se caracteriza como importante constatação, uma vez que tal afirmativa pode facilitar as análises referentes ao ruído de tráfego veicular em cidades de características urbanas e porte semelhantes aos de Chapecó, em qualquer país.

As características de composição de tráfego interferem na variação dos níveis de pressão sonora. A variação nos níveis de  $L_{Aeq}$  são mais sensíveis à variação no número de veículos pesados do que à variação no número de veículos leves. Desse modo, torna-se importante traçar uma metodologia que atente para tais variáveis, sendo possível restringir também pesquisas posteriores, levando a resultados mais palpáveis e com maior correlação entre variáveis.

As características geométricas do ambiente construído às margens das vias interferem na relação entre os níveis de pressão sonora e o tráfego de veículos, sendo que nem sempre grandes variações no número total de veículos resultam em variações de  $L_{Aeq}$ . Foi observado que, quanto maior a relação entre altura das edificações e largura da via ( $h/d$ ), maiores são os níveis de pressão sonora. Mediante tal observação, constata-se o equívoco e os problemas resultantes do modelo de urbanização e ocupação do território implantado pelo plano diretor atual, o qual, em apenas cinco anos de vigência já foi responsável pela verticalização radical na área central do município, com a conseqüente formação de cânions urbanos, os quais apresentam diversos e constantes problemas ambientais, tanto de poluição do ar quanto de poluição sonora.

Os resultados observados a partir do presente estudo, reforçam o que a comunidade tem percebido em relação às condições de conforto ambiental urbano na região central do município de Chapecó, e se encontra em posição contrária à de muitos outros municípios de mesmo porte, com maior maturidade de planejamento urbano e ambiental. Acredita-se que outras estratégias de ocupação do solo são possíveis, sem redução da densidade populacional e mantendo a otimização de uso da infraestrutura urbana.

É preciso repensar a tipologia arquitetônica das edificações, a configuração das vias e seus passeios, sempre voltados ao veículo e não ao pedestre. A cultura local e até nacional, resulta em um modelo de urbanização cujos problemas resultam, em parte, da falta de estímulo e investimento em alternativas de transporte em massa. A melhoria do transporte coletivo e conseqüentemente da qualidade de vida da população local podem ser alcançadas através de instrumentos de planejamento urbano que se voltem às questões ambientais de modo mais efetivo e não apenas aos interesses do setor imobiliário. É necessário rever os instrumentos que balizam e norteiam o crescimento e a ocupação do território, uma vez que apenas a indicação de parâmetros urbanísticos não tem sido suficiente para se garantir melhoria das condições ambientais dos centros urbanos.

Com o cenário encontrado no município, constata-se que os níveis de pressão sonora na área central de Chapecó, os quais já se apresentam com altos valores nos horários de pico, tem tendência de incremento futuro, dadas as condições de estímulo à verticalização das edificações nesta área, de acordo com os parâmetros urbanísticos estipulados pelo plano diretor municipal.

## 6 TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho foi o primeiro do gênero a ser desenvolvido no município de Chapecó. Dessa forma, é sugerida a continuidade do mesmo, através das possibilidades que seguem.

A partir dos dados coletados no presente estudo, é possível simular através de softwares computacionais o cenário futuro da área central de Chapecó, mediante a utilização dos níveis de pressão sonora coletados e dos gabaritos máximos permitidos pelo plano diretor da cidade, e avaliar quais serão os possíveis problemas referentes ao ruído de tráfego a serem enfrentados pela comunidade local.

Com a simulação computacional, é possível também obter mapas acústicos mais elaborados, tanto das condições atuais quanto das condições futuras.

Sugere-se também acompanhamento periódico da evolução do ruído, conforme forem ocorrendo as alterações espaciais do ambiente construído na área de estudo.

Estudos mais específicos referentes às Avenidas General Osório e Getúlio Vargas também podem ser interessantes, dadas as características de tráfego particulares destas vias.

Se propõe também avaliar, também de forma periódica e comparativa, a percepção sonora da comunidade ao ruído de tráfego na área central de Chapecó, ao longo da evolução espacial.

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 10152**: níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

BARRIGÓN-MORILLAS, J. M. et al. Measurement of Noise Pollution in Badajoz City, Spain. **Acta Acustica United With Acustica**, Stuttgart, v. 91, n. 4, p. 797-801, July/Aug. 2005.

BISTAFA, S. R. Acústica aplicada ao controle do ruído. São Paulo: Blucher, 2006. 368 p.

BRASIL, Lei n. 9503 de 23 de setembro de 1997. Institui o código de trânsito brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 set. 1997. p. 21201.

BRUEL & KJÆR. **Environmental noise**. Dinamarca: Bruel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, 2000. 65 p.

CALIXTO, A. **O ruído gerado pelo tráfego de veículos em “rodovias grandes avenidas” situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba, analisado sob parâmetros acústicos objetivos e seu impacto ambiental**. 2002. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

CAREY, J. H. Environmental noise monitoring; what to measure? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES, 1.; ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 17., 1996, Petrópolis. **Anais...** Petrópolis: SOBRAC, 1996. p. 207-210.

COELHO, J. L. B., et al. Avaliação da exposição ao ruído da população em Portugal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES, 1.; ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 17., 1996, Petrópolis. **Anais...** Petrópolis: SOBRAC, 1996. p. 275-278.

CONAMA, Conselho nacional de meio ambiente (Brasil). Resolução n. 001, de 2 de abril de 1990a. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes

de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. **Diário Oficial [da] União**, [S.l.], 2 abr. 1990. Seção 1, p. 640.

\_\_\_\_\_, Conselho nacional de meio ambiente (Brasil). Resolução n. 002, de 8 de março de 1990b. Dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – SILÊNCIO. **Diário Oficial da União**, [S.l.], 8 mar. 1990. Seção 1, p. 6408.

CRESPO, J. P.; RODRÍGUEZ, F. J. R. El ruido derivado del tráfico rodado urbano: relación entre L10 y LAeq, a partir de mediciones reales, para horarios diurnos y nocturnos. In: Tecnicústica, 2003, Bilbao. **Anais eletrônicos...** Bilbao: SEA, 2003. Disponível em:  
< [http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Bilbao03\\_aam029.pdf](http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Bilbao03_aam029.pdf) >.  
Acesso em: 06 nov. 2011.

DNIT – Departamento Nacional e Infra-estruturas e transportes. Ministério dos Transportes. **Norma DNIT 076 de 11 de julho de 2006**. Tratamento ambiental acústico das áreas lindeiras da faixa de domínio - Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, RJ, 11 jul. 2006. 9 p.

FRITSCH, R. C. **Avaliação do Ruído Urbano: o caso da área central de Passo Fundo – RS**. 2006. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. 2. ed. Florianópolis: NR Editora, 2000. 676 p.

HUANG, Y. et al. Impact of wedge-shaped roofs on airflow and pollutant dispersion inside urban street canyons. **Building and Environment**, Shanghai, v. 44, n. 12, p. 2335-2347, Dec. 2009.

IBGE, 2010 – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dados da cidade de Chapecó – SC. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=420420>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1996/1: Acoustics: Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures**, 2003/1. Suíça, 2003.

\_\_\_\_\_. **ISO 1996/2**: Acoustics: Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels, 2007/2. Suíça, 2007.

LUDLOW, J. G.; DOMÈNECH, F. D. La revalorización de los sonidos urbanos, Ciutat Vella, Barcelona. In: *Tecniacústica*, 2009, Cadiz. **Anais eletrônicos...** Cadiz: SEA, 2009. Disponível em:  
<[http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Cadiz09\\_RDO\\_028.pdf](http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Cadiz09_RDO_028.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2011.

MORAES, E. M. L.; LARA, N. A. Mapa Acústico de Belém. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: ENCAC, 2005. p. 57-61

MURGEL, E. **Fundamentos de Acústica Ambiental**. 1. ed. São Paulo: Senac, 2007. 131p.

NAGEM, M. P. **Mapeamento e análise do ruído ambiental**: diretrizes e metodologia. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

NARDI, A.S.L.V. **Mapeamento sonoro em ambiente urbano**: estudo de caso: área central de Florianópolis. 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

NUNES, M. F. O.; DORNELLES, G. T.; SOARES, I. N. Medidas de atenuação do ruído de tráfego urbano para o conforto acústico em áreas residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: ENTAC, 2000. 484 p.

NYEMEYER, M. L.; SLAMA, J. G. O Ruído na Cidade: Elementos do Ruído Urbano. In: DEL RIO, V. (Org) **Arquitetura**: Pesquisa & Projeto. Coleção PROARQ. 1 ed. São Paulo: PROARQ, 1998. v.1, p. 75-89.

OLIVEIRA, M. P. G.; MEDEIROS, E. B.; DAVIS JR., C. A. Planejando o meio ambiente acústico urbano: uma abordagem baseada em SIG. **Revista IP**, Belo Horizonte, ano 2, n. 1, p. 81-96, 2000. Disponível em:  
<[http://www.ip.pbh.gov.br/ANO2\\_N1\\_PDF/ip0201piedade.pdf](http://www.ip.pbh.gov.br/ANO2_N1_PDF/ip0201piedade.pdf)>. Acesso em: 20 fev 2011.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Resumo das orientações das diretivas da OMS**, relativas ao ruído no meio ambiente. Disponível em : <<http://www.who.int/docstore/peh/noise/bruit.html>>. Acesso em: 30 jun. 2011.

PALHARES, D. A. G., et al. Mapeamento sonoro do ruído do tráfego viário nas grandes cidades. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES, 1.; ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 17., 1996, Petrópolis. **Anais...** Petrópolis: SOBRAC, 1996. p. 215-218.

PICAUT, J. J. et al. Experimental study of sound propagation in a street. **Applied acoustics**, Bouguenais Cedex, v. 66, n. 1, p. 149-173, Jan. 2005.

PMC, 2004. Lei complementar n. 202 de 6 de janeiro de 2004. **Plano de Desenvolvimento Territorial de Chapecó**. Chapecó, SC, 6 jan. 2004.

PMC. Lei complementar n.4 de 31 de maio de 1990. Estabelece o Código de Posturas e de Meio Ambiente de Chapecó. Chapecó, SC, 31 mai. 1990.

SANTA CATARINA. Decreto Estadual n.14.250 de 5 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos referentes à proteção e à melhoria da qualidade ambiental. Florianópolis, SC, 5 jun. 1981.

SAPATA, A. M. A. **Monitoramento, modelagem de simulação dos impactos e efeitos do ruído de tráfego em trecho de cânion urbano da avenida Horácio Racanello da cidade de Maringá – PR**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

SATTLER, M. A. Urban noise survey for the city of Porto Alegre, Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v. 105, n. 2, p. 1282, fev. 1999.

SILVA, P. **Acústica Arquitetônica e Condicionamento de Ar**. 3. ed. Belo Horizonte: EDTAL, 1997. 397 p.

SOUSA, C. M. de, CARDOSO, M. R. A. Ruído Urbano na Cidade de São Paulo, Brasil. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 10.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES, 2., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBRAC, 2002. p. 312-322.



TORIJA, A. J. et al. Análisis de la percepción de los diferentes paisajes sonoros presentes en los entornos urbanos. In: Tecniacústica, 2009, Cadiz. **Anais eletrônicos...** Cadiz: SEA, 2009. Disponível em: <[http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Cadiz09\\_RDO\\_025.pdf](http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Cadiz09_RDO_025.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2011.

TORIJA, A. J. et al. Estudio de la relación entre el LAeq y los niveles percentiles para la descripción del ruido ambiental. In: Tecniacústica, 2006, Gandia. **Anais eletrônicos...** Gandia: SEA, 2006. Disponível em: < [http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Gandia06\\_AAM016.pdf](http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Gandia06_AAM016.pdf) >. Acesso em: 06 nov. 2011.

TORIJA, A. J.; RUIZ, D. P.; RAMOS, A. Influence of the type of route in the acoustic emission of different types of vehicles in traffic. In: International Congress on Acoustics, 19., 2007a, Madrid. **Anais eletrônicos...** Madrid: IIE, 2007a. Disponível em: <[http://b-dig.iie.org.mx/BibDig/P07-0829/ICA\\_07/fchrs/papers/env-08-015.pdf](http://b-dig.iie.org.mx/BibDig/P07-0829/ICA_07/fchrs/papers/env-08-015.pdf) >. Acesso em: 05 nov. 2011.

TORIJA, A. J.; RUIZ, D. P.; RAMOS, A. Obtaining of a factor to describe the anomalous sound events in traffic noise measurements. In: International Congress on Acoustics, 19., 2007b, Madrid. **Anais eletrônicos...** Madrid: IIE, 2007b. Disponível em: <[http://b-dig.iie.org.mx/BibDig/P07-0829/ICA\\_07/fchrs/papers/env-08-010.pdf](http://b-dig.iie.org.mx/BibDig/P07-0829/ICA_07/fchrs/papers/env-08-010.pdf)>. Acesso em: 05 nov. 2011.

TRINTA, Z.A.; RIBEIRO, P. C. M. Mitigação da poluição sonora do tráfego nas travessias urbanas. In: Rio de transportes, 4., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006. p. 1-13.

VALADARES, V. M. **Ruído de Tráfego Veicular em Corredores de Transporte Urbano: Estudo de Caso em Belo Horizonte-MG.** 1997. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

VALADARES, V. M.; GERGES, S. N. Y. Comportamento das distribuições estatísticas acumuladas do ruído do tráfego veicular em vias arteriais em Belo Horizonte, MG. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA, 1.; SIMPÓSIO DE METROLOGIA E NORMALIZAÇÃO EM ACÚSTICA DO MERCOSUL, 1.; ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 18., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SOBRAC, 1998. p. 579-582.

WALERIAN, E.; JANCZUR, R.; CZECHOWICZ, M. Sound levels forecasting for city-centers. Part II: effect of source model parameters on sound level in built-up area. **Applied Acoustics**, Bouguenais Cedex, v. 62, n. 5, p. 461-492, May. 2001.

WANG, K. et al. Effects of urban morphological characteristics on the noise distribution: a comparison between the UK and China. In: International Congress on Acoustics, 19., 2007, Madrid. **Anais eletrônicos...** Madrid: IIE, 2007. Disponível em: <[http://b-dig.iie.org.mx/BibDig/P07-0829/ICA\\_07/fchrs/papers/env-08-005.pdf](http://b-dig.iie.org.mx/BibDig/P07-0829/ICA_07/fchrs/papers/env-08-005.pdf)>. Acesso em: 05 nov. 2011.

## **APÊNDICES**

### Apêndice A – Valores de nível de pressão sonora coletados

Ponto	Horário	LAeq (dBA)	LA10 (dBA)	LA50 (dBA)	LA90 (dBA)
1	7:30 - 9:00	78,65	80,81	71,06	62,86
	11:30 - 13:00	77,18	79,3	69,86	60,39
	17:30 - 19:00	75,79	78,96	70,03	61,99
2	7:30 - 9:00	70,87	73	65,77	57,91
	11:30 - 13:00	70,19	72,83	66,47	58,2
	17:30 - 19:00	72,17	74,79	67,97	61,41
3	7:30 - 9:00	71,83	73,55	66,59	61,4
	11:30 - 13:00	71,56	73,61	66,65	60,89
	17:30 - 19:00	60,89	74,07	67,24	63,14
4	7:30 - 9:00	68,13	70,96	64,59	58,69
	11:30 - 13:00	66,78	70,85	62,62	54,99
	17:30 - 19:00	68,14	71,9	63,45	57,17
5	7:30 - 9:00	68,05	71,34	64,55	57,49
	11:30 - 13:00	67,49	70,86	64,62	57,84
	17:30 - 19:00	68,8	71,4	66,32	59,88
6	7:30 - 9:00	76,7	77,31	66,16	56,25
	11:30 - 13:00	75,87	76,54	63,82	52,64
	17:30 - 19:00	75,2	77,23	65,71	54,96
7	7:30 - 9:00	68,17	72,02	62,54	54,55
	11:30 - 13:00	68,56	72,11	64,36	57,92
	17:30 - 19:00	70,07	73,35	66,45	61,07
8	7:30 - 9:00	72,23	73,72	67,31	61,42
	11:30 - 13:00	72,37	74,25	67	61,18
	17:30 - 19:00	72,9	74,74	68,22	62,97
9	7:30 - 9:00	66,05	69,71	61,69	53,44
	11:30 - 13:00	64,31	67,15	60,56	52,88
	17:30 - 19:00	66,68	69,3	63,43	57,48
10	7:30 - 9:00	64,67	67,53	61,53	56,51
	11:30 - 13:00	67,78	70,08	62,56	57,15
	17:30 - 19:00	66,4	68,82	63,53	58,89
11	7:30 - 9:00	73,47	75,98	66,76	57,39
	11:30 - 13:00	72,39	74,96	66,07	56,8
	17:30 - 19:00	73,33	75,75	67,57	60,11
12	7:30 - 9:00	67,31	70,53	62,78	57,21
	11:30 - 13:00	68,05	70,57	62,3	54,08
	17:30 - 19:00	66,87	70,05	62,91	57,86
13	7:30 - 9:00	69,81	73,03	66,36	58,7
	11:30 - 13:00	69,5	72,58	65,72	57,52
	17:30 - 19:00	69,75	72,96	67,23	61,47
14	7:30 - 9:00	70,15	72,65	66,21	60,6
	11:30 - 13:00	69,46	72,3	66,42	61,4
	17:30 - 19:00	68,94	71,54	67,2	63,42

## Apêndice B – Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total

### Apêndice B.1 – Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 1.

#### PONTO 1

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	16	88	17	121	11:30	13	71	11	95	17:30	6	95	12	113
7:35	13	77	12	102	11:35	24	55	7	86	17:35	11	73	12	96
7:40	13	78	19	110	11:40	23	67	8	98	17:40	17	98	14	129
7:45	13	77	26	116	11:45	20	67	15	102	17:45	18	84	9	111
7:50	17	76	18	111	11:50	18	77	10	105	17:50	18	88	16	122
7:55	22	71	25	118	11:55	14	79	23	116	17:55	14	75	22	111
8:00	22	73	28	123	12:00	14	99	9	122	18:00	19	82	15	116
8:05	17	78	23	118	12:05	13	88	29	130	18:05	12	105	22	139
8:10	19	59	11	89	12:10	20	85	38	143	18:10	19	102	15	136
8:15	17	55	10	82	12:15	10	87	19	116	18:15	22	96	19	137
8:20	16	42	7	65	12:20	20	51	10	81	18:20	14	66	12	92
8:25	20	52	3	75	12:25	9	45	4	58	18:25	13	88	15	116
8:30	18	53	8	79	12:30	10	36	3	49	18:30	14	92	19	125
8:35	13	65	5	83	12:35	7	43	6	56	18:35	6	91	17	114
8:40	17	42	4	63	12:40	8	38	6	52	18:40	10	96	14	120
8:45	19	41	10	70	12:45	10	40	3	53	18:45	8	81	6	95
8:50	20	55	7	82	12:50	10	51	5	66	18:50	11	72	15	98
8:55	22	66	8	96	12:55	9	59	13	81	18:55	10	95	15	120
<b>TOTAL</b>	<b>314</b>	<b>1148</b>	<b>241</b>	<b>1703</b>	<b>TOTAL</b>	<b>252</b>	<b>1138</b>	<b>219</b>	<b>1609</b>	<b>TOTAL</b>	<b>242</b>	<b>1579</b>	<b>269</b>	<b>2090</b>

**Apêndice B.2 – Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 2.**

**PONTO 2**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	4	47	10	61	11:30	11	66	9	86	17:30	6	55	9	70
7:35	10	54	8	72	11:35	10	69	16	95	17:35	7	77	22	106
7:40	12	63	14	89	11:40	5	58	11	74	17:40	8	87	6	101
7:45	8	53	23	84	11:45	6	78	14	98	17:45	7	107	14	128
7:50	5	56	12	73	11:50	9	66	17	92	17:50	7	77	12	96
7:55	10	67	14	91	11:55	7	108	15	130	17:55	4	73	13	90
8:00	6	47	7	60	12:00	10	82	19	111	18:00	9	79	15	103
8:05	7	42	9	58	12:05	7	92	28	127	18:05	4	111	22	137
8:10	2	55	10	67	12:10	10	80	13	103	18:10	9	103	16	128
8:15	10	61	11	82	12:15	5	58	8	71	18:15	11	100	16	127
8:20	7	40	7	54	12:20	3	29	4	36	18:20	3	87	20	110
8:25	11	49	8	68	12:25	9	37	10	56	18:25	3	63	10	76
8:30	9	37	3	49	12:30	7	33	6	46	18:30	8	74	13	95
8:35	10	60	7	77	12:35	9	32	7	48	18:35	9	66	6	81
8:40	6	49	8	63	12:40	2	32	8	42	18:40	10	106	18	134
8:45	7	45	8	60	12:45	8	44	15	67	18:45	8	111	17	136
8:50	12	55	8	75	12:50	8	49	10	67	18:50	14	66	13	93
8:55	7	46	4	57	12:55	8	67	13	88	18:55	2	56	5	63
<b>TOTAL</b>	<b>143</b>	<b>926</b>	<b>171</b>	<b>1240</b>	<b>TOTAL</b>	<b>134</b>	<b>1080</b>	<b>223</b>	<b>1437</b>	<b>TOTAL</b>	<b>129</b>	<b>1498</b>	<b>247</b>	<b>1874</b>

**Apêndice B.3 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 3.**

**PONTO 3**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	10	45	4	59	11:30	10	77	17	104	17:30	6	71	9	86
7:35	9	61	8	78	11:35	8	86	16	110	17:35	10	78	11	99
7:40	5	51	12	68	11:40	6	85	15	106	17:40	5	64	10	79
7:45	6	63	12	81	11:45	5	94	16	115	17:45	7	81	10	98
7:50	7	53	10	70	11:50	5	80	15	100	17:50	8	76	14	98
7:55	5	54	9	68	11:55	3	114	21	138	17:55	9	65	13	87
8:00	12	56	12	80	12:00	10	96	19	125	18:00	3	79	11	93
8:05	8	56	10	74	12:05	8	106	12	126	18:05	10	81	7	98
8:10	12	46	15	73	12:10	6	110	16	132	18:10	3	71	8	82
8:15	3	45	14	62	12:15	9	76	12	97	18:15	6	80	22	108
8:20	7	48	7	62	12:20	5	71	7	83	18:20	4	105	25	134
8:25	6	53	8	67	12:25	5	61	9	75	18:25	5	80	11	96
8:30	9	58	10	77	12:30	3	52	10	65	18:30	6	97	12	115
8:35	8	65	6	79	12:35	6	44	14	64	18:35	2	91	22	115
8:40	7	35	9	51	12:40	3	64	10	77	18:40	10	73	3	86
8:45	2	60	6	68	12:45	6	52	13	71	18:45	1	74	18	93
8:50	5	53	6	64	12:50	3	95	7	105	18:50	6	72	9	87
8:55	4	55	5	64	12:55	8	82	17	107	18:55	5	61	17	83
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>957</b>	<b>163</b>	<b>1245</b>	<b>TOTAL</b>	<b>109</b>	<b>1445</b>	<b>246</b>	<b>1800</b>	<b>TOTAL</b>	<b>106</b>	<b>1399</b>	<b>232</b>	<b>1737</b>

**Apêndice B.4 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 4.**

**PONTO 4**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	7	71	12	90	11:30	5	65	7	77	17:30	1	57	8	66
7:35	4	65	13	82	11:35	6	70	7	83	17:35	2	55	10	67
7:40	1	75	21	97	11:40	9	70	11	90	17:40	0	51	18	69
7:45	6	60	11	77	11:45	5	76	16	97	17:45	2	63	20	85
7:50	2	59	7	68	11:50	5	90	19	114	17:50	3	70	10	83
7:55	5	67	4	76	11:55	1	86	17	104	17:55	2	71	25	98
8:00	6	57	11	74	12:00	1	58	11	70	18:00	1	81	24	106
8:05	2	61	11	74	12:05	3	44	4	51	18:05	1	83	15	99
8:10	7	55	11	73	12:10	2	33	3	38	18:10	0	74	15	89
8:15	4	59	12	75	12:15	2	34	3	39	18:15	0	57	10	67
8:20	5	51	5	61	12:20	2	25	8	35	18:20	1	54	6	61
8:25	3	49	5	57	12:25	3	26	5	34	18:25	0	63	5	68
8:30	3	46	9	58	12:30	3	23	3	29	18:30	3	62	12	77
8:35	4	49	10	63	12:35	2	40	9	51	18:35	2	43	10	55
8:40	6	54	6	66	12:40	2	31	8	41	18:40	2	59	11	72
8:45	6	46	7	59	12:45	6	41	8	55	18:45	1	54	10	65
8:50	7	45	6	58	12:50	6	44	11	61	18:50	3	52	9	64
8:55	4	50	8	62	12:55	1	82	19	102	18:55	1	50	3	54
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>1019</b>	<b>169</b>	<b>1270</b>	<b>TOTAL</b>	<b>64</b>	<b>938</b>	<b>169</b>	<b>1171</b>	<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>1099</b>	<b>221</b>	<b>1345</b>



**Apêndice B.5 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 5.**

**PONTO 5**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	2	91	18	111	11:30	2	127	32	161	17:30	3	175	29	207
7:35	1	106	18	125	11:35	2	123	31	156	17:35	2	168	24	194
7:40	2	93	21	116	11:40	3	136	43	182	17:40	1	186	21	208
7:45	3	89	17	109	11:45	15	126	20	161	17:45	2	184	20	206
7:50	3	135	24	162	11:50	2	137	31	170	17:50	2	176	31	209
7:55	3	103	23	129	11:55	3	141	22	166	17:55	4	156	45	205
8:00	4	95	19	118	12:00	1	141	28	170	18:00	7	165	48	220
8:05	5	90	19	114	12:05	7	169	32	208	18:05	5	176	41	222
8:10	0	95	15	110	12:10	1	170	50	221	18:10	4	183	27	214
8:15	6	78	15	99	12:15	4	168	35	207	18:15	5	198	31	234
8:20	4	91	23	118	12:20	0	173	32	205	18:20	6	182	29	217
8:25	6	106	19	131	12:25	2	137	24	163	18:25	1	136	33	170
8:30	7	105	17	129	12:30	1	87	22	110	18:30	4	138	20	162
8:35	5	103	15	123	12:35	1	102	25	128	18:35	4	155	24	183
8:40	12	94	22	128	12:40	2	89	15	106	18:40	3	120	31	154
8:45	9	94	32	135	12:45	2	103	18	123	18:45	4	160	25	189
8:50	9	103	27	139	12:50	2	103	20	125	18:50	0	140	21	161
8:55	14	96	15	125	12:55	1	101	22	124	18:55	2	164	25	191
<b>TOTAL</b>	<b>95</b>	<b>1767</b>	<b>359</b>	<b>2221</b>	<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>2333</b>	<b>502</b>	<b>2886</b>	<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>2962</b>	<b>525</b>	<b>3546</b>

**Apêndice B.6 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 6.**

**PONTO 6**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	20	70	17	107	11:30	19	60	7	86	17:30	11	72	5	88
7:35	10	90	24	124	11:35	16	68	10	94	17:35	20	81	8	109
7:40	9	67	24	100	11:40	15	56	11	82	17:40	13	71	22	106
7:45	23	70	26	119	11:45	16	63	18	97	17:45	17	79	18	114
7:50	17	61	19	97	11:50	21	73	10	104	17:50	16	89	11	116
7:55	19	83	14	116	11:55	10	77	15	102	17:55	21	97	15	133
8:00	16	69	11	96	12:00	13	88	27	128	18:00	14	94	17	125
8:05	24	64	11	99	12:05	15	81	16	112	18:05	16	91	23	130
8:10	18	62	9	89	12:10	18	109	34	161	18:10	14	89	23	126
8:15	7	52	14	73	12:15	9	91	22	122	18:15	17	94	24	135
8:20	20	52	9	81	12:20	8	46	11	65	18:20	10	98	18	126
8:25	18	55	9	82	12:25	12	60	8	80	18:25	17	87	13	117
8:30	19	52	7	78	12:30	6	43	7	56	18:30	8	85	13	106
8:35	13	60	4	77	12:35	6	29	5	40	18:35	17	74	11	102
8:40	14	53	8	75	12:40	9	34	3	46	18:40	11	73	15	99
8:45	23	45	12	80	12:45	12	38	8	58	18:45	5	81	13	99
8:50	26	39	11	76	12:50	5	35	11	51	18:50	10	83	12	105
8:55	22	52	12	86	12:55	12	54	9	75	18:55	7	72	7	86
<b>TOTAL</b>	<b>318</b>	<b>1096</b>	<b>241</b>	<b>1655</b>	<b>TOTAL</b>	<b>222</b>	<b>1105</b>	<b>232</b>	<b>1559</b>	<b>TOTAL</b>	<b>244</b>	<b>1510</b>	<b>268</b>	<b>2022</b>

**Apêndice B.7 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 7.**

**PONTO 7**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	6	44	11	61	11:30	4	66	5	75	17:30	8	66	7	81
7:35	6	40	9	55	11:35	6	60	10	76	17:35	4	60	15	79
7:40	10	50	13	73	11:40	10	54	12	76	17:40	7	59	11	77
7:45	15	66	7	88	11:45	5	67	8	80	17:45	8	70	16	94
7:50	6	52	4	62	11:50	8	75	12	95	17:50	5	59	7	71
7:55	5	36	5	46	11:55	7	85	7	99	17:55	6	59	6	71
8:00	7	38	7	52	12:00	9	92	11	112	18:00	5	60	14	79
8:05	8	32	7	47	12:05	15	91	10	116	18:05	9	64	19	92
8:10	4	43	3	50	12:10	7	63	7	77	18:10	13	61	16	90
8:15	8	44	6	58	12:15	7	54	2	63	18:15	8	62	12	82
8:20	7	42	6	55	12:20	5	30	2	37	18:20	4	60	9	73
8:25	9	41	7	57	12:25	8	28	5	41	18:25	4	48	9	61
8:30	5	44	7	56	12:30	8	30	7	45	18:30	8	55	7	70
8:35	5	48	3	56	12:35	9	24	1	34	18:35	8	49	10	67
8:40	8	46	8	62	12:40	3	47	9	59	18:40	8	37	10	55
8:45	5	44	4	53	12:45	9	40	6	55	18:45	12	45	16	73
8:50	9	33	2	44	12:50	6	42	3	51	18:50	13	49	12	74
8:55	3	53	6	62	12:55	11	54	7	72	18:55	5	34	3	42
<b>TOTAL</b>	<b>126</b>	<b>796</b>	<b>115</b>	<b>1037</b>	<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>1002</b>	<b>124</b>	<b>1263</b>	<b>TOTAL</b>	<b>135</b>	<b>997</b>	<b>199</b>	<b>1331</b>

**Apêndice B.8 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 8.****PONTO 8**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	3	42	9	54	11:30	9	55	18	82	17:30	6	86	19	111
7:35	8	52	11	71	11:35	3	75	15	93	17:35	4	71	8	83
7:40	6	45	10	61	11:40	7	85	15	107	17:40	12	76	11	99
7:45	7	50	7	64	11:45	6	71	15	92	17:45	8	81	16	105
7:50	13	62	8	83	11:50	8	86	7	101	17:50	3	74	12	89
7:55	5	62	7	74	11:55	9	96	19	124	17:55	5	81	12	98
8:00	10	49	8	67	12:00	5	72	18	95	18:00	9	77	13	99
8:05	4	43	6	53	12:05	6	67	16	89	18:05	4	76	18	98
8:10	7	44	10	61	12:10	3	44	9	56	18:10	5	72	15	92
8:15	6	32	3	41	12:15	2	44	5	51	18:15	7	72	21	100
8:20	6	22	3	31	12:20	8	36	6	50	18:20	3	62	10	75
8:25	7	43	4	54	12:25	5	34	7	46	18:25	5	53	11	69
8:30	6	37	3	46	12:30	8	30	11	49	18:30	5	55	12	72
8:35	6	49	5	60	12:35	7	40	5	52	18:35	4	56	17	77
8:40	9	44	10	63	12:40	4	38	7	49	18:40	7	70	12	89
8:45	5	38	5	48	12:45	5	47	9	61	18:45	6	45	10	61
8:50	7	37	5	49	12:50	11	62	12	85	18:50	0	49	9	58
8:55	3	51	6	60	12:55	8	67	16	91	18:55	6	67	12	85
<b>TOTAL</b>	<b>118</b>	<b>802</b>	<b>120</b>	<b>1040</b>	<b>TOTAL</b>	<b>114</b>	<b>1049</b>	<b>210</b>	<b>1373</b>	<b>TOTAL</b>	<b>99</b>	<b>1223</b>	<b>238</b>	<b>1560</b>

**Apêndice B.9 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 9.**

**PONTO 9**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	1	53	8	62	11:30	5	52	13	70	17:30	7	53	7	67
7:35	1	54	7	62	11:35	7	53	4	64	17:35	0	63	9	72
7:40	4	43	11	58	11:40	8	70	5	83	17:40	3	78	16	97
7:45	6	63	9	78	11:45	2	73	13	88	17:45	1	75	10	86
7:50	4	46	11	61	11:50	3	80	7	90	17:50	6	71	11	88
7:55	6	58	14	78	11:55	7	57	10	74	17:55	2	77	7	86
8:00	5	59	16	80	12:00	3	87	16	106	18:00	4	72	9	85
8:05	3	47	15	65	12:05	4	94	11	109	18:05	1	67	11	79
8:10	5	47	11	63	12:10	3	56	4	63	18:10	0	68	20	88
8:15	3	54	8	65	12:15	4	37	1	42	18:15	3	62	14	79
8:20	8	38	4	50	12:20	3	27	4	34	18:20	0	70	14	84
8:25	7	45	5	57	12:25	0	24	0	24	18:25	1	63	10	74
8:30	4	49	2	55	12:30	2	23	2	27	18:30	3	66	8	77
8:35	5	46	12	63	12:35	4	25	8	37	18:35	2	48	9	59
8:40	3	33	6	42	12:40	2	26	4	32	18:40	1	51	9	61
8:45	4	45	8	57	12:45	2	47	8	57	18:45	1	45	8	54
8:50	3	48	13	64	12:50	1	40	3	44	18:50	1	51	8	60
8:55	4	42	7	53	12:55	6	64	9	79	18:55	1	63	4	68
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>870</b>	<b>167</b>	<b>1113</b>	<b>TOTAL</b>	<b>66</b>	<b>935</b>	<b>122</b>	<b>1123</b>	<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>1143</b>	<b>184</b>	<b>1364</b>

**Apêndice B.10 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 10.****PONTO 10**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	2	69	12	83	11:30	4	60	14	78	17:30	3	76	13	92
7:35	6	52	16	74	11:35	2	78	15	95	17:35	2	66	8	76
7:40	0	90	14	104	11:40	3	77	11	91	17:40	0	87	13	100
7:45	3	52	14	69	11:45	2	84	15	101	17:45	0	85	16	101
7:50	3	87	5	95	11:50	7	96	8	111	17:50	1	72	23	96
7:55	2	75	8	85	11:55	8	86	14	108	17:55	3	90	23	116
8:00	3	62	12	77	12:00	3	94	18	115	18:00	1	100	24	125
8:05	6	59	5	70	12:05	6	91	12	109	18:05	1	89	7	97
8:10	3	62	2	67	12:10	3	72	11	86	18:10	4	82	10	96
8:15	4	49	4	57	12:15	1	58	10	69	18:15	0	78	12	90
8:20	4	58	5	67	12:20	3	41	10	54	18:20	2	74	17	93
8:25	4	49	5	58	12:25	1	36	8	45	18:25	1	89	11	101
8:30	2	37	4	43	12:30	2	41	9	52	18:30	1	82	6	89
8:35	3	55	6	64	12:35	5	34	10	49	18:35	2	80	8	90
8:40	3	48	5	56	12:40	3	39	8	50	18:40	0	85	2	87
8:45	4	61	7	72	12:45	2	54	8	64	18:45	1	71	16	88
8:50	0	45	13	58	12:50	2	52	16	70	18:50	1	67	17	85
8:55	1	54	7	62	12:55	6	77	12	95	18:55	1	69	7	77
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>1064</b>	<b>144</b>	<b>1261</b>	<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>1170</b>	<b>209</b>	<b>1442</b>	<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>1442</b>	<b>233</b>	<b>1699</b>

**Apêndice B.11 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 11.**

**PONTO 11**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	13	73	18	104	11:30	21	63	9	93	17:30	23	61	12	96
7:35	10	68	20	98	11:35	15	62	9	86	17:35	21	47	18	86
7:40	18	74	19	111	11:40	12	79	19	110	17:40	16	62	9	87
7:45	20	73	26	119	11:45	16	58	15	89	17:45	23	61	19	103
7:50	17	83	23	123	11:50	22	61	16	99	17:50	18	56	19	93
7:55	14	59	22	95	11:55	12	79	27	118	17:55	14	73	10	97
8:00	20	52	13	85	12:00	10	80	19	109	18:00	15	75	21	111
8:05	21	55	5	81	12:05	15	67	29	111	18:05	24	66	17	107
8:10	6	53	12	71	12:10	19	79	22	120	18:10	20	55	20	95
8:15	10	47	12	69	12:15	8	65	10	83	18:15	13	70	32	115
8:20	13	51	9	73	12:20	14	38	10	62	18:20	9	97	23	129
8:25	15	65	10	90	12:25	15	40	7	62	18:25	13	87	34	134
8:30	10	47	8	65	12:30	13	43	7	63	18:30	18	63	16	97
8:35	19	50	6	75	12:35	14	35	10	59	18:35	18	73	16	107
8:40	11	42	10	63	12:40	8	34	8	50	18:40	15	67	18	100
8:45	16	50	14	80	12:45	19	53	10	82	18:45	22	71	19	112
8:50	10	50	10	70	12:50	13	53	9	75	18:50	8	63	22	93
8:55	16	42	11	69	12:55	15	64	12	91	18:55	12	74	19	105
<b>TOTAL</b>	<b>259</b>	<b>1034</b>	<b>248</b>	<b>1541</b>	<b>TOTAL</b>	<b>261</b>	<b>1053</b>	<b>248</b>	<b>1562</b>	<b>TOTAL</b>	<b>302</b>	<b>1221</b>	<b>344</b>	<b>1867</b>

**Apêndice B.12 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 12.****PONTO 12**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	8	56	9	73	11:30	9	38	7	54	17:30	4	58	11	73
7:35	4	45	8	57	11:35	7	37	9	53	17:35	6	65	8	79
7:40	6	34	9	49	11:40	9	30	6	45	17:40	5	68	7	80
7:45	5	31	9	45	11:45	7	42	5	54	17:45	5	47	10	62
7:50	5	46	7	58	11:50	9	49	7	65	17:50	2	44	14	60
7:55	5	33	8	46	11:55	6	50	16	72	17:55	5	43	10	58
8:00	11	42	10	63	12:00	9	49	8	66	18:00	6	54	8	68
8:05	3	41	5	49	12:05	11	62	14	87	18:05	2	55	8	65
8:10	4	32	5	41	12:10	8	62	10	80	18:10	4	58	22	84
8:15	10	45	1	56	12:15	8	45	11	64	18:15	5	55	5	65
8:20	9	34	4	47	12:20	4	44	11	59	18:20	5	64	13	82
8:25	7	30	5	42	12:25	8	48	6	62	18:25	3	63	7	73
8:30	5	32	5	42	12:30	5	22	3	30	18:30	4	62	6	72
8:35	10	25	1	36	12:35	7	22	6	35	18:35	9	39	6	54
8:40	7	28	5	40	12:40	6	23	4	33	18:40	4	33	11	48
8:45	4	30	4	38	12:45	5	15	4	24	18:45	3	42	4	49
8:50	0	33	6	39	12:50	5	21	3	29	18:50	6	40	4	50
8:55	5	38	3	46	12:55	4	23	3	30	18:55	6	38	9	53
<b>TOTAL</b>	<b>108</b>	<b>655</b>	<b>104</b>	<b>867</b>	<b>TOTAL</b>	<b>127</b>	<b>682</b>	<b>133</b>	<b>942</b>	<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>928</b>	<b>163</b>	<b>1175</b>



**Apêndice B.13 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 13.****PONTO 13**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	11	61	5	77	11:30	17	56	12	85	17:30	15	88	16	119
7:35	12	73	13	98	11:35	12	64	20	96	17:35	9	79	15	103
7:40	16	75	8	99	11:40	10	73	14	97	17:40	20	84	12	116
7:45	11	64	15	90	11:45	19	95	12	126	17:45	14	84	16	114
7:50	15	63	17	95	11:50	20	74	15	109	17:50	9	93	13	115
7:55	12	62	7	81	11:55	10	77	15	102	17:55	14	69	20	103
8:00	15	56	8	79	12:00	6	77	27	110	18:00	12	63	21	96
8:05	17	48	11	76	12:05	13	87	23	123	18:05	9	80	24	113
8:10	8	51	7	66	12:10	11	73	7	91	18:10	7	84	21	112
8:15	13	49	7	69	12:15	3	42	12	57	18:15	12	90	16	118
8:20	15	38	5	58	12:20	10	29	7	46	18:20	12	83	13	108
8:25	8	40	5	53	12:25	12	34	5	51	18:25	3	29	11	43
8:30	10	46	7	63	12:30	7	21	7	35	18:30	10	62	10	82
8:35	6	45	9	60	12:35	10	26	4	40	18:35	9	87	11	107
8:40	9	62	8	79	12:40	14	49	9	72	18:40	9	62	13	84
8:45	13	50	10	73	12:45	15	59	16	90	18:45	5	60	14	79
8:50	15	79	10	104	12:50	10	32	14	56	18:50	12	64	22	98
8:55	11	62	6	79	12:55	10	49	12	71	18:55	11	71	12	94
<b>TOTAL</b>	<b>217</b>	<b>1024</b>	<b>158</b>	<b>1399</b>	<b>TOTAL</b>	<b>209</b>	<b>1017</b>	<b>231</b>	<b>1457</b>	<b>TOTAL</b>	<b>192</b>	<b>1332</b>	<b>280</b>	<b>1804</b>

**Apêndice B.14 - Número de veículos leves, pesado, motocicletas e total no ponto de medição 14.**

**PONTO 14**

Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total	Horário	Pesados	Leves	Motos	Total
7:30	2	64	19	85	11:30	4	95	27	126	17:30	7	122	22	151
7:35	2	74	16	92	11:35	1	119	25	145	17:35	2	106	16	124
7:40	2	78	16	96	11:40	3	106	22	131	17:40	1	97	23	121
7:45	5	103	9	117	11:45	2	140	26	168	17:45	5	96	38	139
7:50	3	80	27	110	11:50	3	127	27	157	17:50	2	142	17	161
7:55	7	101	25	133	11:55	3	136	40	179	17:55	3	103	26	132
8:00	4	73	14	91	12:00	2	135	40	177	18:00	1	102	28	131
8:05	5	78	17	100	12:05	1	108	20	129	18:05	3	127	23	153
8:10	2	66	10	78	12:10	2	104	30	136	18:10	1	112	41	154
8:15	3	66	17	86	12:15	2	87	22	111	18:15	3	148	48	199
8:20	7	65	16	88	12:20	2	73	23	98	18:20	0	118	45	163
8:25	5	69	23	97	12:25	2	83	15	100	18:25	0	110	36	146
8:30	1	70	17	88	12:30	1	71	17	89	18:30	1	134	32	167
8:35	9	70	11	90	12:35	1	108	16	125	18:35	1	107	27	135
8:40	7	68	16	91	12:40	1	110	24	135	18:40	2	97	28	127
8:45	6	66	11	83	12:45	1	120	20	141	18:45	1	118	26	145
8:50	6	97	14	117	12:50	0	120	28	148	18:50	2	124	20	146
8:55	7	92	24	123	12:55	1	131	46	178	18:55	2	109	22	133
<b>TOTAL</b>	<b>83</b>	<b>1380</b>	<b>302</b>	<b>1765</b>	<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>1973</b>	<b>468</b>	<b>2473</b>	<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>2072</b>	<b>518</b>	<b>2627</b>

## Apêndice C – Grandezas meteorológicas

### Apêndice C.1 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 1.

#### PONTO 1

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	20,5	78,7	11:30	15,9	62	17:30	25,2	68,7
7:35	21,4	75,2	11:35	16,2	63,1	17:35	23,5	73,1
7:40	21,4	75,2	11:40	16,5	61,5	17:40	23,6	72,8
7:45	21,7	73,6	11:45	16,2	63,4	17:45	23,3	73
7:50	22	73	11:50	16,1	65,1	17:50	23	75,2
7:55	22	73,2	11:55	16,3	62,5	17:55	23,1	74,8
8:00	22,5	71,1	12:00	16,7	63	18:00	22,8	75,7
8:05	24,8	63,5	12:05	16,2	65,5	18:05	22,7	75,3
8:10	24,3	64,8	12:10	16,8	61,8	18:10	22,9	75,3
8:15	24,8	63,8	12:15	17,5	60	18:15	23	74,7
8:20	24,8	63,2	12:20	16,5	61,2	18:20	22,7	75,9
8:25	25,5	61,4	12:25	17,2	62,4	18:25	22,7	76,1
8:30	24,8	62,1	12:30	17,3	59,2	18:30	22,7	76,2
8:35	26,1	60,8	12:35	17,9	58,5	18:35	22,5	76,4
8:40	27,1	58	12:40	17,6	59,4	18:40	22,7	76,4
8:45	25,2	60,1	12:45	16,4	63,2	18:45	22,3	77,5
8:50	25,5	61,9	12:50	17,4	60,4	18:50	22,6	76,2
8:55	25,3	62,6	12:55	17,9	61,7	18:55	22,6	76,6

**Apêndice C.2 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 2.**

**PONTO 2**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	19,4	72,7	11:30	22,4	63,4	17:30	25,3	58,9
7:35	19,2	75,2	11:35	22,6	62,6	17:35	25,5	57,6
7:40	18,9	75,7	11:40	23,6	61,5	17:40	25,5	57,4
7:45	17,4	81,7	11:45	23,3	59,6	17:45	25,8	56,2
7:50	17,8	80	11:50	24,1	59,3	17:50	25,4	57,9
7:55	18,5	77,6	11:55	24,2	56,6	17:55	25,3	59,6
8:00	17,5	81,5	12:00	23,9	57	18:00	25,4	59,8
8:05	18	79	12:05	24,3	57,2	18:05	25,4	60,1
8:10	18,8	77,4	12:10	24,3	57,6	18:10	24,8	62
8:15	18,7	77,4	12:15	24,3	57,9	18:15	24,8	61,3
8:20	18,3	79	12:20	24,4	56,8	18:20	24,5	61,6
8:25	18,4	79,6	12:25	25	54,7	18:25	24,6	60,8
8:30	18,3	80,8	12:30	24,8	55,7	18:30	24,6	60,4
8:35	19	77,4	12:35	24,3	56,7	18:35	23,7	65,2
8:40	18,3	77,2	12:40	24,2	58,6	18:40	23,9	63
8:45	18	79,3	12:45	24,6	52,9	18:45	23,9	62,7
8:50	18,3	79,6	12:50	24,4	55,2	18:50	24	63,1
8:55	18	78,7	12:55	24,4	57	18:55	23,6	64,6

**Apêndice C.3 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 3.**

**PONTO 3**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	13,9	67,1	11:30	26,9	47,8	17:30	25,1	64,5
7:35	13,7	66,5	11:35	26,1	49,1	17:35	25,1	63,9
7:40	13,5	68,5	11:40	25,2	54,7	17:40	25,3	63,9
7:45	13,6	68,6	11:45	25,7	50,5	17:45	24,9	65,5
7:50	14,2	67,2	11:50	25,6	51	17:50	24,8	65,6
7:55	14,1	67,6	11:55	25,6	50,9	17:55	24,1	67,1
8:00	15,7	64,2	12:00	25,1	52	18:00	24,6	65,3
8:05	17,9	57,5	12:05	25,2	51,8	18:05	24,3	66,2
8:10	17,6	58,5	12:10	24,3	53,1	18:10	24,1	65,3
8:15	17,1	60,4	12:15	24,9	52,3	18:15	23,7	68,4
8:20	16,5	63,3	12:20	24,4	53,7	18:20	23,4	67,6
8:25	16,5	64,3	12:25	24,4	53,2	18:25	24,1	64,6
8:30	17	63,4	12:30	24,6	53,7	18:30	23,1	67,3
8:35	16,1	67,7	12:35	24,6	52,8	18:35	23,5	63
8:40	16,5	65,6	12:40	24,6	52,2	18:40	23,2	67,4
8:45	16,9	66,8	12:45	24,3	52,2	18:45	22,5	70,2
8:50	16,3	65,4	12:50	24,4	51,5	18:50	22,9	67,4
8:55	17,4	63,1	12:55	24,3	53,1	18:55	23,3	63,1

**Apêndice C.4 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 4.**

**PONTO 4**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	19,6	80,5	11:30	24,6	43,3	17:30	23,4	62,9
7:35	19,6	80,6	11:35	23,9	45	17:35	23,3	62,8
7:40	19,6	80,8	11:40	23	45,1	17:40	23,5	61,3
7:45	19,6	80,3	11:45	21,6	48,8	17:45	23	62,6
7:50	19,8	80,2	11:50	21,6	48,8	17:50	22,8	63,7
7:55	19,7	80,2	11:55	21,8	45,4	17:55	23,1	62,5
8:00	19,9	80	12:00	22,2	45,4	18:00	22,8	62,8
8:05	20,1	79,2	12:05	22,4	47,4	18:05	22,9	62,8
8:10	20,5	77,5	12:10	22,2	44,8	18:10	22,4	65,5
8:15	20,6	77	12:15	22,7	43,8	18:15	22,5	64,3
8:20	20,8	76,3	12:20	22,4	44,5	18:20	22,6	64,4
8:25	20,8	76,6	12:25	22,3	43,6	18:25	22,4	64,7
8:30	20,8	76,1	12:30	22	44,8	18:30	22,4	64,6
8:35	20,8	75,1	12:35	21,6	45,5	18:35	22,1	65,3
8:40	21,2	73,9	12:40	21,9	45,3	18:40	22,2	65,6
8:45	21,3	73,9	12:45	21,9	45,2	18:45	21,9	65,7
8:50	21,4	72	12:50	22,3	42,4	18:50	21,1	68,4
8:55	21,5	72,4	12:55	21,7	43,3	18:55	21,8	66,5

**Apêndice C.5 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 5.**

**PONTO 5**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	20,9	79,1	11:30	20,1	67,6	17:30	20,6	48
7:35	20,1	82,4	11:35	20,9	62,3	17:35	20,6	44,4
7:40	19,2	86,7	11:40	22,9	57	17:40	20,8	44,4
7:45	19,5	85,1	11:45	21,9	58,6	17:45	20,9	44,5
7:50	20,1	83,4	11:50	22,7	56,8	17:50	21,2	44,8
7:55	19,8	84,3	11:55	22,2	58	17:55	20	47,3
8:00	19,6	84,8	12:00	22,5	56,8	18:00	20,3	46,2
8:05	19,7	84,4	12:05	25,2	55,2	18:05	20,3	46,3
8:10	19,9	83,7	12:10	23,1	55,1	18:10	19,4	49,5
8:15	20,3	82,4	12:15	22,5	56,8	18:15	20,2	48,3
8:20	20,5	81,1	12:20	23,4	55,1	18:20	20,1	48,2
8:25	20,4	81,4	12:25	23	53,4	18:25	20,4	48,4
8:30	21,1	78,8	12:30	22,9	55	18:30	17,8	51,4
8:35	21,3	78,1	12:35	23,2	52,8	18:35	20,6	50,4
8:40	21,3	79	12:40	23,2	50	18:40	20,8	50,5
8:45	22,2	74,2	12:45	23	52,1	18:45	20	55,5
8:50	23,8	69,8	12:50	23,3	50,9	18:50	19,9	57
8:55	25,7	63,7	12:55	23,4	51,5	18:55	18,9	60,9

**Apêndice C.6 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 6.**

**PONTO 6**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	17,5	75,4	11:30	29,4	59,7	17:30	16,7	62
7:35	16,2	80,3	11:35	27,9	51,6	17:35	15,4	66,4
7:40	16,4	80,3	11:40	28,6	51	17:40	16	64,9
7:45	16,5	78,4	11:45	28,3	52,5	17:45	15,2	68,4
7:50	16,2	80,2	11:50	27	49,3	17:50	15,4	67,3
7:55	16,6	80,1	11:55	28	47,8	17:55	15,1	68,5
8:00	16,7	79,1	12:00	27,7	47,6	18:00	14,8	69,2
8:05	16,8	78,8	12:05	27,6	47,6	18:05	15	68,8
8:10	17	77,8	12:10	27,1	50,9	18:10	14,5	70,5
8:15	19,8	68,9	12:15	27,3	50	18:15	14,9	69,3
8:20	21,4	63,8	12:20	26,5	51,8	18:20	14,7	69,7
8:25	21,4	63,4	12:25	25,8	54	18:25	14,5	70,1
8:30	21,9	62,5	12:30	25,6	56,3	18:30	14,7	70,7
8:35	22,4	60,3	12:35	25,7	56,1	18:35	13,9	74,9
8:40	21,7	63,2	12:40	26	55,7	18:40	14,3	71,3
8:45	20,8	63,4	12:45	25,9	55,5	18:45	14,1	74,1
8:50	23,2	58,5	12:50	26,1	51,8	18:50	14,3	71,9
8:55	26	51,7	12:55	25,5	49,9	18:55	14,2	72,3



**Apêndice C.7– Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 7.**

**PONTO 7**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	21,6	78,4	11:30	25	53,7	17:30	23	61,5
7:35	21,3	79,7	11:35	25,9	54,7	17:35	23,1	61,4
7:40	20,9	82,5	11:40	25,8	54	17:40	22,8	61,3
7:45	21,1	81,1	11:45	25,1	55,6	17:45	22,7	61,1
7:50	21,2	80,4	11:50	25,7	53,8	17:50	22,4	61,8
7:55	20,4	84,8	11:55	26,4	52	17:55	22,5	60,7
8:00	20,8	82,4	12:00	25,2	54,2	18:00	22	61,1
8:05	20,9	83,1	12:05	26,5	52,8	18:05	21,6	62,8
8:10	21,2	82,6	12:10	26,2	52,3	18:10	22,1	61,7
8:15	21,2	82,1	12:15	27	51,5	18:15	21,4	64,2
8:20	20,7	84,4	12:20	27,6	49,3	18:20	21,5	63,7
8:25	21,6	80,7	12:25	26,9	51,7	18:25	21,6	62,3
8:30	21,7	80,3	12:30	27,7	48,5	18:30	21,4	63,4
8:35	22,2	78,4	12:35	27,3	51	18:35	21,7	61,6
8:40	22,5	77,5	12:40	28	49,3	18:40	21,6	61,5
8:45	22,5	77,5	12:45	27,2	50	18:45	20,7	63,8
8:50	22,5	77,9	12:50	28,5	48	18:50	20,9	61,6
8:55	22,7	77	12:55	26,6	51	18:55	21	61

**Apêndice C.8 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 8.**

**PONTO 8**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	15,1	67,7	11:30	21,8	71,5	17:30	23,3	58,3
7:35	14,3	69,3	11:35	21,9	70,8	17:35	23,1	61
7:40	14	71,5	11:40	22,7	68,5	17:40	23	61,7
7:45	12,8	76,2	11:45	22,2	70,4	17:45	23,3	60
7:50	12,7	75,5	11:50	22,4	69,3	17:50	23,4	60,9
7:55	12,4	75,9	11:55	22	70,3	17:55	23,1	62
8:00	11,8	80,1	12:00	22,6	68,9	18:00	22,8	62,8
8:05	12,2	78,2	12:05	22	71,1	18:05	22,8	63,2
8:10	12,5	77,1	12:10	22,4	70	18:10	22	66,7
8:15	12,4	77,2	12:15	22,2	68,7	18:15	22,6	64,4
8:20	12,3	76,8	12:20	23,1	66,9	18:20	22,7	64,9
8:25	11,7	80,3	12:25	23,3	66,4	18:25	22,2	66,9
8:30	12,3	77,9	12:30	23,1	66,5	18:30	22,5	65,5
8:35	12,7	76,9	12:35	22	71	18:35	22,2	67,2
8:40	12,6	76,7	12:40	22,8	68,3	18:40	22,2	66,7
8:45	12,8	76,4	12:45	23,4	66,3	18:45	22,3	66,3
8:50	12,7	76,1	12:50	23,4	66,5	18:50	21,9	67,4
8:55	12,4	76,4	12:55	24	63,8	18:55	21,6	67,7

**Apêndice C.9 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 9.**

**PONTO 9**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	19,5	64,3	11:30	27,4	62,1	17:30	22,1	51,3
7:35	19	66,1	11:35	28,1	60,4	17:35	22,4	52,3
7:40	17,6	71,9	11:40	29,3	57,3	17:40	22,1	53,6
7:45	17,4	72,9	11:45	29,9	55,4	17:45	21,5	56,7
7:50	17,5	73	11:50	30,6	54,3	17:50	21,7	55,9
7:55	17,9	70,8	11:55	30,6	53,3	17:55	21,4	56,8
8:00	18	72	12:00	29,4	55,8	18:00	21,6	57
8:05	17,5	74	12:05	29,7	55,8	18:05	20,7	60,5
8:10	18,1	70,6	12:10	32,9	49,8	18:10	21,1	58,5
8:15	18,1	70,7	12:15	33,3	47,7	18:15	21,4	58
8:20	18,2	70,2	12:20	32,2	50,1	18:20	20,7	61,7
8:25	17,9	71,9	12:25	33,5	47,6	18:25	21,2	59
8:30	18,4	70,1	12:30	35,1	45,1	18:30	21,1	59,5
8:35	18,5	70,6	12:35	33,2	47,1	18:35	21	59,6
8:40	18,7	69,5	12:40	32,6	49,5	18:40	20,9	61,1
8:45	18,8	68,7	12:45	32,3	50,1	18:45	20,9	60,9
8:50	19,1	68,3	12:50	30,8	53,5	18:50	20,8	61,6
8:55	19	67,4	12:55	31,1	52,7	18:55	20	65,2

**Apêndice C.10 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 10.**

**PONTO 10**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	22,2	79,2	11:30	25,8	62,4	17:30	22,2	70,9
7:35	22,2	79,8	11:35	25,8	62,1	17:35	21,7	72,5
7:40	21,9	84,5	11:40	25,1	62,7	17:40	21,6	72,6
7:45	21,7	81,8	11:45	25,5	62,6	17:45	21	74,8
7:50	21,4	83,3	11:50	26,4	60,2	17:50	20,4	75,8
7:55	21,1	84,1	11:55	26,3	60,1	17:55	21,4	73,7
8:00	21,5	82,9	12:00	26,3	60,4	18:00	21,3	74,4
8:05	21,6	82,9	12:05	26,5	59,8	18:05	20,4	78,7
8:10	21,4	84	12:10	26,5	59,5	18:10	20,9	76,7
8:15	21,5	83,4	12:15	26,8	59,2	18:15	20,8	77
8:20	22	81,7	12:20	26,8	58,6	18:20	20,7	77,3
8:25	22	82,7	12:25	27,1	58,4	18:25	20,5	77,4
8:30	22,5	80,5	12:30	27,6	57,4	18:30	20	80,4
8:35	23,3	77,4	12:35	27,6	58	18:35	20,3	78,9
8:40	23,2	77,2	12:40	28,2	55,7	18:40	20,3	78,9
8:45	24,4	74,4	12:45	28,2	56,8	18:45	20,3	79,8
8:50	26,2	68,8	12:50	27,7	57,8	18:50	20,3	79,2
8:55	26,2	66,5	12:55	28,6	54,8	18:55	19,8	81,7

**Apêndice C.11 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 11.**

**PONTO 11**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	17,8	66,2	11:30	24,9	61,9	17:30	26,3	53,6
7:35	16,9	69,2	11:35	25,6	60,3	17:35	27,3	49,2
7:40	15,7	75,8	11:40	25,9	59,2	17:40	26,7	51,8
7:45	16,3	73,2	11:45	26	58,7	17:45	25,4	54,8
7:50	15,9	74,9	11:50	26	57,6	17:50	25,3	55
7:55	16,1	73,9	11:55	25,4	58,3	17:55	25	55
8:00	16	74,5	12:00	25,7	57,7	18:00	23,6	60,4
8:05	16,1	75,3	12:05	25,8	57,5	18:05	23,7	60,1
8:10	16,2	74,6	12:10	26,1	56	18:10	24	57,9
8:15	16,1	75,4	12:15	26,3	56,2	18:15	23,7	58,9
8:20	16,1	75,3	12:20	27,6	51,8	18:20	23,7	58,7
8:25	16	76,2	12:25	27,7	53	18:25	23,3	59,9
8:30	16,1	76,4	12:30	30	46,9	18:30	22,2	63,9
8:35	15,6	79	12:35	28,6	50,9	18:35	22,8	60,8
8:40	16,1	76,1	12:40	27,9	52,3	18:40	22,6	61,1
8:45	16,1	75,6	12:45	27	54,2	18:45	22,4	62,4
8:50	15,3	79,3	12:50	27,1	55,3	18:50	22,5	62,5
8:55	15,8	77	12:55	26,9	53,9	18:55	22,4	61,9

**Apêndice C.12 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 12.**

**PONTO 12**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	14	80,6	11:30	21,6	63,3	17:30	22,4	50,9
7:35	13,9	80,1	11:35	20,6	66,2	17:35	24,2	53,3
7:40	13,2	83,4	11:40	20,9	64,5	17:40	22,8	52,3
7:45	13,2	83,4	11:45	20,8	64,4	17:45	23,5	55,5
7:50	13,2	83,5	11:50	20,9	64	17:50	23,2	56,9
7:55	13,4	83,3	11:55	21,2	64,2	17:55	22,5	59
8:00	13,4	83,4	12:00	21,5	63,8	18:00	22,3	59,6
8:05	12,7	85,4	12:05	22	61,7	18:05	22,1	59,8
8:10	12,7	85,9	12:10	21,7	63	18:10	22,4	59,7
8:15	12,4	87,8	12:15	21,6	63,7	18:15	22,2	60,4
8:20	12,6	87,4	12:20	21,6	63,7	18:20	21,1	63,8
8:25	12,4	88,2	12:25	22,1	62,1	18:25	21,6	61,8
8:30	12,7	87,7	12:30	21,2	64,7	18:30	21,6	61,9
8:35	12,9	87,5	12:35	22,2	63,2	18:35	21,5	62,7
8:40	13,1	87	12:40	22,3	61,9	18:40	21,7	62,6
8:45	13,1	87,4	12:45	22,4	62	18:45	21,3	62,7
8:50	13	87,8	12:50	22,4	61,9	18:50	21,4	62,8
8:55	12,9	88,1	12:55	22,8	61	18:55	21	63,9

**Apêndice C.13 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 13.**

**PONTO 13**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	14,3	72,1	11:30	23,3	59,4	17:30	24,9	54,3
7:35	14,1	72,7	11:35	23,8	57,2	17:35	23,7	54,1
7:40	13,4	76,5	11:40	23,9	57,7	17:40	23,9	58,4
7:45	13,5	75,2	11:45	23,5	58,5	17:45	23,9	58,1
7:50	13,1	76,5	11:50	23,9	56	17:50	23,2	62,1
7:55	13	76,7	11:55	23,3	57,6	17:55	23,3	61,7
8:00	12,8	78,1	12:00	24,2	56,4	18:00	23,4	61,1
8:05	12	79,6	12:05	24,3	56,5	18:05	23,2	61,7
8:10	13,2	77,8	12:10	24,6	55,4	18:10	23,5	61,4
8:15	13,1	78,8	12:15	24,1	56,8	18:15	23,4	61,7
8:20	13,5	76,6	12:20	24,5	55,8	18:20	23	62
8:25	13,5	76,4	12:25	24,1	57,7	18:25	23,2	62,8
8:30	13,3	78,2	12:30	23,8	58	18:30	22,5	66,4
8:35	13,8	75,7	12:35	23,6	59,3	18:35	22,8	65,3
8:40	14,1	74,4	12:40	23,2	60,4	18:40	22,5	65,9
8:45	14	75,4	12:45	24,5	56,5	18:45	22,5	66
8:50	14,7	72,8	12:50	23,7	58,4	18:50	22,4	66,5
8:55	16,6	62,2	12:55	23,7	57,4	18:55	22,6	66,3

**Apêndice C.14 – Valores de Temperatura do ar e Umidade relativa do ar, coletados no ponto de medição 14.**

**PONTO 14**

Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Horário	Temperatura (°C)	Umidade (%)
7:30	25	66,9	11:30	20,1	53,2	17:30	25	66,9
7:35	24,7	68,3	11:35	19,8	53,6	17:35	24,7	68,3
7:40	23,8	72,1	11:40	19,8	53,6	17:40	23,8	72,1
7:45	23,9	71,1	11:45	19,8	54	17:45	23,9	71,1
7:50	24,3	70,1	11:50	19,8	54,3	17:50	24,3	70,1
7:55	24,6	68,9	11:55	20,4	52,7	17:55	24,6	68,9
8:00	23,6	73,1	12:00	21,1	50,5	18:00	23,6	73,1
8:05	24,3	70,4	12:05	20,1	51,8	18:05	24,3	70,4
8:10	23,7	72,8	12:10	20,8	49,2	18:10	23,7	72,8
8:15	24	71,3	12:15	20,8	49,5	18:15	24	71,3
8:20	24,1	71	12:20	21,2	50,5	18:20	24,1	71
8:25	24,6	68,4	12:25	20,8	51,2	18:25	24,6	68,4
8:30	24,4	68,3	12:30	20,9	49,2	18:30	24,4	68,3
8:35	23,9	70,2	12:35	21	49	18:35	23,9	70,2
8:40	24,4	68	12:40	20,5	49,3	18:40	24,4	68
8:45	24,5	67	12:45	21,4	47,3	18:45	24,5	67
8:50	23,8	70,8	12:50	21,4	47,9	18:50	23,8	70,8
8:55	24,5	68,7	12:55	21,4	46,9	18:55	24,5	68,7