MARCOS CESAR DE BARROS HOLTZ

Avaliação qualitativa da paisagem sonora de parques urbanos. Estudo de caso: Parque Villa Lobos, em São Paulo

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo

Área de Concentração:
Tecnologia da Arquitetura

Orientador: Prof. Dr.
João Gualberto de Azevedo Baring

São Paulo
2012

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Email do autor: marcosholtz@ig.com.br

Holtz, Marcos Cesar de Barros.

H758a Avaliação qualitativa da paisagem sonora de parques urbanos. Estudo de caso: Parque Villa Lobos, em São Paulo/Marcos Cesar de Barros Holtz – São Paulo, 2012.
118 p. : il.

Dissertação (Mestrado – Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura) – FAUUSP
Orientador: João Gualberto de Azevedo Baring

1.Acústica 2.Ruído urbano 3. Parques-São Paulo (SP) 4.Paisagem sonora 5.Soundscape I Título

CDU 534

MARCOS CESAR DE BARROS HOLTZ

Avaliação qualitativa da paisagem sonora de parques urbanos. Estudo de caso: Parque Villa Lobos, em São Paulo

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo

Área de Concentração:
Tecnologia da Arquitetura

Orientador: Prof. Dr.
João Gualberto de Azevedo Baring

Aprovado em: _____

Banca Examinadora:

_____

Julgamento_____Assinatura_____

_____

Julgamento_____Assinatura_____

_____

Julgamento_____Assinatura_____

À Valentina, minha filha e inspiração.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Miyuki, pela paciência.

Ao amigo Davi Akkerman, pelo incentivo.

Ao Prof. Bento Coelho, pelo apoio e generosidade.

Ao Prof. Boubezari, pelo belo trabalho que inspirou esta dissertação.

À Prof. Denise Duarte, que me iluminou o caminho.

Ao Prof. Guilherme Araújo pelo companheirismo.

Ao amigo Fernando Romano, pela força.

Ao amigo Christian dos Santos, pelo exemplo e apoio.

À profa. Stelamaris, pelo entusiasmo.

À empresa Harmonia Acústica, que viabilizou este trabalho através da gentil cessão dos *softwares* e equipamentos.

À empresa 01dB, pelo apoio.

Ao prof. Baring, pelo apoio.

Ao Sr. Diretor do Parque Villa Lobos, pela gentil cessão dos desenhos e autorização para as medições dentro do Parque.

LISTA DE ABREVIAÇÕES

CEAGESP	Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo
FAUUSP	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
IST	Instituto Superior Técnico
OMS	Organização Mundial de Saúde
WSP	The World Soundscape Project
WG-AEN	Working Group - Assessment of Exposure to Noise
COST	European Cooperation in Science and Technology

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Vista de satélite do Parque (GOOGLE MAPS, 2011).....1

Figura 2 Diagrama básico descrevendo o processo clássico de avaliação de ruído comunitário (SCHOMER, BROWN, *et al.*, 2010, p. 5, tradução nossa). 4

Figura 3 Diagrama básico descrevendo o processo do *Soundscape* (SCHOMER, BROWN, *et al.*, 2010, p. 4, tradução nossa). 5

Figura 4 Evolução da População dos hemisférios Norte e Sul de 1950 até 2030 (UNITED NATIONS, 2005).....9

Figura 5 Número de pessoas expostas a ruído aeronáutico por dia em aglomerações com mais de 250 mil habitantes na Europa (GERGELY, 2010).....13

Figura 6 Principais indicadores de ruído Europeus (IMAGINE, 2004).....16

Figura 7 Diagrama conceitual do método CNOSSOS EU (PAVIOTTI, 2009). 19

Figura 8 Legenda dos símbolos usados nos *Toolkits* (WG-AEN, 2006).....21

Figura 9 *Toolkit* para determinação da altura dos edifícios (WG-AEN, 2006). 21

Figura 10 *Checklist* do item “Buildings” do “Guidelines and good practice on strategic noise mapping” (IMAGINE, 2007). 23

Figura 11 Imagem do Mapeamento Acústico da Escócia disponibilizada na Internet (THE SCOTTISH GOVERNMENT, 2008). 24

Figura 12 Distribuição por tipo de fonte sonora dos habitantes da Escócia expostos a níveis de ruído Lden > 55dB (THE SCOTTISH GOVERNMENT, 2008). 25

Figura 13 Mapeamentos Acústicos de San Juan - Porto Rico (esquerda) e de San Franciso (direita) – EUA (KALISKI, 2008). 26

Figura 14 Histórico no tempo das medições de ruído executadas em Providência (FUENTES, 2008). 27

Figura 15 Mapa de ruídos da Comuna de Providência (Chile) para ruído rodoviário (SINIA-CHILE, 2011).....28

Figura 16 Mapeamento acústico de Fortaleza (SEMAM FORTALEZA, 2011).....30

Figura 17 Mapeamento acústico de Copacabana (MARDONES, 2009).....31

Figura 18 Mapa de setor de Copacabana com os pontos de medição (MARDONES, 2009).....32

Figura 19 Imagem do ponto de medição com o equipamento instalado (MARDONES, 2009).....32

Figura 20 Histórico no tempo das medições de LAeq durante quatro semanas (MARDONES, 2009). 33

Figura 21 Categorização de “soundscapes” urbanos oriundos de descrições subjetivas e suas relações para potenciais funções para gerenciamento da cidade (RAIMBAULT e DUBOIS, 2005). 39

Figura 22 Comparação entre pico (10%) e ruído de fundo (90%) dos valores de Leq, *loudness, roughness* e *sharpness* para os dois casos (DÖKMECI, KANG e JOHNSON, 2011). 40

Figura 23 Classificação de fontes sonoras em *soundscapes* (BROWN, KANG e GJESTLAND, 2011). 41

Figura 24 Sistema de classificação para *soundscapes* (BERGLUND, NILSSON e AXELSSON, 2007). 43

Figura 25 Mapas qualitativos com as topologias sonoras do tráfego urbano (vermelhos), da água (azul) e da música ambiente (verde) “in situ” (BOUBEZARI e BENTO COELHO, 2005). 45

Figura 26 Terreno do Parque Villa Lobos antes da sua construção (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011). 53

Figura 27 Chave com indicação em dB da precisão estimada (WG-AEN, 2006). 56

Figura 28 Chave com indicação gráfica da precisão estimada (WG-AEN, 2006). 57

Figura 29 Como os diferentes tipos de incertezas se relacionam entre si (WG-AEN, 2006). 57

Figura 30 Critérios utilizados – Elevação do terreno junto às vias (WG-AEN, 2006).58

Figura 31 Critérios utilizados – Valas e taludes (WG-AEN, 2006). 59

Figura 32 Em amarelo, as áreas consideradas como sonorefletoras inseridas no modelo. Elaboração do autor sobre imagem obtida pelo Google Maps (GOOGLE MAPS, 2011). 59

Figura 33 Em verde, representação das massas vegetais inseridas no modelo. Elaboração do autor sobre imagem obtida pelo Google Maps (GOOGLE MAPS, 2011). 60

Figura 34 Critérios utilizados – Tipo de superfície do solo (WG-AEN, 2006). 60

Figura 35 Critérios utilizados – Altura de barreiras próximas às vias (WG-AEN, 2006). 61

Figura 36 Critérios utilizados – Altura de barreiras próximas às vias (WG-AEN, 2006). 61

Figura 37 Critérios utilizados – Absorção sonora de edifícios e barreiras (WG-AEN, 2006). 62

Figura 38 Critérios utilizados – Condições favoráveis de propagação (WG-AEN, 2006). 63

Figura 39 Critérios utilizados – Umidade e temperatura (WG-AEN, 2006). 63

Figura 40 Periodicidade dos trens próximos ao parque (CPTM, 2011). 64

Figura 41 – Modelo tridimensional do Parque utilizado para a simulação sonora. Elaboração do autor sobre imagem obtida pelo Google Maps (GOOGLE MAPS, 2011). 64

Figura 42 Mapa de ruídos do Parque Villa Lobos – Ruído rodoviário e ferroviário. Elaboração do autor sobre imagem obtida pelo Google Maps (GOOGLE MAPS, 2011). 66

Figura 43 Localização dos pontos de medição. Elaboração do autor sobre imagem obtida pelo Google Maps (GOOGLE MAPS, 2011).....68

Figura 44 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 1. 69

Figura 45 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 2. 70

Figura 46 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 3. 71

Figura 47 Mapeamento quantitativo do ponto 3 – sem e com a influência do objeto sonoro. 72

Figura 48 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 4 73

Figura 49 Mapeamento quantitativo do ponto 4 – sem e com a influência do objeto sonoro. 74

Figura 50 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 5 75

Figura 51 Mapeamento quantitativo do ponto 4 – sem e com a influência do objeto sonoro. 76

Figura 52 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 6 77

Figura 53 Mapeamento quantitativo do ponto 6 – Sem e com a influência do objeto sonoro. 78

Figura 54 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 7 79

Figura 55 Mapeamento quantitativo do ponto 7 – sem e com a influência do objeto sonoro 80

Figura 56 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 8 81

Figura 57 Mapeamento quantitativo do ponto 8 – sem e com a influência do objeto sonoro 82

Figura 58 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 9 83

Figura 59 Mapeamento quantitativo do ponto 9 – sem e com a influência do objeto sonoro. 84

Figura 60 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 10 85

Figura 61 Mapeamento quantitativo do ponto 10 – sem e com a influência do objeto sonoro. 86

Figura 62 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 11 87

Figura 63 Imagem e *datasheets* da medição no ponto A 89

Figura 64 Imagem e *datasheets* da medição no ponto B 90

Figura 65 Imagem e *datasheets* da medição no ponto C 91

Figura 66 Imagem e *datasheets* da medição no ponto D 92

Figura 67 Imagem e *datasheets* da medição no ponto E 93

Figura 68 Imagem e *datasheets* da medição no ponto F 94

Figura 69 Imagem e *datasheets* da medição no ponto G 95

Figura 70 Imagem e *datasheets* da medição no ponto H 96

Figura 71 Imagem e *datasheets* da medição no ponto I 97

Figura 72 Imagem e *datasheets* da medição no ponto J 98

Figura 73 Imagem e *datasheets* da medição no ponto K 99

Figura 74 Imagem e *datasheets* da medição no ponto L 100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela com o número de pessoas expostas a níveis excessivos de ruído dados de 18/dez/2008 (THE SCOTTISH GOVERNMENT, 2008).....25

Tabela 2 – Contagem de veículos Marginal Pinheiros 69

Tabela 3 – Contagem de veículos Av. Jaime Fonseca Rodrigues 70

Tabela 4 – Tabela comparativa dos níveis medidos e simulados. 88

Tabela 5 – Níveis medidos nos espaços.....105

SUMÁRIO

1. Introdução 1
1.1 Objeto 1
1.2 Objetivos 2
1.3 Justificativa e Escopo 3
1.4 Etapas do trabalho 6
1.4.1 Revisão Bibliográfica 6
1.4.2 Coleta de dados 6
1.4.3 Tabulação e organização dos dados 6
1.4.4 Execução dos mapas quantitativos em *software* 7
1.4.5 Análise qualitativa da paisagem sonora 7
2. Mapeamentos Quantitativos de Ruído 8
2.1 Introdução 8
2.2 O ruído e as cidades 8
2.3 Mapas de ruído e Mapas estratégicos de ruído 9
2.4 Green Paper 10
2.5 Diretiva Europeia 11
2.6 métodos de cálculo para elaboração de mapas de ruído 13
2.6.1 Ruído Rodoviário 13
2.6.2 Ruído Ferroviário 14
2.6.3 Ruído Aeronáutico 14
2.6.4 Ruído Industrial 14
2.7 *Softwares* para mapeamentos de ruído 15
2.8 Indices para avaliação do ruído 15
2.9 Harmonização de procedimentos 18
2.9.1 Harmonoise e IMAGINE 18
2.9.2 CNOSSOS-EU 19
2.10 Metodologia e confiabilidade dos mapas de ruído 20
2.10.1 WG-AEN´s Good Practice Guide 20
2.10.2 Guidelines and good practice on strategic noise mapping 22
2.11 Mapas de ruído Europeus 24
2.11.1 Mapeamento acústico da Escócia 24
2.12 Mapas de ruído na América 26
2.12.1 Estados Unidos 26
2.12.2 Chile 27

2.13 Mapas de ruído no Brasil 29
2.13.1 Mapeamento acústico da cidade de Fortaleza 29
2.13.2 Mapeamento acústico da cidade do Rio de Janeiro 31
2.14 Resumo da situação atual dos mapeamentos de ruído 34
3. *SOUNDSCAPE* – Análise qualitativa dos ruídos 35
3.1 Primeiros estudos 36
3.2 Desenvolvimento e novas pesquisas 37
3.3 Análise de *Soundscapes* por critérios psicoacústicos 39
3.4 Taxonomia das fontes sonoras 40
3.5 Sistema de classificação de *soundscapes* 42
3.6 Mapeamentos qualitativos de *Soundscapes* 44
3.7 Estudos de *Soundscapes* no Brasil 45
3.8 Ações ou Grupos para desenvolvimento da área 46
3.8.1 "World Forum for Acoustic Ecology" 46
3.8.2 Grupo COST TD 0804 46
3.8.3 O programa *Soundscape* Support to Health 47
3.9 A norma ISO 12913-1 48
3.9.1 Nova Definição para "Soundscape" 48
3.9.2 Desenvolvimento futuro da norma 49
4. Metodologia 50
4.1 Caminhada exploratória 50
4.2 Medições físicas 50
4.3 Mapa da distribuição sonora 50
4.4 Avaliação do Soudscape 51
4.5 Recomendações 51
4.6 Equipamento 51
5. Área de estudo - O Parque Villa Lobos 52
5.1 Histórico do parque Parque Villa Lobos 52
5.2 Situação atual e equipamentos existentes 54
6. Mapeamento quantitativo 56
6.1 Critérios 56
6.2 Incertezas 57
6.3 Dados de Entrada 58
6.3.1 Fontes sonoras 58
6.3.2 Elevação do terreno junto às vias 58

6.3.3 Valas e taludes....58
6.3.4 Tipo de superfície do solo....59
6.3.5 Altura de barreiras próximas às vias....60
6.3.6 Altura dos edifícios....61
6.3.7 Coeficientes de absorção sonora de edifícios e barreiras....61
6.3.8 Ocorrência de condições favoráveis de propagação....63
6.3.9 Umidade e temperatura....63
6.3.10 Ruído de trens....64
6.4 Verificação visual do modelo....64
6.5 Mapa quantitativo do parque....65
7. Medições sonoras com identificação de fontes e do contexto....67
7.1 Medições do ruído de tráfego....69
7.1.1 Ponto 1 – Marginal talude oeste....69
7.1.2 Ponto 2 – Av. Jaime Fonseca Rodrigues....70
7.2 Fichas dos *Sondscapes* encontrados....71
7.2.1 Ponto 3 – Quadra de Basquete....71
7.2.2 Ponto 4 – Autódromo de mini-carros à explosão....73
7.2.3 Ponto 5 – *Playground* leste....75
7.2.4 Ponto 6 – Ouvillas....77
7.2.5 Ponto 7 – Brinquedo sonoro esplanada....79
7.2.6 Ponto 8 – *Playground* central....81
7.2.7 Ponto 9 – *Playground* central brinquedo sonoro....83
7.2.8 Ponto 10 – Anfiteatro....85
7.2.9 Ponto 11 – Aviões e helicópteros....87
7.3 Medição de pontos para aferição geral do modelo....88
7.3.1 Ponto A – Marginal interno oeste....89
7.3.2 Ponto B – Marginal talude meio....90
7.3.3 Ponto C – Marginal interno meio....91
7.3.4 Ponto D – Ilha musical....92
7.3.5 Ponto E – Marginal leste....93
7.3.6 Ponto F – Circuito das árvores....94
7.3.7 Ponto G – Estacionamento leste....95
7.3.8 Ponto H – Ouvillas entrada....96
7.3.9 Ponto I – Meio esplanada....97

7.3.10 Ponto J – Praça de treinamento de cães 98
7.3.11 Ponto K – Estacionamento norte 99
7.3.12 Ponto L – Entrada principal 100
8. Considerações finais e recomendações 101
8.1 Ruído de tráfego urbano 101
8.1.1 Avaliação quantitativa 101
8.1.2 Avaliação qualitativa 101
8.1.3 Recomendações 101
8.2 Ruído de aeronaves 102
8.2.1 Avaliação quantitativa 102
8.2.2 Avaliação qualitativa 103
8.2.3 Recomendações 103
8.3 Autódromo de mini-carros a explosão: 103
8.3.1 Avaliação quantitativa 103
8.3.2 Avaliação qualitativa 103
8.3.3 Recomendações 103
8.4 Ouvillas: 104
8.4.1 Avaliação quantitativa 104
8.4.2 Avaliação qualitativa 104
8.4.3 Recomendações 104
8.5 Anfiteatro: 104
8.5.1 Avaliação quantitativa 104
8.5.2 Avaliação qualitativa 104
8.5.3 Recomendações 104
8.6 Quadras de basquete, brinquedos sonoros e *playgrounds*: 105
8.6.1 Avaliação quantitativa 105
8.6.2 Avaliação qualitativa 105
8.6.3 Recomendações 105
9. Considerações finais 106
9.1 Limitações do procedimento e indicações para futuros trabalhos 108
10. Referências 109
Anexo 1 – Certificado de Calibração 113
Anexo 2 – Licença de usuário – *software* dB Trait 117
Anexo 3 – Licença de usuário – *software* Cadna A 118

RESUMO

Neste trabalho, é apresentada uma avaliação do ambiente sonoro do Parque Villa Lobos, em São Paulo, levando em conta o contexto e a perceção humana. Aqui estão contidos mapas quantitativos clássicos, com níveis de ruído em decíbeis, e uma avaliação qualitativa do "Soundscape" (o ambiente sonoro, considerando o contexto e a percepção humana). É apresentado um histórico e panorama atual dos mapeamentos quantitativos e do estudo de *soundscapes*. Também é apresentado um histórico, descrição e situação atual do Parque em estudo. Os estudos foram baseados em medições "in loco", caminhadas exploratórias e levantamentos fotográficos. Estes levantamentos serviram de base para a elaboração de um mapa quantitativo global e de mapas parciais com e sem a presença das fontes sonoras em estudo. Ao final, são feitas recomendações para otimização dos *soundscapes* avaliados e para estudos futuros. Não são abordados os temas de mapeamento acústico para ruído comunitário, como distúrbios do sono, perturbação por excesso de ruído em residências, perda de audição ou acústica de espaços fechados em geral.

ABSTRACT

An evaluation of sound environment of the Villa Lobos Park, in São Paulo, is presented in this paper taking into account the context and human perception. This work includes classic quantitative maps, with noise levels in decibels, and a qualitative assessment of the Soundscape (the sound environment, in a context, perceived by human beings). It also presents a review of quantitative noise mapping and soundscapes. It shows a review, a description, and the current status of the Park under study. The studies were based on measurements "in situ", exploratory walks and photographic surveys. These surveys were the base of the development of a quantitative map, includding a global and partial maps with and without the presence of noise sources under study. Eventually, there are some recommendations to optimize the assessed soundscapes and future studies. This dissertation are not addressed to the subjects related to community noise mapping, such as sleep disturbances, annoyance in homes, hearing loss or indoor acoustic issues.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Objeto

Este trabalho irá mapear quantitativamente e fazer uma análise qualitativa da Paisagem Sonora em um parque urbano em São Paulo por meio medições sonoras e mapeamentos acústicos visando à caracterização do ambiente acústico do parque, com a identificação das fontes sonoras existentes, e avaliação do contexto e percepção do espaço.

O Parque selecionado foi o Parque Villa Lobos, na Zona Oeste de São Paulo. Projetado por Décio Tozzi para ser um centro musical ao ar livre, sofreu muitas alterações e hoje tem muito pouco do projeto original. Próximo a uma grande via de tráfego (marginal Pinheiros), possui grande ocupação e é rico em ambientes sonoros atrativos (Figura 1).

Figura 1 Vista de satélite do Parque (GOOGLE MAPS, 2011).

1.2 Objetivos

Pesquisar o estado da arte em gerenciamento de ruídos no mundo e no Brasil, tanto abordagens quantitativas (baseadas em níveis de ruído equivalentes) e qualitativas (que levam em conta o contexto e a percepção humana).

Executar mapa quantitativo de ruídos da área do parque e entorno, utilizando medições, manuais de procedimentos e normas internacionais.

Avaliação qualitativa da paisagem sonora no referido parque, identificando topologias sonoras consideradas positivas e negativas, através de caminhadas exploratórias com medições, levantamento fotográfico e filmes.

Através da identificação de objetos sonoros considerados positivos, propor estratégias de projeto para arquitetos e urbanistas para auxílio na melhoria das condições acústicas de parques futuros ou em reformas.

1.3 Justificativa e Escopo

A seguir, a introdução do documento “Guidelines for Community Noise” formulado em 1999 pela Organização Mundial da Saúde (WHO), destacando a importância do gerenciamento e controle do ruído em países em desenvolvimento:

> Em comparação a outros poluentes, o controle do ruído ambiental tem sido prejudicado por um conhecimento insuficiente dos seus efeitos em seres humanos e de relações dose-resposta, bem como a falta de critérios definidos. Tem sido sugerido que a poluição sonora é essencialmente "de luxo", uma problema para os países desenvolvidos, mas não se pode ignorar que a exposição é muitas vezes maior nos países em desenvolvimento, devido ao mau planejamento e à má construção de edifícios. [...] Nesta perspectiva, a ação prática para limitar e controlar a exposição ao ruído ambiental são essenciais (HELMER, 1999), (tradução nossa).

O gerenciamento do ruído já é feito em países desenvolvidos há décadas. O Green Paper (COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1996) e a Diretiva Europeia 2002/49/CE (PARLAMENTO EUROPEU, 2002) foram os marcos que tornaram o gerenciamento do ruído excessivo e sua mitigação obrigatórios, assim como a divulgação destes estudos. Esta obrigatoriedade surgiu a partir de estudos ambientais executados no início da criação da zona do euro. Constatou-se que “por volta de 20% da população européia sofre com níveis de ruído que cientistas e especialistas em saúde consideram inaceitáveis” (COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1996).

Nos países onde este gerenciamento tem sido feito, em geral, os orgãos de planejamento urbano e meio ambiente levantam a informação necessária para simular, através de cálculos e medições, a potência sonora das principais fontes de ruído existentes no local em estudo. São criados modelos tridimensionais em que estas fontes sonoras são inseridas, resultando em mapas nos quais se evidenciam áreas onde existe excesso de ruído, causando perturbação humana. São então elaboradas estratégias e planos de ação para trazer os níveis de ruído a patamares aceitáveis.

Este tipo de gerenciamento é baseado em **abordagens quantitativas de ruído**, que levam em conta níveis de ruído equivalentes, em especial, o L_{DEN}. Esta abordagem

tem um caráter de proteção da saúde pública, “tratando o ruído como um resíduo, algo que deve ser eliminado” (2011, p. 1, tradução nossa), como a poluição do ar ou da água. A Figura 2 ilustra o processo da abordagem quantitativa.

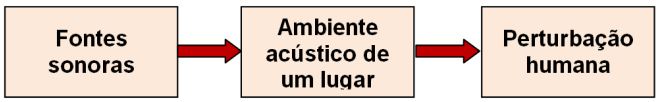


Figura 2 Diagrama básico descrevendo o processo clássico de avaliação de ruído comunitário (SCHOMER, BROWN, *et al.*, 2010, p. 5, tradução nossa).

Este tipo de gerenciamento é feito sistematicamente em países desenvolvidos. Na América do Sul, temos um programa consolidado no Chile (SINIA-CHILE, 2011). O Brasil tem apenas um programa de mapeamento oficial, o da cidade de Fortaleza (SEMAM FORTALEZA, 2011). Existem iniciativas de pesquisa em Universidades como no Rio de Janeiro (MARDONES, 2009), Florianópolis (NARDI, 2008), Belém (MORAES, 2003), Curitiba (ZANNIN, 2002) e Aracajú (GUEDES, 2005).

Informações mais detalhadas deste tipo de abordagem e exemplos de aplicações podem ser encontradas no **capítulo 2**.

A partir da década de 70, este modelo começou a ser questionado. Um grupo de pesquisadores do Canadá, liderados por Murray Schafer, consideraram este tipo de abordagem superficial por desconsiderar os diversos aspectos humanos envolvidos na percepção que temos do ambiente sonoro. Foi então cunhado pelo pesquisador Murray Schafer o termo “soundscape”(SCHAFER, 1977), ou paisagem sonora (neste trabalho, será sempre utilizado o termo “soundscape”, sem tradução, uma vez que o termo “paisagem sonora” pode levar a interpretações errôneas). Este foi o primeiro passo para o estudo das **abordagens qualitativas**, com caráter multidisciplinar, tratando questão do ruído inserindo o contexto e as diversas varíaveis humanas envolvidas. A Figura 3 ilustra o processo da abordagem qualitativa.

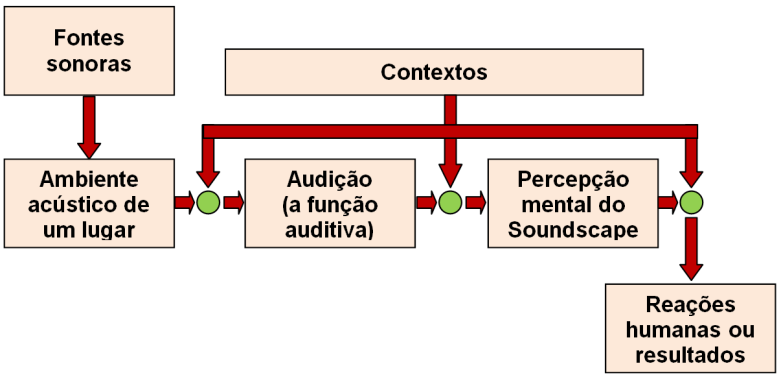


Figura 3 Diagrama básico descrevendo o processo do *Soundscape* (SCHOMER, BROWN, *et al.*, 2010, p. 4, tradução nossa).

Esta nova visão do problema estimulou diversos pesquisadores a estudarem as múltiplas possibilidades de descrever estes ambientes acústicos e permitir a criação de modelos que pudessem descrever essa complexidade. No **capítulo 3**, é fornecido um histórico e a situação atual das pesquisas.

Este trabalho busca utilizar toda a tecnologia desenvolvida para elaboração dos mapas quantitativos para avaliar como os níveis sonoros presentes no parque são entendidos pelos usuários, ampliando a discussão para fontes sonoras múltiplas e de origem diversa (nos mapeamentos quantitativos clássicos, apenas são levados em conta quatro tipos de fontes de ruídos: Rodoviário, Ferroviário, Aeronáutico e Industrial).

1.4 Etapas do trabalho

1.4.1 Revisão Bibliográfica

Primeiramente levantou-se o estado da arte tanto em mapeamentos quantitativos quanto qualitativos para servir de base ao estudo em questão e formulação da metodologia a ser utilizada na pesquisa.

1.4.2 Coleta de dados

Inicialmente, buscou-se caracterizar o Parque Villa Lobos (Objeto concreto deste trabalho) e seu entorno, de maneira a obter os dados necessários para elaboração dos mapas quantitativos.

Segundo Serra (2006), "é necessário e conveniente, na fase preliminar de pesquisa, proceder à coleta de dados de fontes secundárias, isto é, dados que foram obtidos por outros pesquisadores e instituições que estão disponíveis".

Esta coleta começou com a ajuda da diretoria do Parque, que forneceu os desenhos em mídia digital para elaboração dos mapas quantitativos, além da autorização para executar as medições nas dependências do Parque.

O movimento das ruas do entorno ao Parque foram cedidos pela CET (Companhia de Engenharia de Tráfego) de São Paulo, porém não tinham as informações necessárias para uma simulação (o modelo foi feito executado baseado nas medições sonoras de campo).

Uma segunda etapa foi a pesquisa dos dados primários, como a verificação dos dados fornecidos em campo, inspeções visuais a respeito da precisão dos desenhos fornecidos e análise dos edifícios envoltórios ao parque.

Medições de precisão foram feitas ao longo das vias de tráfego e distribuídas ao longo do parque a fim de validar o modelo 3D desenvolvido em *software*.

1.4.3 Tabulação e organização dos dados

Os dados de entrada dos mapas sonoros foram analisados seguindo o "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping" (WG-AEN, 2006), elaborado pelo "Working Group Assessment of Exposure to Noise", que orienta na correção e

análise da precisão dos dados de entrada, fundamentais para um bom resultado em trabalhos deste tipo.

1.4.4 Execução dos mapas quantitativos em *software*

Estes mapas foram elaborados em *software* específico para mapeamento sonoro 3D CADNA A, da Datakustik. As normas utilizadas foram a norma ISO 9613 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1996) para fontes fixas e a RLS90 para o ruído de tráfego.

1.4.5 Análise qualitativa da paisagem sonora

Baseados nas medições e nos “soundwalks” (caminhadas acompanhadas de medições sonoras), foram registrados alguns ambientes sonoros. Nestes ambientes, foram feitas medições sonoras e anotações do contexto, além de registros fotográficos e em filme. Foram, então, feitas recomendações de estratégias de projeto globais para o parque e para alguns dos ambientes sonoros registrados.

2. MAPEAMENTOS QUANTITATIVOS DE RUÍDO

2.1 Introdução

Este capítulo irá pesquisar o estado da arte no mapeamento quantitativo de ruídos.

Estes mapas usualmente são utilizados por planejadores urbanos como ferramentas para detecção de áreas com níveis excessivos de ruídos, assim como para quantificar a parcela da população exposta a estes níveis. Aqui, buscar-se-á o estado da arte nestes mapeamentos através de um histórico do desenvolvimento tecnológico envolvendo estes mapas e expondo as diferentes maneiras que alguns países empregaram esta ferramenta para auxiliar a criação de políticas de gerenciamento da poluição sonora.

2.2 O ruído e as cidades

Há cerca de 10.000 anos, o homem começou a se agrupar em cidades (BRUNN, WILLIAMS e ZEIGLER, 2003). Cerca de 400 gerações depois, nossa população no mundo passou de alguns milhares para 6,5 bilhões, com a perspectiva chegar a 10 bilhões em 60 anos (UNITED NATIONS, 2005). Este é um momento fundamental em nossa evolução, em que nosso planejamento na ocupação do planeta e gerenciamento dos recursos naturais é essencial.

A partir do rápido crescimento das cidades com a Revolução Industrial, os problemas de poluição sonora passaram a se multiplicar. A invenção de novas máquinas a vapor e a explosão juntou-se à necessidade de aglomeração cada vez maior de pessoas. Na Figura 4, temos um gráfico desta evolução e da migração das populações da zona rural para o ambiente Urbano. Podemos notar que este movimento já ocorreu no Hemisfério Norte, porém, no Hemisfério Sul (onde está localizada a grande maioria dos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento), haverá uma grande migração nas próximas décadas (UNITED NATIONS, 2005). Neste contexto, nasce a necessidade urgente do gerenciamento do ruído no planejamento das cidades destes países.

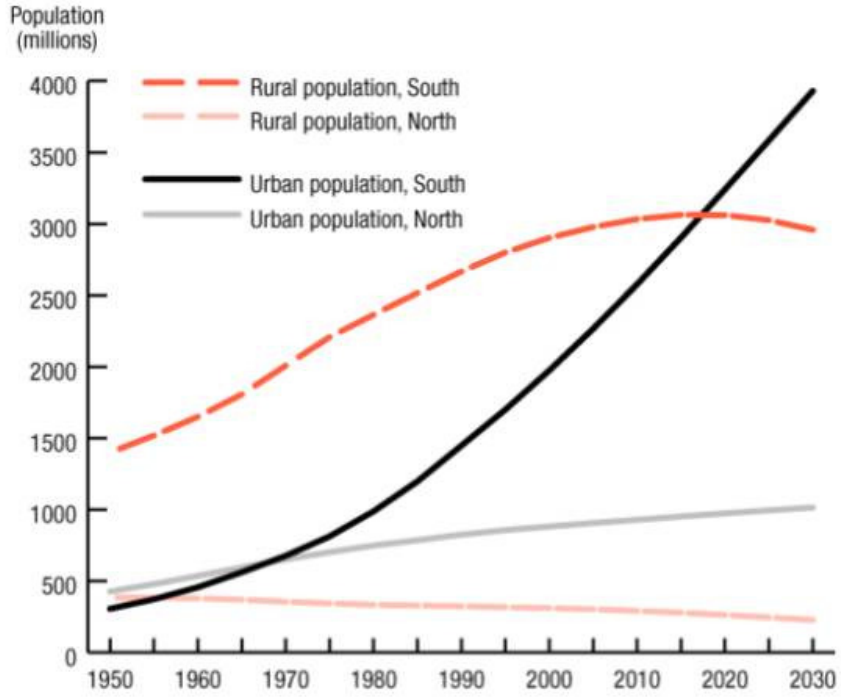


Figure 1. Rural and urban populations in North and South, 1950 to 2030 (projected).
Source: UN (2004).

Figura 4 Evolução da População dos hemisférios Norte e Sul de 1950 até 2030 (UNITED NATIONS, 2005).

Até início do século XX, este gerenciamento, quando era feito, era pensado de maneira isolada, com os países criando leis e normas próprias. No início da década de 90, com a revolução das telecomunicações e a Internet, um processo de integração mundial começou a ocorrer. Blocos foram criados – na América, o Mercosul e o Nafta, na Europa, a Zona do Euro; assim como países como Nova Zelândia e Austrália compartilham a mesma normatização.

Os países Europeus saíram na frente com iniciativas legislativas e esforços multinacionais que permitiram grandes avanços na área, como poderemos ver a seguir.

2.3 Mapas de ruído e Mapas estratégicos de ruído

Mapeamentos de ruídos não são uma atividade nova. Mapas de ruídos têm sido executados em vários países desde a década de 60 (IMAGINE, 2004). Segundo Mardones (2009), “O mapa de ruído é uma ferramenta que entrega informação visual do comportamento acústico de uma área geográfica, num momento

determinado". Pode ser elaborado a partir de medições, modelos matemáticos preditivos ou de uma combinação de ambos.

Também servem para determinar número de pessoas e de habitações expostas a determinados níveis de ruído em determinada zona (PARLAMENTO EUROPEU, 2002)

Também podem ser executados **mapas estratégicos de ruído**, que são feitos especificamente para uma determinada área, visando a elucidar um problema específico. Estes mapas podem, por exemplo, identificar onde e em qual intensidade estão as pessoas expostas a níveis excessivos de ruído, além de auxiliar o projeto de soluções mitigadoras do problema.

Técnicas de mapeamento de ruído juntamente com normas para predição sonora podem ser grandes ferramentas para munir os planejadores urbanos na aplicação correta de redução de ruído de uma maneira econômica e factível.

2.4 Green Paper

Em 1996, A Comissão das Comunidades Europeias se reuniu em Bruxelas e elaborou um documento que foi o marco inicial da pesquisa em acústica das cidades em escala continental, o Green Paper. Segundo Gergely (2010), "este documento colocou a poluição sonora como um dos principais problemas ambientais da Europa".

Além disto, o documento destaca a baixa prioridade da poluição sonora em relação a outros tipos de poluição, como a do ar e da água.

Finalmente, o objetivo principal do documento é estimular a discussão pública a respeito das futuras políticas de ruído, visando ao aumento da informação disponível, sua comparatibilidade e elencando opções práticas para redução destes ruídos. A seguir, um trecho do Sumário executivo:

> […] Mudanças na abordagem geral são necessárias para uma política de redução de ruídos ser bem-sucedida. Isto requer uma estrutura baseada em compartilhar responsabilidades envolvendo fixação de objetivos, monitoramento do progresso, medidas para melhorar a precisão e normatização de

> informações para melhorar a coerência de diferentes ações. (COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1996, p. 1a-1b, tradução nossa)

Este documento foi um avanço enorme na política de gerenciamento de ruídos, que, de maneira inédita, baliza este gerenciamento em várias esferas, desde locais, nacionais e continentais, além do esforço em harmonizar o estudo do ruído europeu permitindo que pesquisas possam ser comparadas. O texto completo traduzido do Green Paper pode ser encontrado no anexo 1 deste trabalho.

2.5 Diretiva Europeia

Em junho de 2002, foi publicada a Diretiva 2002/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, que possuía três partes principais: mapeamento de ruído, um programa de ações e um sistema de informação ao público. Abaixo, um trecho que descreve seus objetivos:

> 1. O objectivo da presente directiva é definir uma abordagem comum para evitar, prevenir ou reduzir, numa base prioritária, os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído ambiente, incluindo o incómodo dela decorrente. Para esse efeito, serão progressivamente postas em prática as seguintes acções:
>
> a) Determinação da exposição ao ruído ambiente, através da elaboração de mapas de ruído, com base em métodos de avaliação comuns aos Estados-Membros;
>
> b) Informação do público sobre o ruído ambiente e seus efeitos;
>
> c) Aprovação, pelos Estados-Membros, de planos de acção baseados nos resultados da elaboração de mapas de ruído, a fim de prevenir e reduzir o ruído ambiente, sempre que necessário e em especial quando os níveis de exposição forem susceptíveis de provocar efeitos nocivos para a saúde humana, e preservar a qualidade do ambiente acústico, quando seja boa.” (PARLAMENTO EUROPEU, 2002).

Este trecho retrata o caráter objetivo da Diretiva. A exigência de tornar públicos os resultados facilitou enormemente o intercâmbio de experiências e a Internet criou uma base de dados enorme, disponível e gratuita para pesquisa.

A execução dos mapas de ruído se mostrou muito efetiva, principalmente na detecção de pontos críticos, com um número elevado de pessoas expostas a níveis inaceitáveis. Este tipo de trabalho, na escala de cidades inteiras, exigiu pesquisas de grupos transnacionais, como o “Imagine”, o “Silence”, “Harmonoise” e CNOSSOS-EU, entre muitos outros.

Os resultados, após quase dez anos de existência da Diretiva, estão sendo avaliados pela Comissão Europeia, que irá fazer um relatório analisando a qualidade acústica ambiental na Comunidade Europeia baseada nas informações fornecidas pelos Países Membros, levando em conta o progresso científico, tecnológico e qualquer outra informação relevante.

Alguns dados preliminares deste foram divulgados pela comissão Europeia (GERGELY, 2010), indicando que mais de 47 milhões de habitantes (52% da população vivendo em aglomerações com mais de 250 mil habitantes) são expostas diariamente a ruído rodoviário com níveis superiores a 55 dB Lden. Um número menor, porém significante, de pessoas são expostas diariamente a níveis superiores a 55 dB Lden de ruído ferroviário – 6,5 milhões – e de ruído aeronáutico – 3,7 milhões, sendo que 1,4 milhões vivem em aglomerações com mais de 250 mil habitantes (Figura 5).

A redução dos efeitos nocivos e o custo-benefício serão os principais critérios para a escolha de estratégias e medidas propostas. Este relatório ainda poderá propor emendas à Diretiva, se forem necessárias. Nestas emendas, alguns países sugerem que os próximos passos sejam dados pelos próprios países, não sendo mais necessários trabalhos em nível continental. Porém, o impacto na saúde pública parece ser muito substancial e o ruído permanece um problema muito popular, manifestado pelo número de cartas e petições provenientes dos cidadãos europeus.

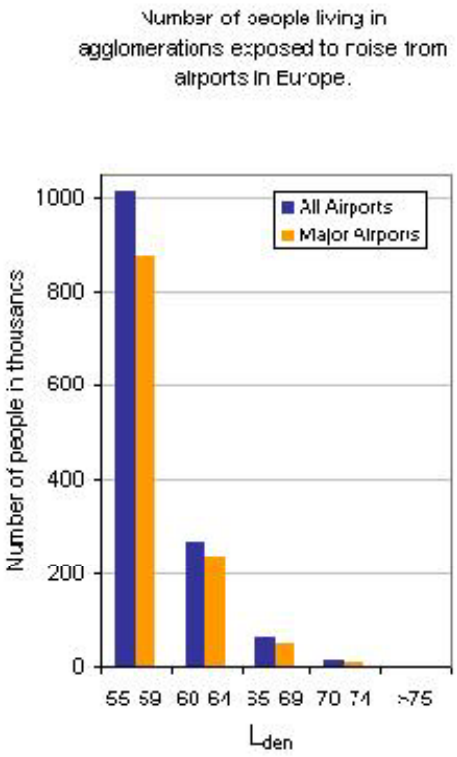


Figura 5 Número de pessoas expostas a ruído aeronáutico por dia em aglomerações com mais de 250 mil habitantes na Europa (GERGELY, 2010).

2.6 métodos de cálculo para elaboração de mapas de ruído

Diversos países criaram métodos próprios para predição do ruído a partir de informações técnicas (sem necessariamente dispor de medições sonoras específicas). Estes métodos permitem a criação de modelos mais abrangentes que os possíveis a partir de medições.

Também permitem a criação de mapas por meio de médias anuais e simulando condições futuras. A seguir, as principais normas utilizadas (as normas seguidas do termo “interino” foram recomendadas pela Diretiva Europeia para países sem um método próprio de cálculo):

2.6.1 Ruído Rodoviário

- **NMPB Routes**: (Interino) Norma Francesa;
- **RLS 90**: Norma alemã muito popular pela sua simplicidade e precisão, principalmente em ambientes urbanos;
- **Road Traffic Noise** (CoRTN) Norma Inglesa;

- **Statens Planverk 48:** Norma Nórdica;
- **Federal Highway Model** (FHWA): Norma Norte-americana.

2.6.2 Ruído Ferroviário

- **RMR 2002**: (Interino) Norma Holandesa;
- **Schall 03**: Norma Alemã;
- **CoRN**: Norma Inglesa;
- **Nordic train**: Norma Nórdica;
- **Ö-Norm S 5011**: Norma Austríaca;
- **SEMIBEL**: Norma Suíça;
- **Japan Narrow Gauge Railways:** Norma Japonesa.

2.6.3 Ruído Aeronáutico

- **ECAC doc 29**: (Interino) Método internacional baseado na "European Civil Aviation Conference Document 29" , (ECAC, 1997). Método baseado em dados previamente tabulados;
- **ICAN (AzB 2008)** Norma alemã com base aberta. Muito facilmente adaptável a qualquer *software* de simulação e muito precisa (PROBST e HUBER, 2009);
- **INM:** Desenvolvido pela Federal Aviation Administration's (FAA), nos Estados Unidos, para avaliação do ruído de aeronaves e seu impacto na comunidade próxima. Tem uma base de dados de potência sonora das aeronaves muito grande, o que facilita os mapeamentos. Tem a desvantagem de não ser compatível com nenhum outro *software* de mapeamento.

2.6.4 Ruído Industrial

- **ISO 9613-2:** (Interino) Norma mais utilizada para modelagem e cálculo de fontes sonoras industriais e fontes fixas em geral;
- **General Prediction Method:** Norma Nórdica e Austríaca;
- **Concawe:** Voltada para grandes instalações industriais, especialmente petrolíferas e com ênfase na interferência das condições meteorológicas.

2.7 *Softwares* para mapeamentos de ruído

A informatização criou ferramentas que mudaram toda a maneira de estudar, interpretar e documentar os estudos acústicos. Com um computador, é possível processar mapas de ruído de cidades inteiras em alguns dias.

Existem diversos *softwares* comerciais que aplicam as normas de predição de maneira a criar mapas de ruído. Dentre eles, destacam-se:

- Cadna A (Datakustik GmbH);
- SoundPlan (Braunstein + Berndt GmbH);
- Predictor (Bruel & Kjaer);
- Lima (Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft GmbH);
- IMMI (Wölfel);
- MITHRA (CSTB).

A maioria destes *softwares* possibilitam o emprego de diversas normas, facilitando o seu uso em diversos países.

Com a necessidade de mapas de ruído cada vez mais complexos, os *softwares* devem possuir ferramentas que permitam trabalhar grandes quantidades de informação de maneira organizada e rápida. Este é um critério essencial que será utilizado na escolha do *software* mais adequado ao uso.

Interfaces amigáveis e estabilidade também são desejáveis.

2.8 Indices para avaliação do ruído

Diversos índices para avaliação do ruído para comunidades foram criados ao longo do tempo por diversos países. Esta diversidade dificulta muito a comparação entre os dados, variando, inclusive, de acordo com a fonte sonora avaliada. Entretanto, o índice mais usado é o L_{Aeq}, definido pela ISO 1996 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2007). Na Figura 6, estão listados os principais indicadores existentes e seus principais usos:

Quantidade	Descrição	Comentários
$L_{Aeq,\ x\ hours,\ 1\ m}$	averaged A-weighted noise level, integrated over a given time interval, from 30 minutes to 24 hours, measured at 1 m from the road/rail side	Suitable to detect real time emission hot spots, not suitable for annoyance prediction. Gives link with real time air quality presentation. Attractive for presentation as levels are recognizable by residents
$L_{Aeq,\ 1\ day}$	24 hour average A-weighted noise level	No direct relation with annoyance, no information on distribution of high levels over the day
E	"Emmission Number"	No physical relevance. Suitable to detect hot spots.
SEL or L_{AE}	Time-integrated A-weighted level, condensed into 1 second integration time	No relation wit annoyance, possible indicator for sleep disturbance. As the numbers are high no clear indication of hot spots.
$L_{A,\ max}$	Highest reading of a collection of A-weighted noise level samples in a given time period	No relation with annoyance, possible indicator for sleep disturbance. As the numbers are high, no clear indication of hot spots, unless for occupational health
L_{Adn}	Long term average A-weighted sound level over 24 hours, where the night period is penalized (usually with 10 dB)	Comes fairly close to the preferred indicator LDEN. Dose response relationship studies tend to ignore the – small – difference between LDN and LDEN
$L_{A,day}$, $L_{A,night}$	Long term averaged A-weighted sound levels for day and night periods	Used in the French legislation, day is 06:00 to 20:00, night is 20:00 to 06:00. Conceptually the levels are yearly averaged values. Separate limits apply to different noise sources (e.g. road and railway), and to different periods (day and night).
L_{ETM}	Highest reading of three long term average A-weighted noise levels, i.e. over day, evening and night, where evening and night are penalized with 5 and 10 dB respectively	Has been in use in The Netherlands only. Requires too much explanation to be practicable. By definition □LDEN
$L_{ADEN,\ inside}$	Long term average 24 hour level inside a dwelling, where evening and night period are penalized with 5 and 10 dB respectively	No direct relationship with annoyance. In use in Norway
L_{DEN}	The harmonized indicator for END, long term average 24 hour level, where evening and night period are penalized with 5 and 10 dB respectively	The preferred quantity for future mapping under END. Hardly ever applied in mapping practice up till now. Some countries will use it in parallel to their own national quantities
L_{Night}	Average A-weighted level over the average night time period of 8 hours	According to END, the preferred indicator for sleep disturbance and an obligatory quantity for noise mapping
MKM ou L^*_{DEN}	"Environmental Quality Quantity". Equal-annoyance corrected cumulative A-weighted noise level, combining the contributions of different noise sources, including evening and night penalties, attempting to assess the cumulative effect	Suitable for equal annoyance representation of different sources, either separate in separate maps, or cumulative in one combined map. Introduction of this quantity for END mapping purposes was rejected by WG HSE.
L_{10}	Level in dB(A) exceeded more than 10% of the total exposure time.	British legislation used to be based on this indicator.
EPNL, PNLTmax	Effective Perceived Noise Level, Tone Corrected Maximum Perceived Noise Level	This indicator is typically used in aircraft regulations (e.g. aircraft certification), sometimes also for expression of noise exposure due to air traffic. Because of the specific frequency weighting and pure tone corrections it has been believed that this indicator correlates better with annoyance due to aircraft. Recent studies show that this might be questionable at least when annoyance is due to a sufficiently large number of noise events.
TAL, NAL	Time-Above-Level, Number-of-Events Above Level.	Assessment of annoyance due to aircraft.

Figura 6 Principais indicadores de ruído Europeus (IMAGINE, 2004).

A Comunidade Europeia adotou o índice L_{den}, obtido a partir do L_{Aeq}, e utiliza o mesmo índice para qualquer fonte sonora estudada.

Abaixo, o Anexo I da Diretiva, que descreve o Lden:

> O nível dia-fim-de-tarde-noite Lden, em decibéis (dB), é definido pela seguinte fórmula:
>
> Equação 1
>
> $$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$$
>
> em que:
>
> Lday é o nível sonoro médio de longa duração, ponderado A, conforme definido na norma ISO 1996-2: 1987, determinado durante todos os períodos diurnos de um ano,
>
> Levening é o nível sonoro médio de longa duração, ponderado A, conforme definido na norma ISO 1996-2: 1987, determinado durante todos os períodos vespertinos de um ano,
>
> Lnight é o nível sonoro médio de longa duração, ponderado A, conforme definido na norma ISO 1996-2: 1987, determinado durante todos os períodos nocturnos de um ano; (PARLAMENTO EUROPEU, 2002)

O Lden deve ser medido a 4 metros de altura, sendo que podem ser executadas medições em outras alturas em casos específicos.

A Diretiva ainda flexibiliza as horas consideradas dia, entardecer e noite, levando em conta as diversas condições geográficas na Europa.

2.9 Harmonização de procedimentos

2.9.1 Harmonoise e IMAGINE

Em 2001, um pouco antes da aprovação da Diretiva 2002/49/EC pelos Estados-Membros, começou um esforço conjunto dos países europeus para harmonizar os processos para elaboração de mapas de ruído. Assim, surgiu o **Harmonoise**, com a missão de desenvolver um método harmonizado, preciso e confiável para avaliação do ruído ambiental oriundo de **rodovias** e **ferrovias**, sendo este trabalho completado em 2004.

Em 2003, foi criado o projeto **IMAGINE**, com a intenção de ampliar a abrangência do Harmonoise para o ruído de **aeronaves** e **industrial**. Ambos os projetos tinham como objetivo geral desenvolver um modelo contendo métodos de avaliação de ruído comuns para todos os países europeus (IMAGINE, 2007).

Abaixo, o texto introdutório na página da Internet na qual podemos acessar os estudos desenvolvidos no projeto IMAGINE e Harmonoise:

> O projeto IMAGINE - Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment (Métodos Aperfeiçoados para a Avaliação do Impacto genérico do ruído para o ambiente) foi criado a partir da iniciativa europeia de criação de parâmetros visando à execução de mapas estratégicos de ruído dentro de determinadas condições.
>
> O projeto IMAGINE fornece orientações, exemplos e bases de dados que permitem uma implementação rápida e fácil de métodos de cálculo de ruído harmonizados nos Estados-Membros da União Europeia Comunitário. O projeto IMAGINE está intimamente ligado ao projeto HARMONOISE, no qual esses métodos de cálculo harmonizado são desenvolvidos. […].
>
> Os produtos da HARMONOISE e IMAGINE destinam-se a ser utilizados pelos Estados-Membros para a produção de mapas estratégicos de ruído e para contribuir para prever a eficácia dos planos de acção de ruído, como são devidas a partir de 2007 conformidade com a directiva da UE sobre a avaliação e gestão do ruído ambiental. Mas é claro que os métodos podem ser usados para qualquer outra finalidade de previsão de ruído comunidade."

O resultado destes projetos está disponibilizado gratuitamente na Internet, distribuído em pacotes.

2.9.2 CNOSSOS-EU

O programa CNOSSOS EU (Common Noise Assessment Methods in EU) foi criado com o mesmo conceito do Projeto Harmonoise e Imagine, porém conta com o apoio maior dos países membros. Entretanto, concordam que, para o próximo "*round*" de mapeamentos (previsto para entrega em 2012), não deverá ser utilizado, uma vez que ainda está em fase de ajustes (GERGELY, 2010).

Alguns países ainda questionam que mudar o método de cálculo neste momento prejudicaria a possibilidade de comparar os mapeamentos anteriores com os atuais, executados com a implementação dos planos estratégicos para a redução dos ruídos.

Segundo Paviotti (2009), o programa apresenta características de vários outros métodos (Figura 7) e tem as seguintes vantagens:

- Pertence à União Europeia;
- É gratuito, aberto e transparente;
- É o mais detalhado dos métodos existentes hoje;
- Pode ser simplificado;
- Permite modelagem detalhada e flexível para planos de ação e avaliação de medidas para redução de ruídos;
- Pode integrar qualquer base de dados nacional.

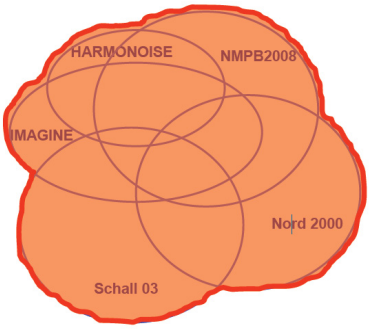


Figura 7 Diagrama conceitual do método CNOSSOS EU (PAVIOTTI, 2009).

2.10 Metodologia e confiabilidade dos mapas de ruído

A confiabilidade destes mapas de ruído vai depedender de muitos fatores, como a habilidade dos planejadores em manipular grande quantidade de dados, a localização e potência das fontes sonoras, geometria do solo, locação e geometria de edifícios, absorção de paredes, etc. (PINTO, SLAMA e ISNARD, 2005). Como a obtenção destes dados mostrou-se muitas vezes difícil, alguns manuais para orientação foram criados visando a sistematizar a aquisição dos dados.

A seguir, dois exemplos destes manuais:

2.10.1 WG-AEN´s Good Practice Guide

O Working Group - Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) é um grupo de pesquisadores que, a pedido da Comissão Europeia, criou um relatório com a intenção de orientar, de maneira extremamente prática, os países na elaboração dos mapas de ruído que foram entregues à Comissão Europeia em 2007.

Para a aquisição dos dados de entrada dos mapas de ruído, foram criados pacotes de ferramentas (*toolkits*). Uma legenda descrevendo os ícones auxilia na escolha e na avaliação do processo mais adequado (Figura 8).

Como exemplo, pode-se utilizar o *toolkit* para a determinação da altura dos edifícios (Figura 9). O primeiro quadro questiona a informação disponível. A partir da resposta, os fluxos da tabela direcionam para um dos dois *toolkits* disponíveis, fornecendo a complexidade, a precisão e o custo de cada opção (WG-AEN, 2006).

Ao final do trabalho, através de um processo de cálculo, consegue-se estimar a incerteza dos mapas obtidos e avaliar o número de pessoas expostas a determinados níveis de ruído.

Colour code to rate Tools					
complexity	colour code	accuracy	colour code	cost	colour code
simple		low	> 5 dB	inexpensive	
-		-	4 dB	-	
-		-	3 dB	-	
-		-	2 dB	-	
-		-	1 dB	-	
sophisticated		high	< 0.5 dB	expensive	

Figura 8 Legenda dos símbolos usados nos *Toolkits* (WG-AEN, 2006).

Toolkit 15 Building heights	
Available information	applicable tool
Building heights (yes / no)	use heights
Number of storeys (yes / no)	use Tool 15.1
No information (yes)	use Tool 15.2

Tool 15.1: Number of storeys available			
Method	complexity	accuracy	cost
Multiply number of storeys with the average storey height (e.g. 3 metres)		1 dB	

Tool 15.2: No information available			
Method	complexity	accuracy	cost
Use **aerial photos to estimate height**		< 0.5 dB	
Make **on-site visits** and **count storeys**; then use Tool 15.1		1 dB	
Use **aerial photos** to estimate number of storeys then use Tool 15.1		1 dB	
Use **default heights** for different types of buildings[31]		2 dB	
Use a **default height** for all buildings (e.g. 8 metres)		3 dB	

Figura 9 *Toolkit* para determinação da altura dos edifícios (WG-AEN, 2006).

2.10.2 Guidelines and good practice on strategic noise mapping

O grupo IMAGINE também elaborou um manual de boas práticas: **"Guidelines and good practice on strategic noise mapping"** (IMAGINE, 2007). É um documento público e faz parte dos vários pacotes já finalizados e disponibilizado gratuitamente na Internet por meio do *website* do programa. É um guia semelhante ao apresentado no item **2.10.1** e serve basicamente para balizar a execução dos mapas e auxiliar a controlar as incertezas implícitas a este tipo de trabalho.

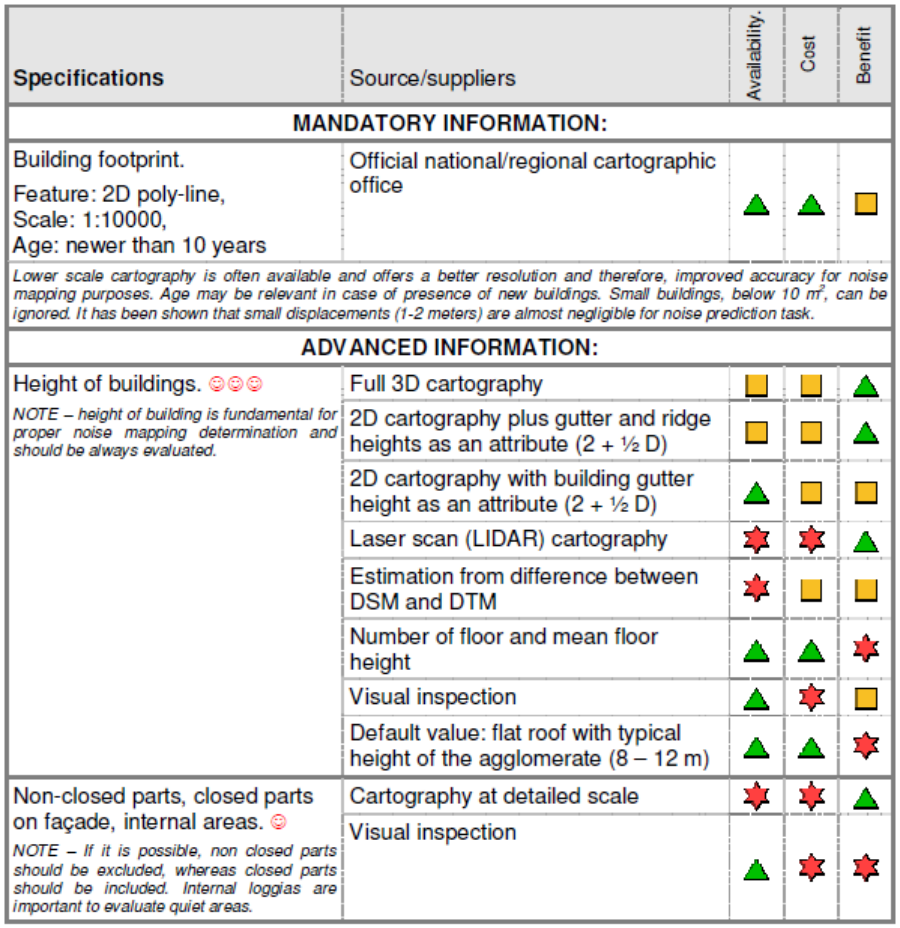
O documento orienta a coleta dos dados de entrada e elaboração dos mapas, fornece métodos para avaliar sua precisão e para estimar o número de pessoas expostas a níveis excessivos de ruídos, assim como também trata de processos inovativos.

A coleta inicial dos dados de entrada costuma ser um processo demorado e difícil, principalmente em países como o Brasil, que não possuem uma base de dados digitais consolidada. Para auxiliar esta tarefa, o documento dividiu o assunto em tópicos (modelo do terreno, impedância do solo, fluxo de veículos em rodovia, edifícios, etc.). Cada tópico contém uma discussão sobre o tema e fornece um *checklist*. Estes *checklists* estão divididos em duas categorias:

- Informações obrigatórias (*mandatory information*), sem os quais não se podem executar mapas com a confiabilidade mínima necessária;
- Informações avançadas (advanced information), que permitem aumentar a confiabilidade do mapeamento.

Na Figura 10, a seguir, podemos observar que cada item possui uma classificação quanto à disponibilidade, ao custo e ao benefício, com os símbolos , indicando uma escala do melhor para o pior caso.

Nesta mesma tabela, é fornecido um *ranking* na forma de "rostos sorridentes" . Quanto mais rostos no item, mais sensível é a informação para o resultado final do mapeamento.



Specifications	Source/suppliers	Availability	Cost	Benefit
MANDATORY INFORMATION:				
Building footprint. Feature: 2D poly-line, Scale: 1:10000, Age: newer than 10 years	Official national/regional cartographic office	▲	▲	■
Lower scale cartography is often available and offers a better resolution and therefore, improved accuracy for noise mapping purposes. Age may be relevant in case of presence of new buildings. Small buildings, below 10 m², can be ignored. It has been shown that small displacements (1-2 meters) are almost negligible for noise prediction task.				
ADVANCED INFORMATION:				
Height of buildings. ☺☺☺ *NOTE – height of building is fundamental for proper noise mapping determination and should be always evaluated.*	Full 3D cartography	■	■	▲
	2D cartography plus gutter and ridge heights as an attribute (2 + ½ D)	■	■	▲
	2D cartography with building gutter height as an attribute (2 + ½ D)	▲	■	■
	Laser scan (LIDAR) cartography	✸	✸	▲
	Estimation from difference between DSM and DTM	✸	■	■
	Number of floor and mean floor height	▲	▲	✸
	Visual inspection	▲	✸	■
	Default value: flat roof with typical height of the agglomerate (8 – 12 m)	▲	▲	✸
Non-closed parts, closed parts on façade, internal areas. ☺ *NOTE – If it is possible, non closed parts should be excluded, whereas closed parts should be included. Internal loggias are important to evaluate quiet areas.*	Cartography at detailed scale	✸	✸	▲
	Visual inspection	▲	✸	✸

Figura 10 *Checklist* do item “Buildings” do “Guidelines and good practice on strategic noise mapping” (IMAGINE, 2007).

Para análise da precisão dos mapas, foi fornecido um modelo de relatório, no qual deve-se descrever de maneira muito concisa o processo de execução do mapa, incluindo:

- Descrição geral do mapa de ruído;
- Informação do processamento do mapa;
- Cálculo do mapa;
- Relatório dos resultados dos mapas (linhas de contorno);
- Relatório do resultado dos mapas de ruído (análise).

2.11 Mapas de ruído Europeus

O gerenciamento do projeto de mapeamentos de ruído em larga escala requer especial cuidado já que muitas entidades públicas e privadas devem trabalhar juntas para obter dados de entrada precisos e detalhados (BENTO COELHO e ALARCÃO, 2005). Cada país possui diferentes estruturas governamentais e a maneira como estas instituições interagem e colaboram entre si são vitais para a elaboração destes mapas.

Os países europeus estão na vanguarda na elaboração destes mapas, com imensa fonte de dados gratuitas, além do engajamento das autoridades para elaboração produtiva e correta dos mesmos. A seguir, um exemplo de mapeamento acústico realizado na Escócia e entregue à Comissão Europeia. É apenas um entre centenas de mapeamentos disponibilizados na Internet e realizados nos últimos dez anos.

2.11.1 Mapeamento acústico da Escócia

Foram realizados mapas de ruído das principais rodovias, ferrovias, aeroportos e indústrias (finalizado em 2007) e o primeiro Plano de Ações para gerenciamento do ruído em 2008.

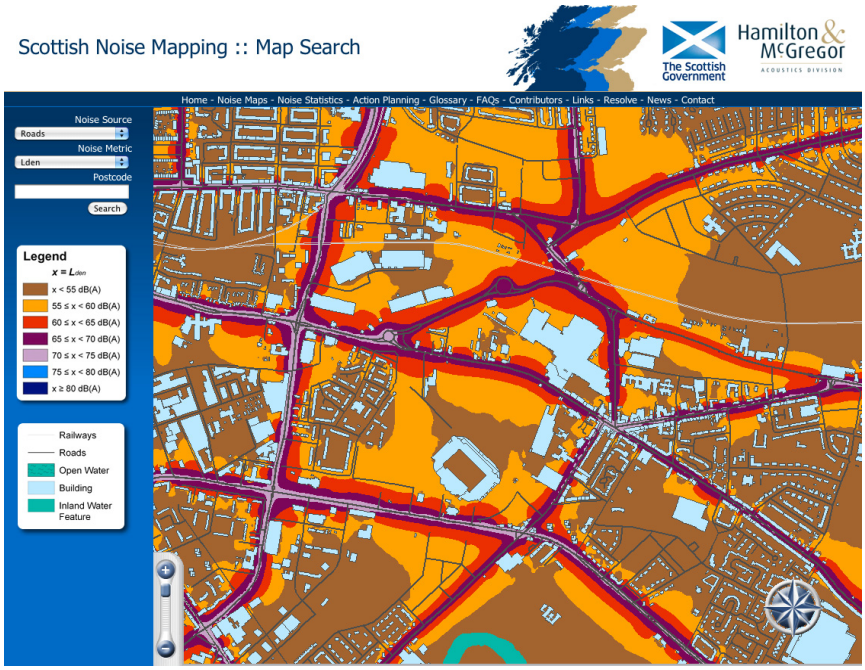


Figura 11 Imagem do Mapeamento Acústico da Escócia disponibilizada na Internet (THE SCOTTISH GOVERNMENT, 2008).

Foi implementado na Internet um programa interativo de informação sobre os principais resultados dos mapeamentos, sendo necessário apenas escolher a fonte sonora (Rodoviária, Ferroviária, Aeronáutica ou Industrial), o índice (Lden ou Lnight) e o endereço através do CEP ou navegando pelo mapa (Figura 11).

No site, também consta o número de pessoas exposta a níveis de ruído Lden e Lnight entre 55 e 70 dBA (Tabela 1). Pode-se observar a importância do ruído rodoviário na Escócia (Figura 12), respondendo por 57% do número de pessoas expostas a Lden>55dB (THE SCOTTISH GOVERNMENT, 2008).

Tabela 1 – Tabela com o número de pessoas expostas a níveis excessivos de ruído dados de 18/dez/2008 (THE SCOTTISH GOVERNMENT, 2008)

Fonte de ruído / Nível de ruído	**L_{den} > = 55 (dB)**	**L_{den} > = 65 (dB)**	**L_{den} > = 75 (dB)**	**L_{night} > = 50 (dB)**	**L_{night} > = 60 (dB)**	**L_{night} > = 70 (dB)**
Rodoviário	945.100	327.300	7.900	662.100	116.500	1.300
Ferroviário	188.500	52.600	4.300	140.000	35.100	2.100
Indústrial	416.800	70.500	700.000	205.300	12.300	0
Aeronáutico	96.400	1.200	0	34.400	100.000	0
Todas as fontes sonoras	1.646.800	451.600	712.200	1.041.800	263.900	3.400

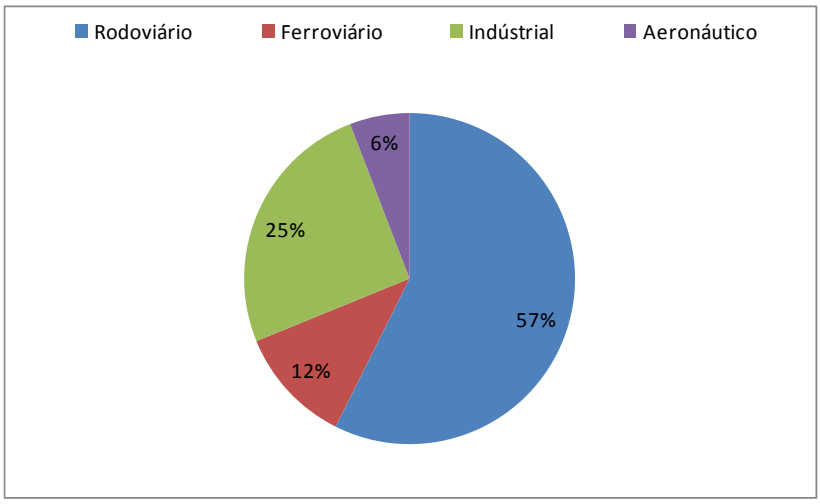


Figura 12 Distribuição por tipo de fonte sonora dos habitantes da Escócia expostos a níveis de ruído Lden > 55dB (THE SCOTTISH GOVERNMENT, 2008).

2.12 Mapas de ruído na América

Não existe na América o mesmo sentido de integração que observamos no continente Europeu. Poucos países no nosso continente dão importância ao gerenciamento do ruído ambiental e mesmo países desenvolvidos, como os Estados Unidos e Canadá, estão muito distantes dos países europeus neste campo. A seguir, alguns exemplos de mapeamentos feitos na América.

2.12.1 Estados Unidos

O gerenciamento do ruído nos Estados Unidos não está no mesmo nível dos mapeamentos europeus. Segundo Kaliski (2008), isto ocorre por três principais razões:

- Os EUA não tem legislação similar à Europeia nas esferas Estadual ou Federal;
- A densidade populacional americana é, aproximadamente, a metade da Europeia;
- Os planejadores urbanos nos EUA estão menos informados a respeito da poluição sonora que seus pares europeus.

Porém, a existência de uma grande base de dados sobre o tráfego rodoviário e ferroviário e de desenhos em GIS torna a execução futura destes mapas muito mais fácil.

Existem iniciativas localizadas, como a de Porto Rico (Figura 13), em que um grande mapeamento já foi executado e existe um Plano de Ação para gerenciamento do ruído.

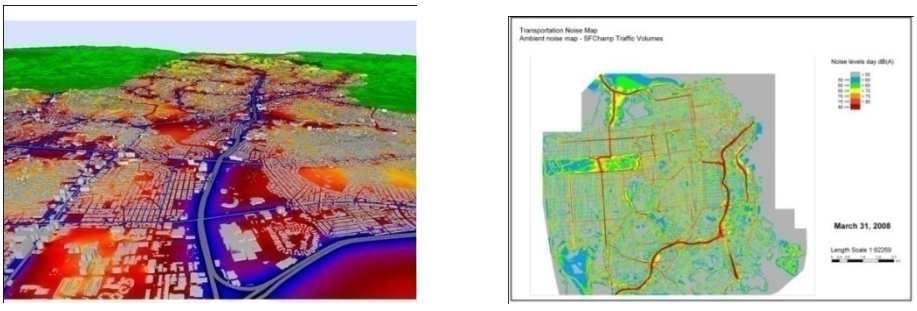


Figura 13 Mapeamentos Acústicos de San Juan - Porto Rico (esquerda) e de San Franciso (direita) – EUA (KALISKI, 2008).

2.12.2 Chile

O Governo Chileno, através do seu ministério do meio ambiente (CONAMA) e do SINIA (Sistema Nacional de Informação Ambiental) encomendou, em 2005, um documento com o objetivo principal de aplicar um modelo de predição de ruído urbano a um caso piloto no País, nas áreas de Providência, Região Metropolitana, e Antofagasta, Região de Antofagasta (FUENTES, 2008).

Como resultados secundários, espera-se:

- Realizar uma análise dos *softwares* disponíveis no mercado;
- Realizar um levantamento da informação necessária a qualquer *software* de simulação;
- Realizar um levantamento de informações necessárias para análise do material produzido.

Foram feitas medições para calibração dos modelos. Em cada cidade, foi instalada uma estação para monitoramento contínuo medindo o nível equivalente LAeq, o nível máximo Lmax e o nível mínimo Lmin (Figura 14).

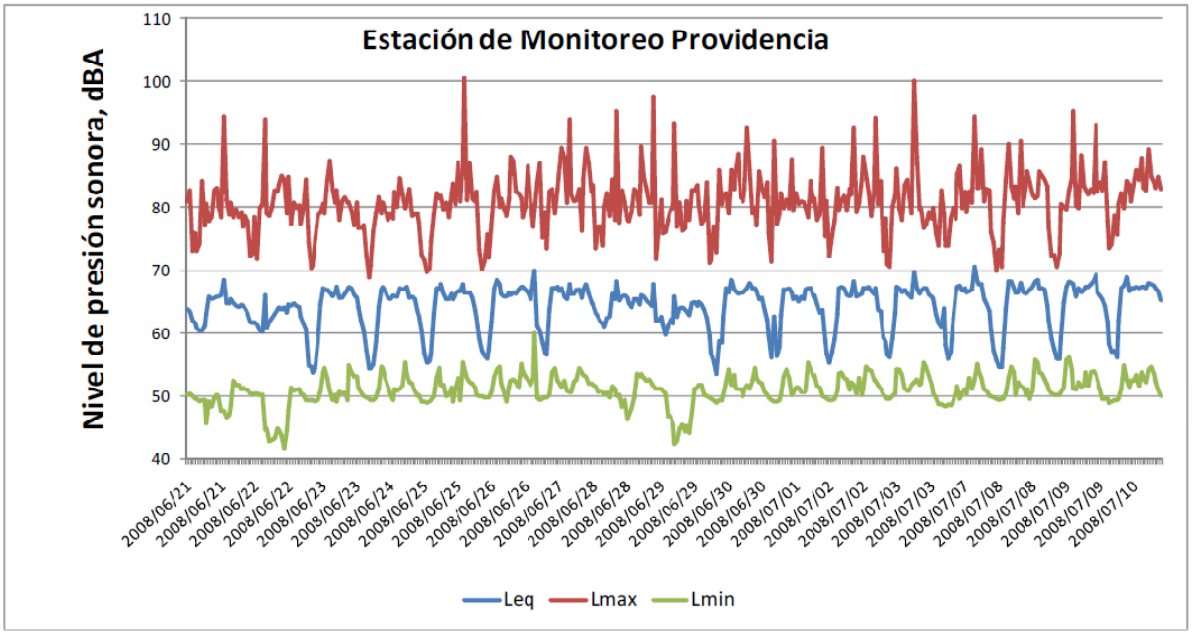


Figura 14 Histórico no tempo das medições de ruído executadas em Providência (FUENTES, 2008).

Concluído o estudo, foram obtidos os mapas-piloto (Figura 15), que serviram de fundamentação para os próximos passos para a implementação na nova política nacional de gerenciamento de ruídos:

- Propor uma metodologia clara para obtenção dos dados de entrada e cálculo dos mapas. Muito do trabalho já feito no Chile foi executado com metodologias muito distintas, impossibilitando qualquer tipo de comparação. Faz-se necessário, pelo menos, um regulamento aplicável que sirva de referência aos consultores acústicos para que executem estes mapeamentos;
- A obtenção das informações urbanísticas muitas vezes foi difícil. Eles sugerem a inclusão de verba para ter acesso a estas informações;
- Houve muita lentidão por parte das repartições públicas em disponibilizar as informações (quando as tinham). O órgão de meio ambiente deve ter apoio do governo central para obter de maneira rápida quais informações estão disponíveis, a qualidade desta informação e o custo (se houver).

Foram avaliados 9 *softwares* de modelagem acústica, sendo aprovados primeiramente o Cadna A (Datakustik GmbH) seguido pelo SoundPlan (Braunstein + Berndt GmbH).

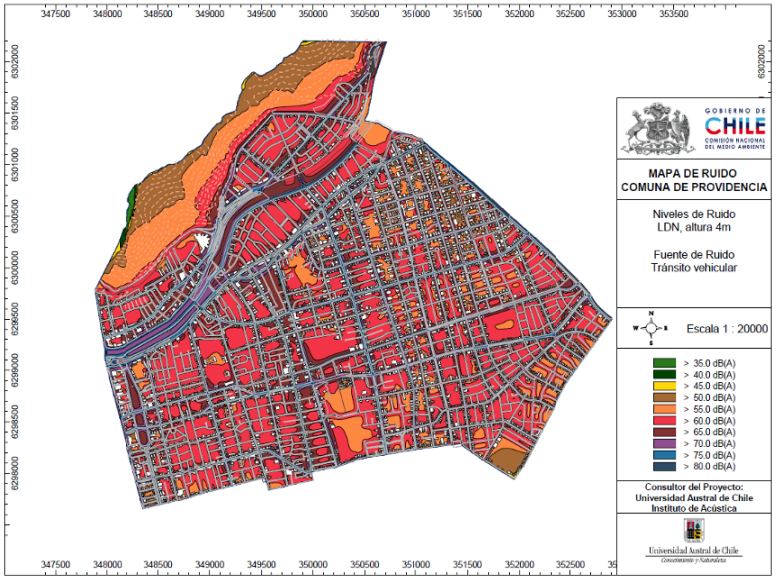


Figura 15 Mapa de ruídos da Comuna de Providência (Chile) para ruído rodoviário (SINIA-CHILE, 2011).

2.13 Mapas de ruído no Brasil

No Brasil, o mapeamento do ruído existe quase que exclusivamente no meio Universitário. Trabalhos como os do Rio de Janeiro (MARDONES, 2009), Florianópolis (NARDI, 2008), Belém (MORAES, 2003), Curitiba (ZANNIN, 2002) e Aracajú (GUEDES, 2005) foram fruto de pesquisas acadêmicas que acabaram não tendo impacto direto no gerenciamento do ruído destas cidades. O único caso encontrado no Brasil de mapeamentos sonoros utilizados de forma sistemática pelo governo é o de Fortaleza, em que a Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM) tem um programa de mapeamento acústico envolvendo uma equipe internacional (SEMAM FORTALEZA, 2011).

2.13.1 Mapeamento acústico da cidade de Fortaleza

A Prefeitura de Fortaleza/CE, através de sua SEMAM, iniciou há alguns anos um programa de mapeamento acústico inédito no Brasil, com critérios internacionais (SEMAM FORTALEZA, 2011), seguindo as indicações do “Good Practice Guide for Noise Mapping”, emitido pela Comissão Europeia, e que foi preparado pelo WG-AEN.

Está prevista uma integração dos resultados dos mapeamentos com o Plano Diretor do município, servindo para a criação de estratégias para combate da poluição sonora e de orientação da legislação vigente.

Para a modelagem acústica, está sendo utilizado o *software* Cadna A, com Supervisão técnica do Prof. Bento Coelho, do Instituto Superior Técnico de Portugal(SEMAM FORTALEZA, 2011). As fontes de ruído a serem modeladas estão listadas a seguir, com as respectivas normas para o cálculo acústico:

- Rodoviário: NMPB ou RLS90;
- Ferroviário : RLRII, Nordic, Schall03 ou outros;
- Aeronáutico: ECAC.CEAC Doc. 29;
- Industriais e demais fontes fixas: ISO 9613.

Estão sendo feitas medições diurnas e noturnas para validação destes mapas acústicos, utilizando sonômetros integradores digitais, termômetro/anemômetro

digital e um aparelho de leitura de coordenadas de Sistema de Informação Geográfica (SIG) do tipo GPS.

O modelo 3D será verificado através de verificação visual e fotográfica dos edifícios, identificando, assim, o uso e a ocupação do solo. Esta aferição é muito importante para dar a confiabilidade necessária a este tipo de trabalho. Esta aferição levará em conta os critérios definidos pelo EU Noise Policy Working Group 3, Computation and Measurement (Progress Report, Abril 2001) para áreas urbanas.

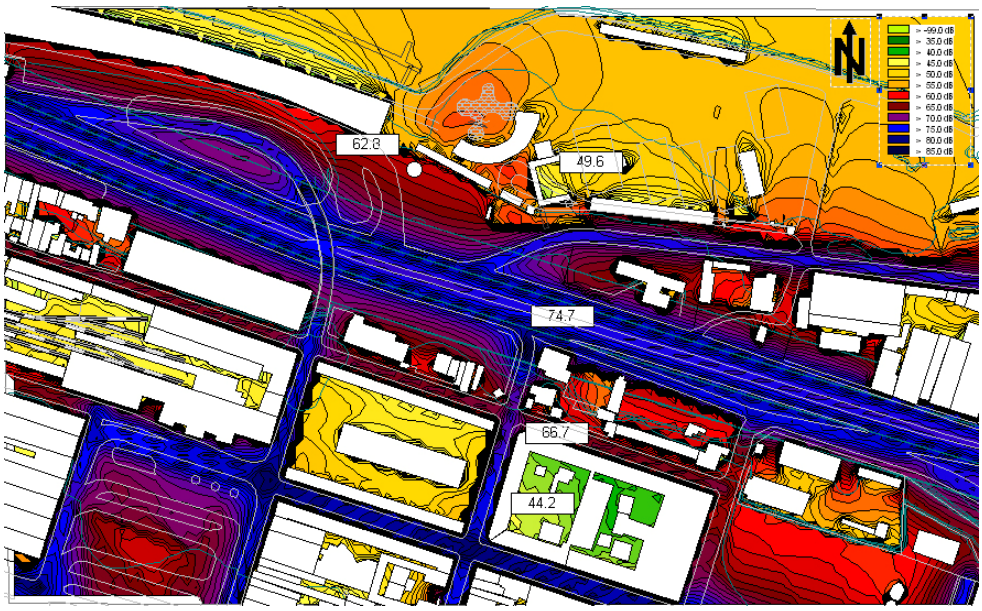


Figura 16 Mapeamento acústico de Fortaleza (SEMAM FORTALEZA, 2011).

Serão executados dois relatórios: um com todos os dados técnicos referentes ao mapeamento, tornando transparentes os critérios utilizados; o segundo relatório será destinado à população em geral, com uma introdução ao problema da poluição sonora, servindo de base de divulgação e disseminação das estratégias da SEMAM.

Os mapeamentos serão disponibilizados com os níveis sonoros indicados por cores (como o da Figura 16) em arquivos eletrônicos através da Internet(SEMAM FORTALEZA, 2011).

2.13.2 Mapeamento acústico da cidade do Rio de Janeiro

Foi realizado um mapeamento para a elaboração de uma dissertação de mestrado, na COPPE, UFRJ, de âmbito acadêmico, “para discutir o processo de criação e criar uma mapa de ruído do bairro de Copacabana através de simulação” (MARDONES, 2009).

Foi utilizado um modelo 3D disponibilizado gratuitamente pela administração municipal, porém, o tratamento destes dados representou a maior parte do processo de modelagem, com os arquivos em CAD sendo tratados para importação adequada no *software* CADNA A, da Datakustik, que foi selecionado para este trabalho.

A norma para cálculo do ruído rodoviário escolhida foi a RLS 90 (Alemã). O *grid* (distância entre os receptores a serem calculados) foi de 5 metros. Por razões de tempo de processamento, a área foi divida em trinta áreas menores, rodadas individualmente. Este processamento levou cerca de duas semanas, com o uso de apenas um computador pessoal. Na Figura 17, pode-se observar o resultado do mapeamento.

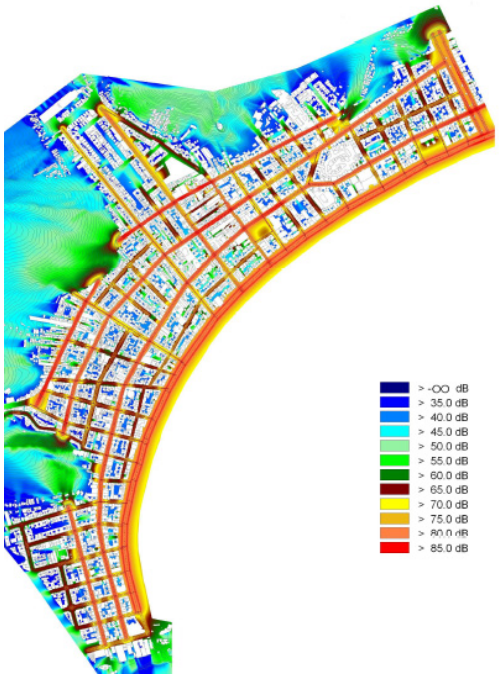


Figura 17 Mapeamento acústico de Copacabana (MARDONES, 2009).

Para a validação do mapa, foi escolhida uma área menor, em que foram feitas medições de curto termo (5 minutos cada), realizadas em três períodos do dia

(manhã, tarde e noite), em dias diferentes da semana. Os resultados foram muito similares aos simulados, sendo que, na grande maioria das medições, a diferença foi de, no máximo, 3 dBA.

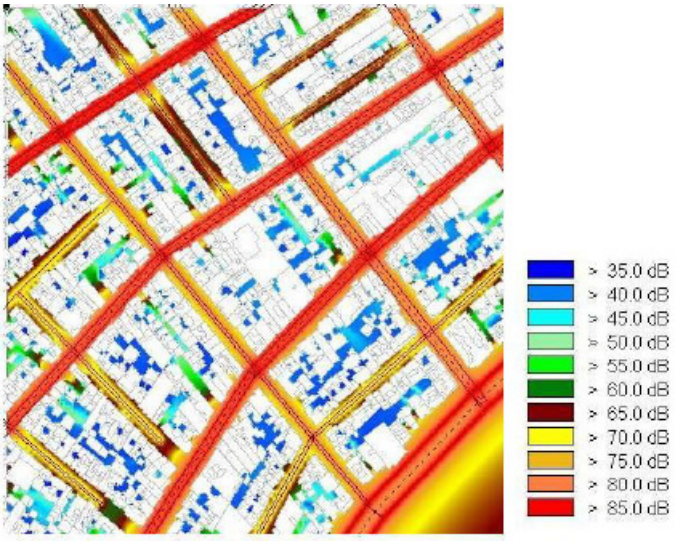


Figura 18 Mapa de setor de Copacabana com os pontos de medição (MARDONES, 2009).

Também foi executada uma medição de longo termo, a 4 metros de altura, sobre uma banca de jornais na Rua Santa Clara, nº 98 (Figura 19). Estas medições tiveram a duração de 31 dias, entre março e abril de 2008, com amostras de LAeq de 5 minutos medidas continuamente. Os resultados podem ser observados na Figura 20.

Figura 19 Imagem do ponto de medição com o equipamento instalado (MARDONES, 2009).

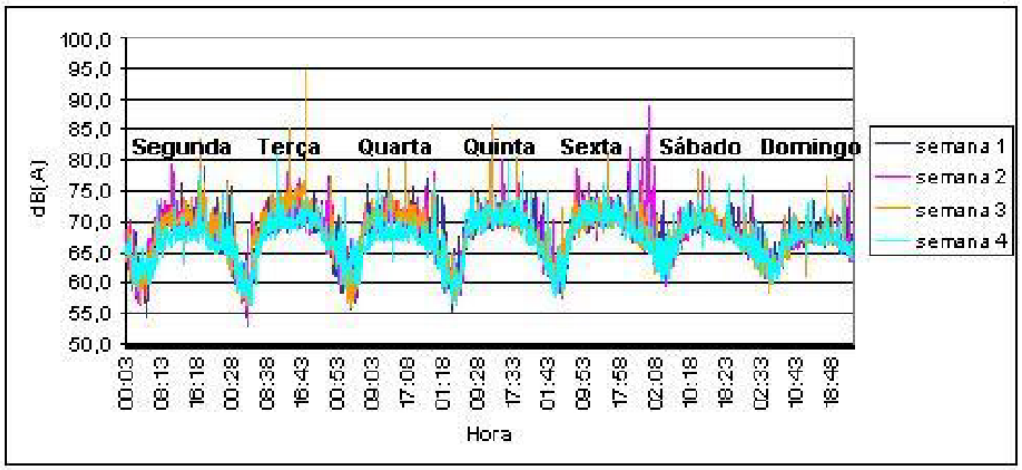


Figura 20 Histórico no tempo das medições de LAeq durante quatro semanas (MARDONES, 2009).

Resumidamente, as conclusões deste trabalho foram:

- Os níveis de ruído medidos no bairro estão acima do permitido pela legislação;
- A tecnologia de mapeamento de ruído demonstrou ser uma ferramenta muito boa para avaliação do impacto da poluição sonora, tendo como vantagens:
    - Obtenção de níveis de ruído estimados em um número muito grande de pontos sem que sejam necessárias medidas extensivas, com tempo reduzido de trabalho e custos;
    - O tempo total de simulação do bairro todo foi de duas semanas;
    - Na comparação dos níveis de ruído medidos e simulados, houve ótima concordância;
    - Não foram necessários ajustes para correção do ruído rodoviário em função da frota de veículos nacional ser diferente da alemã.
- O trabalho sugere como próximos passos:
    - Analisar o impacto do ruído também à população flutuante do bairro, que, no caso de Copacabana, é maior que a de residentes fixos;
    - A extensão do trabalho de mapeamento a outros bairros para possibilitar a comparação e o impacto do ruído em toda a cidade;
    - Apesar de não serem tão significativas, podem ser inseridas outras fontes sonoras além do tráfego rodoviário.

2.14 Resumo da situação atual dos mapeamentos de ruído

O mapeamento sonoro integrado a medições sonoras para validação de mapas são confiáveis e já são realidade em diversos países no mundo. A confiabilidade destes mapas vai depender do processo técnico envolvido, desde a coleta dos dados, da modelagem e da verificação dos dados. Foram desenvolvidos pelos países europeus alguns guias de boas práticas para ajudar na definição destes processos.

Existem diversos *softwares* comerciais disponíveis para estes trabalhos, com mais de dez anos de uso e com resultados comprovadamente precisos.

O mapeamento de ruídos no Brasil ainda encontra-se em fase embrionária, com alguns trabalhos universitários, que, infelizmente, não são apoiados pelos órgãos de meio ambiente brasileiros.

O único caso com apoio do Estado (Fortaleza) possui um bom plano, já está equipado e em fase de treinamento de pessoal para a execução dos mapas de ruído.

As prefeituras dos grandes centros urbanos do Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte) ainda não começaram nenhum tipo de mapeamento sonoro, que seriam o passo inicial para o gerenciamento do ruído nestas cidades.

3. *SOUNDSCAPE* – ANÁLISE QUALITATIVA DOS RUÍDOS

Os estudos mostrados no capítulo 2 são essencialmente programas de diagnóstico e controle de ruído comunitário. São utlizados mapas de ruído como ferramenta para localizar excessos e número de pessoas impactadas. Estes mapeamentos são restritos a uma abordagem energética, em que se estuda, basicamente, o nível de ruído dentro das construções e, consequente, a perturbação dos habitantes.

Com a Diretiva Europeia de 2002, houve um grande salto no número de mapas executados, e alguns pesquisadores encontraram falhas na abordagem do problema. Apesar de serem uma ferramenta muito poderosa para proteção ao sono e à exposição excessiva ao ruído, observou-se que os mapas individualmente não eram suficientes para avaliação do ruído ao ar livre. Pesquisas concluíram que esta falha ocorria fundamentalmente por que a abordagem puramente energética do ruído não leva em conta aspectos fundamentais na percepção humana do ambiente sonoro.

Nomeou-se por **"Soundscape"** a área de estudo que trata do ambiente sonoro com ênfase nos fenômenos perceptivos e no contexto em que estão inseridos. Podemos encontrar elementos sociológicos, psicológicos, fisiológicos e, até mesmo, filosóficos na produção científica recente.

Segundo Botteldooren (2011), podemos destacar alguns conceitos geralmente aceitos a respeito de "soundscapes":

- Apesar de se referir ao ambiente sonoro físico, o *soundscape* não é igual a ele e não pode ser medido utilizando o sistema de medição sonora clássico;
- O *soundscape* é formado dentro de um contexto. Este contexto é formado por todos os estímulos sensoriais – dentre os quais, a visão é o mais importante – e pelo conhecimento acumulado pelas pessoas sobre o espaço, seu uso, seus propósitos, seu significado cultural, suas próprias motivações e propósitos por estarem ali, etc. [...];
- A escala de tempo relacionada a *soundscapes* é da ordem de minutos a horas. A qualidade do *soundscape*, no entanto, pode ter efeitos a longo prazo sobre a qualidade de vida e saúde da população. [...] O ser humano pode suportar grandes doses de *stress* (até mesmo o *stresss* causado por excesso

de ruído), desde que tenha momentos de recuperação. Pelo foco em espaços abertos, o projeto do *soundscape* pode contribuir, principalmente, para estes momentos de recuperação.

Ainda é assunto recente e controverso, assim, dentro deste contexto, este capítulo buscará traçar um histórico do estudo do assunto no mundo nos últimos quarenta anos e traçar um breve panorama da situação atual na qual nos encontramos.

3.1 Primeiros estudos

A percepção desta complexidade foi, inicialmente, percebida por Murray Schafer, que, no fim dos anos 60 e início dos 70, criou um grupo de pesquisa na Simon Fraser University, em Vancouver, Canadá, nomeado “The World Soundscape Project” (WSP).

Os primeiros resultados do projeto foram os livretos “The new soundscape” e o “The book of noise”, além do ensaio “The music of the environment”. Após estas publicações, alguns estudantes e jovens compositores se juntaram a Schafer e produziram o estudo de Campo “The Vancouver Soundscape”. Neste trabalho, fizeram gravações de paisagens sonoras existentes no Canadá. Em 1977, Schafer consolida os estudos anteriores no livro “A Afinação do Mundo” (SCHAFER, 1977). Este foi o primeiro tratado abrangente sobre o assunto. A introdução do livro revela a intenção do trabalho: “tenho tido a esperança de reunir meus textos a respeito deste tema em um livro que pudesse servir de guia para futuras pesquisas” (SCHAFER, 1977).

Em 1978, Barry Truax encerra a fase de publicações do grupo com o livro “Handbook of Acoustic Ecology”(TRUAX, 1978), compêndio definitivo das terminologias utilizadas no estudo das paisagens sonoras.

A própria definição do que seria *Soundscape* é muito difícil. O termo, cunhado pelo próprio Schafer na década de 70, é uma analogia à palavra “Landscape” (paisagem).

Segundo Schafer (1977, p. 23), “O Soundscape é qualquer campo de estudo acústico. Podemos referir-nos a uma composição musical, a um programa de rádio ou mesmo a um ambiente acústico como paisagens sonoras”. Barry Truax (1978) concebeu a seguinte definição: “Soundscape: Um ambiente sonoro (ou ambiente

sônico) com ênfase na maneira como o mesmo é percebido e entendido pelo indivíduo ou pela sociedade".

Ambas definições são muito abrangentes e, talvez, por esta característica acabou servindo de base a vários enfoques possíveis do assunto.

Segundo Paquete (2002), os estudos desenvolvidos pelo grupo de Schafer revelaram "cinco principais componentes metodológicos: (a) distribuição espacial, (b) distribuição do tempo (seja por um dia ou uma década), (c) legislação, (d) reações subjetivas e (e) gravações". Com estes métodos, o grupo do WSP pretendia estudar a paisagem sonora em todas as suas "Perspectivas" – sejam elas históricas, culturais, econômicas, legais, geográficas, etc.

3.2 Desenvolvimento e novas pesquisas

Nas décadas seguintes, vários pesquisadores ao redor do mundo iniciaram pesquisas com visões muito diferentes entre si. Schafer acreditava que vivíamos em uma sociedade visual e estávamos perdendo nossa capacidade de entendimento do universo sonoro, posição criticada por alguns pesquisadores. Segundo Schulte-Fortkamp, "Ele entendeu o ambiente acústico como uma composição musical para a qual temos responsabilidade [...] a abordagem de Schafer é fenomenológica e esta é claramente uma perspectiva elitista". (2003, p. 2, tradução nossa).

Porém, as pesquisas do WSP sedimentaram o caminho para novos estudos, buscando maior aplicabilidade deste conhecimento no planejamento urbano. Até então, a questão do ruído nas cidades vinha sendo tratada apenas com estudos dos níveis de ruído medidos em decíbeis (dB), que tem uma aplicabilidade muito direta, porém não responde a muitas das questões derivadas do problema. Os estudos do WSP motraram como o espectro sonoro, a frequência de ocorrência e o significado dos eventos são de muita importância na maneira como percebemos o Soundscape.

Schulte-fortkamp e Lercher analisam o fenômeno de convergência de outras ciências no estudo das paisagens sonoras:

> […] Dentro da comunidade do soundscape, alguns pesquisadores propuseram a integração da abordagem fenomenológica com teorias ecológicas e sociais para torná-la mais válida (Winkler 1995, Wagstaff, 1999). Os concei-

tos e resultados da teoria Gestalt, Ecológicas (Gibson, 1982) e Psicologia Cognitiva (Neisser, 1982; McAdams 1993) foram propostos como peças complementares. Outros trabalhos anteriores e recentes em Psicologia Ambiental e Sociologia estão relacionados com esta abordagem (Kastka e Noack, 1987; Carles et al., 1992; Tamura, 1997; Maffiolo et al., 1999;.. Suzuki et al., 2000; Berglund e Nilsson, 2001; Schulte-Fortkamp 1999, 2002; Viollon et al., 2002) e uma utilização mais ampla dessas ideias na pesquisa sobre perturbação deve ser fomentada.

A Ecologia Acústica de hoje representa uma grande variedade de abordagens (por exemplo, ecológico, sociológico, fenomenológico, semiótico). Ecologistas acústicos têm desenvolvido uma variedade de técnicas descritivas e analíticas, tais como passeios de escuta", "Ecoute réactivée", "mapas cognitivos", " mapas espectrográficos acústicos ", "soundscapegraphy" (Amphoux 1993, 1995, Truax 1998, Augoyard, 1998, Hiramatsu 1999, 2001). Augoyard (1999) propôs seis dimensões fundamentais para explorar, tomando em conta necessariamente quatro relações ao mesmo tempo. Ipsen (2000) identificou três componentes relevantes para a análise de paisagens sonoras: o contexto, o foco de atenção e conhecimento pessoal/experiência.

Grupos de arquitetura na França têm uma forte ênfase em planejamento urbano e design, tornando pesada utilização de sistemas de informação geográfica (GIS). Eles usam camadas adicionais sociais e comportamentais, e modalidades sensoriais, como GIS-entrada, para implementar processos inovadores em arquitetura e design de som (Grosjean e Thibaud, 2001). Para exemplos de boas práticas, visitar suas páginas (Cresson, CERMA, Acroe/ICA). No Japão, as atividades de paisagem sonora se concentraram principalmente na investigação interdisciplinar, a concepção sonora e conservação dos espaços públicos (Hiramatsu, 1999). Uma parte notável da atividade recente é um programa de conservação enorme de 100 sons diferentes em todo o país (Torigoe, 1998; Hiramatsu, 1999).

O campo da Psicoacústica tem contribuído muito para entender as limitações do A-ponderada nível de som em dB como critério métrico (ou critério para mesurement) (Zwicker e Fastl, 1986, 1999).

O desenvolvimento da análise binaural (Genuit 1999, 2002) e avaliação complementar critérios – como sharpness, roughness e fluctuation strength – trouxe progresso para a avaliação de ambientes sonoros complexos e fez com que medidas de intervenção específicas fossem viáveis. (SCHULTE-FORTKAMP e LERCHER, 2003, p. 2, tradução nossa)

Devido ao grande número de abordagens possíveis, alguns pesquisadores buscaram maneiras de sistematizar o conhecimento neste assunto, buscando aplicações práticas e que pudessem, de alguma maneira, ser implementadas pelos planejadores urbanos nas cidades.

Raimbaut e Dubois (2005), baseados em entrevistas com planejadores urbanos e cidadãos comuns, propõem um modelo alternativo de mapeamento, criando mapas de ruído distintos: um para fontes de ruído, como **transporte e trabalho** (tráfego, manutenção, limpeza, fábricas e unidades industriais), e outro para as demais fontes de ruído relevantes, como **ambientes naturais** (ruídos de animais e da natureza) e **presença de pessoas** (atividades de lazer, vizinhança).

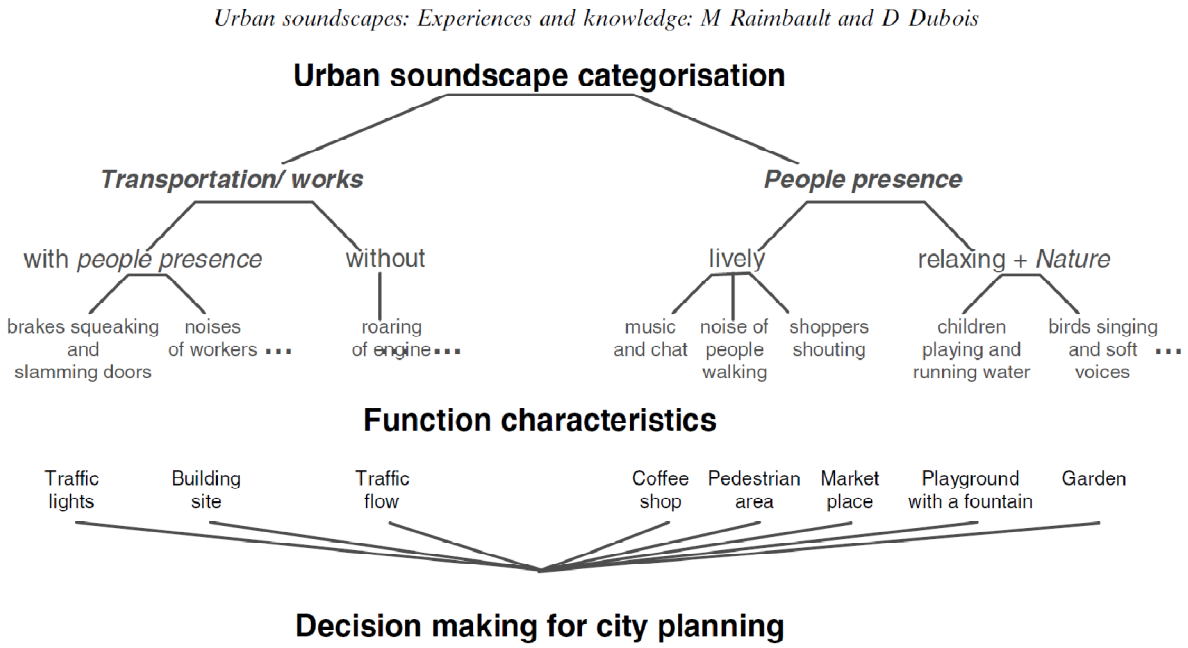


Figura 21 Categorização de “soundscapes” urbanos oriundos de descrições subjetivas e suas relações para potenciais funções para gerenciamento da cidade (RAIMBAULT e DUBOIS, 2005).

3.3 Análise de *Soundscapes* por critérios psicoacústicos

Di Gabriele e Maffei (2011) propõem um sistema de classificação para espaços urbanos baseado em “soundwalks” (caminhadas com medições sonoras) com pós processamento baseado em critérios psicoacústicos (*loudness, sharpness and roughness*).

Critérios psicoacústicos também foram utilizados por Dökmeci, Kang e Johnson (2011) para estudo de *soundscapes* em áreas públicas internas em estudo na universidade de Sheffield. Foi constatado que a utilização do espaço tem grande importância na avaliação subjetiva e os resultados sugeriram que os indicadores psicoacústicos (*loudness, sharpness and roughness*) tiveram uma correlação mais forte com a resposta dos usuários do que as medições em nível de ruído equivalente LAeq (Figura 22).

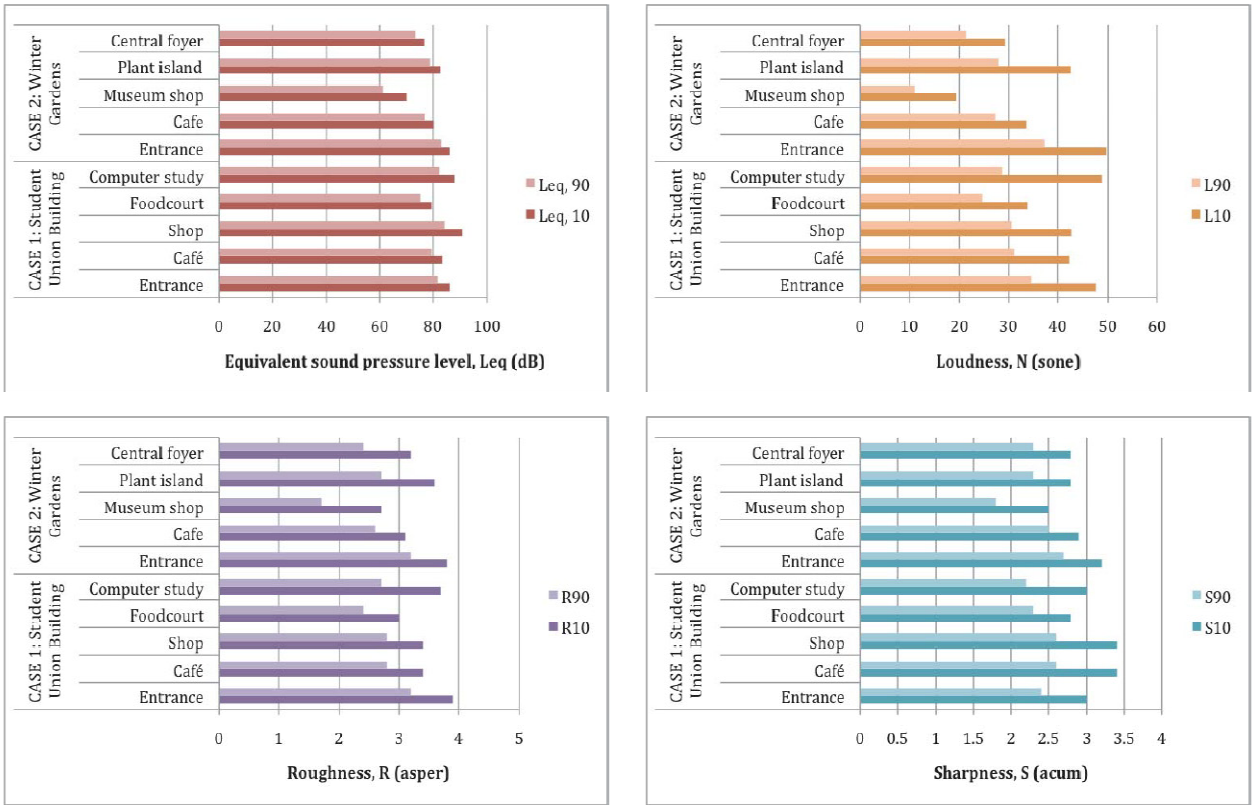


Figura 22 Comparação entre pico (10%) e ruído de fundo (90%) dos valores de Leq, *loudness, roughness* e *sharpness* para os dois casos (DÖKMECI, KANG e JOHNSON, 2011).

3.4 Taxonomia das fontes sonoras

A identificação das fontes sonoras é tipicamente o primeiro passo em um estudo de *Soundscape* (AXELSSON e NILSSON, 2010). Após a identificação, essas fontes são agrupadas em categorias para facilitar o estudo.

A padronização da maneira como são agrupadas as fontes é muito importante para o progresso dos estudos, e é um dos assuntos a serem incorporados na nova série de normas ISO 12913 sobre *soundscapes* (AXELSSON, 2011).

Brown, Kang e Gjestland (2011) propõem uma estrutura separada por categorias que poderiam ser utlizadas para esta classificação (Figura 23).

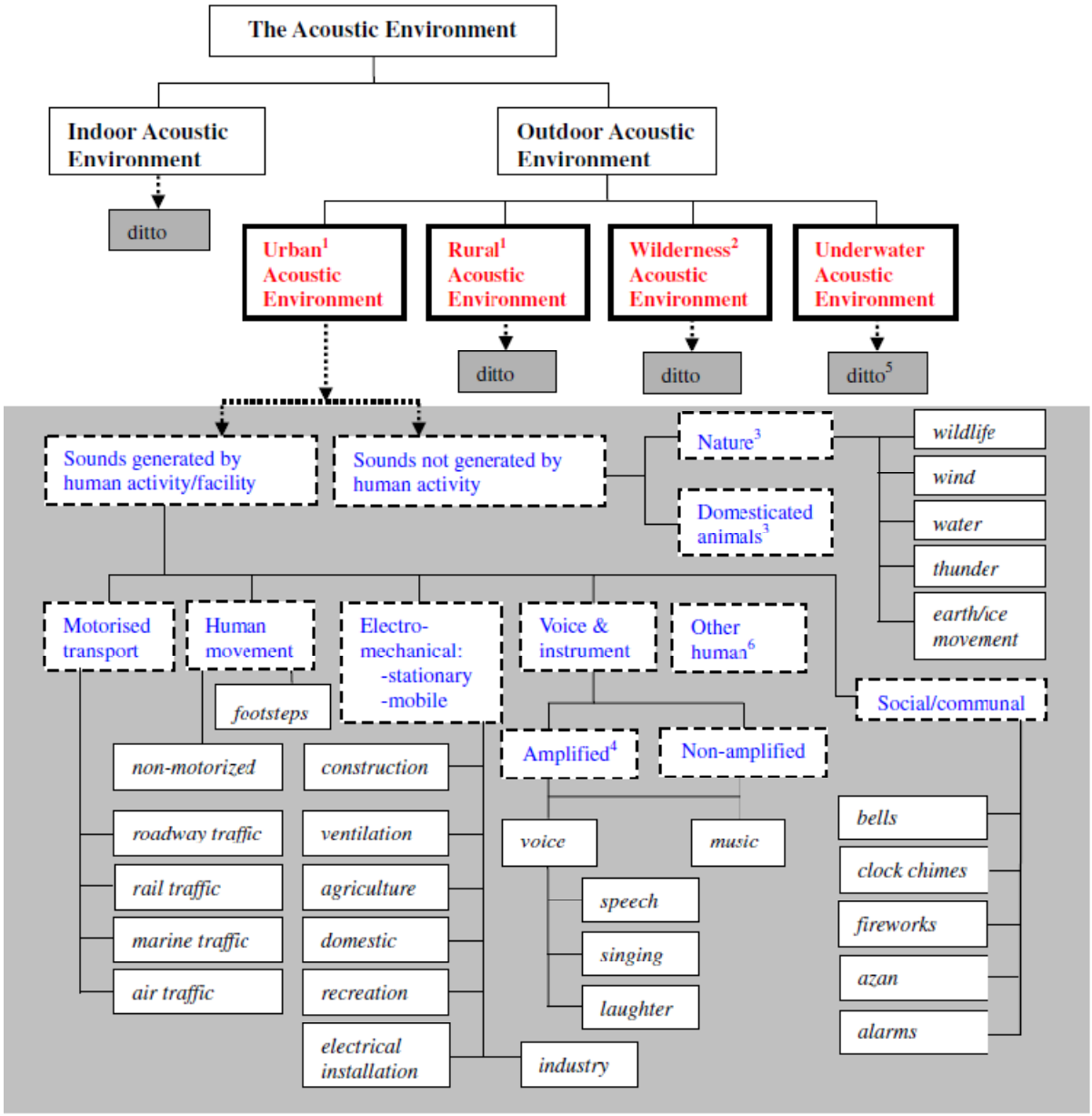


Figura 23 Classificação de fontes sonoras em *soundscapes* (BROWN, KANG e GJESTLAND, 2011).

Axelsson e Nilsson (2010) propõem sistema semelhante, porém simplificam o modelo, reduzindo as principais categorias a três: sons tecnológicos, humanos e naturais (por exemplo, tráfego, vozes e canto de passaros). Estas categorias podem ser subdivididas dependendo do contexto e permitem maior flexibilidade ao modelo.

3.5 Sistema de classificação de *soundscapes*

Axelsson, Nilson e Berglund (2010) conduziram um experimento auditivo com o propósito de desenvolver um modelo. Cem ouvintes avaliaram cinquenta trechos de gravações de *soundscapes* urbanos em 116 escalas de atributos. Após uma análise dos principais componentes, três foram considerados como mais importantes: “pleasantness” (50%), “eventfullness” (18%) e “familiarity” (8%).

Foi desenvolvida, então, uma escala bidimensional, com um eixo horizontal (Pleasant – Unpleasant) e um eixo vertical (Eventful – Uneventful). O componente familiaridade foi descartado por não provocar alterações significativas nas avaliações, uma vez que, nos ambientes urbanos, é muito difícil encontrar fontes sonoras muito diferentes das já experienciadas anteriormente.

A escala resultou em quatro quadrantes, cuja combinação dos componentes foram classificadas da seguinte maneira:

Pleasant	+	Eventful	=	**Exciting**
Pleasant	+	Uneventful	=	**Quiet**
Unpleasant	+	Eventful	=	**Chaotic**
Unpleasant	+	Uneventful	=	**Boring**

Com a escala definida, foram lançados os resultados da classificação das fontes (Figura 24). Neste caso, as fontes foram agrupas em três categorias: sons tecnológicos, sons naturais e sons humanos). Os resultados apontam para o seguinte padrão:

- *Soundscapes* dominados por sons tecnológicos classificados como “unpleasant”;
- *Soundscapes* dominados por sons naturais classificados como “pleasant”;
- *Soundscapes* dominados por sons humanos classificados como “eventful”.

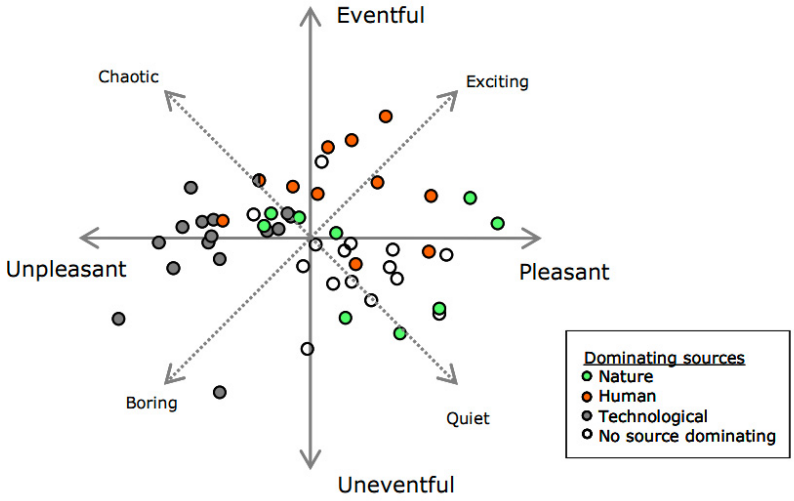


Figure 1. Soundscape perception model derived from principal components analyses of 116 attribute-scales of 50 soundscapes. Each circle represents one outdoor soundscape; its location in the space was derived from its factor-scores on the two first principal components ("Pleasantness" and "Eventfulness"); the color of the circle indicates the type of source dominating the soundscape (see legend), (from Berglund, Nilsson & Axelssson, 2007).

Figura 24 Sistema de classificação para *soundscapes* (BERGLUND, NILSSON e AXELSSON, 2007).

3.6 Mapeamentos qualitativos de *Soundscapes*

“Arquitetos são conhecidos por intuitivamente preferir formas significativas no espaço a valores expressos em decíbeis. É possível trazer mais inteligibilidade aos mapeamentos sonoros para atrair o olhar dos arquitetos? “ (BOUBEZARI e BENTO COELHO, 2005)

Essa questão inspirou a tentativa de expressar graficamente os *soundscapes*, neste projeto desenvolvido pelo Instituto Superior Técnico, com coordenação dos pesquisadores Bento Coelho e Mohammed Boubezari.

A tarefa se mostrou muito difícil, pois não se tratava de retratar os níveis sonoros das fontes em um mapa, mas sim elucidar a geometria, no espaço, dos pontos onde o ouvinte inicia o contato com o objeto sonoro presente no espaço.

O objetivo deste método é isolar cada objeto sonoro do seu contexto (BOUBEZARI e BENTO COELHO, 2004). Em outras palavras, podemos dizer que seria delimitar a área na qual o objeto sonoro emerge do ruído de fundo e passa a ser percebido pelo ouvinte. A este elemento, o objeto sonoro com dimensão física no espaço, foi dado o nome de “topologia sonora”.

Para determinação das dimensões físicas destas topologias sonoras, foi elaborada uma metodologia (BOUBEZARI e BENTO COELHO, 2005) na qual são feitas gravações e medições de determinado local formando um *grid* – no caso deste mapa, de 10 em 10 metros – para posterior avaliação, em um ambiente controlado, de um grupo de ouvintes através de fones. As gravações são reproduzidas e o ouvinte descreve que fontes sonoras ele pode indentificar. Após este procedimento, o teste é repetido, porém com a adição de 3dB de ruído branco. Novamente, é solicitado ao ouvinte para descrever as fontes audíveis. O processo é repetido até que o ruído branco mascare totalmente a fonte sonora. Assim, é possível estabelecer uma escala ascendente, em que o zero é o ponto inicial de contato com a fonte sonora e indicar, em um mapa, os pontos nos quais houve mascaramento com 3dBA, com 6dBA e assim por diante. Este procedimento permite entender a intensidade com que este objeto sonoro se destaca do ruído de fundo.

A elaboração deste tipo de mapa é muito trabalhosa, pois o uso de ouvintes como "filtro semântico" demanda muitos recursos.

O IST (Instituto Superior Técnico) de Lisboa, Portugal, patenteou esta maneira de executar estes mapas e já executou alguns, dentre eles, o mapeamento qualitativo da Praça do Rossio, em Lisboa (Figura 25).

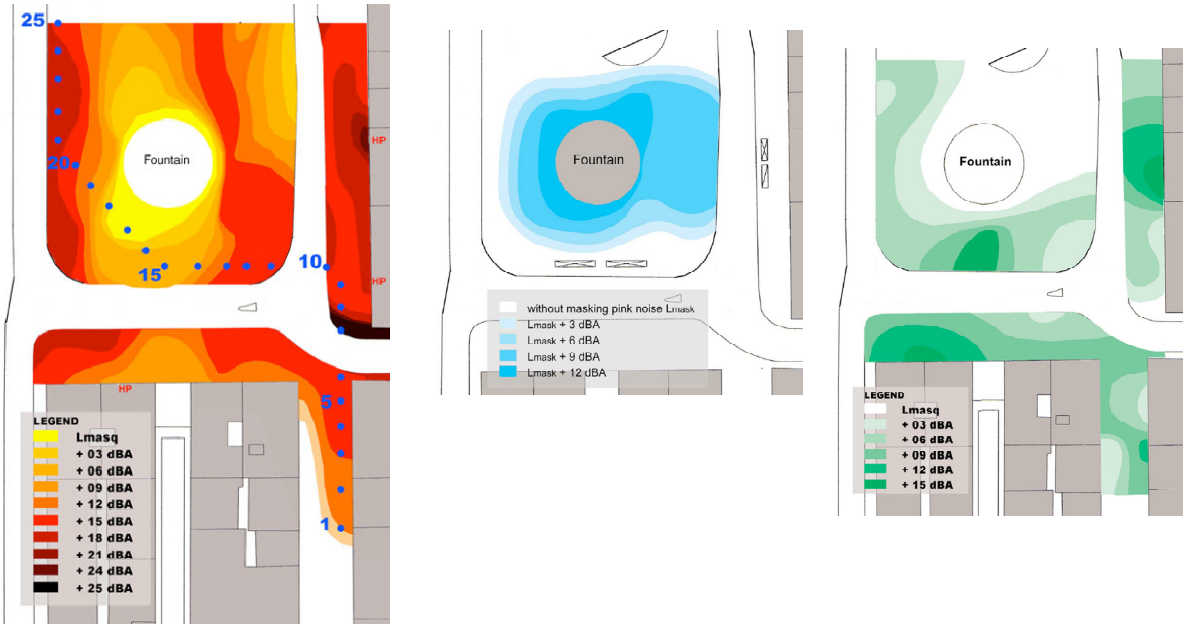


Figura 25 Mapas qualitativos com as topologias sonoras do tráfego urbano (vermelhos), da água (azul) e da música ambiente (verde) "in situ" (BOUBEZARI e BENTO COELHO, 2005).

Boubezari (2011) propõe uma metodologia que permite, através de medições do espectro das fontes sonoras, determinar os contornos que caracterizam as topologias sonoras de forma preditiva. O estudo ainda encontra-se em fase de desenvolvimento.

3.7 Estudos de *Soundscapes* no Brasil

Foi identificado um único trabalho na área de *soundscapes* em andamento no Brasil. Trata-se de uma tese de doutorado que está sendo realizada em Belém sobre *soundscapes* de parques públicos (SOARES e COELHO, 2010).

3.8 Ações ou Grupos para desenvolvimento da área

3.8.1 "World Forum for Acoustic Ecology"

Em 1993, foi fundado o "World Forum for Acoustic Ecology" (WFAT), uma associação internacional que organiza congressos, promove a educação através de eventos, e desenvolve pesquisas e estudos sobre paisagem sonora.

Em seu *website*, a WFAT disponibiliza, desde o ano 2000, a publicação "Soundscape, The Journal of Acoustic Ecology" como um espaço para discussão sobre pesquisas multidisciplinares e prática no campo da Acústica Ecológica, o qual é focado, essencialmente, na relação entre sons, natureza e sociedade (WOLD FORUM FOR ACOUSTIC ECOLOGY, 2011).

3.8.2 Grupo COST TD 0804

A falta de uma coordenação internacional mais ampla fez com que muitos estudos se desenvolvessem de maneira individual, dificultando muito os progressos na área. Para suprir esta lacuna, foi criado o European Cooperation in Science and Technology TD 0804 (COST TD 0804), que faz parte de uma iniciativa mais abrangente da comunidade européia visando diminuir a fragmentação dos investimentos e pesquisas(COST, 2012).

Iniciado em 2008 e com duração prevista de 4 anos, o grupo conta com a participação de 18 países da Comunidade Europeia e 7 parceiros não europeus. Foi criado com a intenção de criar uma base de dados integrada de estudos de campo/laboratório, indicadores e avaliações de "Soundscapes" harmonizadas/padronizadas, publicações práticas e acadêmicas, além de ferramentas para orientar projetistas e tomadores de decisões no planejamento e reforma de espaços urbanos e rurais (COST TD 0804, 2011, p. 2, tradução nossa).

A estrutura do grupo é dividida em cinco principais grupos de trabalho, cada um responsável pela elaboração de um documento:

- **WG1: Entendimento e intercâmbio:**
  Entendimento dos problemas causados por cruzamento internacional/ interdisciplinar, modelagem e intercâmbio de “know-how” técnico;
- **WG2: Coleta e documentação:**
  Coleta e documentação de dados e estudos de caso, em bases de dados comuns;
- **WG3: Harmonização:**
  Vocabulário, metodologia e indicadores;
- **WG4: Criação e concepção:**
  O desenvolvimento de diretrizes, considerando o ambiente sonoro e heranças, e estabelecer bases para normas europeias/internacionais;
- **WG5: Apoio e formação:**
  Sensibilização, difusão e formação no início de carreira.

O grupo possui um *website* com toda a documentação elaborada por ele disponível para *download*, além de promover encontros e estimular a troca de informações entre pesquisadores (COST TD 0804, 2011).

3.8.3 O programa *Soundscape* Support to Health

Durante uma conferência em Estocolmo, o pesquisador Barry Truax apresentou um artigo intitulado “Stockholm, Hey listen!”. Alguns pesquisadores de ruído e saúde estavam presentes, dentre eles a professora Birgitta Berglund. O artigo inspirou o programa “Soundscape Support to Health”, lançado na Suécia em 1999 (AXELSSON, 2011).

Este programa, financiado pela MISTRA (The Foundation for Strategic Environmental Research), da Suécia, desenvolveu um modelo para medir a qualidade da paisagem sonora. A pesquisa se concentrou em áreas residenciais (internas e externas) e recreacionais. O grupo reuniu pesquisadores da área de Acústica, Psicologia e Medicina Ambiental. Segundo Spang (2009), as principais questões levantadas foram:

- O que caracteriza a paisagem sonora como positiva?
- Medições sonoras não são suficientes – como podemos medir a qualidade dos *soundscapes*?
- Como criar paisagens sonoras positivas próximas a residências e a áreas de recreação?

Extensivos estudos de campo foram executados e os resultados disponibilizados na Internet (SPANG, 2009).

Após a conclusão do programa, em 2008, o grupo entrou em contato com a ISO para propor que os resultados da pesquisa fossem utilizados como base de desenvolvimento da primeira norma internacional para paisagens sonoras. (AXELSSON, 2011)]

3.9 A norma ISO 12913-1

Nos últimos anos, a necessidade de uma normatização para paisagem sonora tornou-se evidente, uma vez que diversos trabalhos estavam sendo feitos em todo o mundo sem um critério definido, o que tornava a comparação das pesquisas muito difícil.

Foi, então, criado o Grupo ISO/TC 43/SC1/WG54, “Perceptual assessment of soundscape quality”. Baseado nos relatórios resultantes do programa sueco “Sounscape Support to Health”, o projeto da nova norma começou a ser discutido em 2009 e já foi aceito como “comittee draft” em março de 2011 (AXELSSON, 2011). As informações descritas nos próximos tópicos ainda estão em discussão.

3.9.1 Nova Definição para “Soundscape”

Primeiramente, precisou-se definir a entidade estudada nos “Soundscapes”. A literatura a respeito do assunto a trata com diferentes nomes. São usados termos como “the environment of sound”, “aural spaces”, “ambient conditions”, entre muitos outros, Brown et al. (2011) sugerem o termo “acoustic environment” como o mais apropriado e que consta da definição para “Soundscape” proposta. Em Português, talvez a tradução mais próxima disto seria “ambiente acústico”.

Definir “Soundscape” é difícil, pois, como “Landscape” tem cinco ou seis significados, uma definição clara é requerida para progresso neste campo (SCHOMER, BROWN, *et al.*, 2010, p. 1, tradução nossa).

O grupo chegou a um consenso e o ”draft” propõe uma definição de paisagem sonora:

‘Soundscape’ denotes the “acoustic environment as perceived and understood, by people, in context. (‘Soundscape’ denota o “ambiente acústico como percebido e entendido, por pessoas, em um contexto”)(AXELSSON, 2011, p. 1986, tradução nossa).

Nesta definição, pode-se observar a ênfase dada ao fato de que paisagens sonoras sempre estão inseridas em um contexto, e o contexto influencia a percepção. Consequentemente, o contexto é a parte central do arcabouço conceitual da percepção das paisagens sonoras (AXELSSON, 2011, p. 1986, tradução nossa).

Além disso, a audição e interpretação do sinal afetam também o processo perceptivo, como também seus resultados, manifestando-se como comportamentos evidentes, respostas emocionais, entre outros.

3.9.2 Desenvolvimento futuro da norma

As próximas partes da ISO 12913 irão tratar de assuntos como requerimentos mínimos para relatórios, métodos para medir a qualidade do “Soundscape” (estes incluem identificação e classificação de fontes sonoras), métodos para monitoramento da variação ao longo do tempo e métodos de modelagem, mapeamento e simulação. (AXELSSON, 2011).

4. METODOLOGIA

4.1 Caminhada exploratória

O estudo de campo foi feito através de caminhadas no parque em estudo, visando a identificar ambientes acústicos que se destacam do ruído de fundo e que, de alguma maneira, captaram a atenção do pesquisador.

Esta caminhada cobriu toda a área acessível do parque, como as ciclovias, passeios para pedestres, áreas de descanso, espaços com para shows e apresentações, etc.

Todo o processo foi executado da maneira mais discreta possível, evitando interferir no comportamento das pessoas.

4.2 Medições físicas

Para cada *soundscape* selecionado, foram feitas medições acústicas do nível sonoro equivalente (Leq) linear, em bandas de terço de oitava, nas frequências de 63 a 8000 Hz, além do nível de ruído equivalente ponderado A (LAeq). Estas medições tiveram a duração de 2 minutos cada, com registro do histórico no tempo do LAeq, integrado a cada segundo.

No histórico do tempo, foram registradas as fontes principais percebidas. Foi, então, elaborada uma tabela com os níveis de ruído equivalentes (LAeq) de cada uma destas fontes e o respectivo tempo em que foram percebidas como dominantes no ambiente acústico.

4.3 Mapa da distribuição sonora

O parque então foi modelado em 3D em *software* específico. As fontes sonoras foram modeladas baseadas nas medições realizadas. Este mapa permite a análise da distribuição do ruído em toda a área do parque, além de mostrar os níveis de ruído em LAeq das fontes sonoras selecionadas.

4.4 Avaliação do Soudscape

A avaliação qualitativa do *soundscape* se deu através do registro do contexto em que a fonte sonora ocorre, observando o comportamento dos usuários do parque (aglomerações de pessoas, comportamento, perguntas eventuais). Estas características foram anotadas, e os ambientes fotografados e filmados para avaliação posterior.

4.5 Recomendações

Ao fim de cada análise, foram feitas recomendações a respeito de procedimentos ou atitudes visando à otimização de *soundscape* analisado.

4.6 Equipamento

Foi utilizado medidor de nível sonoro “Blue Solo”, da 01 dB, nº de série 61677, Classe I, conforme normas IEC 60804 e IEC 60651, devidamente calibrado e aferido (certificado de Calibração ver no Anexo 1).

O equipamento foi calibrado com calibrador Classe 1, modelo QC-10, da marca ‘Quest”.

Os dados dos níveis equivalentes, os históricos no tempo e os níveis individualizados por fontes sonora foram extraídos e pós-processados pelo *software* dBTrait, da 01 dB (licença de usuário ver no Anexo 2).

Para o mapeamento acústico, foi utilizado o *Software* CADNA A, da Datakustik (licença de usuário ver no Anexo 3)

Todo o processamento foi rodado em um computador “HP Pavillion”, com processador Intel i5, com 4 MB de memória RAM.

Os levantamentos fotográficos e filmes em alta definição foram executados com *smartphone* modelo “Iphone 4”, da Apple.

5. ÁREA DE ESTUDO - O PARQUE VILLA LOBOS

A definição da área de estudo passou pelos seguintes critérios:

- Ser em São Paulo;
- Ser um ambiente externo;
- Estar inserida próxima a fontes de ruído urbano;
- Ter dimensões adequadas para conter uma paisagem sonora variada.

Alguns parques atendiam a estes critérios, entre eles o Parque do Ibirapuera, o Parque Burle Marx e o Parque Villa Lobos. Foram feitas visitas e levantamentos preliminares visando a indentificar qual seria o mais adequado.

O Parque Villa Lobos foi selecionado pelas seguintes características:

- O Parque localiza-se frontalmente à Marginal Pinheiros, uma das principais e mais movimentadas vias de tráfego da cidade e à linha de trens da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM);
- Sobre o Parque existe a rota de aviões e helicópteros para o Aeroporto de Congonhas;
- A cerca de quinhentos metros do parque, está localizado o Heliporto Helicidade, com um fluxo intenso de pouso e decolagem de helicópteros.

Como vantagem adicional, o parque possui um acesso próximo à Universidade de São Paulo, facilitando o acesso ao objeto de estudo.

5.1 Histórico do parque Parque Villa Lobos

A área onde hoje se situa o Parque era muito degradada antes de 1989 (Figura 26), quando abrigava o depósito de lixo da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP) e cerca de oitenta famílias que viviam de recolhimento de alimentos e da reciclagem do lixo. Também servia para depósito dos detritos dragados do Rio Pinheiros e como depósito de entulho de construção.

Em 1987, foram apresentados os primeiros estudos para o Parque em comemoração ao centenário do músico e compositor Heitor Villa Lobos. Parte do lixo e entulho não foi removida, sendo movimentada e coberta com terra, daí o Parque se encontrar a cerca de 5 metros acima do nível do entorno. Foram removidas as

famílias que viviam no local e o córrego Boaçava, que cruzava o terreno, foi canalizado.

Figura 26 Terreno do Parque Villa Lobos antes da sua construção (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011).

Em 1987, foi executado o primeiro projeto para o Parque pelo arquiteto Décio Tozzi. Em seu livro, o arquiteto resume as intenções do projeto e evidencia a vocação sonora do parque:

> Em 1987, criei em São Paulo, na marginal do rio Pinheiros, o Parque Villa Lobos, que, pelo seu caráter temático, insere-se na modernidade contemporânea de parques urbanos.
>
> Os parques de primeira geração eram dotados apenas de áreas verdes e caminhos, destinando-se a passeios e a meditação contemplativa.
>
> Os de segunda geração, em todo o mundo, são concebidos com a intenção de conceituar o tempo livre de lazer das populações urbanas como um tempo de cultura e de conhecimento, de cultivo do corpo e também do espírito.
>
> Nesse sentido, o Parque Villa Lobos é proposto como um Parque temático musical, moderno e contemporâneo, contendo, além das áreas verdes, equipamentos destinados ao sensível conhecimento da música, homenageando, assim, o maestro e compositor Heitor Villa Lobos.
>
> Sua implantação envolveu toda a população de São Paulo, num processo autêntico de exercício da cidadania que influiu na destinação de um dos últimos grandes vazios urbanos da área metropolitana, às margens do rio Pinheiros.
>
> Ao conceber o planejamento físico do parque, desenhei um grande e denso bosque biodiversificado composto por 50.000 árvores de grande, médio e pequeno porte, divididas em 300 espécies, e 12 clareiras gramadas, destinadas ao uso livre da população.
>
> No centro do parque, projetei uma área balizada por renques de palmeiras imperiais onde desenvolvi um paisagismo urbano composto por uma sucessão de pequenas praças com estares e árvores de sombra que trazem o significado do paisagismo característico das praças e jardins urbanos das cidades brasileiras.

> O desenho e implantação da área cultural, nesse setor central, são constituídos pela Esplanada de Acesso, espaço de distribuição; pela Ilha Musical dotada de auditório ao ar livre e um grande espaço de convívio; pelo Passeio Uirapuru, ao longo do qual implantamos o Centro de Convivência Musical destinado ao ensino da música e da dança; pelo Espaço Iconográfico, uma mostra permanente da arquitetura e urbanismo de São Paulo; e pelos auditórios para apresentação musical.
>
> O conjunto dos auditórios e o Espaço Iconográfico configuram uma praça onde implantei a torre d'água que constitui um mirante para a paisagem do rio Pinheiros.
>
> No centro do Passeio Uirapuru, desenhei os espaços destinados à restauração física, como lanchonete e restaurante, de modo a formar um novo e generoso espaço de encontro na cidade de São Paulo.
>
> Uma ciclovia exclusiva percorre toda a periferia do parque, e, na área leste e oeste, localizam-se os estacionamentos para carros. Sua implantação garante a independência de veículos e pedestres, evitando possíveis conflitos.
>
> O Parque Villa Lobos, exercerá assim, com seu bosque biodiversificado e o espelho d'água de grande atratividade visual, uma importante função ambiental, resgatando a flora e a fauna de beira-rio, umedecendo o ar nas épocas secas e evitando a formação das ilhas de calor na região, colaborando, assim, para o equilíbrio do sistema de clima urbano (TOZZI, 2005)

Muitos destes espaços projetados, como os auditórios, centro de convivência musical e passeios com espelhos d'água ficaram somente no papel.

A arborização foi feita gradativamente, sendo parte delas por Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental (TCRA) da Autoban, com o plantio gradual de árvores, muitas delas já com tamanho médio.

5.2 Situação atual e equipamentos existentes

Estima-se que, durante a semana, cerca de 5 mil pessoas passem a cada dia pelo Parque. Aos finais de semana, recebe cerca de 20 mil visitantes e, aos feriados, 30 mil(GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011).

O Público do parque é muito variado, com diversas faixas etárias e níveis sociais diferentes, isso muito em função do acesso fácil pela linha de trem.

O parque incentiva a vinda com animais (tem área exclusiva para treinamento de cães) e o uso de bicicletas (com diversos modelos para aluguel). O fluxo de pedestres é separado do fluxo de ciclistas, tornando os passeios mais seguros.

Diversas áreas possuem pistas com acabamento fino, tornando o passeio com *skates* e patins mais agradável.

O Parque também costuma abrigar grandes eventos, como grandes shows ao ar livre e a temporada brasileira de um grande circo internacional (Circu du Soleil).

Segundo o Governo do Estado de São Paulo (2011), atualmente, o Parque conta com os seguintes espaços principais:

- Espaço de educação ambiental Villa Ambiental;
- Projeto Criança Ecológica;
- **"Vai pela sombra"**: caminhos de pedrisco que passam por dentro de bosques do parque;
- **"Circuito das Árvores"**: plataforma elevada que leva o visitante por um passeio próximo às copas das árvores;
- **Ouvillas**: área do parque onde as pessoas podem sentar e relaxar em taludes, bancos e espreguiçadeiras ao som das obras do compositor e maestro Heitor Villa-Lobos;
- **Orquidário Ruth Cardoso**;
- **Centro de Educação Ambiental**;
- **Projeto paisagístico**: está sendo finalizado com o plantio de 8.400 mudas de árvores nativas. Com isso, o parque passará a contar com 37 mil árvores;
- Sede da administração do parque;
- Sede para a 1ª Cia. do 23º Batalhão da Polícia Militar.

6. MAPEAMENTO QUANTITATIVO

6.1 Critérios

Como exposto no capítulo 2, a qualidade dos dados de entrada é de vital importância para a qualidade do mapeamento sonoro.

Para orientar a coleta dos dados e a inserção destes no *software* de simulação, foi selecionado o guia “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping” (WG-AEN, 2006).

O guia utiliza *kits* para auxiliar a obtenção de dados em grande escala, tendo em vista que foi criado para elaboração de mapas sonoros para grandes aglomerações. Porém, na introdução do guia, é indicada sua utilização para mapas estratégicos diversos.

A seguir, seguem as chaves para entendimento dos *kits*. São utilizados símbolos geométricos, cores e valores (em dB) para classificar a complexidade, a precisão e o custo de cada informação.

Quando o *kit* vai ser utilizado para o cálculo global da incerteza do mapa, um valor em dB é mostrado na tabela (Figura 27). Caso o item não esteja incluído neste cálculo, apenas uma forma geométrica e uma cor são mostrados (Figura 28). Estas tabelas são apresentadas apenas como orientação do procedimento que será demonstrado a partir do item 6.3.

Colour code to rate Tools					
complexity	colour code	accuracy	colour code	cost	colour code
simple		low	> 5 dB	inexpensive	
-		-	4 dB	-	
-		-	3 dB	-	
-		-	2 dB	-	
-		-	1 dB	-	
sophisticated		high	< 0.5 dB	expensive	

Figura 27 Chave com indicação em dB da precisão estimada (WG-AEN, 2006).

Colour code to rate Tools					
complexity	colour code	accuracy	colour code	cost	colour code
simple		low		inexpensive	
·		·		·	
·		·		·	
sophisticated		high		expensive	

Figura 28 Chave com indicação gráfica da precisão estimada (WG-AEN, 2006).

Alguns *kits* não são pertinentes ao mapeamento executado e não serão citados neste trabalho.

6.2 Incertezas

A incerteza global do mapeamento depende de todas as incertezas inerentes ao processo de mapeamento e da maneira que estas se relacionam entre si (Figura 29).

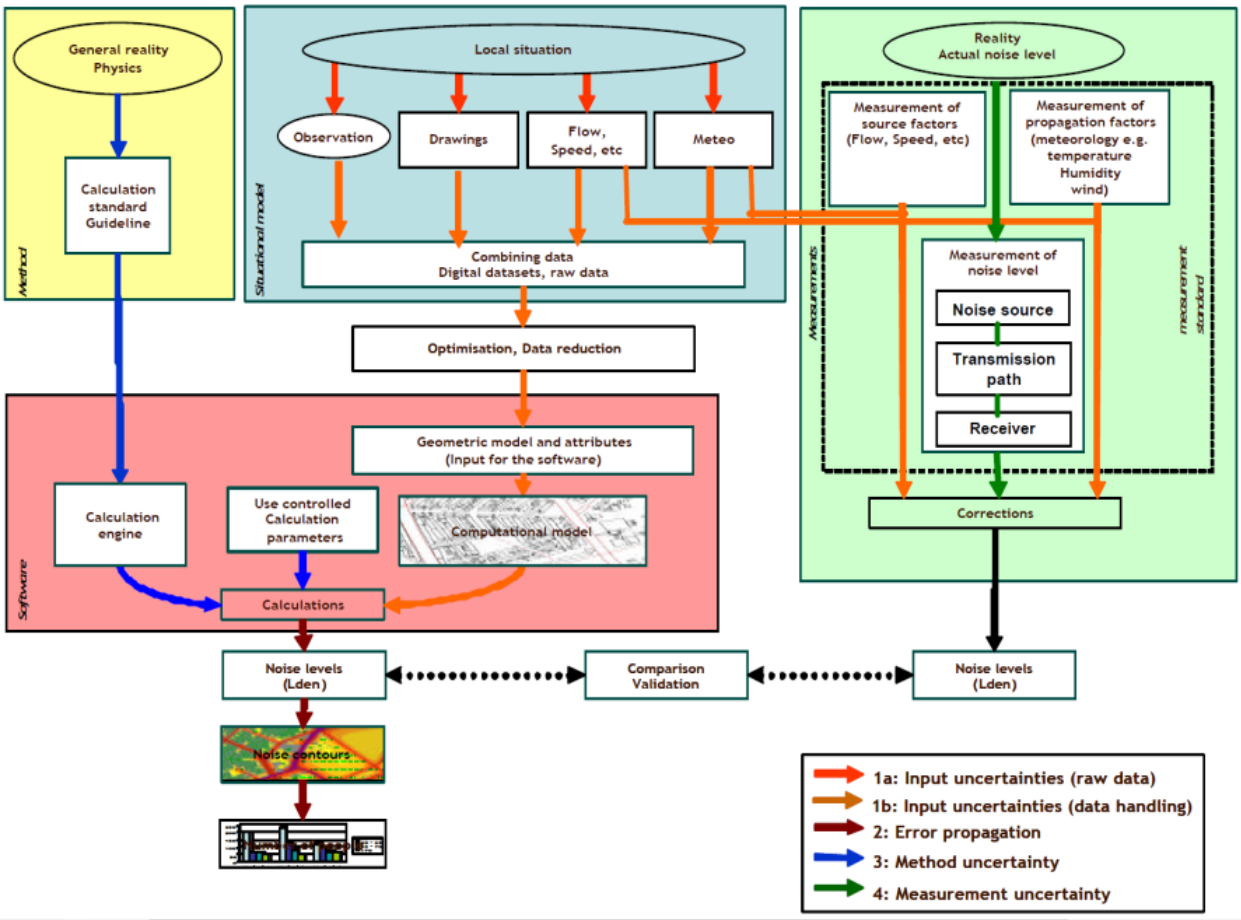


Figura 29 Como os diferentes tipos de incertezas se relacionam entre si (WG-AEN, 2006).

As incertezas fornecidas pelos *toolkits* apenas informam qual a incerteza intrínseca ao procedimento adotado, com nível de confiança de 95%. Estes valores ajudam a entender, documentar e catalogar uma parte das diversas fontes de incerteza do processo global de mapeamento. Para casos específicos, em que a incerteza global é necessária, o manual estabelece procedimentos para sua estimativa no apêndice 4 do manual(WG-AEN, 2006).

6.3 Dados de Entrada

6.3.1 Fontes sonoras

Foram feitas medições para determinação da potência sonora das fontes rodoviárias (itens 7.1.1 e 7.1.2). As fontes ferroviárias foram simuladas (item 6.3.10).

6.3.2 Elevação do terreno junto às vias

Foi feita uma estimativa visual a partir de visitas ao local e com uso do Google Street View, que possibilita visualizar o entorno das vias com imagens panorâmicas de boa qualidade. Através de imagens frontais ao talude perimetral, foram verificadas as alturas relativas das vias perimétricas ao nível do solo do parque, que se localiza quase que totalmente na mesma cota de nível. A cerca de proteção do parque possui altura constante, servindo de referência para esta estimativa.

Este tipo de informação implica em precisão estimada < 0.5dB (Figura 30).

Tool 11.1: GPS height of a road			
Method	complexity	accuracy	cost
The height of objects which can screen noise propagation should be determined, this can also be done by measurement[30] or alternatively by visual estimation of the height above local terrain.		< 0.5 dB	

Figura 30 Critérios utilizados – Elevação do terreno junto às vias (WG-AEN, 2006).

6.3.3 Valas e taludes

Foi feita uma estimativa visual a partir de visitas ao local e comparação do modelo 3D com a realidade por meio de visitas ao parque. Este tipo de informação implica em precisão estimada < 0.5dB (Figura 31).

Tool 12.1: Digital information on cuttings and embankments			
Method	complexity	accuracy	cost
Incorporate information on cuttings and embankments in digital site model and then use 3D visualising tools to carefully check for inconsistencies and discontinuities	◇	< 0.5 dB	◇

Figura 31 Critérios utilizados – Valas e taludes (WG-AEN, 2006).

6.3.4 Tipo de superfície do solo

Por meio de levantamentos no local e análise de fotos de satélite (Google Earth), a área toda foi considerada com superfície fonoabsorvente (α=1), sendo as áreas com concreto e asfalto desenhadas e inseridas como elementos autônomos fonorefletores (α=0) (Figura 32).

Figura 32 Em amarelo, as áreas consideradas como sonorefletoras inseridas no modelo. Elaboração do autor sobre imagem obtida pelo Google Maps (GOOGLE MAPS, 2011).

Também foram inseridas as massas vegetais mais representativas e densas, nos locais indicados em verde na Figura 33, com altura média de 7 metros.

Figura 33 Em verde, representação das massas vegetais inseridas no modelo. Elaboração do autor sobre imagem obtida pelo Google Maps (GOOGLE MAPS, 2011).

Este tipo de informação implica em precisão estimada 1dB (Figura 34)

Tool 13.1: Land use classification

Method	complexity	accuracy	cost
From land usage maps in GIS, the ground surface can be divided in classes. To each of these ground usage classes a default ground factor can be assigned, where 1.0 is absorptive.	◇	1 dB	◇

Land usage	ground factor
forest	1.0
agriculture	1.0
park	1.0
heath land	1.0
paving	0.0
urban	0.0
industrial	0.0
water	0.0
residential	0.5

Figura 34 Critérios utilizados – Tipo de superfície do solo (WG-AEN, 2006).

6.3.5 Altura de barreiras próximas às vias

Foi feita uma estimativa visual a partir de visitas ao local e com uso do Google Street View, que possibilita visualizar o entorno das vias com imagens de boa qualidade. Este tipo de informação implica em precisão estimada de 1dB (Figura 35)

Tool 14.2: Visual estimation of height			
Method	complexity	accuracy	cost
Visual inspection of the barrier height relative to the road surface (preferably from roadside)		1 dB	

Figura 35 Critérios utilizados – Altura de barreiras próximas às vias (WG-AEN, 2006).

6.3.6 Altura dos edifícios

A altura dos edifícios foi estimada pela contagem do número de andares. Este tipo de informação implica em precisão estimada de 1dB (Figura 36).

Tool 15.1: Number of storeys available			
Method	complexity	accuracy	cost
Multiply number of storeys with the average storey height (e.g. 3 metres)		1 dB	

Figura 36 Critérios utilizados – Altura de barreiras próximas às vias (WG-AEN, 2006).

6.3.7 Coeficientes de absorção sonora de edifícios e barreiras

Foi feita uma estimativa visual a partir de visitas ao local e com uso do Google Street View (GOOGLE MAPS, 2011), que possibilita visualizar o entorno das vias com imagens de boa qualidade.

Cada tipologia de fachada corresponde a um coeficiente de absorção, que foi inserido no modelo 3D. Para fachadas cegas, de vidro ou aço: α =0, para fachadas planas de alvenaria: α =0.2, para fachadas com elementos destacados, como sacadas, α =0.4, e para barreiras ou fachadas com material fonoabsorvente: 0.6.

Este tipo de informação implica em precisão estimada de 1dB (Figura 37).

Toolkit 16: Sound absorption coefficients a_r for buildings and barriers				
Method		complexity	accuracy	cost
Use the following default values:				
Structure	**Suggested a_r**			
Completely reflecting (e.g. glass or steel)	0,0			
Plane masonry wall, reflecting noise barrier	0,2			
Structured masonry wall (e.g. building with balconies and oriels)	0,4	△	1 dB	△
Absorbing wall or noise barrier	See manufacturer's data. If unavailable use 0.6			

Figura 37 Critérios utilizados – Absorção sonora de edifícios e barreiras (WG-AEN, 2006).

6.3.8 Ocorrência de condições favoráveis de propagação

Não foram encontradas informações das condições meteorológicas do local. Foram, então, adotados os valores-padrão sugeridos pelo guia (Figura 38).

O parque funciona somente durante o dia, portanto, foram consideradas 50% de condições favoráveis para propagação.

Toolkit 17: Occurrence of favourable sound propagation conditions				
Method		complexity	accuracy	cost
Use the following **default values**				
Time perlod	**Average probability of occurrence during the year**			
Day	50% favourable propagation conditions			
Evening	75% favourable propagation conditions			
Night	100% favourable propagation conditions			

Figura 38 Critérios utilizados – Condições favoráveis de propagação (WG-AEN, 2006).

6.3.9 Umidade e temperatura

Foram utilizados os valores médios para a cidade de São Paulo (Figura 39). Estes fatores não tem uma influência tão significativa nos resultados – prevalecem o vento, as inversões térmicas e a fonte sonora (WG-AEN, 2006).

Toolkit 18: Humidity and temperature [32]			
Method	complexity	accuracy	cost
Use actual humidity and temperature values if available			

Figura 39 Critérios utilizados – Umidade e temperatura (WG-AEN, 2006).

6.3.10 Ruído de trens

A norma recomendada pelo guia é a RMR II, holandesa. A quantidade de eventos diários pode ser observada na Figura 40, resultando em, aproximadamente, 190 eventos por dia de semana, 156 eventos aos sábados e 120 eventos aos domingos – média de 175 eventos/dia em cada direção. A classe considerada dos trens foi de metrô urbano, com trilhos sobre dormentes de concreto, trilhos com juntas, com velocidade de 50km/h.

LINHA 9 – Esmeralda — **Osasco - Grajaú**

Horário de funcionamento das estações
04h00 às 24h00

Extensão total
31,8 km

Intervalo entre Trens

Dias Úteis

04h00 às 05h45	05h45 às 09h40	09h40 às 16h00	16h00 às 20h20	20h20 às 24h00
10 minutos	05 minutos	07 minutos	05 minutos	10 minutos

Sábados

04h00 às 06h25	06h25 às 18h30	18h30 às 24h00
10 minutos	07 minutos	10 minutos

Domingos e Feriados

04h00 às24h00
10 minutos

Figura 40 Periodicidade dos trens próximos ao parque (CPTM, 2011).

6.4 Verificação visual do modelo

Após a modelagem, foi feita verificação visual, por meio de recursos como animações e visualizações tridimensionais (Figura 41).

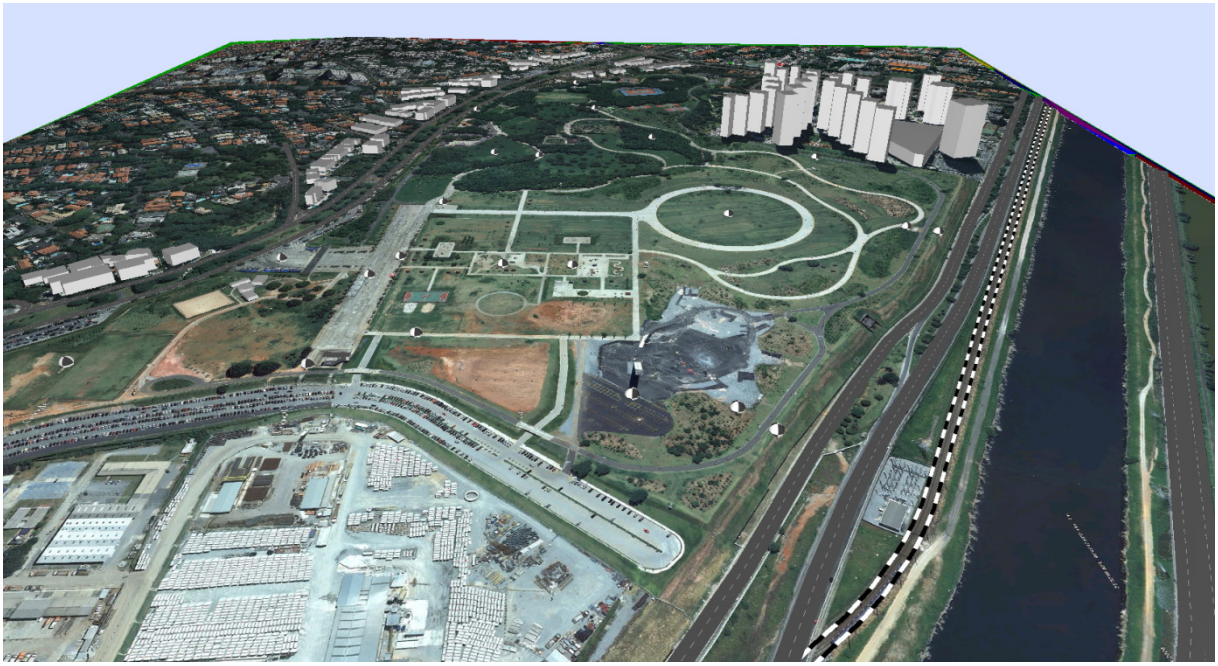


Figura 41 – Modelo tridimensional do Parque utilizado para a simulação sonora. Elaboração do autor sobre imagem obtida pelo Google Maps (GOOGLE MAPS, 2011).

6.5 Mapa quantitativo do parque

Para análise do ambiente sonoro dos espaços específicos, foi elaborado um mapa quantitativo contemplando todo o Parque. Neste mapa, estão consideradas as fontes sonoras rodoviárias e ferroviárias.

O *software* adotado para este mapeamento foi o CADNA A, da Datakustik, com a licença que permite a utilização das Normas ISO-9613 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1996) para fontes sonoras fixas, da Norma RLS-90, da Alemanha, para simulação do ruído rodoviário, e da Norma RMR II, dos Países Baixos, para simulação das fontes de ruído ferroviário.

Este *software* permite a inserção de um grande volume de informações de maneira extremamente organizada, pois foi concebido para mapeamento de grandes áreas, tendo uma interface muito intuitiva e permitindo o controle da informação utilizada.

Após a modelagem ser completada, foram obtidos mapas acústicos que representam os níveis de pressão sonora distribuídos ao longo do parque e arredores. Foi configurada uma grade de 5x5 metros, a 1,5 metros de altura do solo. Esta densidade de pontos foi obtida seguindo a recomendação da Norma ISO-1996-2 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2007), que recomenda uma variação máxima entre pontos de 2dB quando o mapa tem objetivo de desenvolvimento de soluções acústicas.

Através da interpolação destes níveis sonoros, o *software* traça linhas. As cores representando estes níveis sonoros variam do roxo (mais ruidoso) ao verde (menos ruidoso), permitindo uma interpretação intuitiva destes mapas (Figura 42).

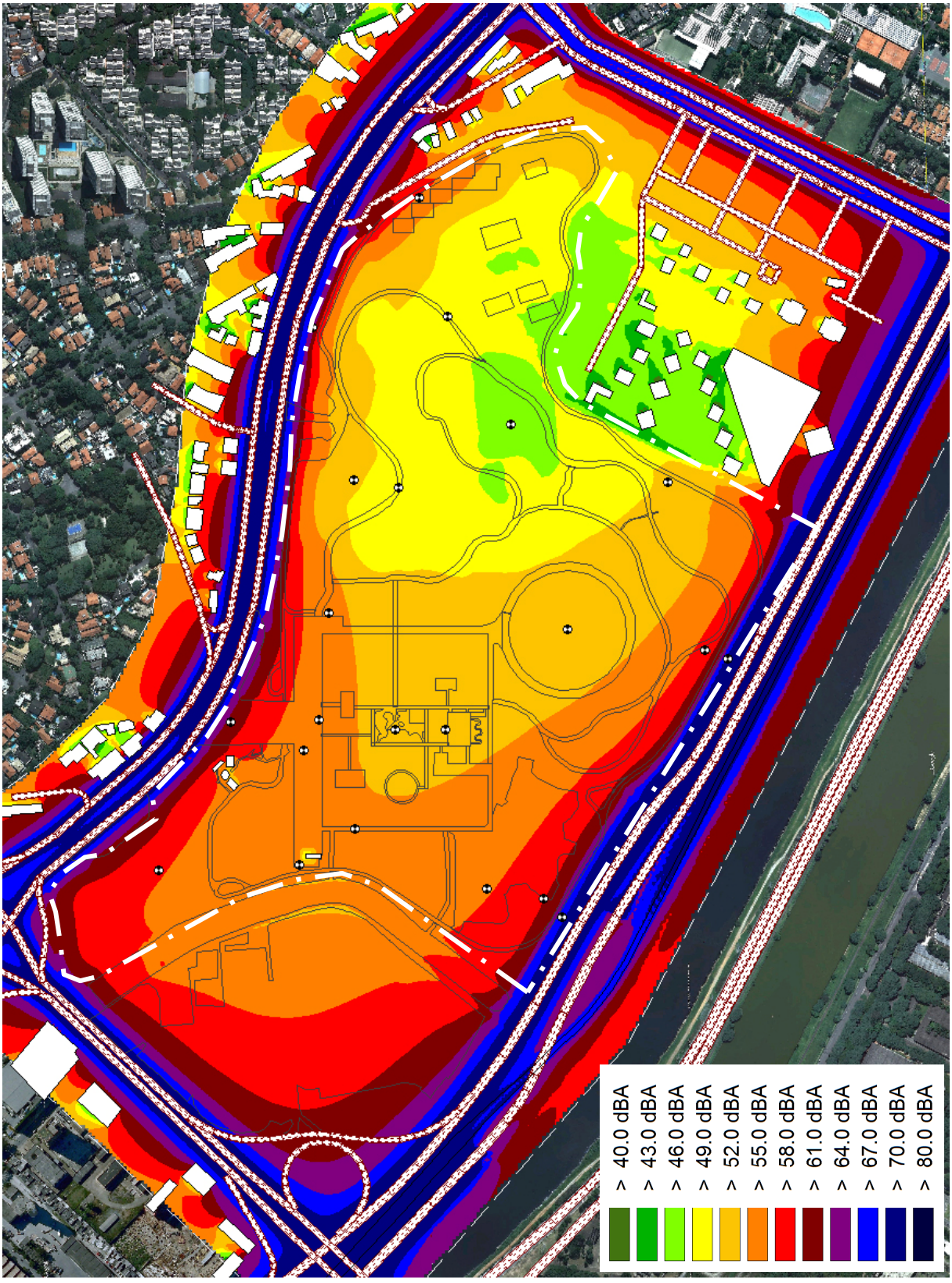


Figura 42 Mapa de ruídos do Parque Villa Lobos – Ruído rodoviário e ferroviário. Elaboração do autor sobre imagem obtida pelo Google Maps (GOOGLE MAPS, 2011).

7. MEDIÇÕES SONORAS COM IDENTIFICAÇÃO DE FONTES E DO CONTEXTO

Foram feitas medições sonoras de precisão no dia 11 de junho de 2011, sábado, das 11h às 18h. A temperatura média da campanha de medições foi de 18 graus centígrados, vento calmo e céu limpo.

Durante a campanha de medições (que durou aproximadamente 7 horas), foram identificados alguns objetos sonoros ao longo das caminhadas executadas ao se percorrer toda a área do parque.

As medições nos pontos 1 e 2 são referentes ao tráfego rodoviário da Marginal Pinheiros e da Av. Jaime Fonseca Rodrigues. Foram feitas medições de $L_{Aeq\ 15min}$, com contagem de veículos, armazenagem do histórico no tempo e espectro em terço de oitava. Os pontos de medição foram escolhidos na parte mais alta do talude que circunda o parque, com incidência direta do ruído de tráfego.

As medições do ponto 3 ao 11 são referentes a *soundscapes* encontrados na pesquisa exploratória. Junto a cada *datasheet* estão descrições do contexto e mapas quantitativos acústicos com e sem a presença do objeto sonoro. Foram feitas medições de $L_{Aeq\ 2min}$, a 1,2m de altura, sendo anotadas as fontes predominantes em cada medição e uma descrição do contato dos usuários do parque com estes objetos sonoros.

A medição do ponto 12 foi executada em local adequado para caracterizar o ruído de aeronaves que sobrevoam intensamente o parque. Foram feitas medições de $L_{Aeq\ 30min,}$ a 1,2m de altura, sendo anotadas as fontes predominantes em cada medição

As medições dos pontos A a L foram realizadas para verificação do modelo 3D utilizado para o mapeamento.

Em amarelo (sequência numérica) estão os pontos de medição dos objetos sonoros encontrados, em cinza (sequência alfabética), os pontos de medição para aferição do modelo (Figura 43).

Figura 43 Localização dos pontos de medição. Elaboração do autor sobre imagem obtida pelo Google Maps (GOOGLE MAPS, 2011).

7.1 Medições do ruído de tráfego

7.1.1 Ponto 1 – Marginal talude oeste

Observação: Houve dois eventos de passagens de trens que foram completamente inaudíveis no ponto de medição.

Tabela 2 – Contagem de veículos Marginal Pinheiros

	Tipo de veículo	Marginal Pinheiros sentido interior local	%
N. de veículos/hora	Veículo leve	2244	89%
	Moto	120	5%
	Veículo pesado	168	7%
		2532	100%

	Tipo de veículo	Marginal Pinheiros sentido interior expressa	%
N. de veículos/hora	Veículo leve	3060	84%
	Moto	300	8%
	Veículo pesado	264	7%
		3624	100%

Arquivo	Villa004_marginal_talude_oeste_contagem....			
Início	11/06/11 11:57:07			
Fim	11/06/11 12:12:07			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	69,2

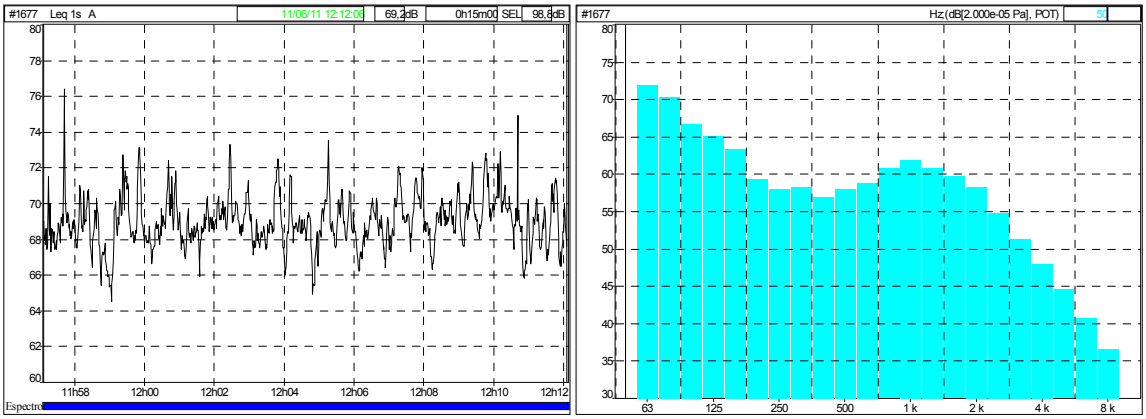


Figura 44 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 1.

7.1.2 Ponto 2 – Av. Jaime Fonseca Rodrigues

Tabela 3 – Contagem de veículos Av. Jaime Fonseca Rodrigues

	Tipo de veículo	Av. Jaime Fonseca Rodrigues sentido centro	%
N. de veículos/hora	Veículo leve	1440	89%
	Moto	132	8%
	Veículo pesado	48	3%
		1620	100%

	Tipo de veículo	Av. Jaime Fonseca Rodrigues sentido interior	%
N. de veículos/hora	Veículo leve	1248	95%
	Moto	12	1%
	Veículo pesado	60	5%
		1320	100%

Arquivo	Villa012_Av_J_F_Rodrigues_contagem.CMG			
Início	11/06/11 13:27:14			
Fim	11/06/11 13:42:14			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	66,6

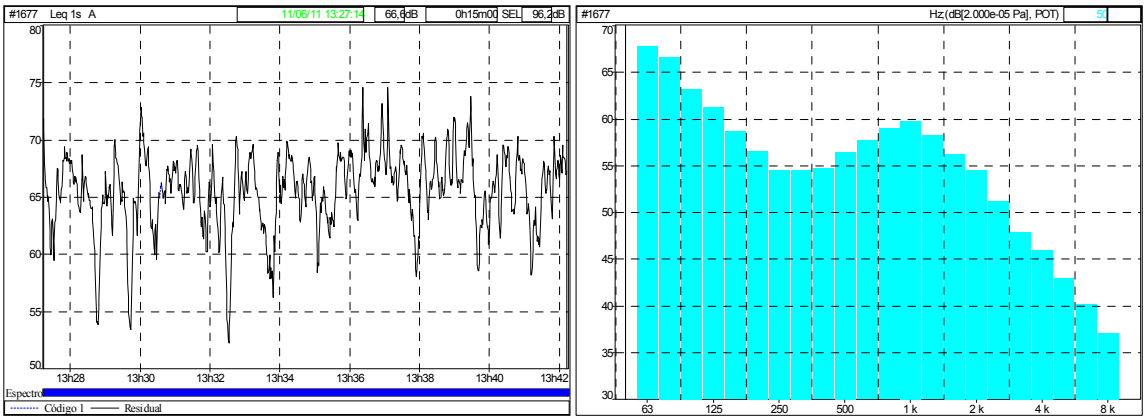


Figura 45 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 2.

7.2 Fichas dos *Sondscapes* encontrados

7.2.1 Ponto 3 – Quadra de Basquete

Logo na entrada do Parque, são encontradas quatro quadras de basquete, com o ruído típico da batida das bolas e das pessoas envolvidas no jogo. Todas as quadras estavam ocupadas, sendo comum esta ocupação contínua em fins de semana. Nas medições próximas às quadras, foram obtidos níveis sonoros da ordem de 64dBA.

Posicionadas lateralmente à entrada principal, é um foco de atenção instantâneo.

Arquivo	Villa001_basquete.CMG					
Início	11/06/11 11:05:24					
Fim	11/06/11 11:07:24					
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq	Lmin	Lmax
#1677	Leq	A	dB	63,9	53,9	79,2

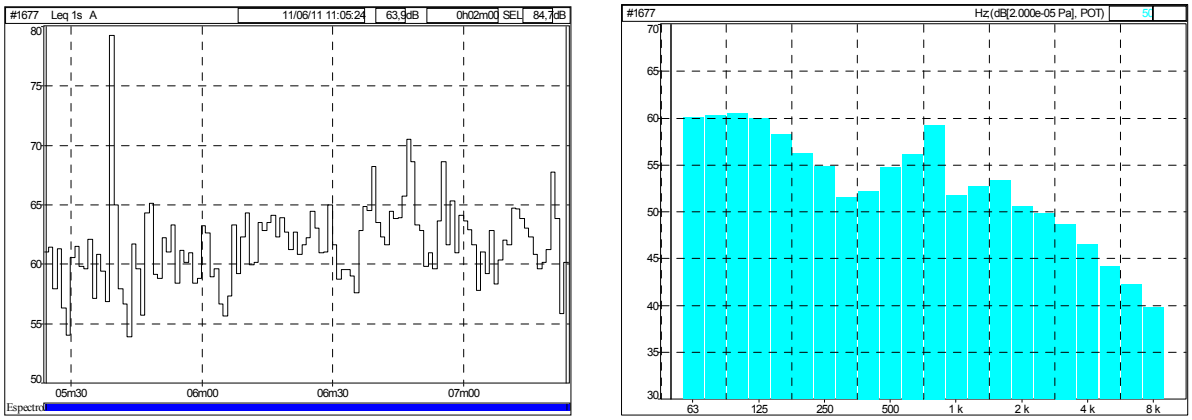


Figura 46 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 3.

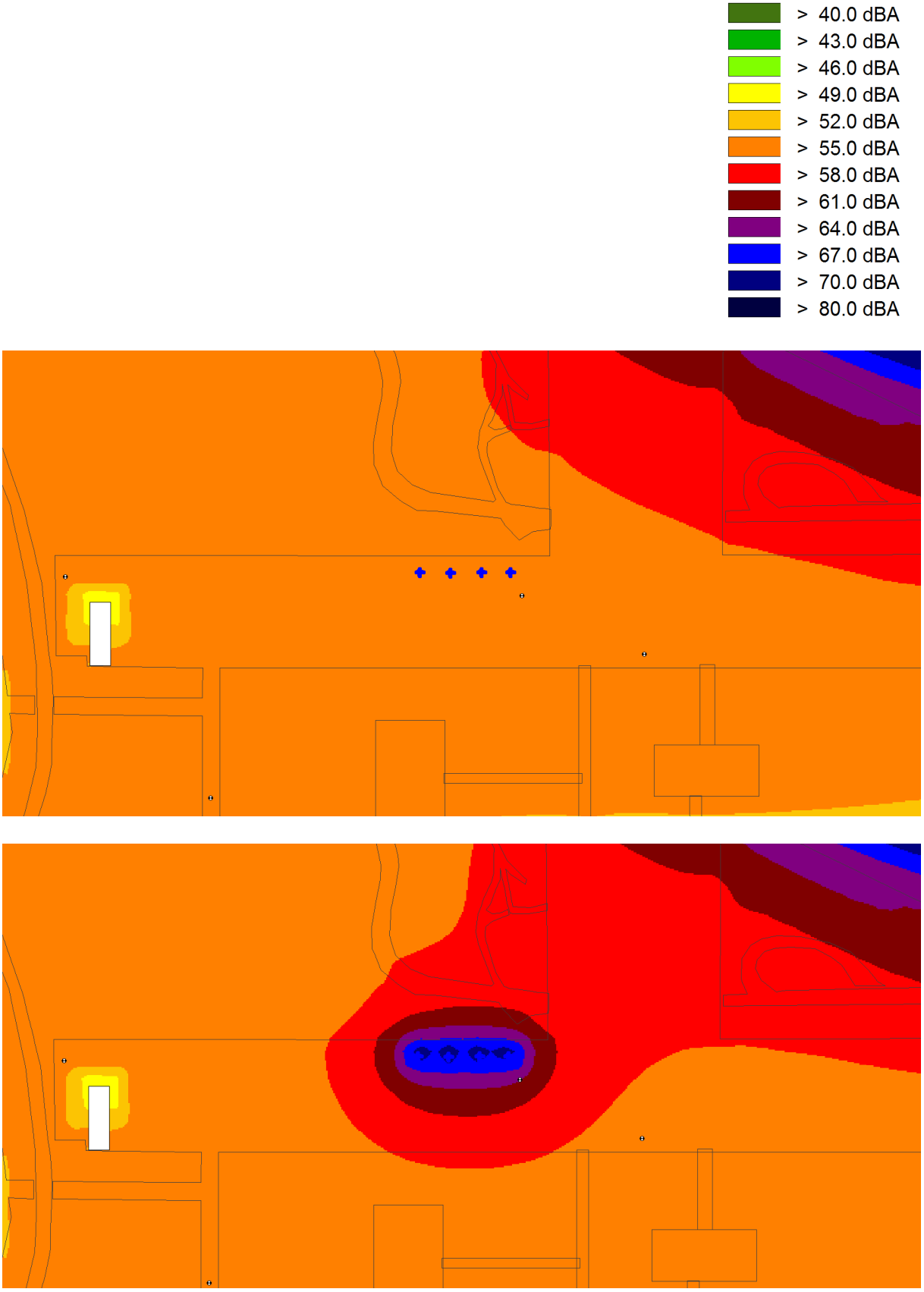


Figura 47 Mapeamento quantitativo do ponto 3 – sem e com a influência do objeto sonoro.

7.2.2 Ponto 4 – Autódromo de mini-carros à explosão

Esta pista de corridas para mini-carros foi executada pelos próprios frequentadores, que comparecem aos sábados e domingos para corridas e também para iniciantes aprenderem a pilotar seus carrinhos, uma vez que o espaço é bem grande e cercado com um alambrado por condições de segurança.

Aos domingos, os lugares na cerca para assistir às corridas são disputados. O ruído foi descrito como excitante e interessante pelas pessoas que assistiam. Os níveis de ruído obtidos foram de 61 dBA.

Arquivo	Villa002_carrinhos_com.CMG	
Localização	#1677	
Tipo de dados	Leq	
Ponderação	A	
Início	11/06/11 11:37:25	
Fim	11/06/11 11:39:25	
Fonte	Leq específico dB	Duração cumulada hh:mm:ss
Carrinhos	60,9	00:01:11
Residual	50,6	00:00:49
Global	58,9	00:02:00

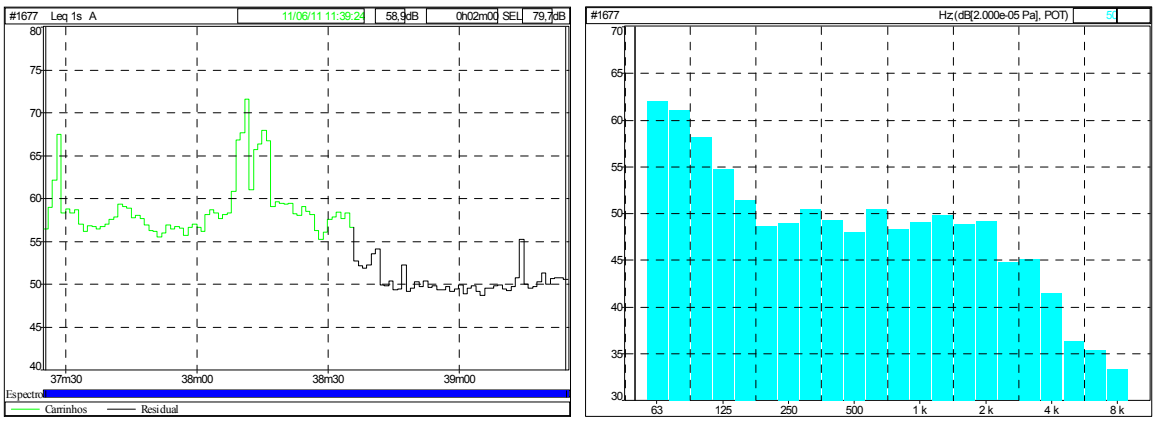


Figura 48 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 4

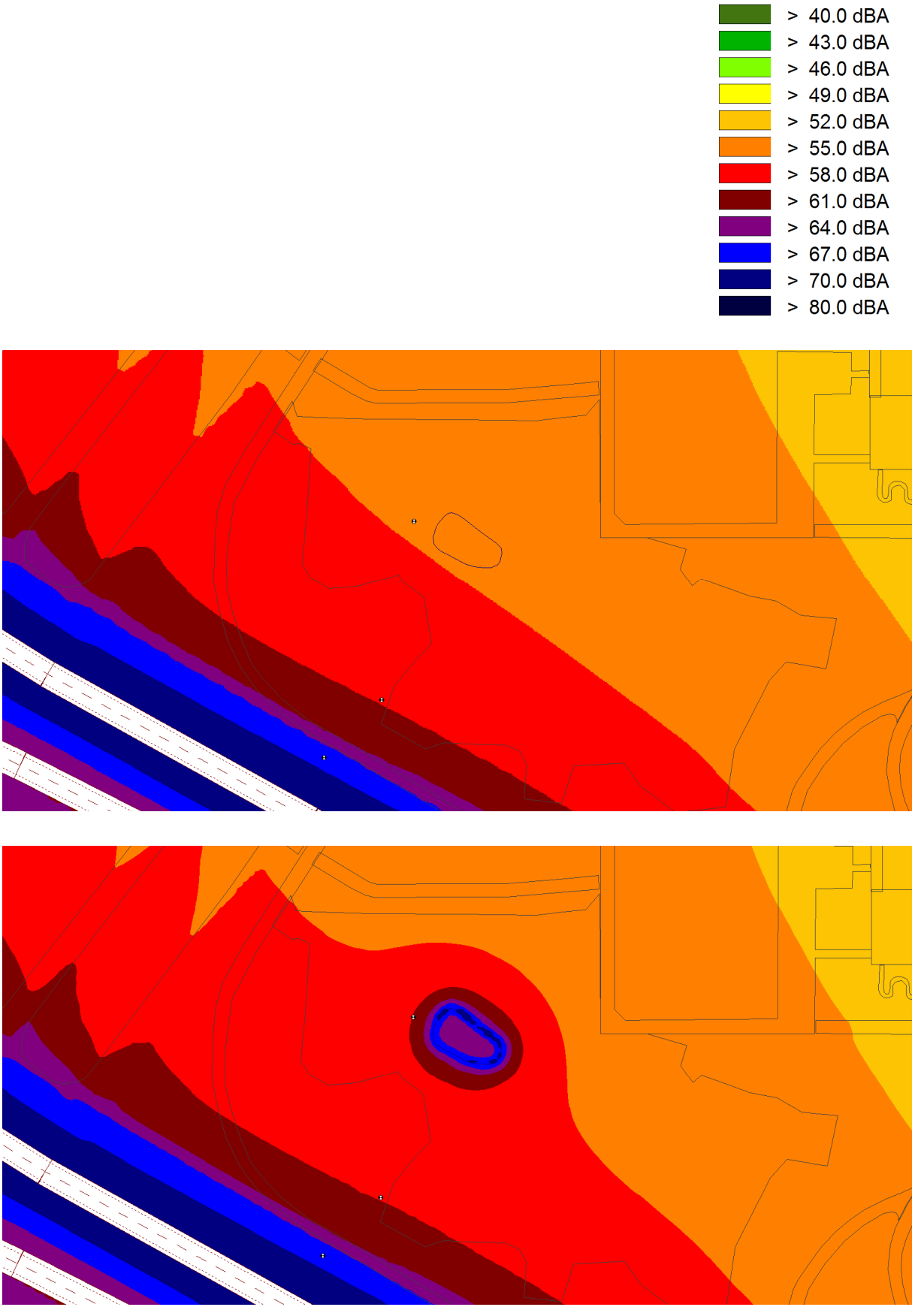
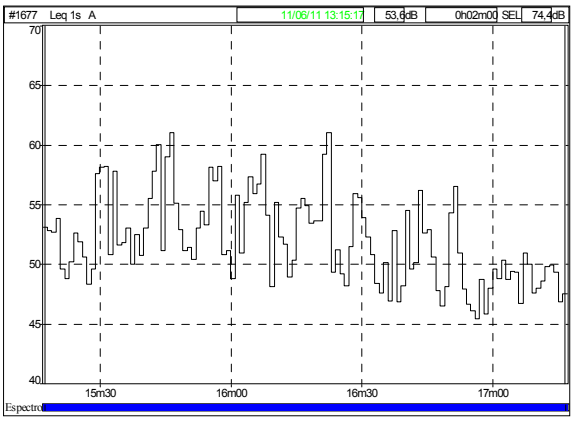


Figura 49 Mapeamento quantitativo do ponto 4 – sem e com a influência do objeto sonoro.

7.2.3 Ponto 5 – *Playground* leste

Este *playground* costuma ficar lotado em dias mais quentes. O ruído próximo ao *playground* é essencialmente vindo das conversas e brincadeiras entre pais e filhos.

Arquivo	Villa011_play_ground_leste.CMG			
Início	11/06/11 13:15:17			
Fim	11/06/11 13:17:17			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	53,6



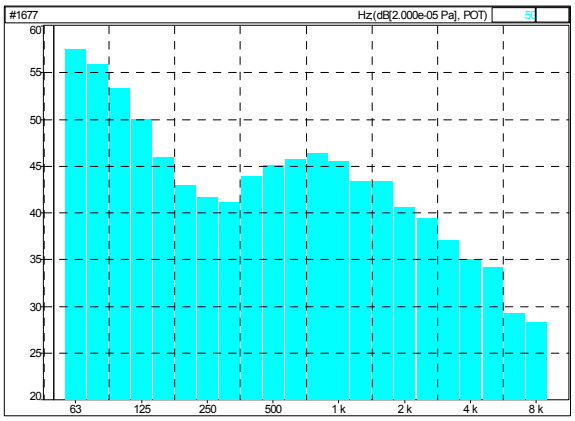


Figura 50 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 5

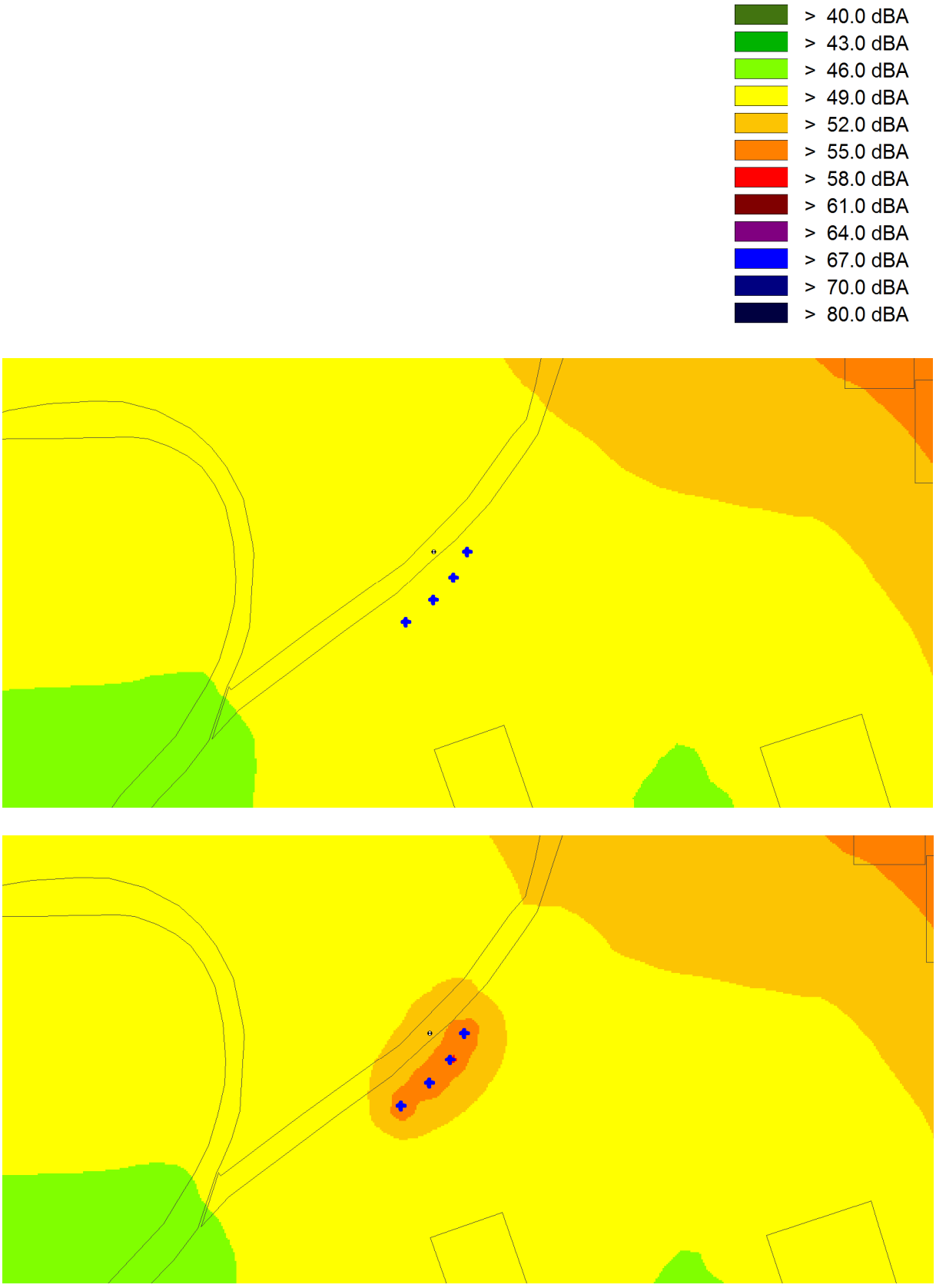
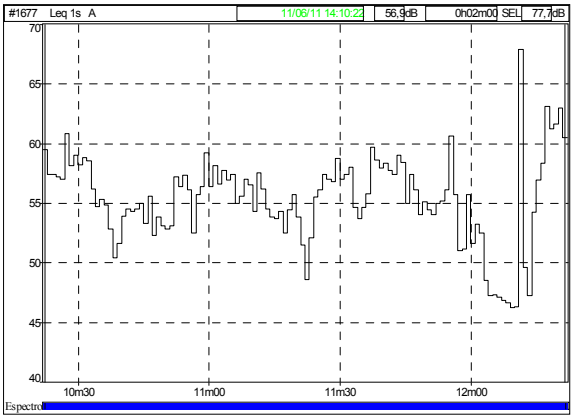


Figura 51 Mapeamento quantitativo do ponto 4 – sem e com a influência do objeto sonoro.

7.2.4 Ponto 6 – Ouvillas

Este é um ponto do parque muito frequentado, no qual é possível ouvir música clássica (em especial, músicas de Heitor Villa Lobos) que são reproduzidas por um conjunto de caixas sonoras suspensas em postes formando um círculo. A música é tocada em níveis muito próximos ao ruído de fundo, porém, pode ser apreciada com clareza. As variações de pressão sonora se devem à dinâmica da música erudita reproduzida no ambiente, que alterna momentos em “piano” (baixo volume sonoro) e momentos em “forte”’ (alto volume sonoro).

Arquivo	Villa014_ouvillas_meio.CMG			
Início	11/06/11 14:10:22			
Fim	11/06/11 14:12:22			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	56,9



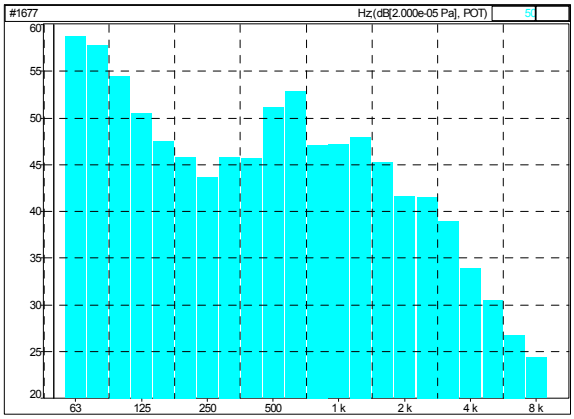


Figura 52 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 6

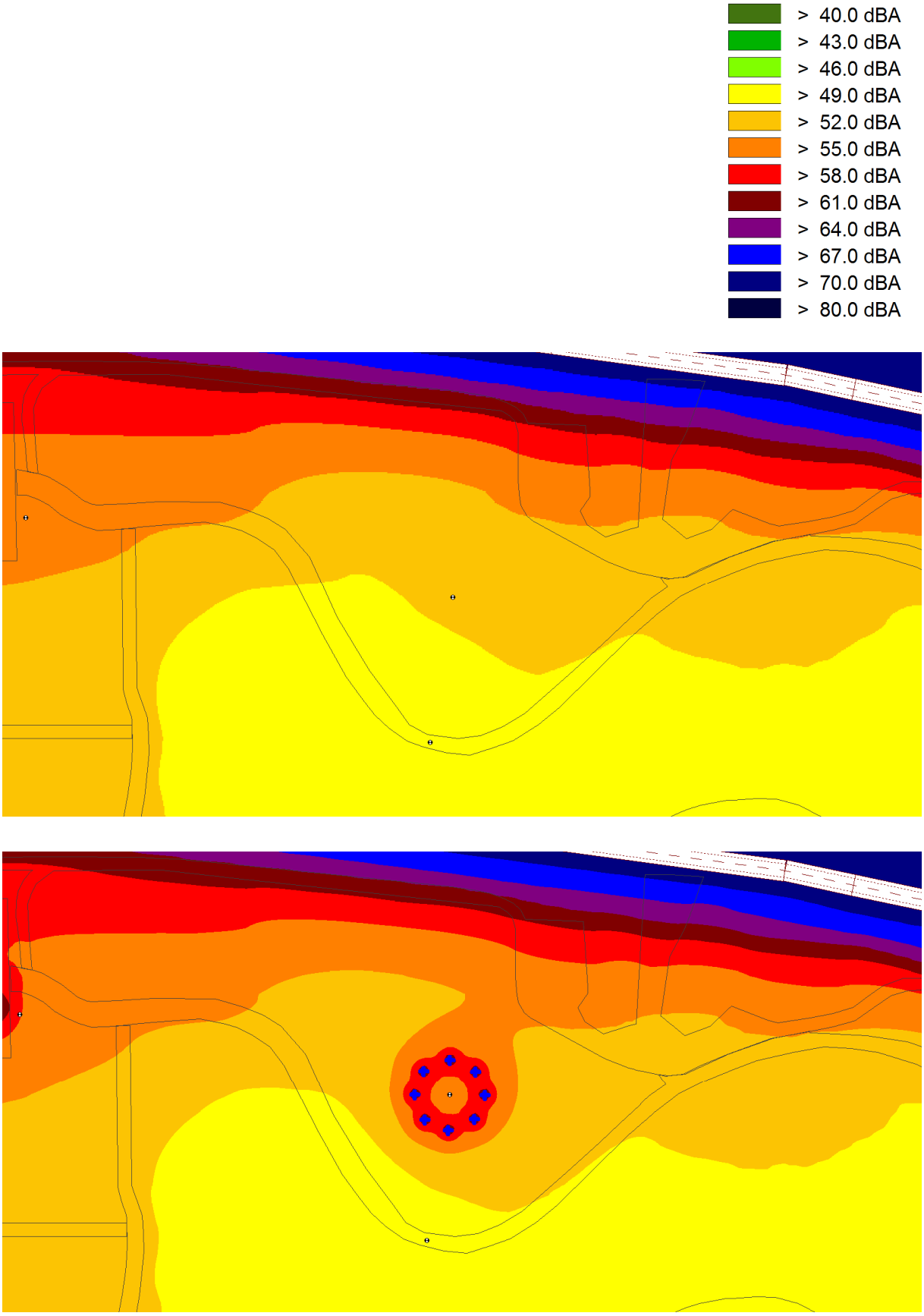
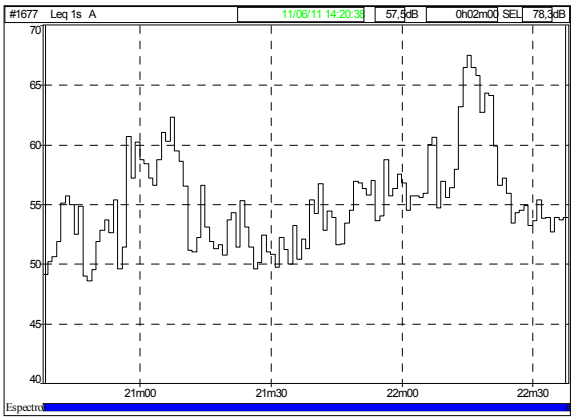


Figura 53 Mapeamento quantitativo do ponto 6 – Sem e com a influência do objeto sonoro.

7.2.5 Ponto 7 – Brinquedo sonoro esplanada

Estes brinquedos sonoros são acionados praticamente o dia todo, dando um ar lúdico a este espaço. Estas estações contêm alguns tambores feitos com fundo de latões reciclados e alguns sinos feitos com correntes e tubos. Após algum tempo de observação, percebe-se que o equipamento atrai especialmente as crianças, que trazem os pais para participarem da brincadeira.

Arquivo	Villa016_brinquedo_sonoro_esplanada.CMG			
Início	11/06/11 14:20:38			
Fim	11/06/11 14:22:38			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	57,5



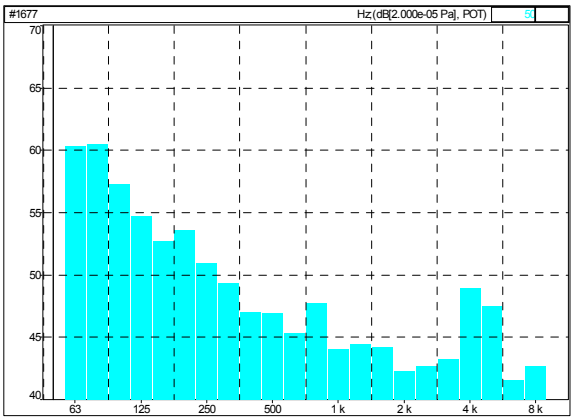


Figura 54 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 7

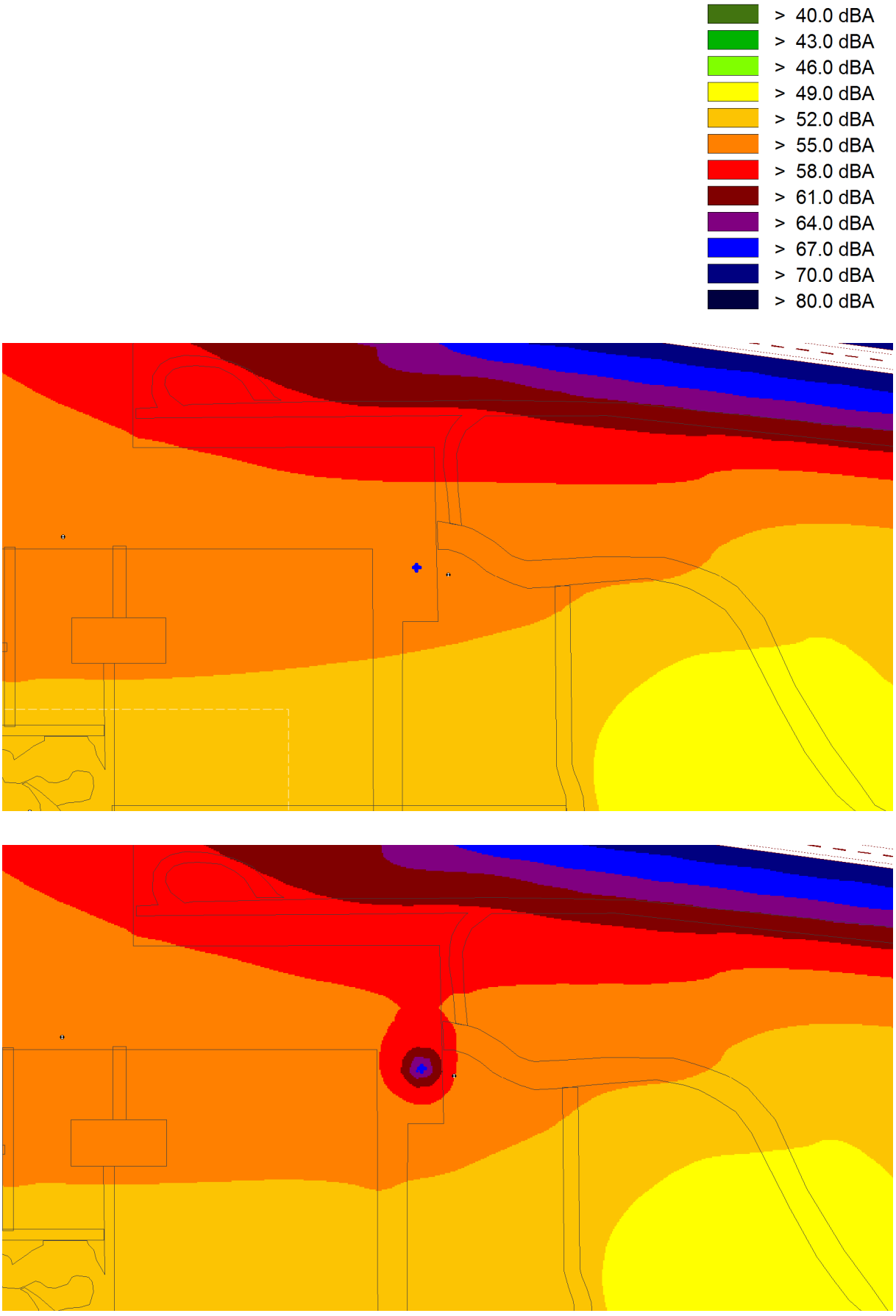
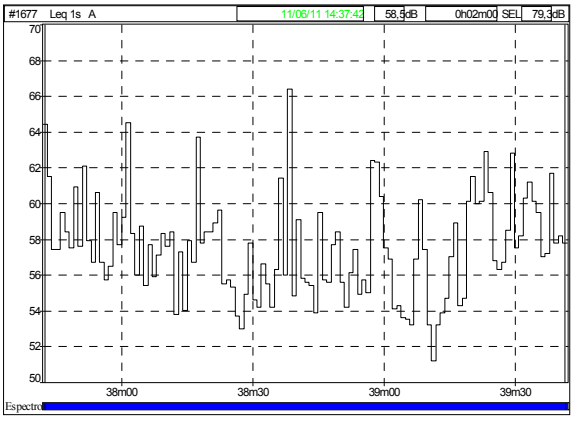


Figura 55 Mapeamento quantitativo do ponto 7 – sem e com a influência do objeto sonoro

7.2.6 Ponto 8 – *Playground* central

O *playground* muito movimentado, com crianças brincando praticamente o dia todo. Fica localizando na área frontal à entrada principal do parque e o ruído produzido neste local é essencialmente produzido pelas conversas e brincadeiras entre as crianças. Ao lado deste *playground*, está sendo construído um edifício para sediar o CEREA (Centro de Referência em Educação Ambiental), cuja obra estava paralisada no dia das medições.

Arquivo	Villa018_playground_central.CMG			
Início	11/06/11 14:37:42			
Fim	11/06/11 14:39:42			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	58,5



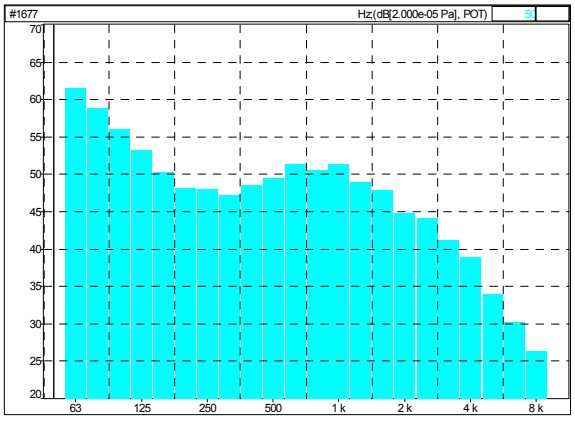


Figura 56 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 8

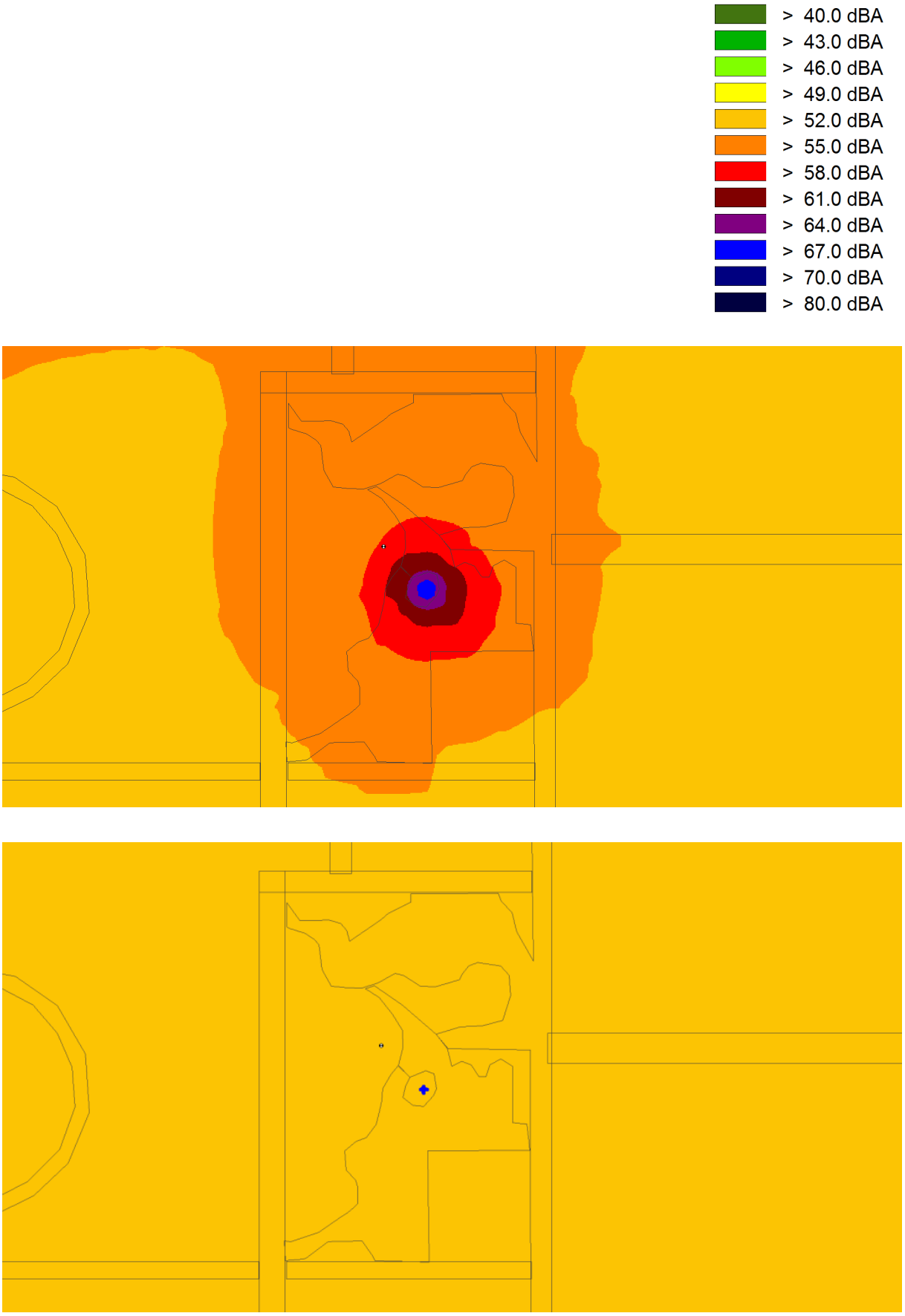


Figura 57 Mapeamento quantitativo do ponto 8 – sem e com a influência do objeto sonoro

7.2.7 Ponto 9 – *Playground* central brinquedo sonoro

Mais um brinquedo semelhante ao da esplanada, porém muito próximo ao *playground* e, consequentemente, para as crianças. Este brinquedo constitui-se de sinos tubulares suspensos por correntes e são tocados com as mãos.

Arquivo	Villa019_playground_central_brinquedo_so...	
Localização	#1677	
Tipo de dados	Leq	
Ponderação	A	
Início	11/06/11 14:41:36	
Fim	11/06/11 14:43:36	
Fonte	Leq específico dB	Duração cumulada hh:mm:ss
Brinquedo sonoro	68,8	00:01:03
Residual	57,2	00:00:57
Global	66,3	00:02:00

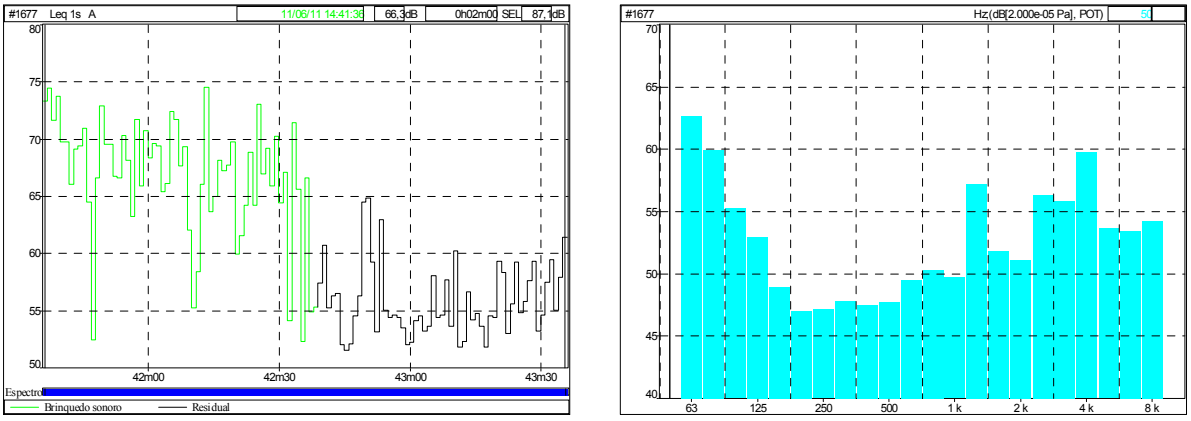


Figura 58 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 9

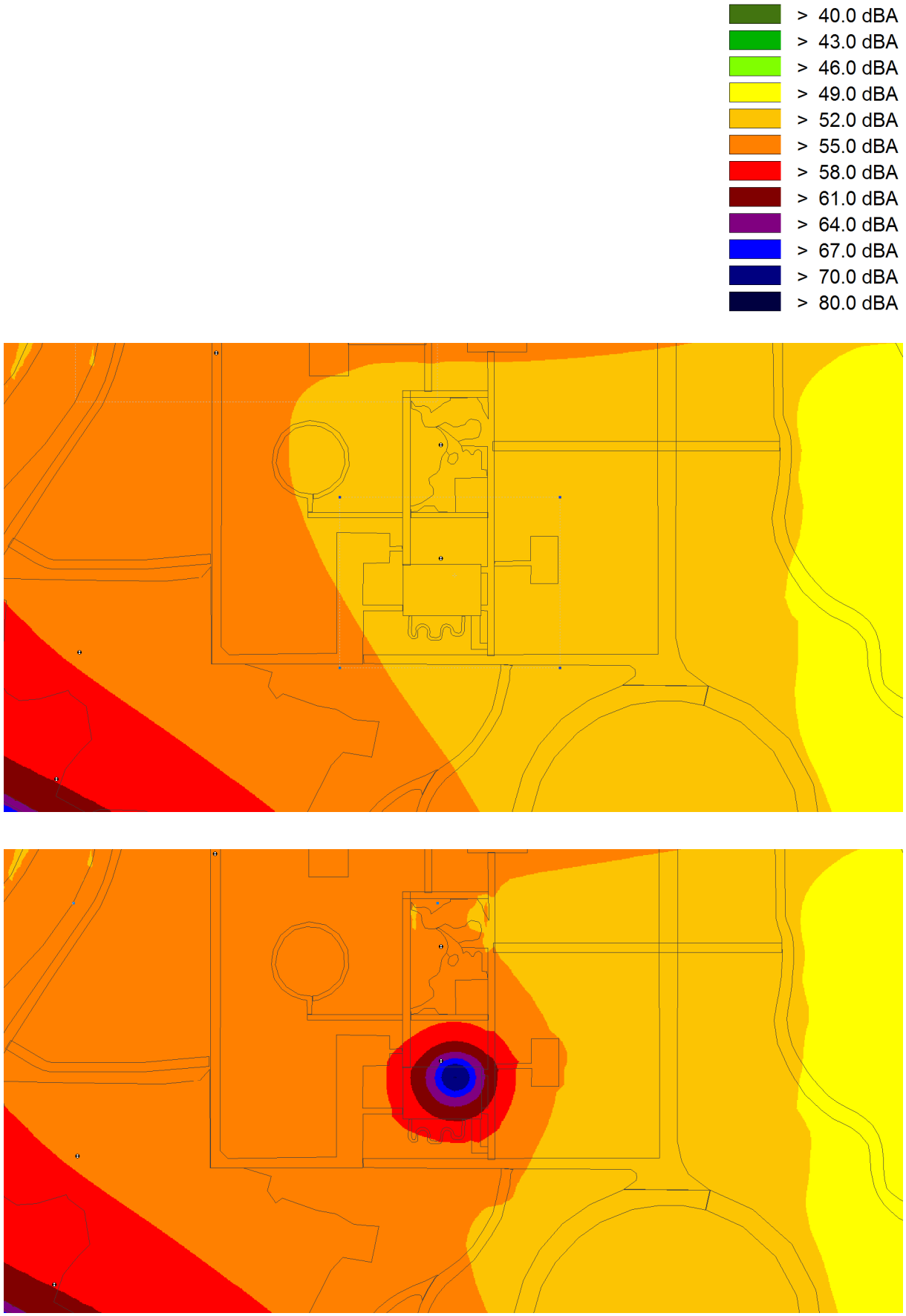


Figura 59 Mapeamento quantitativo do ponto 9 – sem e com a influência do objeto sonoro.

7.2.8 Ponto 10 – Anfiteatro

Praça com anfiteatro com shows variados. Normalmente, é apresentada música amplificada e, pela sua localização, no fim da esplanada, costuma ser um local sempre ocupado pelos visitantes. O palco encontra-se em um rebaixo e possui arquibancadas em toda sua volta.

Arquivo	Villa023_show_anfiteatro.CMG			
Início	11/06/11 16:14:53			
Fim	11/06/11 16:16:53			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	80,8

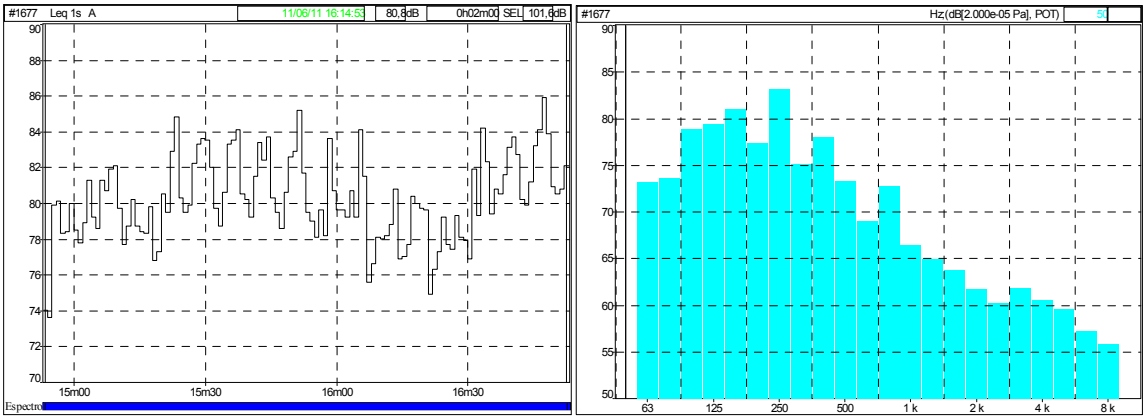


Figura 60 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 10

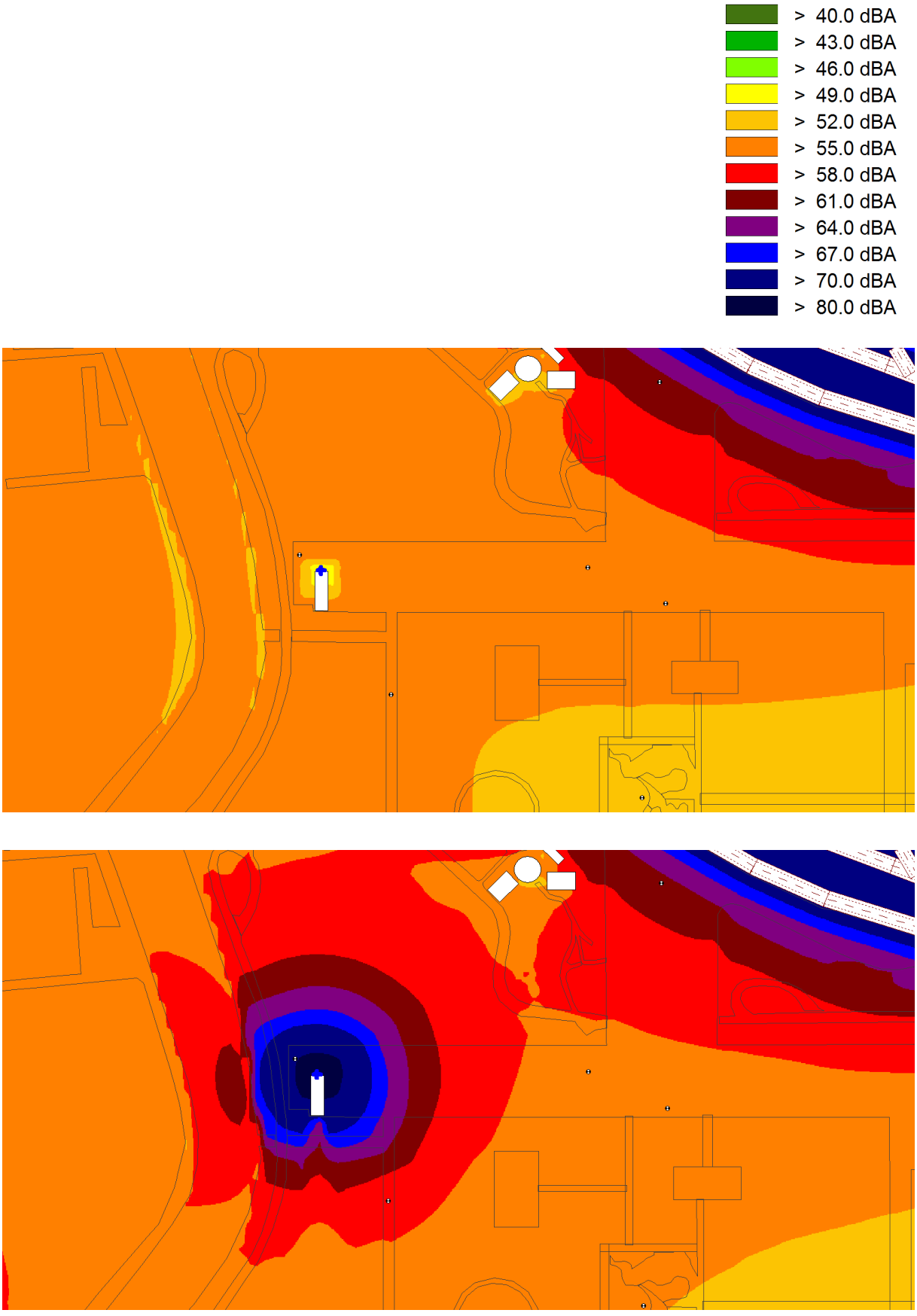


Figura 61 Mapeamento quantitativo do ponto 10 – sem e com a influência do objeto sonoro.

7.2.9 Ponto 11 – Aviões e helicópteros

Durante a campanha de medições, houve a percepção de eventos aeronáuticos (aviões e helicópteros) durante todo o período. Foi, então, escolhido ponto em área aberta e mais protegida do ruído rodoviário para medição do ruído das aeronaves. Foram feitas medições de $L_{Aeq\ 30min}$ no **ponto 11**, com armazenagem do histórico no tempo e espectro em terço de oitava. O ponto está localizado em clareira, abaixo da rota dos aviões, que acompanha a direção da Av. Jaime Fonseca Rodrigues, e, no momento das medições, os aviões estavam em processo de pouso, na direção oeste-leste. A seguir, os resultados desta medição:

Arquivo	Villa024_avioes_helicopteros.CMG	
Localização	#1677	
Tipo de dados	Leq	
Ponderação	A	
Início	11/06/11 16:43:32	
Fim	11/06/11 17:13:32	
Fonte	Leq específico dB	Duração cumulada hh:mm:ss
Aviões	57,7	00:09:55
Helicopteros	58,3	00:01:39
Pássaros	55,7	00:05:58
Residual	51,2	00:12:28
Global	55,5	00:30:00

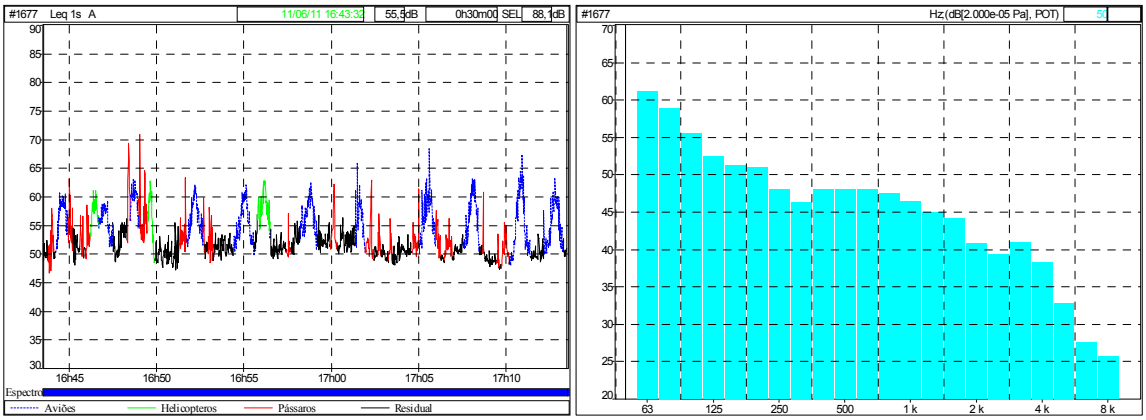


Figura 62 Imagem e *datasheets* da medição no ponto 11

7.3 Medição de pontos para aferição geral do modelo

Em locais onde não havia pouca atividade humana ou ruído de animais, foram feitas medições para verificação posterior do mapa de ruídos. A Tabela 4 compara os níveis de ruído medidos com os simulados, fornecendo, também, a diferença entre ambas. As maiores diferenças foram da ordem de 2,5dBA, razoáveis para o propósito do mapeamento e podem ter ocorrido em função de alguma flutuação no ruído da marginal.

Tabela 4 – Tabela comparativa dos níveis medidos e simulados.

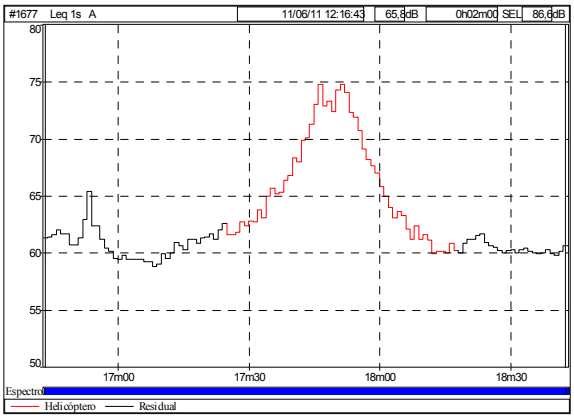
Ponto de Medição	Níveis simulados dBA	Níveis medidos dBA	diferença dBA
A	60,8	60,8	0,0
B	70,5	72,8	-2,3
C	59,2	58,7	0,5
D	53,4	51,0	2,4
E	52,4	50,6	1,8
F	47,6	45,6	2,0
G	57,8	59,3	-1,5
H	50,4	49,2	1,2
I	56,2	55,6	0,6
J	55,3	57,5	-2,2
K	58,4	58,1	0,3
L	63,2	63,7	-0,5

São apresentados, nas próximas páginas, os *datasheets* destas medições.

7.3.1 Ponto A – Marginal interno oeste

No histórico do tempo, pode ser percebida a passagem de um helicóptero, porém o ruído vem, essencialmente, da Marginal Pinheiros. É uma área muito próxima à rota de aproximação e decolagem de helicópteros do Helicidade, um heliporto com movimentação intensa. A Marginal Pinheiros também é a rota obrigatória para tráfego de helicópteros que vão à Zona Sul da cidade.

Arquivo	Villa005_marginal_interno_oeste.CMG	
Localização	#1677	
Tipo de dados	Leq	
Ponderação	A	
Início	11/06/11 12:16:43	
Fim	11/06/11 12:18:43	
Fonte	Leq específico dB	Duração cumulada hh:mm:ss
Helicóptero	68,5	00:00:53
Residual	60,8	00:01:07



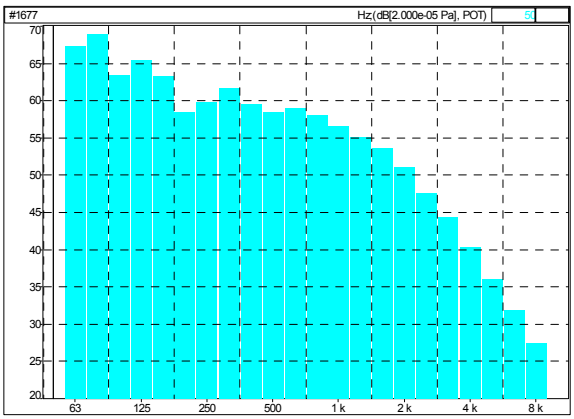
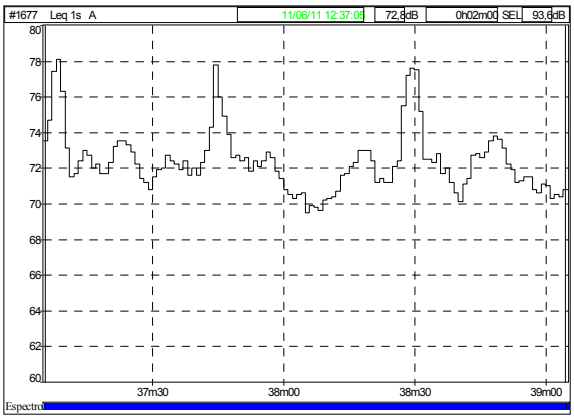


Figura 63 Imagem e *datasheets* da medição no ponto A

7.3.2 Ponto B – Marginal talude meio

Ruído oriundo, principalmente, dos veículos que trafegam na Marginal Pinheiros.

Arquivo	Villa006_marginal_talude_meio.CMG			
Início	11/06/11 12:37:05			
Fim	11/06/11 12:39:05			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	72,8



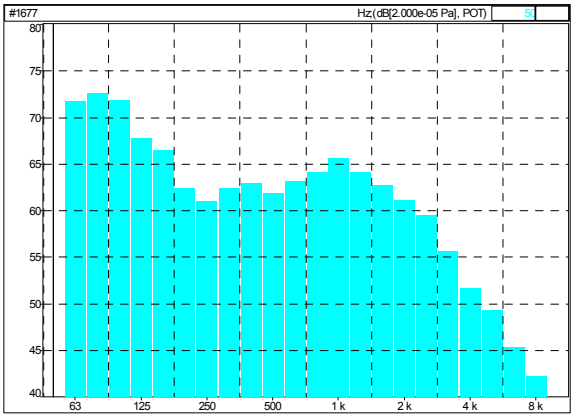
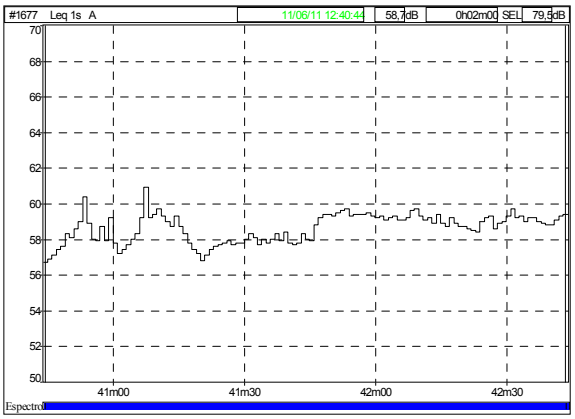


Figura 64 Imagem e *datasheets* da medição no ponto B

7.3.3 Ponto C – Marginal interno meio

Ruído oriundo, principalmente, dos veículos que passam pela Marginal Pinheiros.

Arquivo	Villa007_marginal_interno_meio.CMG			
Início	11/06/11 12:40:44			
Fim	11/06/11 12:42:44			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	58,7



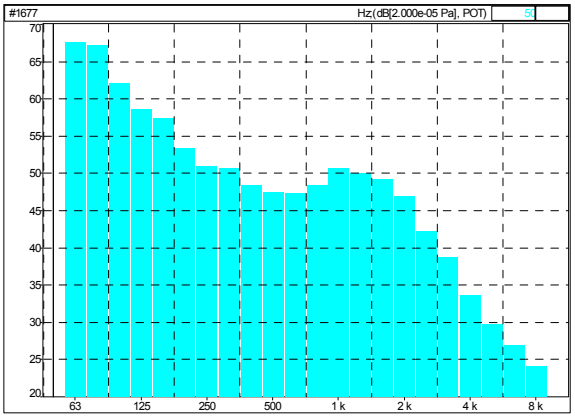
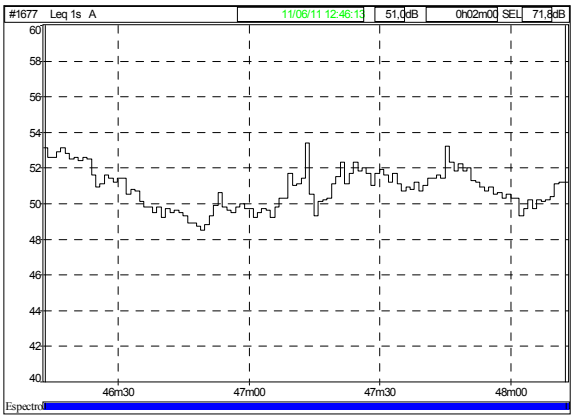


Figura 65 Imagem e *datasheets* da medição no ponto C

7.3.4 Ponto D – Ilha musical

Nesta praça, são montados os palcos para grandes shows, com grande potência amplificada. No dia das medições, não estava programado nenhum show.

Arquivo	Villa008_ilha_musical.CMG			
Início	11/06/11 12:46:13			
Fim	11/06/11 12:48:13			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	51,0



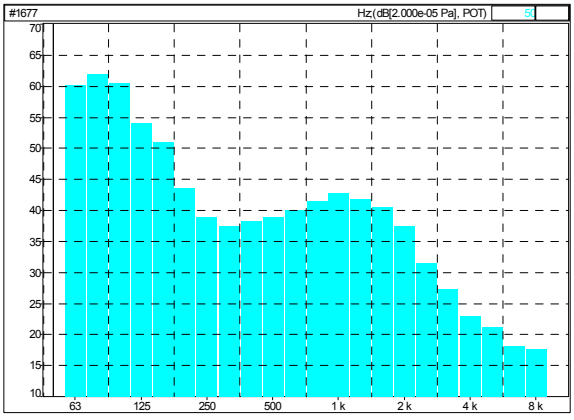
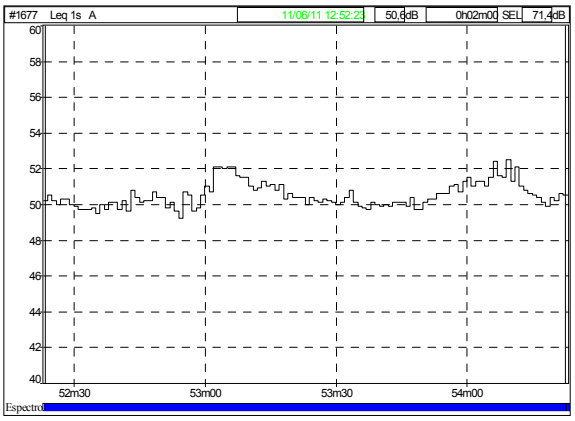


Figura 66 Imagem e *datasheets* da medição no ponto D

7.3.5 Ponto E – Marginal leste

Ruído típico oriundo da Marginal Pinheiros.

Arquivo	Villa009_marginal_leste.CMG			
Início	11/06/11 12:52:23			
Fim	11/06/11 12:54:23			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	50,6



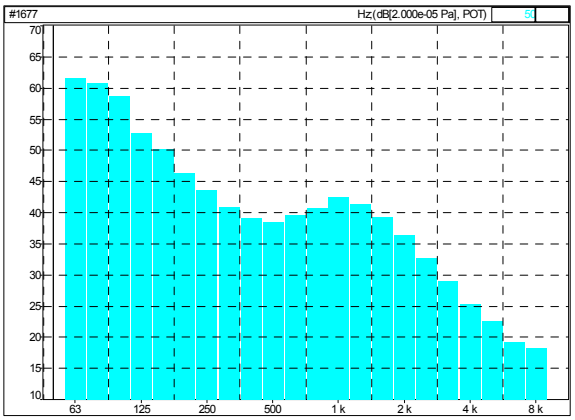
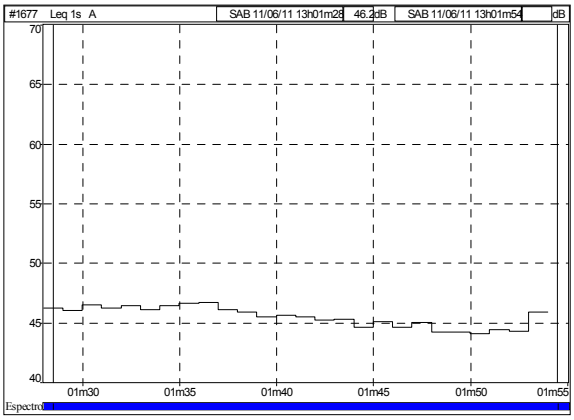


Figura 67 Imagem e *datasheets* da medição no ponto E

7.3.6 Ponto F – Circuito das árvores

Este equipamento permite que os usuários subam por uma rampa e façam um passeio na altura da copa das árvores. Dependendo da temperatura e do horário, é possível ouvir muitos pássaros cantando simultaneamente. No dia da medição, não havia pássaros cantando e o ruído percebido vinha da Marginal Pinheiros.

Arquivo	Villa010_passarela_passaros.CMG			
Início	11/06/11 13:01:28			
Fim	11/06/11 13:02:00			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	45,6



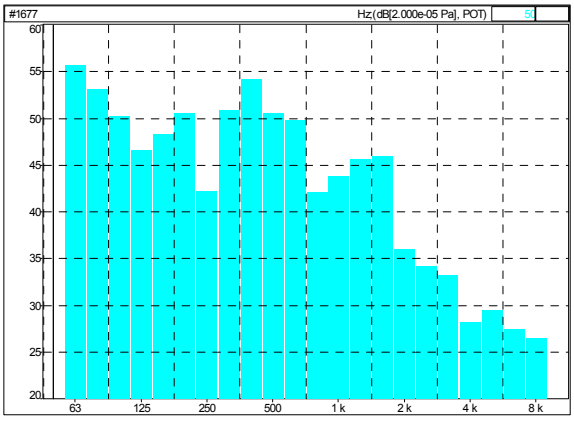
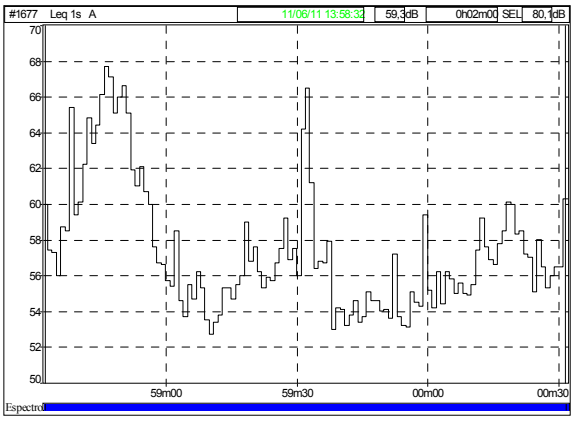


Figura 68 Imagem e *datasheets* da medição no ponto F

7.3.7 Ponto G – Estacionamento leste

Ruído oriundo, principalmente, do estacionamento e da Av. Jaime Fonseca Rodrigues.

Arquivo	Villa013_estacionamento_leste.CMG			
Início	11/06/11 13:58:32			
Fim	11/06/11 14:00:32			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	59,3



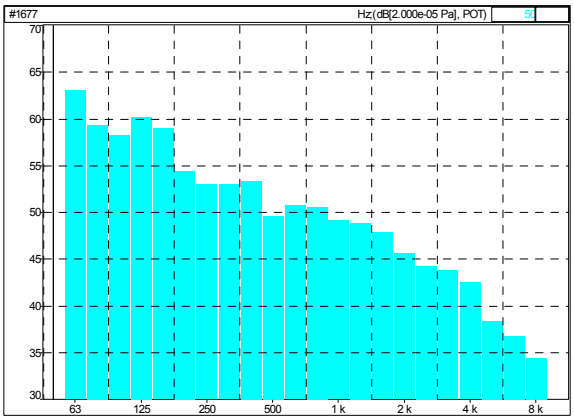
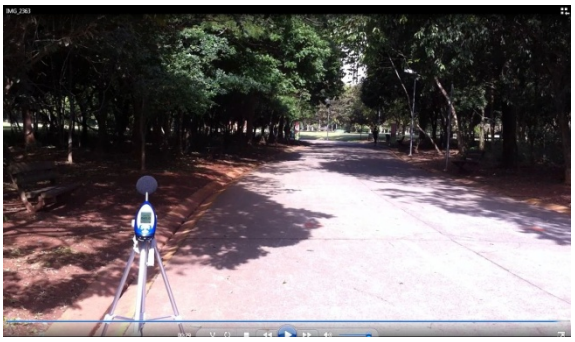


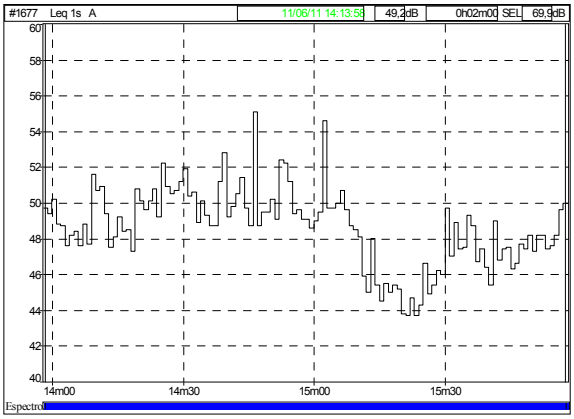
Figura 69 Imagem e *datasheets* da medição no ponto G

7.3.8 Ponto H – Ouvillas entrada

Na passagem pela entrada da Ouvillas, é onde acontece o primeiro contato com o objeto sonoro, atraindo os visitantes à clareira na qual as músicas são reproduzidas. O acesso é por uma passagem de cascalhos, no meio das árvores, com uma placa localizando a trilha de acesso.

Arquivo	Villa015_ouvillas_entrada.CMG			
Início	11/06/11 14:13:58			
Fim	11/06/11 14:15:58			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	49,2





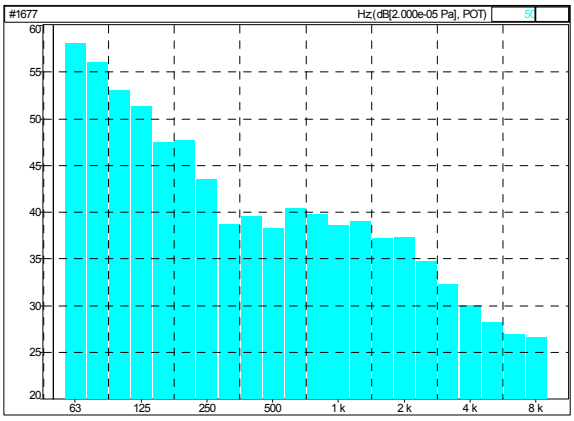
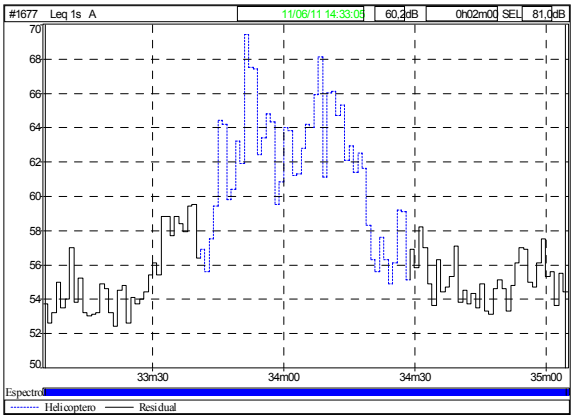


Figura 70 Imagem e *datasheets* da medição no ponto H

7.3.9 Ponto I – Meio esplanada

Ponto central da esplanada. Pode-se perceber, no histórico do tempo, a passagem de um helicóptero.

Arquivo	Villa017_meio_esplanada.CMG	
Localização	#1677	
Tipo de dados Ponderação	Leq A	
Início Fim	11/06/11 14:33:05 11/06/11 14:35:05	
Fonte	Leq específico dB	Duração cumulada hh:mm:ss
Helicoptero	63,1	00:00:48
Residual	55,6	00:01:12
Global	60,2	00:02:00



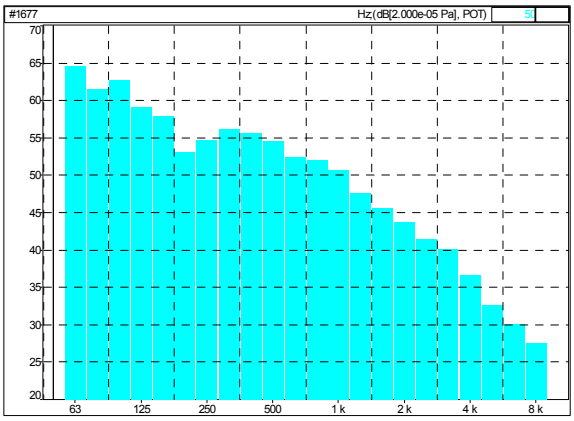
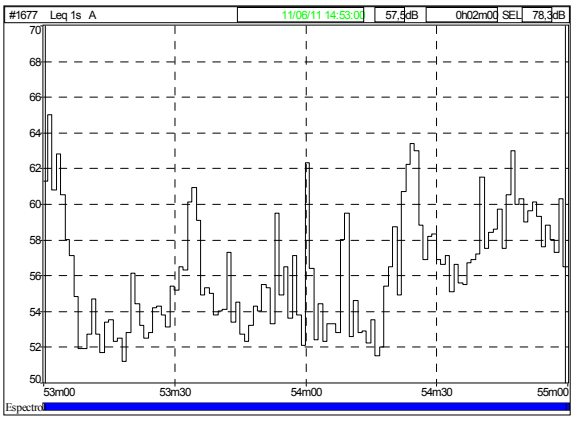


Figura 71 Imagem e *datasheets* da medição no ponto I

7.3.10 Ponto J – Praça de treinamento de cães

Ruído de fundo.

Arquivo	Villa020_praca_caes.CMG			
Início	11/06/11 14:53:00			
Fim	11/06/11 14:55:00			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	57,5



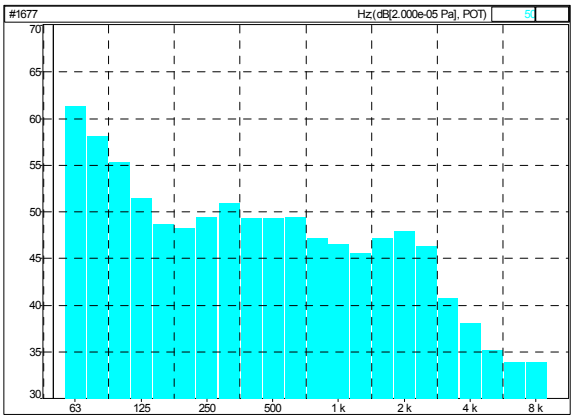
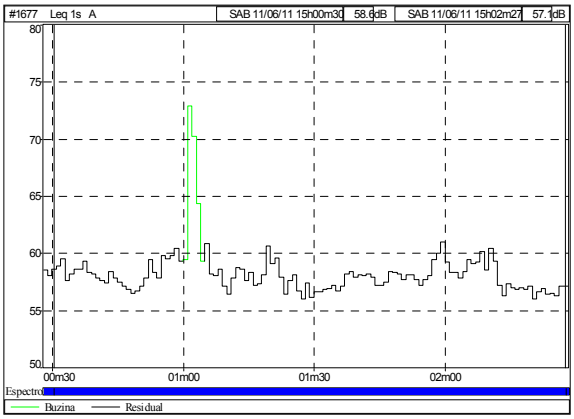


Figura 72 Imagem e *datasheets* da medição no ponto J

7.3.11 Ponto K – Estacionamento norte

Ruído oriundo, principalmente, do estacionamento e da Av. Jaime Fonseca Rodrigues.

Arquivo	Villa021_estacionamento_norte.CMG	
Localização	#1677	
Tipo de dados	Leq	
Ponderação	A	
Início	11/06/11 15:00:28	
Fim	11/06/11 15:02:28	
Fonte	Leq específico dB	Duração cumulada hh:mm:ss
Buzina	68,4	00:00:05
Residual	58,1	00:01:55
Global	59,6	00:02:00



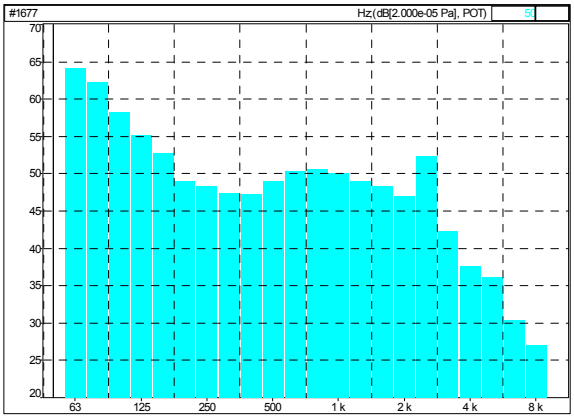
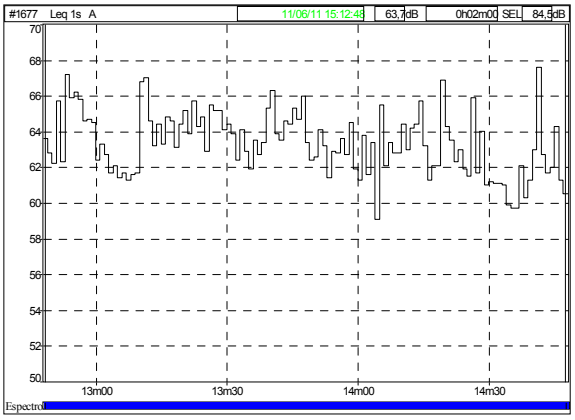


Figura 73 Imagem e *datasheets* da medição no ponto K

7.3.12 Ponto L – Entrada principal

Ruído oriundo, principalmente, do estacionamento e da Av. Jaime Fonseca Rodrigues.

Arquivo	Villa022_entrada_principal.CMG			
Início	11/06/11 15:12:48			
Fim	11/06/11 15:14:48			
Canal	Tipo	Peso	Unidade	Leq
#1677	Leq	A	dB	63,7



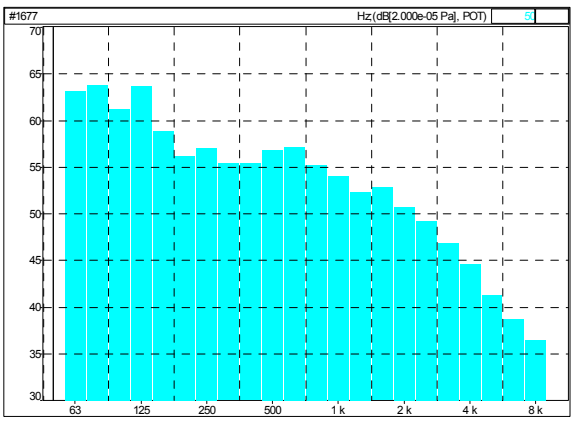


Figura 74 Imagem e *datasheets* da medição no ponto L

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Os levantamentos, medições e mapeamentos indicaram o seguinte:

8.1 Ruído de tráfego urbano

8.1.1 Avaliação quantitativa

Observando o mapa quantitativo de ruídos (Figura 42) ficam evidentes duas principais fontes de ruído: a Marginal Pinheiros e a Av. Jaime Fonseca Rodrigues. Sobre estas fontes, pode-se destacar:

- O mapa apresenta níveis de ruído variando de 46dBA (no circuíto das árvores) a 70dBA (no talude próximo à Marginal Pinheiros);
- Próximo à Marginal Pinheiros, existe uma grande área do parque exposta a níveis mais altos (entre 65 e 70dBA), onde hoje existe uma ciclovia;
- Devido à topografia do terreno do parque e ao grande número de áreas gramadas, os níveis de ruído decrescem rapidamente, porém, mais de 50% do parque está exposto a níveis de ruído superiores a 55dBA;
- A área mais silenciosa encontra-se cercada por grande bosque com folhagem densa.

8.1.2 Avaliação qualitativa

Na parte do parque adjacente à Marginal Pinheiros, o contato visual é direto, reforçando a percepção do tráfego urbano. Há um grande contraste, uma vez que, do outro lado do Rio Pinheiros, é possível visualizar toda a área arborizada da USP. Em geral, ruídos mecânicos, como os provenientes de veículos, são avaliados como desagradáveis, sendo desejável que não sejam percebidos nos locais de descanso e restauração. O ruído dos automóveis evocam as lembranças das horas despendidas no trânsito caótico de São Paulo, não permitindo o distanciamento necessário para o descanso e restauração.

8.1.3 Recomendações

Melhoria acústica na área adjacente à Marginal Pinheiros, junto à ciclovia:

- Podem ser utlizados dispositivos para atenuação do ruído proveniente das marginais (considerado desagradável), que podem ser bermas gramadas ou

barreiras acústicas localizadas dentro do parque, junto ao talude. Esta solução pode ser potencializada com a inclusão de alguma fonte sonora considerada agradável capaz de mascarar o ruído proveniente da Marginal.
Um exemplo de solução seria uma barreira de vidro com uma lâmina d'água escorrendo pela superfície e atingindo um espelho d'água, provocando o ruído de movimento d'água (considerado agradável);

- Execução de barreira acústica nas marginais, junto às pistas, diminuindo, assim, o ruído incidente (considerado desagradável) e eliminado o contato visual com os carros;
- Estas medidas poderiam tornar esta parte do parque mais atrativa, uma vez que esta representa, aproximadamente, 15% da área total (110.000m² dos 732.000m² totais) e não possui nenhum equipamento ou atividade além da ciclovia.

8.2 Ruído de aeronaves

8.2.1 Avaliação quantitativa

Por estar na rota de pouso dos aviões, aeroporto de Congonhas, e próximo a um importante heliporto, Helicidade, existe um grande número de eventos aeronáuticos ao longo do dia.

Durante o período da medição (30 minutos), podemos destacar:

- Ocorreram 11 passagens de aviões comerciais a jato de grande porte, com um nível de ruído total LAeq de 58dBA e nível máximo de ruído LAmax de 69dBA;
- Ocorreram três passagens de helicópteros, com um nível de ruído total LAeq de 58dBA e nível máximo de ruído LAmax de 63dBA;
- De um total de 30 minutos, durante 9 minutos e 55 segundos, era possível identificar o ruído dos aviões (o equivalente a 33% do tempo);
- De um total de 30 minutos, durante 1 minuto e 39 segundos era possível identificar o ruído dos helicópteros (o equivalente a 5,5% do tempo).

8.2.2 Avaliação qualitativa

As aeronaves são onipresentes em todo o parque. Invadem o ambiente sonoro, o dominam por alguns instantes e desaparecem.

8.2.3 Recomendações

Pode-se negociar com os órgãos governamentais um desvio na rota dos helicópteros, desviando a rampa de pousos e decolagens da área do parque.

Outra alternativa seria o mascaramento do ruído em determinadas áreas, criando ilhas onde o ruído das aeronaves não é percebido, o que pode ser feito com ruído de fontes d'água, ou com a introdução, através de sistema de som, de sons da natureza, como insetos e cachoeiras.

8.3 Autódromo de mini-carros a explosão:

8.3.1 Avaliação quantitativa

Foram encontrados, no autódromo de mini-carros a explosão, níveis de LAeq=61dBA, com picos de LAmax=71dBA (Figura 48). O mapeamento não mostra elevação muito significativa nos níveis de ruído do entorno (Figura 49).

8.3.2 Avaliação qualitativa

Apesar de estarem em área sem nenhum atrativo aparente (atualmente é como um estacionamento) várias pessoas se deslocam das ciclovias até lá para assistir às corridas.. O ruído não é constante, e as acelerações dos carrinhos tem uma característica única, facilmente identificável. O aspecto auditivo parece ser o principal fator de atração de pessoas, uma vez que da ciclovia não é possivel indentificar visualmente os carrinhos.

8.3.3 Recomendações

Devido ao poder de atratividade das corridas, recomenda-se uma estrutura para melhor acomodação do público (hoje a maioria assiste as corridas montados nas bicicletas), como uma arquibancada. Seria interessante também que fosse construída uma estrutura vazada para permitir que o som continue atraindo o público para o local.

8.4 Ouvillas:

8.4.1 Avaliação quantitativa

Em Ouvillas, foram encontrados níveis de LAeq=57dBA, com variando entre 46 e 68dBA (Figura 52).

8.4.2 Avaliação qualitativa

A praça estava bem ocupada, com pessoas descansando. O som emitido pelas caixas mascara o ruído de fundo, principalmente o dos aviões. Este modelo de praça sônica já foi aplicado em outros locais com bons resultados, como em um jardim sônico na Itália (LICITRA, 2011). No caso desta praça a música tem um aspecto central, sendo que os elementos físicos de maior destaque são as caixas de som. O ambiente da praça é acolhedor e repousante, ao mesmo tempo que permite a contemplação de uma música tipicamente brasileira muito pouco difundida nas rádios e televisão.

8.4.3 Recomendações

Esta estratégia poderia ser repetida em outros locais do parque, com outros tipos de música, permitindo opção ao usuário em função do gosto musical.

8.5 Anfiteatro:

8.5.1 Avaliação quantitativa

No anfiteatro, foram encontrados níveis de LAeq=81dBA(Figura 60).

8.5.2 Avaliação qualitativa

Apesar dos altos níveis sonoros medidos, toda a área do anfiteatro e entorno estava ocupada por pessoas assistindo ao show. A concepção formal do anfiteatro, com o palco localizado em um nível mais baixo que o restante da esplanada, somente permite contato visual com o artista a uma curta distância. Esta característica aguça a curiosidade e aproxima as pessoas, que tem de se deslocar ao local do evento.

8.5.3 Recomendações

A programação é essencialmente de música amplificada. Poderiam ser reservados horários para apresentações acústicas, como grupos de câmara, percussão, violão e

voz, para permitir uma variação e certo suspense sobre qual será o evento daquele dia.

8.6 Quadras de basquete, brinquedos sonoros e *playgrounds*:

8.6.1 Avaliação quantitativa

Foram avaliados os ambientes abaixo, com os respectivos níveis sonoros LAeq medidos:

Tabela 5 – Níveis medidos nos espaços

Ponto	Descrição	Nível LAeq dBA
3	Quadra de basquete	64
7	Brinquedo sonoro da Esplanada	58
9	Brinquedo sonoro *playground* central	69
8	*Playground* central	59
5	*Playground* leste	54

8.6.2 Avaliação qualitativa

Os ambientes onde se tem atividade humana, como *playgrounds* e áreas para prática de esportes, costumam ser avaliadas como locais excitantes.

As quadras de basquete localizam-se logo na entrada, e a movimentação dos jogadores, juntamente com os ruídos das bolas e jogadores, atraem a atenção de quem entra instantaneamente, juntando pessoas ao redor das quadras.

Os *playgrounds* também são pontos focais da atenção, com concentração das crianças e dos sons das brincadeiras.

A presença dos brinquedos sonoros se mostra interessante na medida que estimula a interação entre usuários na criação do espaço sonoro. Durante os *soundwalks*, diversas crianças e adultos os utilizaram.

8.6.3 Recomendações

O aumento no número de instrumentos (hoje são tambores de latão e tubos suspensos) pode tornar o uso dos brinquedos mais lúdico e com uma maior riqueza sonora.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parques em uma área urbana e caótica como São Paulo acabam sendo muito importantes na restauração e descanso da população.

Pesquisas indicam que os **sons de origem mecânica**, como tráfego urbano, aeronaves e máquinas em geral, são vistos pela população como **desagradáveis** (AXELSSON, NILSSON e BERGLUND, 2010) e, portanto, são potenciais causadores de estresse.

Observa-se que o projeto destas áreas de lazer devem proteger os usuários destes ruídos indesejáveis, por meio de sua redução (posicionamento das áreas em relação às fontes de ruído, barreiras acústicas, substituição de pavimento, gerenciamento do tráfego rodoviário e aeronáutico, etc.) ou através de dispositivos de mascaramento destes ruídos por sons avaliados de maneira positiva pelos usuários (como fontes com ruído d'água, música, ruídos de animais, etc.).

No caso do Parque Villa Lobos, existe uma grande via de tráfego (Marginal Pinheiros) e intenso tráfego aéreo (aviões e helicópteros). Foram dadas recomendações para **atenuação e mascaramento destes ruídos** (itens 8.1 e 8.2)

Também foi apresentado que ambientes ideais para **restauração e descanso não são necessariamente os mais silenciosos**, que podem ser interpretados por alguns como agradáveis e repousantes, mas, por outros, como tediosos e sem vida.

A construção de um ambiente sonoro rico pode permitir ao usuário a **construção da sua experiência**, alternando espaços silenciosos, espaços de contemplação da natureza, espaços musicais, espaços de atividade humana, com brincadeiras para as crianças, atividades esportivas, etc. O **contexto** no qual este ambiente sonoro acontece exerce um papel decisivo na percepção destes espaços e seu entendimento como um todo é fundamental para a construção de espaços realmente restauradores e agradáveis.

Por meio de caminhadas exploratórias no parque Villa Lobos foram selecionados alguns *soundscapes* que, por algum motivo, captaram a atenção do pesquisador. Os *soundscapes* selecionados foram avaliados quantitativamente e qualitativamente, e,

baseados nos resultados, foram feitas recomendações e observações (itens 8.3, 8.4, 8.5 e 8.6).

O fato de tantas pessoas a se reunirem em parques para compartilhar o espaço de lazer pode ser interpretado como fruto da necessidade humana de agrupamento, do prazer na experiência coletiva. Os grupos formados ao longo do parque se formam dividindo um mesmo ambiente sonoro. Este é um sinal preliminar de afinidade, uma vez que aquele ambiente atraiu aquelas pessoas naquele determinado contexto. A experiência musical na Praça Ouvilas e no Anfiteatro agrupam pessoas com intenções semelhantes, reforçando a sensação de pertencer a um grupo.

Efeito semelhante se da nos playgrounds, onde é nítido o bem estar de pessoas sentadas ou interagindo com as crianças nos brinquedos. São soundscapes cheios de vida, onde todos já passamos quando crianças e podem trazer consigo lembranças de nossa própria infância.

O projeto de parques pode levar em conta que a criação do soundscape (experiência auditiva) pode ser análoga a construção do landscape (experiência visual), onde a diversidade de vegetação, mobiliário, texturas, luzes, etc. já é feita pelos arquitetos paisagistas de maneira mais evidente. A percepção do soundscape, quando comparada à percepção do landcaspe, se dá de maneira mais sutil, invisível, porém com um componente emocional muito forte. Musicas, sons de crianças, cantos de pássaros,etc. podem ser gatilhos para sensações de eventos anteriores, enriquecendo a experiência.

9.1 Limitações do procedimento e indicações para futuros trabalhos

Ainda estão em desenvolvimento procedimentos normatizados para a medição da qualidade dos *soundscapes*. Devido à restrição de recursos, as avaliações deste trabalho contaram apenas com a percepção do pesquisador a respeito dos *soundscapes* estudados, observando o comportamento dos usuários em função da presença ou ausência de fontes sonoras. São precisos mais estudos e a criação e aplicação de questionários para um maior entendimento da resposta dos usuários ao *soundscapes* existentes no parque.

As medições foram realizadas em um sábado. Podem ser feitas avaliações em outros dias e em determinadas épocas do ano para entender como estes eventos sonoros variam, uma vez que a frequência é uma componente importante na avaliação do *soundscape*.

Outros parques e áreas abertas podem ser estudados para uma visão global do *soundscape* na cidade de São Paulo. A partir destes trabalhos, podem ser criadas diretrizes para projetos de novos parques e para melhoria das condições dos *soundscapes* existentes.

10. REFERÊNCIAS

AXELSSON, Ö. **The ISO 12913 series on soundscape**. Forum Acusticum 2011. Aalborg, Dinamarca: [s.n.]. 2011.

AXELSSON, Ö.; NILSSON, M. E. **On sound source identification and taxonomy in soundscape research**. Internoise 2010. Lisboa, Portugal: [s.n.]. 2010.

AXELSSON, Ö.; NILSSON, M. E.; BERGLUND, B. A principal components model of soundscape perception. **The journal of Acoustical Society of America**, Novembro 2010. 2836-2846.

BENTO COELHO, J. L.; ALARCÃO, D. **Noise Mapping and noise abatement plans in large cities in Portugal**. The 2005 Congress and Exposition on Noise Control Engineering. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: CD do congresso. 2005.

BERGLUND, B.; NILSSON, M. E.; AXELSSON, Ö. **Soundscapes psychophysics in place**. Internoise 2007. Istanbul: Available on CD. 2007.

BOTTELDOOREN, D. et al. **Understanding urban and natural soundscapes**. Forum Acusticum 2011. Aalborg, Dinamarca: [s.n.]. 2011.

BOUBEZARI, M. **Predictive Soundscape Mapping**. Forum Acousticum 2011. Aalborg - Dinamarca: [s.n.]. 2011.

BOUBEZARI, M.; BENTO COELHO, J. L. **Towards Qualitative Sound Maps With Diffentiated Sources**. Acústica 2004. Guimarães, Portugal: [s.n.]. 2004.

BOUBEZARI, M.; BENTO COELHO, J. L. **Masking Method for Qualitative Noise Maps**. Twelfth International Congress on sound and Vibration. Lisboa, Portugal: [s.n.]. 2005.

BROWN, A. L.; KANG, J.; GJESTLAND, T. Towards Standardization in soundscape preference assessment. **Applied Acoustics**, 04 jan. 2011. 387-392.

BRUNN, S.; WILLIAMS, J.; ZEIGLER, D. **Cities of the World**. [S.l.]: ROWMAN & LITTLEFIELD, 2003. 258-260 p p.

COMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Future Noise Policy - European Commission - Green Paper**. Commission of the European Communities. Brussels. 1996.

COST. **Cost - European Cooperation in Science and Technology**, 2012. Disponivel em: <http://www.cost.esf.org/about_cost>. Acesso em: 24 jan. 2012.

COST TD 0804. **Memorandum of Understanding:** Soundscape of European Cities and Landscapes, 2011. Disponivel em: <http://soundscape-cost.org/documents/MoU-full.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2011.

CPTM. Companhia de Trens Metropolitanos, 2011. Disponivel em: <http://www.cptm.sp.gov.br/E_REDECPTM/REDE/esquema_estacao.asp?menu=9>. Acesso em: 22 maio 2011.

DI GABRIELE, M. et al. **Towards a soundscape classification of urban spaces**. Forum Acusticum. Aalborg, Dinamarca: [s.n.]. 2011.

DÖKMECI, P. N.; KANG, J.; JOHNSON, N. **Indoor soundscaping of different public spaces:** analysis on sound environment, architecture and function. Forum Acusticum 2011. Aalborg, Dinamarca: [s.n.]. 2011.

ECAC. **European Civil Aviation Conference Document 29 "Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports"**. [S.l.]. 1997.

FUENTES, E. A. **Levantamiento de Información de Entrada de Modelo de Predicción de Ruido y Aplicación en Caso Piloto**. CONAMA - CHILE. ÑUÑOA. 2008.

GERGELY, B. **European Noise Policy - Directive 2002/49/EC**. Internoise 2010. Lisboa, Portugal: [s.n.]. 2010.

GOOGLE MAPS. Google. **Google Maps**, 2011. Disponivel em: <www.google.com.br>. Acesso em: 2011.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Parque Villa Lobos, 2011. Disponivel em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/parquevillalobos/>. Acesso em: 19 maio 2011.

GUEDES, I. C. M. **Influência da forma urbana em ambiente sonoro:** Um estudo no Bairro Jardins em Aracaju (SE). Campinas: Dissertação, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

HELMER, R. Prefácio do documento "Guidelines for Community Noise". **World Health Organization**, 1999. Disponivel em: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/Comnoisefor.htm>. Acesso em: 31 jan. 2011.

HONG, J. Y.; LEE, P. J.; JEON, J. Y. **Evaluation of urban soundscape using soundwalking**. ICA International Congress on Acoustics. Sydney, Australia: [s.n.]. 2010.

IMAGINE. State of the Art - Deliverable 2 of the IMAGINE project. **IMAGINE**, 2004. Disponivel em: <http://www.imagine-project.org/>. Acesso em: 25 fevereiro 2011.

IMAGINE. Guidelines and good practice on strategic noise mapping - Deliverable 8 of the IMAGINE project. **IMAGINE**, 2007. Disponivel em: <http://www.imagine-project.org/>. Acesso em: 19 abril 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO-9613-2 - Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation.** [S.l.]. 1996.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO-1996-2 - Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels**. [S.l.]. 2007.

KALISKI, K. **Challenges and opportunities for noise mapping in United States**. Acoustics. Paris: [s.n.]. 2008.

KANG, J. **Towards Science and Practice of Soundscape:** COST ActionTD 0804 - Sondscape of European Cities and Landscapes. Forum Acusticum 2011. Aalborg, Dinamarca: [s.n.]. 2011.

LICITRA, G. **Assessment of the soundscape perceived in the sonic garden of Bisarno Castle in Florence**. Forum Acusticum. Aalborg, Dinamarca: [s.n.]. 2011.

MA, H.; ZHANG, S. **Analysis of sound environment in coastwise area of Haihe river and preliminary study on its soundscape design and soundscape expression method**. ICA International Congress on Acoustics. Sydney, Australia: [s.n.]. 2010.

MARDONES, M. D. M. **Mapeamento dos Níveis de Ruído em Copacabana, Rio de Janeiro, Através de Simulação Computacional**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

MORAES, E. **Mapa de ruídos da Zona Comercial de Belém, uma parcela do mapa de ruídos da cidade de Belém - Brasil**. TecniAcústica. Bilbao, Espanha: [s.n.]. 2003.

NARDI, A. S. L. V. **Mapeamento sonoro em ambiente urbano. Estudo de caso: área central de Florianópolis**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2008.

PAQUETTE, D. **DESCRIBING THE CONTEMPORARY SOUND ENVIRONMENT:** AN ANALYSIS OF THREE APPROACHES, THEIR SYNTHESIS, AND A CASE STUDY OF COMMERCIAL DRIVE, VANCOUVER, BC. Vancouver, Canadá: [s.n.], 2002.

PARLAMENTO EUROPEU. **DIRECTIVA 2002/49/CE**. [S.l.]: [s.n.]. 2002.

PAVIOTTI, M. **The new Common Method?** UIC Workshop. Copenhagen: [s.n.]. 2009.

PINTO, F.; SLAMA, J.; ISNARD, N. **Sensitivity of Noise Mapping Results to the Geometric Input Data**. The 2005 Congress and Exposition on Noise Control Engineering. Rio de Janeiro, Brasil: [s.n.]. 2005.

PROBST, W.; HUBER, B. **ICAN - Instruction for the calculation of aircraft noise and for noise mapping around airports**. ICSV 16 - The Sisteenth International Congress on Sound and Vibration. Krakóv: [s.n.]. 2009.

RAIMBAULT, M.; DUBOIS, D. Urban soundscapes: Experiences and knowledge. **j.Cities**, 2005.

SCHAFER, R. M. **A afinação do mundo**. 1ª edição. ed. [S.l.]: [s.n.], 1977.

SCHOMER, P. et al. **On Efforts to Standardize a Graphical Description of the Soundscape Concept**. Internoise 2010 - Noise and Sustainability. Lisboa: [s.n.]. 2010.

SCHULTE-FORTKAMP, B. **The tuning of noise pollution with respect to expertise of people's mind**. Internoise 2010. Lisboa, Portugal: [s.n.]. 2010.

SCHULTE-FORTKAMP, B.; LERCHER, P. **The importance of soundscape research for the assessment of noyse annoyance at the level of the community**. TecniAcustica. Bilbao: [s.n.]. 2003.

SEMAM FORTALEZA. **Secretaria de Meio Ambiente e Controle Urbano**, 2011. Disponivel em: <http://www.fortaleza.ce.gov.br/semam/index.php?option=com_content&task=view&id=59>. Acesso em: 2011 abr. 21.

SERRA, G. G. **Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo:** guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação. São Paulo: Edusp : Editora Mandarim, 2006.

SINIA-CHILE. Mapas de Ruído - Comunas de Providência e Antofagasta. **SINIA**, 2011. Disponivel em: <http://www.sinia.cl/1292/w3-article-49823.html>. Acesso em: 29 abril 2011.

SOARES, A. C. L.; COELHO, J. L. B. **Estudo das Paisagens sonoras de dois parques públicos da cidade de Belém**. XXIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica. Salvador, Bahia, Brasil: [s.n.]. 2010.

SPANG, K. Soundscape Support to Health - Summary of studies and results - Foreword, 2009. Disponivel em: <http://www.soundscape.nu/program/ljudlandskap/soundscape.4.7017056e11fcce66e6580004974.html>. Acesso em: 11 nov. 2011.

THE SCOTTISH GOVERNMENT. **Scottish Noise Mapping**, 2008. Disponivel em: <http://www.scottishnoisemapping.org>. Acesso em: 29 abril 2011.

TOZZI, D. **Arquiteto Decio Tozzi**. São Paulo: D'Auria Editora, 2005. 203 p.

TRUAX, B. Handbook for Acoustic Ecology, Vancouver, Canadá, 1978. Disponivel em: <http://www.sfu.ca/~truax/wsp.html>. Acesso em: 01 maio 2011.

UNITED NATIONS. **United Nations Population Information Network**, 2005. Disponivel em: <http://www.un.org>. Acesso em: 2011 abr. 29.

WG-AEN. **Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure**. Working Group Assessment of Exposure to Noise. [S.l.]. 2006.

WOLD FORUM FOR ACOUSTIC ECOLOGY. World Forum for Acoustic Ecology, 2011. Disponivel em: <http://wfae.proscenia.net/journal/>. Acesso em: 20 jan. 2012.

ZANNIN, P. H. T. Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, p. 521-4, 2002. disponível em http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n4/11773.pdf.

ANEXO 1 – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

TOTAL SAFETY
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE ELETROACÚSTICA
RBC - REDE BRASILEIRA
DE CALIBRAÇÃO

Calibração NBR ISO/IEC 17025
CAL 0307

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC3-7533-365

1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

Data da calibração: 17/08/10
Processo: 10643

Nome: Harmonia Acústica Ltda.
Endereço: Rua Fidalga, 545 - Sala 03 - Vila Madalena - São Paulo - SP - Cep: 05432-070

Equipamento: Medidor Integrador de Nível Sonoro
Fabricante: 01dB
Modelo: Solo
Classe: 1

Número de Série: 61677
Identificação: ---

2- PADRÃO E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Calibrado em:	Certificado:	Emitente:	Validade:
Gerador Arbitrário	P144	01/09/2009	DIMCI 2258/2009	INMETRO	01/09/2011

Atenuador de Passo	P127	Higrômetro	P107
Termômetro	P108	Barômetro Digital	P106
Cronômetro Digital	P111	Microfone Equivalente	P124

3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

Procedimento: IT-522: Método de calibração de acordo com as normas IEC 60651:1979 - Medidor de Nível Sonoro e IEC 60804:1985 - Medidor Integrador de Nível Sonoro, como aplicável.

Características: São realizados os testes de linearidade, ponderação em freqüência, detetor de r.m.s., ponderação temporal, média temporal e resposta a pulsos de sentido positivo e negativo, como aplicável .

Condições ambientais: Temperatura: 17,7 ºC, Umidade Relativa: 66 %, Pressão Atmosférica: 93,8 kPa.

Observações gerais:

1- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.

2- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.

3- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor Integrador de Nível Sonoro acima descrito, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.

4- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emitente. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.

Executante: _____ Responsável: _____ Página: 1/4

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou a sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades – SI).

TOTAL SAFETY

CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE ELETROACÚSTICA
Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre/INMETRO
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o Nº 307.

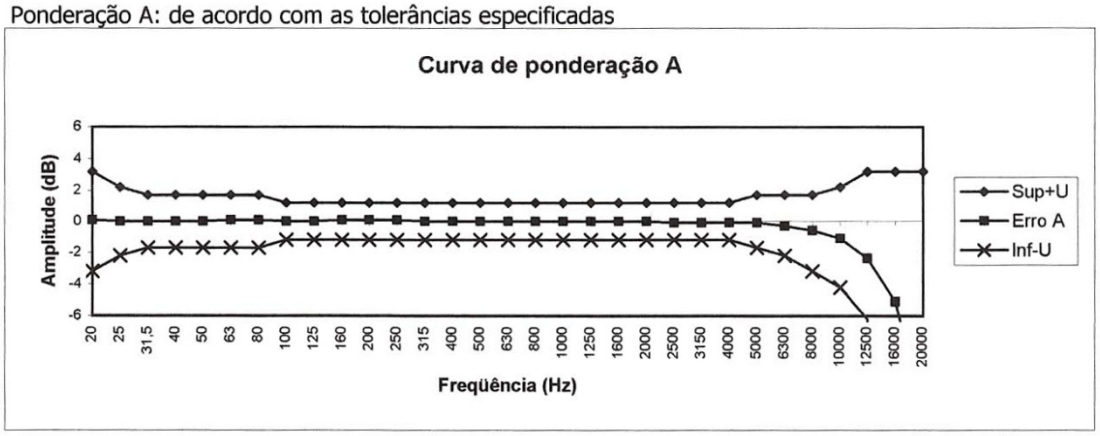
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC3-7533-365

4- RESULTADOS E DECLARAÇÃO DA INCERTEZA

Nível de Referência: 130 dB — U= Incerteza

Freqüência Nominal (Hz)	Limite Superior + U (dB)	Limite Inferior - U (dB)	Erro Curva A (dB)	Erro Curva B (dB)	Erro Curva C (dB)	Erro Curva Lin (dB)
20	3,2	-3,2	0,1	0,1	0,1	0,1
25	2,2	-2,2	0,0	0,1	0,1	0,1
31,5	1,7	-1,7	0,0	0,1	0,1	0,1
40	1,7	-1,7	0,0	0,2	0,1	0,1
50	1,7	-1,7	0,0	0,2	0,1	0,1
63	1,7	-1,7	0,1	0,0	0,1	0,1
80	1,7	-1,7	0,1	0,1	0,1	0,1
100	1,2	-1,2	0,0	0,1	0,1	0,1
125	1,2	-1,2	0,0	0,1	0,1	0,1
160	1,2	-1,2	0,1	0,1	0,1	0,1
200	1,2	-1,2	0,1	0,0	0,1	0,1
250	1,2	-1,2	0,1	0,0	0,1	0,1
315	1,2	-1,2	0,0	0,0	0,1	0,1
400	1,2	-1,2	0,0	0,1	0,1	0,1
500	1,2	-1,2	0,0	0,1	0,1	0,1
630	1,2	-1,2	0,0	0,0	0,1	0,1
800	1,2	-1,2	0,0	0,0	0,1	0,0
1000	1,2	-1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
1250	1,2	-1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
1600	1,2	-1,2	0,0	-0,1	0,0	0,0
2000	1,2	-1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
2500	1,2	-1,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
3150	1,2	-1,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
4000	1,2	-1,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
5000	1,7	-1,7	-0,1	-0,2	-0,2	0,0
6300	1,7	-2,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,1
8000	1,7	-3,2	-0,6	-0,6	-0,6	-0,1
10000	2,2	-4,2	-1,1	-1,1	-1,2	-0,1
12500	3,2	-6,2	-2,4	-2,4	-2,4	-0,1
16000	3,2	-Inf	-5,1	-5,2	-5,2	0,0
20000	3,2	-Inf	-11,9	-11,9	-11,9	0,1

Ponderação A: de acordo com as tolerâncias especificadas



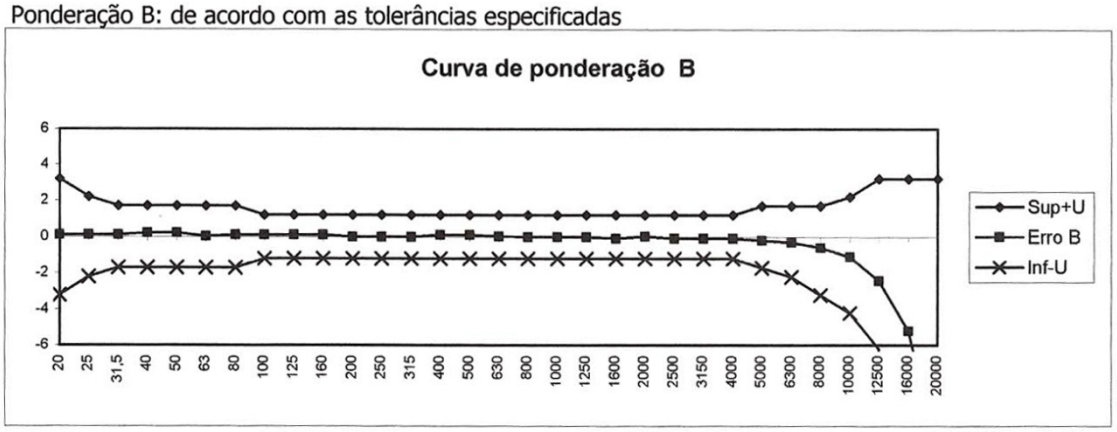
Executante: _____ Responsável: _____ Página: 2/4

TOTAL SAFETY

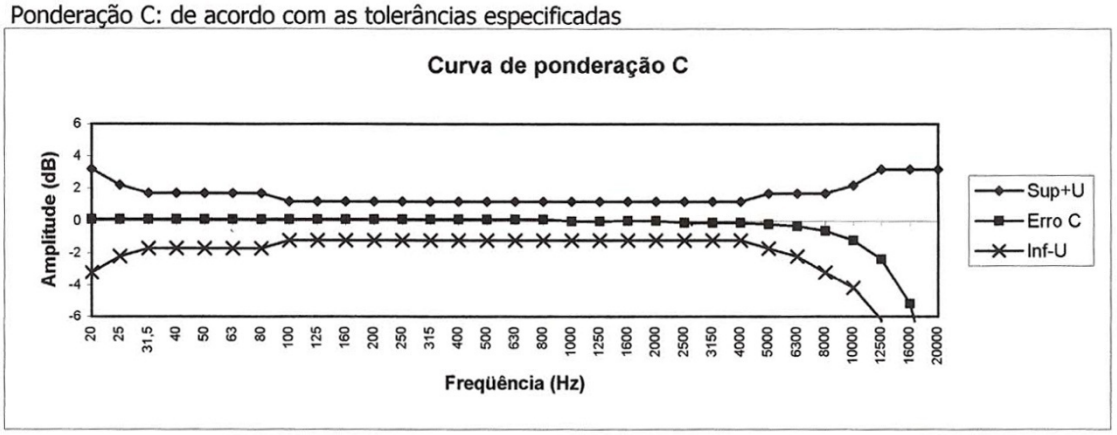
CALILAB - LABORATÓRIO DE ELETROACÚSTICA
Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre/INMETRO
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o Nº 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC3-7533-365

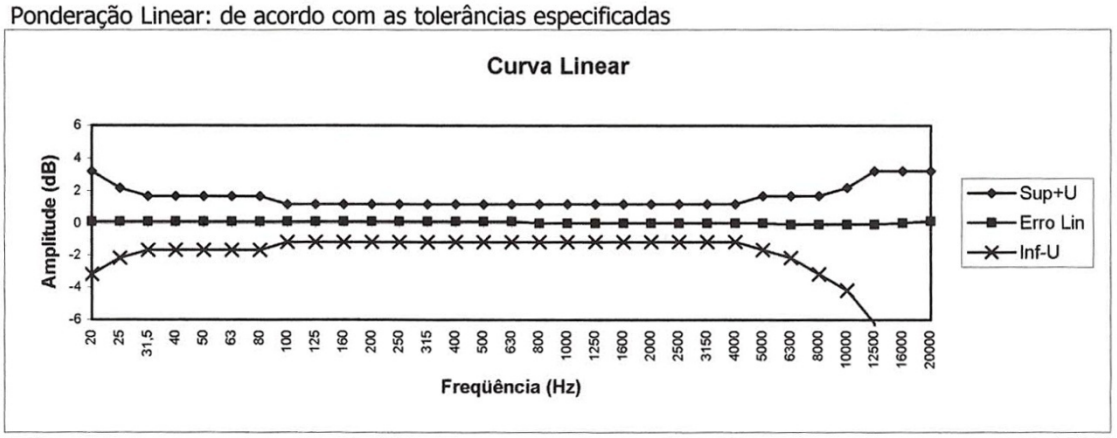
Ponderação B: de acordo com as tolerâncias especificadas



Ponderação C: de acordo com as tolerâncias especificadas



Ponderação Linear: de acordo com as tolerâncias especificadas



Executante: _____ Responsável: _____

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09581-380 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555

TOTAL SAFETY

CALILAB - LABORATÓRIO DE ELETROACÚSTICA

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre/INMETRO de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o Nº 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC3-7533-365

RESUMO DOS RESULTADOS:

Teste	Resultado	Observações	Tolerância+U (dB)	+/-U (dB)	k
Linearidade (Externa)	de acordo	de 17 a 137 dB	[1,2 ; -1,2]	0,2	2,04
Ponderação A	de acordo	ver gráfico	Tabela pág.2	0,2	2,37
Ponderação B	de acordo	ver gráfico	Tabela pág.2	0,2	2,37
Ponderação C	de acordo	ver gráfico	Tabela pág.2	0,2	2,37
Ponderação Linear	de acordo	ver gráfico	Tabela pág.2	0,2	2,37
RMS (FC=3)	de acordo	tolerância atendida:	[0,7 ; -0,7]	0,2	2,00
RMS (FC=5)	de acordo	tolerância atendida:	[1,2 ; -1,2]	0,2	2,00
RMS (FC=10)	de acordo	tolerância atendida:	[1,7 ; -1,7]	0,2	2,00
Ponderação Fast	de acordo	tolerância atendida:	[1,2 ; -1,2]	0,2	2,05
Ponderação Slow	de acordo	tolerância atendida:	[1,2 ; -1,2]	0,2	2,05
Pond. Impulse (20 ms)	de acordo	tolerância atendida:	[2 ; -2]	0,5	3,31
Pond. Impulse (5 ms)	de acordo	tolerância atendida:	[2,5 ; -2,5]	0,5	3,31
Pond. Impulse (2 ms)	de acordo	tolerância atendida:	[2,5 ; -2,5]	0,5	3,31
Integrador (Leq)	de acordo	tolerância atendida:	(0,5 e 1) + U *	0,2	2,00
Detetor Peak	---	---	---	---	---

* As tolerâncias previstas na norma variam conforme cada um dos testes aplicáveis ao integrador

MNS = Medidor de Nível Sonoro

Executante: David Bello
Técnico de Laboratório - Signatário Autorizado

Responsável: Reinaldo Martins
Técnico de Laboratório - Signatário Autorizado

Data da emissão: 17/08/10

ANEXO 2 – LICENÇA DE USUÁRIO – *SOFTWARE* DB TRAIT

01dB Software licences

AREVA

29/06/2010

Customer N°: 22 208

HARMONIA ACUSTICA (01dB Brasil)

System Name: dBEnv for BlueSolo #61677

Software Version: **5.200**

Installation

Serial : 56C0-0000-0088

Software Activation

dBBATI32	CDWM4G-UTB3F-1D21T
Acquisition system(s) / Sound level meter(s):	/ 1677

dBTRAIT32	H36DBN-2ZBEW-TEH4E-TF3
Acquisition system(s) / Sound level meter(s):	/ 1677

ANEXO 3 – LICENÇA DE USUÁRIO – *SOFTWARE* CADNA A

DataKustik GmbH
Software
Technische
Dokumentation
und Ausbildung für den
Immissionsschutz

DataKustik GmbH
Software
Technical
Documentation
and Training for
Immission Protection

http://www.datakustik.de

Greifenberg, 14th November 2007

Datakustik GmbH Gewerbering 5 D-86926 Greifenberg
Harmonia Acustica Ltda.
Attn. Davi Akkerman
R. Fidalga 545 - Cj. 03 / V. Madalena
Sao Paulo
Brasil

CadnaA Software Registration Certificate

We hereby confirm that Harmonia Acustica Ltda. is a registered user of CadnaA Noise Prediction Software with the following configuration:

CadnaA Basic + Extension BMP (Article No. DCA3S-PBB-F)

Standards ISO 9613, RLS-90, SRM II

Copy Protection with USB Dongle No. 3166

i. A. Tina Hahn
DataKustik GmbH

Gewerbering 5
D-86926 Greifenberg
Germany
Phone +(0)8192-93308-0
Fax +(0)8192-93308-89
info@datakustik.de

Geschäftsführung
Managing Directors
Dr. Wolfgang Probst
Bernd Huber
Amtsgericht Augsburg
Registration No. HRB 20375

Bank Name: Sparkasse Landsberg-Dießen
Konto/Account 8145401
BLZ/Code 70052060
IBAN: DE29700520600008145401
BIC: BYLADEM1LLD
Adress Street: Hauptplatz 1-7
Postcode: 86899 City:Landsberg

ISO 9001
REGISTERED FIRM