

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

FERNANDO CUNHA DE ANDRADE

**ELABORAÇÃO DE UM MAPA ACÚSTICO PARA A REGIÃO CENTRAL DE  
CURITIBA E PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO AO CENTRO DA CIDADE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CURITIBA  
2012

FERNANDO CUNHA DE ANDRADE

**ELABORAÇÃO DE UM MAPA ACÚSTICO PARA A REGIÃO CENTRAL DE  
CURITIBA E PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO AO CENTRO DA CIDADE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Área de Concentração: Construção Civil. Linha de Pesquisa: Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

CURITIBA  
2012

FERNANDO CUNHA DE ANDRADE

**ELABORAÇÃO DE UM MAPA ACÚSTICO PARA A REGIÃO CENTRAL DE  
CURITIBA E PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO AO CENTRO DA CIDADE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Área de Concentração: Construção Civil. Linha de Pesquisa: Sistemas de Produção.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Rafael Antonio Comparsi Laranja  
(UFRGS)

Curitiba, 30 de novembro de 2012.



## TERMO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO N.º 24

### ELABORAÇÃO DE UM MAPA ACÚSTICO PARA A REGIÃO CENTRAL DE CURITIBA E PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO AO CENTRO DA CIDADE

POR

**FERNANDO CUNHA DE ANDRADE**

Esta dissertação foi apresentada às 14:00 horas do dia 30 de novembro de 2012, como requisito parcial para a obtenção do título de **MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL**, área de Construção Civil, linha de pesquisa de Sistemas de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. O Candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

aprovado  
(aprovado / reprovado)

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai  
(UTFPR - Orientador)

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano  
(UTFPR)

Prof. Dr. Rafael Antonio Comparsi Laranja  
(UFRGS)

Visto da Coordenação:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai  
Coordenador do PPGEC

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai, orientador desta dissertação.

Ao aluno do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UTFPR Leandro Sopchaki.

Aos alunos do Curso Técnico de Segurança do Trabalho da UTFPR, Andressa, Ananda, Gabriela, Eduardo e Leandro.

A Fundação Araucária, por me apoiar neste trabalho.

Aos meus pais Luiz e Carmen Regina, a quem devo minha educação.

Aos meus irmãos Fábio, Fabrício, Felipe e Lucas.

Aos meus sobrinhos Lara, Luca, Carlo e Arthur.

A todos meus amigos em especial, ao Mejardo, Rocha, Miranda, Nech, Ulaf, Detch, Onuka, Rosa, Spinello e Cipriano.

Aos outros professores do curso que direta ou indiretamente também contribuíram para a realização deste estudo.

Simplesmente, obrigado!

## RESUMO

ANDRADE, Fernando Cunha. Elaboração de um mapa acústico da região central de Curitiba e principais vias de acesso ao centro da cidade. 2012. 90f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba 2012.

O ruído urbano vem sendo cada vez mais uma grande preocupação para a sociedade moderna. Diante disto, este estudo de caso tem como objetivo elaborar um mapa acústico com os níveis de pressão sonora da região central de Curitiba e principais vias de acesso ao centro, a fim de se conhecer quais níveis de ruído estão expostos os cidadãos e trabalhadores e identificar áreas com valores sonoros acima dos permitidos pela legislação. A metodologia adotada para a confecção do mapa acústico desta pesquisa tem como referência a norma NBR 10151, a qual estabelece critérios para os medidores de pressão e para as condições de medição. Na primeira fase foram feitas medições dos níveis de ruído presentes em 416 pontos do centro da cidade e das principais vias de acesso ao mesmo. Posteriormente levantou-se a altura das edificações de toda a região mensurada para confecção do mapa acústico por meio do *software* CADNAA. Os resultados obtidos foram comparados com a Lei Municipal Ordinária de Curitiba nº 10625, de 19 de dezembro de 2002, a qual define que no período diurno (07h01min até 19h00min) o limite de pressão sonora é de 65dB(A) para a zona central, e mostraram que todos os pontos de medições estavam acima do limite permitido pela referida Lei. Concluiu-se que o mapa acústico é uma ferramenta visual muito interessante para visualização dos níveis de ruído em determinado local e que Curitiba precisa tentar se precaver, pois os valores de ruído encontrados superam o limite de sua Lei municipal. Desta forma recomendam-se ações simples e objetivas como a utilização de motores híbridos para frotas de ônibus e caminhões.

**Palavras Chaves:** Mapa acústico. Nível de pressão sonora. Atenuação da pressão sonora. Conforto Acústico.

## ABSTRACT

ANDRADE, Fernando Cunha. Developing an Acoustics Map central Curitiba and four main roads leading to the center of town. 2012. 90 pages. Master Thesis – Postgraduate Program in Civil Engineering, Universidad Technologic do Paraná. Curitiba 2012.

The urban noise has been increasingly becoming a major concern for modern society. Given this, this case study aims to map the acoustic sound pressure levels in the central region of Curitiba and main access roads to the center in order to know what levels of noise exposed workers and citizens identify and areas with sound values above those allowed by law. The methodology adopted for the preparation of this research has acoustic map as a reference to NBR 10151, which establishes criteria for pressure gauges and measurement conditions. In the first phase measurements were made of the noise levels present in 416 points of the city center and the main access routes to it. Later raised the height of buildings across the region to prepare for the measured acoustic map through software CadnaA. The results were compared to Ordinary Curitiba Municipal Law No. 10,625, of December 19, 2002, which states that during the daytime (07h01min 19:00 until) limit sound pressure level is 65dB (A) for the central zone. In conclusion it was found that all points of measurement are above the limit allowed by local law. Thus actions are recommended simple and straight forward as using hybrid engines for trucks and bus fleets.

**Keywords:** Acoustic Map. Sound pressure level. Attenuation of sound pressure. Acoustic comfort.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico de Ruído do Tipo Contínuo .....	23
Figura 2 - Gráfico de Ruído do Tipo Intermitente.....	24
Figura 3 - Gráfico de Ruído de Impacto .....	25
Figura 4 - Curvas de compensação .....	26
Figura 5 - Ilustração do Leq em função de um ruído intermitente qualquer.....	30
Figura 6 - Efeito do ruído no organismo .....	36
Figura 7 - Orelha Humana.....	38
Figura 8 - Mapa acústico elaborado para alguns pontos do centro da cidade de Curitiba.....	45
Figura 9 - Mapa acústico elaborado para o centro de Maringá .....	46
Figura 10 - Mapeamento de ruído diurno na cidade de Zaragoza na Espanha .....	47
Figura 11 - Mapa Acústico da cidade de Madri na Espanha.....	48
Figura 12 - Procedimento para coleta do nível de pressão sonora .....	50
Figura 13 - Pontos onde foram realizadas as medições .....	53
Figura 14 - Mapa do centro da cidade de Curitiba .....	55
Figura 15 – Pontos de medição dos níveis equivalentes de ruído do centro da cidade de Curitiba.....	57
Figura 16 - Pontos de medição dos níveis equivalentes de ruído das principais vias de acesso ao centro de Curitiba.....	58
Figura 17 – Levantamento das alturas para geração do mapa, em 3 dimensões.....	59
Figura 18 – Nível de ruído equivalente para os 03 pontos de medição por faixa de horário.....	61
Figura 19 - Mapa acústico do centro da cidade de Curitiba e das principais vias de acesso .....	67
Figura 20 - Mapa acústico da região central noroeste do centro de Curitiba e Rua Brigadeiro Franco, uma via de acesso .....	68
Figura 21 - Mapa acústico da região central sudoeste do centro de Curitiba e Av. Batel, uma via de acesso.....	69
Figura 22 - Mapa acústico da região central nordeste do centro de Curitiba e Rua XV de Novembro, uma de suas vias de acesso .....	70
Figura 23 - Mapa acústico da região central sudeste do centro de Curitiba e Rua Marechal Floriano Peixoto, uma das vias de acesso. ....	71



Figura 24 - Detalhe da Rua João Negrão que apresentou o maior nível de pressão sonora do centro de Curitiba.....	72
Figura 25 - Vista tridimensional do mapa acústico do centro da cidade de Curitiba .....	73

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis de Pressão Sonora Máximos .....	34
Quadro 2 – Velocidade do vento .....	51
Quadro 3 - Horários de medição.....	54
Quadro 4 - Valores dos níveis médios equivalentes de ruído (Leq) obtidos para cada um dos 16 pontos medidos nas 04 vias de acesso ao centro da cidade de Curitiba.....	63
Quadro 5 - Valores dos níveis médios equivalentes de ruído (Leq) obtidos para cada um dos 400 pontos medidos no centro da cidade de Curitiba .....	64

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Pressão sonora para Ruído Contínuo ou Intermitente. ....	20
Tabela 2 – Limites máximos de ruído emitidos por veículos automotores na condição parado...	33
Tabela 3 - Nível de ruído equivalente para os 03 pontos de medição por faixa de horário .....	62

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	15
1.2 OBJETIVOS .....	15
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	15
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
1.3 JUSTIFICATIVAS.....	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 CONCEITOS DO SOM.....	18
2.1.1 <i>Som</i> .....	18
2.1.2 <i>Decibel</i> .....	19
2.1.3 <i>Nível de Pressão Sonora</i> .....	19
2.1.4 <i>Frequência</i> .....	20
2.2 RUÍDO.....	20
2.2.1 <i>Definições e tipos de ruído</i> .....	21
2.2.2 <i>Curvas de Compensação</i> .....	25
2.3 AVALIAÇÃO DO RUÍDO .....	27
2.3.1 <i>Nível Equivalente de Ruído (Leq)</i> .....	27
2.3.2 <i>Medidor de Nível de Pressão Sonora (Decibelímetro)</i> .....	28
2.4 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO.....	29
2.4.1 <i>Medição de Ruídos Contínuos</i> .....	29
2.4.2 <i>Medição de Ruídos Intermitentes</i> .....	29
2.4.3 <i>Medição de Sons de Impacto</i> .....	30
2.5 LIMITES DE RUÍDO.....	31
2.6 EFEITOS DO RUÍDO NO CORPO HUMANO .....	35
2.6.1 <i>Orelha Humana</i> .....	37
2.6.2 <i>Traumas Acústicos</i> .....	40
2.6.3 <i>Perdas Auditivas Temporária</i> .....	40
2.6.4 <i>Perdas Auditivas Permanente</i> .....	40

2.7 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CONTROLE DO RUÍDO .....	41
2.7.1 <i>Controles de ruído na fonte</i> .....	41
2.7.2 <i>Controles de ruído na trajetória</i> .....	42
2.7.3 <i>Controles de ruído no homem</i> .....	43
2.8 MAPAS DE RUÍDO.....	44
<b>3.METODOLOGIA .....</b>	<b>49</b>
3.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS .....	49
3.2 CONDIÇÕES DE MEDIÇÃO .....	49
3.3 METODOLOGIA DAS MEDIÇÕES PRELIMINARES .....	52
3.4 METODOLOGIA DAS MEDIÇÕES DEFINITIVAS .....	
3.5 ELABORAÇÃO DO MAPA ACÚSTICO .....	59
<b>4.RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>61</b>
4.1 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES PRELIMINARES.....	
4.2 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DEFINITIVAS.....	
4.3 ELABORAÇÃO DO MAPA ACÚSTICO .....	65
4.4 RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO NO CENTRO DA CIDADE.....	74
<b>5.CONCLUSÕES.....</b>	<b>75</b>
5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	75
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano e o desenvolvimento tecnológico permanente trouxeram melhores condições de vida ao homem, proporcionando maior bem-estar e comodidade, porém, junto, também trouxe alguns efeitos prejudiciais para sua saúde, como o aumento dos níveis de pressão sonora nas grandes cidades (MARTINS et al., 2001).

Cada vez mais os ruídos, independentemente de suas diferentes fontes geradoras, fazem parte do cotidiano do homem e tornou-se um assunto constantemente lembrado pela sociedade e pelos pesquisadores, devido o grande incômodo causado, ou ainda por ser fonte de desavenças, como Saliba (2004) mesmo comenta, não afetando somente as relações entre os indivíduos, mas também produzindo estresse e, muitas vezes, afetando a saúde de muitas pessoas que vivem no entorno do ruído, com a perda auditiva ou com a dificuldade para dormir.

O ruído, nos dias de hoje, vem causando muitos problemas e tem sido foco de estudos em vários países, como a Espanha, por exemplo, principalmente, por a cidade de Madri foi eleita a terceira cidade mais ruidosa do mundo, como afirma a arquiteta Elcione de Moraes (MORAES, 2012).

As áreas da medicina, economia, psicologia, sociologia e outras investem em pesquisas permanentemente para perceber os efeitos causados pelo ruído, seus prejuízos e como interfere na sociedade, além disso, muitas entidades, preocupadas com a saúde da população, passaram a investir em estudos para melhor compreender o problema, pois segundo Saliba (2004), o ruído é difícil de ser fiscalizado por se tratar de uma matéria de natureza técnica.

Segundo Gerges (2005), apesar do avanço tecnológico e de estudos desenvolvidos sobre o controle do ruído, ainda existem muitas situações onde a redução do ruído não é economicamente viável. Comenta que na maioria dos casos são necessários muitos anos para reduzir o ruído na fonte, até o limite de um nível de pressão sonora de 85 dB(A).

Desta forma, essa dissertação apresenta um mapa acústico do centro da cidade de Curitiba e de quatro principais vias de acesso ao centro da cidade, mostrando a realidade acústica que os habitantes destas áreas estão expostos.

Devido à praticidade da informação do mapa acústico, este trabalho irá disponibilizar gratuitamente essas informações à população, como forma de estimular mais estudos, soluções e investimentos no que diz respeito às atenuações acústicas nos grandes centros urbanos.

## 1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O desenvolvimento das grandes cidades trouxe também o aumento do ruído produzido por sirenes, veículos, buzinas, músicas altas, britadeiras, moto, avião, trem e outros equipamentos ou trabalhos que produzem sons de altura variada, que causam parte do estresse para as pessoas que vivem no meio urbano.

Neste sentido, formula-se o seguinte problema: Será que os habitantes da região central da cidade de Curitiba estão submetidos a valores de ruído que prejudicam sua saúde e ultrapassam os limites de conforto acústico vigentes em normas e Leis?

Destaca-se que, segundo Bernardi (2012), o ruído constante pode alterar o comportamento das pessoas e como consequência desta alteração tornam-se mais violentas, pois o grau de estresse gerado é tanto que o descontrole é uma reação natural do organismo, em busca de equilíbrio. Observa-se ainda que antigamente o ruído era usado como forma de tortura e dependendo da intensidade aplicada podia até mesmo conduzir o indivíduo à morte.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho consiste em elaborar um mapa acústico com os níveis de pressão sonora da região central de Curitiba e das principais vias de acesso, através de um *software* gráfico, a fim de conhecer quais níveis de ruído a que os cidadãos e trabalhadores estão expostos e identificar áreas com valores sonoros acima dos permitidos pela legislação.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Determinar o nível de pressão sonora equivalente a que os trabalhadores e cidadãos estão expostos, por meio das medições ambientais de ruído;
- Avaliar os dados obtidos comparando-os com a Lei Municipal Ordinária de Curitiba nº 10625, de 19 de dezembro de 2002;



- Elaboração de um mapeamento gráfico do nível de pressão sonora com auxílio de um *software* denominado de CADNAA;
- Propor uma solução simples e sustentável, para a atenuação do nível de pressão sonora nas grandes cidades.

### 1.3 JUSTIFICATIVAS

Devido às permanentes transformações e o aumento exponencial da população mundial, os riscos à degradação do meio ambiente se excederam. Também, nos últimos anos, houve maior preocupação das pessoas com o meio ambiente em que vivem e com a qualidade de vida. Na Europa a cartografia sonora é obrigatória há 10 dez anos e foi implementada pela Diretiva Européia de 2002, que descreve sobre a gestão da poluição sonora no meio ambiente.

Devido ao aumento da poluição a que os cidadãos e trabalhadores urbanos estão expostos, como a poluição atmosférica, visual ou sonora, torna-se necessário a elaboração urgente de medidas para o controle e monitoramento. O mapeamento do nível de pressão sonora urbano permite que seja feito o planejamento de projetos e regras para atividades econômicas com emissões sonoras significativas ou mesmo interditar estas atividades quando o ruído exceder valores regulamentados, motivo pelo qual se justifica o desenvolvimento de um tema que envolva esta preocupação e tente, da forma mais coerente possível, solucioná-lo. Dessa forma, a elaboração de um mapa sobre o nível de pressão sonora, atualizado para a região central da cidade de Curitiba e aplicado para as principais vias de acesso ao centro da cidade, poderia ser extremamente interessante, ainda mais por Curitiba ser considerada a capital ecológica do Brasil, e uma cidade ambientalmente correta, que consegue vender uma boa imagem quanto à qualidade de vida de seus moradores.

Tem-se ainda como justificativa o cunho social deste trabalho, que irá divulgar os resultados abertamente para a população e aos governantes, os quais, por meio destes resultados poderão programar na cidade, medidas de contenção do nível de pressão sonora, caso os valores encontrados nesta pesquisa sejam superiores aos estabelecidos em normas nacionais, estaduais ou municipais.

Cabe observar que um trabalho semelhante a este foi desenvolvido por Zanninet al. (2002) há cerca de 10 anos na cidade de Curitiba, porém, a realidade da cidade hoje é outra e a

quantidade de veículos nas ruas e avenidas é muito maior, assim como o número de pessoas. Destaca-se ainda que o trabalho já citado fez a coleta e análise de apenas alguns pontos medidos na cidade de Curitiba.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O estudo de caso apresentado nesta dissertação foi realizado entre 2011 e 2012 e intitula-se “Elaboração de um mapa acústico para a região central da cidade de Curitiba e as principais vias de acesso ao centro da cidade” encontra-se dividido em cinco capítulos, a saber: Introdução, Revisão da Literatura, Metodologia, Resultados, Discussões e Conclusões.

No primeiro capítulo encontra-se a introdução, formulação do problema, objetivos e justificativas de estudo.

No segundo apresenta-se a revisão da literatura realizada pelo autor, para gerar embasamento teórico e dados para a criação do mapa acústico.

No capítulo três é apresentada a metodologia de pesquisa utilizada no trabalho.

Os resultados e discussões são apresentados no capítulo quatro, fundamentando-se em dados obtidos de diversos mapas acústicos para mostrar a realidade acústica do centro da cidade de Curitiba e das principais vias de acesso ao centro.

No capítulo cinco apresentam-se a conclusão e uma breve análise quanto ao atendimento dos objetivos propostos neste estudo.

Por último, apresentam-se as referências utilizadas nesta dissertação de mestrado.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

Este capítulo tem como fundamento apresentar uma revisão bibliográfica englobando um breve relato do panorama do ruído nas grandes cidades, o conceito de som, avaliações do ruído e do conforto acústico, relatando os principais problemas do efeito do ruído não somente na audição, mas também no corpo humano, finalmente, são apresentados alguns modelos de mapas acústicos já desenvolvidos.

### **2.1 CONCEITOS DO SOM**

#### **2.1.1 Som**

Segundo Beranek (1996), o som é definido como uma perturbação que se propaga via material elástico, que ocasionam variações de pressão ou deslocamento das partículas do material, capazes de serem percebidas pelo homem, ou através de algum instrumento de medição ou captação, tal qual um microfone.

De acordo com Grandjean (1998), quando no ar, o som está em meio a uma espécie de meio elástico, a pressão atmosférica é perturbada pelos movimentos mecânicos, ocorrendo as oscilações de pressão que formam ondas. A orelha é responsável por receber e converter as ondas de pressão para serem transformadas em impulsos nervosos, sendo transmitidas para o cérebro para formar sensações sonoras (IIDA, 2005).

Segundo a Fundacentro (1987), o som é uma energia transmitida por vibrações no ar (ou outros meios materiais) e que causa a sensação denominada audição. Quando não é cadenciado produz sensações não desejadas, molestante ou mesmo nociva, denominado ruído ou barulho.

De acordo com Santos (1996) e Maia (2001), o termo som é utilizado para caracterizar sensações prazerosas, como a música ou a fala e apresenta três variações físicas: frequência, intensidade e timbre. Os sons são formados por uma série de combinações, vibrações e frequências, cujo grau de sensibilidade varia de acordo com cada indivíduo. O intervalo dos sons audíveis é muito grande e convencionou-se uma escala logarítmica para medir a intensidade sonora, utilizado os mesmos parâmetros para a identificação da frequência. O décimo do BEL ou decibel (dB) é o expoente da relação das intensidades físicas, multiplicado por 10. A intensidade

sonora medida em decibel é definida como nível de intensidade sonora (NIS) e refere-se à relação logarítmica entre a intensidade sonora em questão e a de referência.

Segundo Saliba (2004), o som tem sua origem em vibrações mecânicas que se propagam para o ar até chegarem ao ouvido humano, cujas ondas estimulam o aparelho auditivo, denominadas ondas sonoras. Sendo assim, o som é definido como qualquer vibração ou onda mecânica que pode ser escutada.

Para Fantini Neto (2010), o som é uma energia vibratória que se propaga apenas em meios elásticos podendo ser gasosos, líquidos ou sólidos, através de ondas que se compactam e descompactam as moléculas.

De acordo com Grandjean (1998), quando ocorre um deslocamento em um espaço como o ar, pela ação mecânica, ocorrem rapidamente variações de pressão que dão origem ao som.

### 2.1.2 Decibel

O decibel é a unidade de medida da razão entre dois quantitativos, utilizado para uma variedade de medições em acústica, física e eletrônica; é uma medida adimensional e similar a porcentagem. A definição do decibel é oriunda do uso logarítmico (FERNANDES, 2002).

Segundo Saliba (2004), em meados do século XIX, Webber e Fechner, médicos neurologistas, estudaram isoladamente o som e chegaram a um mesmo denominador comum, que a relação entre estímulo e sensação é logarítmica, ou seja, a sensação cresce com o logaritmo do estímulo.

### 2.1.3 Nível de Pressão Sonora

O Nível de Pressão Sonora (NPS) é definido em decibel e tem como valor de referência igual a:  $P_0 = 20 \text{ mPa}$  ( $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ ). O nível de pressão sonora é obtido através da Equação 1 a seguir (BISTAFA, 2006).

$$\text{NPS} = 20 \log \left( \frac{P}{P_0} \right) \quad (\text{Eq. 1})$$

**Onde:**

P - é a raiz quadrática das variações dos valores instantâneos de pressão sonora.

$P^\circ$  - é a pressão de referência que corresponde ao limiar de audição ( $0,00002\text{N/m}^2$ ). Para Santos (1996), as pressões audíveis situam-se entre  $0,00002\text{N/m}^2$  (mínima pressão perceptível) e  $200\text{N/m}^2$  (limiar da dor). A Tabela 1 apresenta as respectivas pressões sonoras para ruído em dB e em Newton, por metro quadrado, e ainda alguns exemplos desta exposição.

NPS (dB)	P (N/m <sup>2</sup> )	EXEMPLOS
140	200	-
130	-	Sirene de alarme pública (a 2m de distância)
120	20	Dinamômetro motor diesel (a 1m de distância)
110	-	Serra fita (para madeira ou metais a 1m de distância)
100	2	Prensas excêntricas
90	-	Caminhão diesel 80km/h (a 15m de distância)
80	0,2	Escritório barulhento
70	-	Carro de passageiro a80km/h (a 15m de distância)
60	0,02	Conversação normal (a 1m de distância)
50	-	
40	0,002	Local residencial tranquilo
30	-	Tic-Tac de relógio
20	0,0002	Sussurro
10	-	-
0	0,00002	Limiar de audibilidade

**Tabela 1 - Pressão sonora para Ruído Contínuo ou Intermitente.**

Fonte: Santos (1996).

#### 2.1.4 Frequência

Segundo Santos (1996), a frequência é representada pelo número de vibrações completas em um segundo, sendo sua unidade de medida Hertz (Hz). De acordo com Saliba (2004), as frequências audíveis situam-se entre 16 e 20.000 Hz.

## 2.2 RUÍDO

Atualmente, segundo Andrade (2004), a poluição sonora ambiental é um problema comum nos grandes centros urbanos, este ruído é considerado um dos maiores causadores de afastamentos e de lesões que podem resultando até mesmo na aposentadoria do trabalhador,

sendo também o terceiro maior causador da poluição ambiental, perdendo somente para a poluição das águas e do ar. É importante ressaltar que a perda da audição, ainda que parcial, tem influência negativa na qualidade de vida do ser humano, causando danos diretos ao seu comportamento individual, social e psíquico, como perda da autoestima, insegurança, ansiedade, inquietude, estresse, depressão, alterações no sono, maior irritabilidade, isolamento, entre outros danos relacionados pela literatura.

O ruído do tráfego é o maior responsável pela poluição acústica urbana, percebida com facilidade nos entroncamentos das avenidas e ruas movimentadas, pela falta de manutenção dos veículos automotores, falta de proteção acústica dos motores e escapamentos, decorrente do contato dos pneus com o asfalto, buzinas, sirenes e acrescido à isso a má conservação das vias públicas (FREITAS e NAKAMURA, 2004).

Neste sentido, Maia (2001) e Andrade (2004) comentam que apesar de todo o desenvolvimento tecnológico aplicado no controle dos ruídos, ainda há diversas situações e casos onde a diminuição de ruído não é financeiramente viável por ser necessárias alterações profundas nos processos e/ou a substituição de máquinas.

### **2.2.1 Definições e tipos de ruído**

De acordo com Saliba (2004), o ruído e o barulho têm o mesmo conceito subjetivo de ser um som indesejável. Iida (2005) agrega a tal definição, dizendo que o ruído em seu conceito subjetivo é um estímulo auditivo que não contém informações úteis, ou ainda uma mistura desordenada de vibrações.

Segundo Santos (1996), o ruído é um termo utilizado para um som desagradável como o de buzina, uma explosão, barulho de trânsito ou de máquinas e acima do limiar de percepção dolorosa podem-se produzir danos ao aparelho auditivo. Grandjean (1998) afirma que certos sons não afetam ou perturbam as pessoas até certo limite, porém, quando demasiadamente elevados tornam-se perturbadores e incômodos, passando a ser definidos como ruído. Um indivíduo exposto a níveis de ruído indesejáveis pode apresentar efeitos negativos em sua saúde como: estresse, depressão, perda de audição, etc.

De acordo com Barbosa Filho (2001), o som pode trazer sensações agradáveis como desagradáveis, na segunda situação o som é chamado de ruído. Segundo Bistafa (2006), um ruído

de 140 dB(A) já pode romper o tímpano, sendo que as sensações dolorosas ocorrem por volta de 130 dB(A).

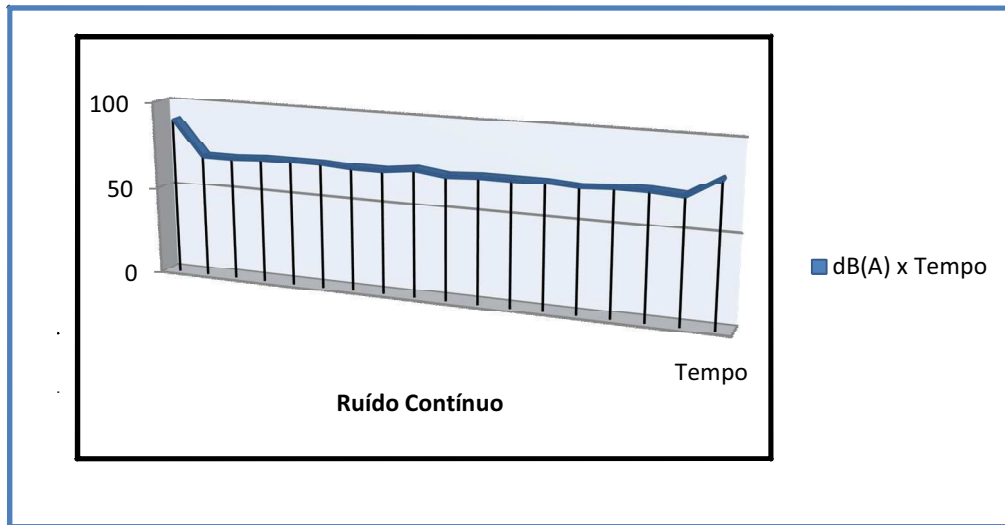
Bistafa (2006), ainda relata que para algumas pessoas certos sons são agradáveis e quando são percebidos como perturbadores e incômodos são definidos como ruído. Quando o som não concorda com os interesses momentâneos de um indivíduo, este é considerado um som incômodo. Conceitua-se o ruído como sendo um som ou um conjunto de sons que dão a sensação de desconforto. Vários fatores interferem nessa percepção como um condicionamento emocional, sexo, idade, estado de saúde e hábitos educacionais.

Segundo Gerges (2000), a sensação auditiva esta relacionadaa diversas condições subjetivas e de outras variáveis para avaliar com mais precisão os aspectos subjetivos do ruído, assim, pesquisadores inventam um parâmetro chamado nível de audibilidade.

Verdussen (1978) relatou que o ruído pode afetar o homem, tanto física como psicologicamente, causando lesões irreversíveis no ouvido. E diz que é comum ambientes onde os níveis limite de conforto ou mesmo de segurança de ruído são ultrapassados.

De um modo geral, os ruídos podem ser classificados em três tipos (FERNANDES, 2002):

- **Ruídos contínuos:** são aqueles cuja oscilação de nível de intensidade sonora é muito baixa em função do tempo variado (oscilação aproximada de 3dB(A)), com constatação maior que 15 minutos. São ruídos característicos de motores elétricos, geradores elétricos, chuva, freezer, compressores, ventiladores e etc., melhor representado pela conforme Figura 1.



**Figura 1 - Gráfico de Ruído do Tipo Contínuo**

Fonte: Adaptado de Fernandes (2002).

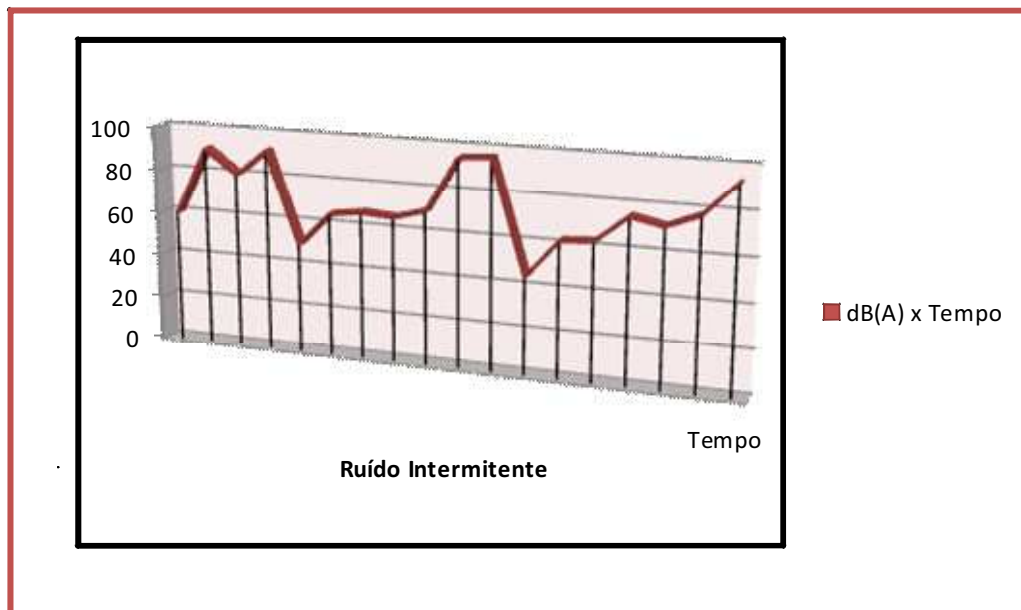
Segundo Iida (2005), o ruído contínuo é aquele que ocorre com certa uniformidade, no decorrer de um longo período de tempo, ou seja, uma jornada de trabalho. De acordo com a NR-15, do Ministério do Trabalho e Emprego, os ruídos contínuos e intermitentes são classificados como um ruído não de impacto (BRASIL, 2012).

Para Saliba (2004), o ruído contínuo é aquele cujo nível de pressão sonora varia de 3dB durante um período mínimo de 15 minutos e o ruído intermitente ocorre no período entre 0,2 segundos e 15 minutos.

Segundo Santos (1996), o ruído contínuo é um ruído com pequenas variações de níveis durante um período de observação aproximadamente 3dB. O ruído intermitente é o ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável durante um período de tempo superior a 5dB.

- **Ruídos intermitentes:** são aqueles cujo nível de pressão sonora varia em um período de tempo inferior que 15 minutos e superior a 0,2 segundos. São geradores desse tipo de ruído os trabalhos manuais, afiação de ferramentas, soldagem, o tráfego de veículos, etc. São os ruídos mais comuns do dia-dia, Figura 2 mostra com detalhes suas oscilações.



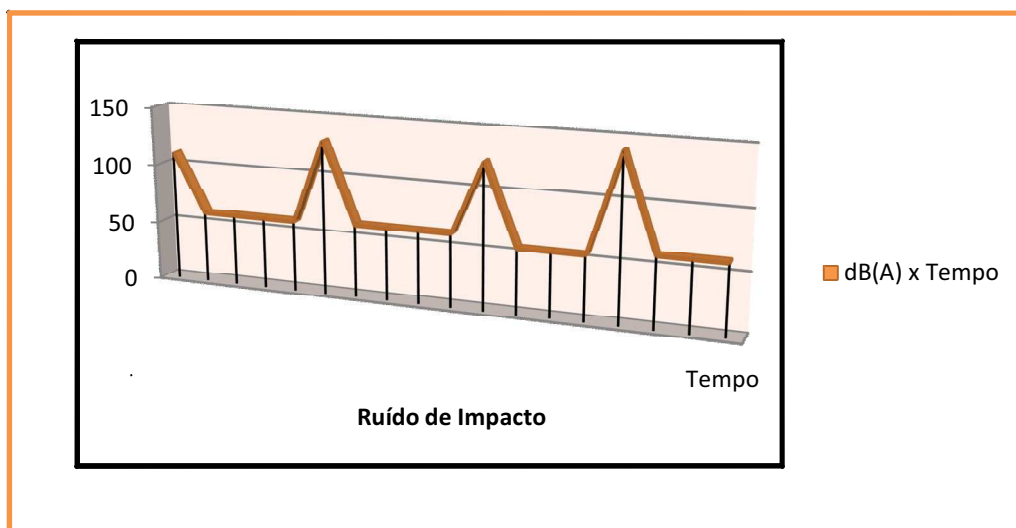


**Figura 2 - Gráfico de Ruído do Tipo Intermitente**

Fonte: Adaptado de Fernandes (2002).

- **Ruídos de Impactos:** são aqueles que possuem baixa duração, menores que um segundo e tem uma energia ou nível de pressão sonora muito alto, chegando a níveis de 110 a 135 dB.

De acordo com a NR-15, é um tipo de ruído que apresentar picos de energia acústica de duração, inferiores de (1s) e a ocorrência do evento superior a (1s), melhor representado da Figura 3.



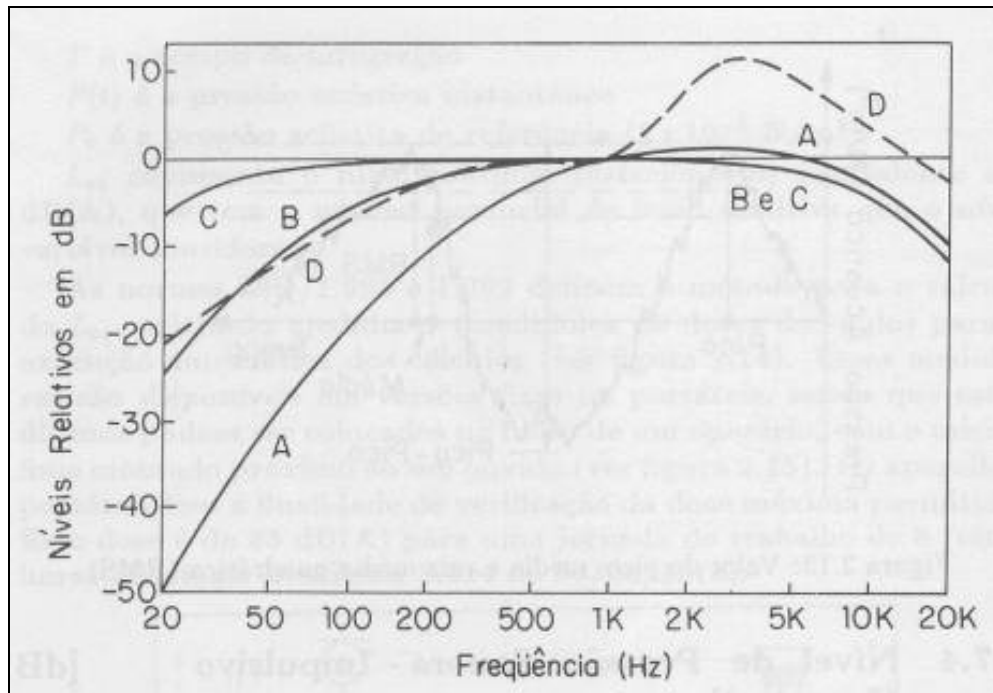
**Figura 3 - Gráfico de Ruído de Impacto**

Fonte: Adaptado de Fernandes (2002).

### 2.2.2 Curvas de Compensação

Para Saliba (2004) existem 4 curvas de compensação, denominadas pelas letras: A, B, C e D, porém, as mais utilizadas atualmente são as curvas A e C. A curva A é usada para medições de níveis de ruído contínuo e intermitente, a que mais se aproxima às respostas do ouvido humano, mede baixos níveis de pressão sonora, sendo adotada por normas internacionais e pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

Segundo Fantini Neto (2010), a curva “A” é utilizada para ruídos contínuos ou intermitentes e a curva “C” é utilizada para medição de ruídos de impacto. As demais curvas (B, D), são utilizadas conforme as necessidades de aplicação de normas de controle de exposição ao ruído. A Figura 4 apresenta o gráfico das curvas de compensação existentes.



**Figura 4 - Curvas de compensação**  
 Fonte: Gerges (2000).

Segundo Fernandes (2002) as curvas de ponderação (ou equalização) dos medidores de níveis de pressão sonora são utilizadas para possibilitar que o aparelho execute as medições do ruído em conformidade com a sensibilidade do ouvido humano.

Fernandes (2002) relata que a curva “A” faz com que o medidor receba o som tal como o homem ouve e o circuito de compensação “A” foi idealizado para tentar reduzir as curvas de audibilidade humana, por apresentar uma melhor correlação com as análises subjetivas. Assim, tem sido o circuito de compensação mais utilizado para medição de ruído contínuo e a curva de ponderação “C” é quase reta, sendo introduzida aos medidores para ser aplicada na hipótese de medir todo o som do ambiente (sem filtros), ou para quantificar a presença de sons de baixas frequências.

De acordo com Russo (1993), o circuito “C” é o mais utilizado para medir ruídos de impacto, tendo em vista que apresenta uma resposta mais linear. Como se vê na Figura 4, a grande diferença entre as Curvas "A" e "C" está na atenuação para baixas frequências. Portanto, se durante uma medição de ruído, constatar-se grande diferença entre os valores medidos na escala "A" e "C", significa que grande parte do ruído encontra-se na faixa de baixas frequências.

No entanto, lembre-se que os circuitos “B” e “C” são considerados de baixa eficácia por Morata & Carnicelli (1993), que relataram que o circuito “D” como padrão para medição de níveis de pressão sonora muito elevados, como, por exemplo, os de aviões.

Segundo Fernandes (2002), os decibelímetros usam duas constantes de tempo e são validadas internacionalmente, sendo elas as respostas lenta de x segundos e a de resposta rápida, de 0,125 segundos.

As respostas lentas são utilizadas para medir ruídos contínuos e intermitentes, conforme os doutrinadores (MORATA & CARNICELLI, 1988 e RUSSO 1993).

Milman et. al. (1992) aponta a escala “A” e a resposta lenta como as mais indicadas para medir o ruído contínuo e a escala “C” mais a resposta rápida, como as recomendadas para o ruído de impacto.

## 2.3 AVALIAÇÃO DO RUÍDO

A seguir serão apresentados, alguns conceitos que farão parte da avaliação do ruído.

### 2.3.1 Nível Equivalente de Ruído (Leq)

Santos (1996) afirma que o nível equivalente de ruído tem como finalidade representar a média de energia sonora durante um intervalo de tempo, isso, porque os níveis de ruído variam de maneira aleatória no tempo.

Segundo Saliba (2004), o nível equivalente de ruído apresenta a exposição ocupacional ao ruído durante um período de medição, afirma que na NR-15 existe um incremento de duplicação igual a 5, isto é, a cada adição de 5dB no nível equivalente a energia é dobrada, conseqüentemente, aumenta o risco de dano auditivo. Ainda este mesmo autor cita que a *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) e outros órgãos internacionais utilizam incremento igual a 3dB, segundo ele, o método é o mais usado no meio científico por aproximar mais do comportamento do ouvido humano.

Na presente pesquisa serão feitas as medições do Leq para os pontos a serem avaliados.

### 2.3.2 Medidor de Nível de Pressão Sonora

Os medidores de nível de pressão sonora são formados basicamente por um transdutor (microfone de precisão ou receptor) que transforma a pressão sonora em um sinal elétrico, filtros de ponderação, retificadores, amplificadores de sinal de alta qualidade, um sistema de detecção formado de transistores e um mostrador que indica o nível de ruído em dB (MAIA, 2001).

Segundo Saliba (2004), na NR-15 os níveis de ruído contínuos ou intermitentes devem ser medidos em dB com aparelhos de medição de pressão sonora, operando no circuito de compensação A e no circuito de resposta lenta (*slow*).

De acordo com Fernandes (2002), os sonômetros fornecem a medida do nível de pressão do ruído simultaneamente à ocorrência do som.

Os aparelhos de boa qualidade atendem os padrões da *International Electro Technical Commission* (IEC) e do *American Standards Institute* (ANSI) - (FERNANDES 2002).

De acordo com Fernandes (2002), os medidores de nível de pressão sonora apresentam, normalmente, os seguintes itens:

- Microfone;
- Atenuador;
- Circuitos de equalização;
- Circuitos integradores;
- Mostrador (digital ou analógico) graduado em dB.

O sonômetro apresenta em seu mostrador a média quadrática ( $RMS = \text{Root Mean Square}$ ) das oscilações da pressão do som circunscrito do tempo especificado pela constante de tempo, escolhida por demonstrar a energia contida na onda sonora e como se sabe, a resposta do ouvido é proporcional à energia das variações da pressão (ALBERTI, 2004).

Alguns aparelhos mais sofisticados possuem a constante de tempo de 35m (0,035s) e correspondente à operação "impulso". Essa constante existe em normas de alguns países, usada para sons de grande intensidade e tempo de duração muito pequeno (SCHMID, 2005).

## 2.4 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

A seguir será apresentada uma série de procedimentos de avaliação do ruído em ambientes, com crescente grau de sofisticação.

### 2.4.1 Medição de Ruídos Contínuos

A avaliação dos níveis de ruído contínuo é feita diretamente com o medidor de nível de pressão sonora. Aproxima-se o aparelho da fonte e lê-se diretamente no aparelho o nível de ruído do local. Por ser um ruído do tipo contínuo deverá haver pouca variação nos valores marcados pelo mostrador.

O medidor deve estar regulado na curva de ponderação "A" e com a constante de tempo em lenta (*Slow* = RMS da pressão sonora em 1 segundo).

### 2.4.2 Medição de Ruídos Intermitentes

Existem muitos métodos de medição para ruídos intermitentes e todos têm como objetivo encontrar um valor que represente, de forma significativa, em decibéis, as variações de pressão sonora do som.

O método adotado pelas Normas ISO 226, 8253-2 e 1990 e muitas outras normas nacionais, incluindo a NBR 10151 (Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade) é o Nível Médio de Som Contínuo Equivalente (*Leq*), definido pela Equação 3, sendo este um método alternativo quando os medidores de pressão sonora não apresentarem tal função.

$$Leq = 10 \cdot \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{Li}{10}} \quad (\text{Eq. 3})$$

$Li$  = o nível de pressão sonora, em dB(A), lido em resposta rápida a cada 5s, durante o tempo de medição do ruído;

$n$  = o número total de leituras.

De acordo com Fernandes (2002), nesse método de medição adquire-se um nível de ruído contínuo, que possui a mesma energia acústica que os níveis flutuantes originais, durante um período de tempo. O princípio da mesma energia assegura o método, para avaliação dos efeitos

do ruído sobre o ouvido. É usada a constante de tempo em "lento" e a ponderação na curva "A", indicada por Leq. O tempo utilizado no método pode ser escolhido conforme a empresa ou o tipo de ruído, podendo ter, por exemplo, de 60 segundos, 30 minutos, etc. Esse método é para avaliar o risco auditivo.

A Figura 5 a seguir mostra o comportamento do Leq graficamente em função de um ruído intermitente qualquer.

Segundo a NBR 10151, as medições no exterior de edificações devem ser realizadas a 1,2m do chão e a 2m de qualquer superfície refletora (muros ou paredes) - (BRASIL, 2000a).

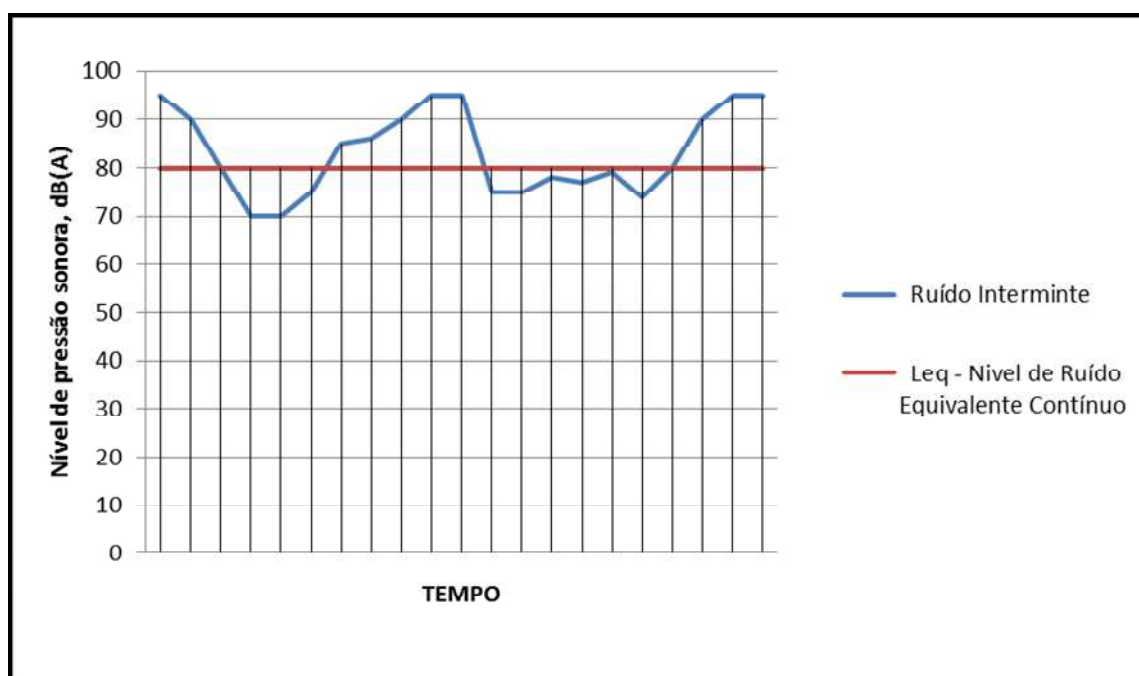


Figura 5 - Ilustração do Leq em função de um ruído intermitente qualquer  
Fonte: Fernandes (2002).

### 2.4.3 Medição de Sons de Impacto

Os critérios de risco auditivo devido a sons de impacto ainda não estão totalmente definidos. As Normas Internacionais ISO 226, 8253-2 e 1990 recomendam a aproximação para medição de sons gerados por martelos e rebidadeiras, o nível medido em dB na curva "A", com resposta lenta, acrescido de 10 dB. Esse critério não é recomendável, pois não é necessário, principalmente, para impactos maiores como dos martelos pneumáticos, britadeiras, prensas

hidráulicas, etc., fazendo com que outros métodos sejam aplicados em muitos países (FERNANDES 2002).

Algumas Normas brasileiras, tal como a ABNT, por exemplo, adotam a resposta rápida com a curva "A" ou "C", outras adotam os limites de ruído de impacto em termos da constante de tempo para "impulso" (0,035 s). Os sonômetros mais modernos possuem a escala impulso na atualidade (FERNANDES 2002).

Segundo Fernandes (2002), existe outra forma de medir o som de impacto, que é usando a escala "valor de pico" (*peak*), na qual se trata não mais da medição da pressão média quadrática RMS em determinado tempo, mas do valor máximo alcançado pela pressão sonora durante o período de medição. Estudos afirmam que o ouvido humano não suporta níveis de impacto superiores a 140dB(A).

## 2.5 LIMITES DE RUÍDO

Segundo a Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº. 001/86, art. 1º.: considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I. A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. As atividades sociais e econômicas;
- III. A biota;
- IV. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. A qualidade dos recursos ambientais.

A Resolução do CONOMA nº. 252/99, regulamentada pelo Decreto nº. 99274, em vista de seu regimento interno, considerados os seguintes itens:

- a) O ruído excessivo causa prejuízo à saúde física e mental, afetando particularmente a audição;
- b) Há a necessidade de reduzir os altos índices de poluição sonora nos principais centros urbanos do Brasil;



- c) Os veículos rodoviários automotores são as principais fontes de ruído no meio urbano;
- d) A indústria automobilística vem introduzindo melhorias tecnológicas em seus produtos para o cumprimento das Resoluções do CONAMA n<sup>o</sup>s 1, de 16 de fevereiro de 1993, n<sup>o</sup>. 2, de 15 de junho de 1993, n<sup>o</sup>. 8, de 10 de outubro de 1993, e n<sup>o</sup>. 17, de 13 de dezembro de 1995, que estabelecem os procedimentos e limites máximos para o controle e fiscalização da emissão de ruído dos veículos automotores em uso;
- e) Os veículos que apresentam problemas de deterioração e adulteração do sistema de escapamento resultam em níveis de emissão sonora superiores aos padrões aceitáveis;
- f) A adequada manutenção do sistema de escapamento dos veículos evita o aumento da emissão de ruído;
- g) Há a necessidade de compatibilização dos procedimentos de medição do ruído nas proximidades do escapamento em veículos a Diesel com as práticas internacionais vigentes;
- h) Há a necessidade de complementação da Resolução CONAMA n<sup>o</sup>. 7, de 31 de agosto de 1993, que define as diretrizes básicas e os padrões de emissão de ruído para o estabelecimento de programas de inspeção e manutenção de veículos em uso - i/m, incluindo a verificação obrigatória dos itens relacionados com a emissão de ruído;
- i) Há a necessidade de harmonização entre as ações de controle da poluição dos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, no âmbito da Resolução CONAMA n<sup>o</sup>. 18, de 13 de dezembro de 1995, que criou o Plano de Controle da Poluição por Veículos (PCPV) em uso;
- j) Há a necessidade de estabelecer critérios específicos para a fiscalização das emissões sonoras dos veículos que circulam nas vias públicas, a fim de garantir sua operação nas mesmas condições quando aprovados no Programa de Inspeção Obrigatória.

A Tabela 2 mostra os limites máximos de ruído por veículos automotores, quando estão parados para fins de fiscalização de veículos automotores em uso, relativos aos modelos de

veículos do ciclo Otto que não atendam aos limites máximos de ruídos emitidos por veículos automotores em aceleração, estabelecidos nas Resoluções CONAMA n.ºs. 2 e 8, de 1993, e aos modelos de veículos do ciclo Diesel produzidos até 31 de dezembro de 1998.

CATEGORIA		POSIÇÃO DO MOTOR	NÍVEL DE RUÍDO dB(A)
Veículo de passageiros até nove lugares e		Dianteiro	95
Veículos de uso misto derivado de automóvel		Traseiro	103
Veículo de passageiros com mais de nove lugares		Dianteiro	95
Veículo de carga		Traseiro	103
Ou de tração, veículo de uso misto não derivado de automóvel	PBT acima de 2.000 kg e até 3.500 kg	Dianteiro	95
		Traseiro	103
Veículo de passageiros ou de uso misto com mais de 9 lugares e PBT acima de 3.500 kg		Potência máxima abaixo de 150 kW (204 CV)	Dianteiro
		Traseiro e entre eixos	92
Potência máxima igual ou superior a 150 kW (204CV)		Dianteiro	92
		Traseiro e entre eixos	98
Potência máxima abaixo de 75 kW (102CV)		-	-
		-	-
Veículo de carga ou de tração com PBT acima de 3.500 kg	Potência máxima entre 75 e 150 kW (102 a 204 CV)	Todas	101
		-	-
Potência máxima igual ou superior a 150 kW (204CV)		-	-
Motocicletas, motonetas, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados		Todas	99

**Tabela 2 – Limites máximos de ruído emitidos por veículos automotores na condição parado**

Fonte: CONOMA (1986).

De acordo Feres (2010), o Ciclo de Otto é termodinâmico e idealiza o funcionamento dos motores de combustão interna de ignição por centelha, e motores baseados neste ciclo equipam a maioria dos automóveis de passeio atualmente. Para esta aplicação é possível construir motores a quatro tempos, mais eficientes e menos poluentes, em comparação aos motores a dois tempos, apesar de um maior número de partes móveis, maior complexidade, peso e volume, comparando os motores de mesma potência.

Segundo Saliba (2004), a Constituição da República Federativa do Brasil (1988) determina no art. 23, que é competência comum da União proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas.

Na cidade de Curitiba, quem estabelece os níveis de pressão sonora máximos, em função do zoneamento e o turno de medição é a Lei Municipal Ordinária n.º. 10.625, de 19 de Dezembro de 2002, que está resumida no Quadro 1.

ZONAS DE USO*	DIURNO	VESPERTINO	NOTURNO
ZR-1, ZR-2, ZR-3, ZR-B, ZR-AV, ZR-M, APA-SARU, APA-SMRU	55 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)
ZR-OC, ZR-SF, ZR-U, ZUC-II, ZT-MF, ZT-NC, ZE-E, ZE-M, ZOO, SE-CC, SE-PS, SE-OI, APA-ST	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)
ZR-4, <b>ZC</b> , ZT-BR-116, ZUM, ZE-D, SE, SH, SE-BR-116, SE-MF, SE-CF, SE-WB, SE-AC, SE-CB, CONEC, SE-PE, SC-SF, SC-UM, SE-NC, SEI, SEHIS, SE-LE, SEVC-PASSAÚNA, SEVS-PASSAÚNA, APA-SS, <b>Vias prioritárias 1 e 2</b> , Vias setoriais, Vias coletoras 1,2 e 3	65 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)
ZS-1, ZS-2, ZES, ZI, ZEI-I (CIC), APA-SUE	70 dB(A)	60 dB(A)	60 dB(A)

Casos não contemplados nesta tabela serão objeto de análise específica pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente  
Onde: **APA-SARU** - Setor de Alta Restrição de Uso; **APA-SMRU** - Setor de Média Restrição de Uso; **APA-ST** - Setor de Transição; **APA-SUE** - Setor de Uso Esportivo; **APA-SS** - Setor de Serviço; **CONEC** -Setor Especial Conector – Conectora 1,2,3,4, **SC-SF** - Setor Especial Comercial Santa Felicidade; **SC-UM** - Setor Especial Comercial Umbará; **SE** - Setor Especial Estrutural; **SE-AC** - Setor Especial da Av. Affonso Camargo; **SE-BR-116** - Setor Especial da BR-116; **SE-CB** - Setor Especial da Rua Engenheiro Costa Barros; **SE-CC** - Setor Especial Centro Cívico; **SE-CF** - Setor Especial da Av. Comendador Franco; **SEHIS** - Setor Especial Habitação de Interesse Social; **SEI** - Setor Especial Institucional; **SE-LE** - Setor Especial Linhão do Emprego; **SE-MF** - Setor Especial da Av. Mal. Floriano Peixoto; **SE-NC** - Setor Especial Nova Curitiba; **SE-OI** - Setor Especial de Ocupação Integrada; **SE-PE** - Setor Especial Preferencial de Pedestres; **SE-PS** - Setor Especial do Pólo de Software; **SEVC-PASSAÚNA** -Setor Especial de Vias Coletoras; **SEVS-PASSAÚNA** - Setor Especial de Vias Setoriais; **SE-WB** - Setor Especial da Av. Pres. Wenceslau Braz; **SH** - Setor Histórico; **ZC - Zona Central**; **ZOO** - Zona de Ocupação Orientada; **ZE-D** - Zona Especial Desportiva; **ZE-E** - Zona Especial Educacional; **ZEI-I (CIC)** - Zona Especial de Indústria; **ZE-M** - Zona Especial Militar; **ZES** - Zona Especial de Serviços; **ZI** - Zona Industrial; **ZR-1** - Zona Residencial 1; **ZR-2** - Zona Residencial 2; **ZR-3** - Zona Residencial 3; **ZR-4** - Zona Residencial 4; **ZR-AV** - Zona Residencial Alto da Glória; **ZR-B** - Zona Residencial Batel; **ZR-M** - Zona Residencial Mercês; **ZR-OC** - Zona Residencial de Ocupação Controlada; **ZUC-II** - Zona de Urbanização Consolidada; **ZR-SF** - Zona Residencial Santa Felicidade; **ZR-U** - Zona Residencial Umbará; **ZS-1** - Zona de Serviço 1; **ZS-2** - Zona de Serviço 2; **ZT-BR-116** - Zona de Transição BR – 116; **ZT-MF** - Zona de Transição Av. Mal. Floriano Peixoto; **ZT-NC** - Zona de Transição Nova Curitiba; **Z-UM** - Zona de Uso Misto.

#### Quadro 1 - Níveis de pressão sonora máximos

Fonte: Curitiba (2002).

Segundo Basbisch (2008), é amplamente aceito que o ruído pode ser prejudicial para saúde se o nível de emissão sonora diurno for superior a 65dB(A).

Conforme a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)* (1996), os limites de exposição ou de tolerância referem-se aos níveis de pressão sonora e aos tempos de exposição que representam condições que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta repetidamente sem lhe acarretar danos aos ouvidos. Essas referências limites devem ser usadas como guia de controle da exposição ao ruído, todavia não podem ser considerados como divisória entre níveis seguros e perigosos devido à influência da suscetibilidade individual.

Ressalta-se que o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) faz uso de duas normas regulamentadoras para regulamentar os valores de ruído, a NR-15 que versa sobre insalubridade e a NR-17 sobre ergonomia. Os limites de tolerância da NR-15 é de 85dB(A) para uma exposição de 8h de trabalho, e quanto a NR-17, a mesma comenta que o valor limite para se ter conforto

acústico dentro de um ambiente é de 65dB(A). A norma comenta ainda que o valor limite de ruído exigido para cada ambiente pode ser encontrado na NBR 10152 (BRASIL, 2010b).

## 2.6 EFEITOS DO RUÍDO NO CORPO HUMANO

Segundo Srensen et al. (2011), o aumento de ruído do tráfego ocorre em paralelo com a urbanização. A exposição aguda ao ruído ativa os sistemas simpático e endócrino, causando alterações na pressão arterial, frequência cardíaca e liberação de hormônios do estresse. Além disso, a exposição ao ruído durante a noite, em níveis normais, urbanos tem sido associado aos distúrbios do sono.

A capacidade de causar perdas à audição não depende somente do seu nível, mas também do tempo da exposição, de modo que a exposição de um minuto a 100dB(A) não é tão danosa quanto a de 60 minutos a 90dB(A) - (GERGES, 2000).

A exposição persistente a sons excessivamente altos produz mudanças degenerativas no órgão espiral, resultando em surdez de sons agudos. Este tipo de perda de audição ocorre comumente em trabalhadores expostos por longos períodos a ruídos altos e não usam equipamentos de proteção auditiva (EPA) - (GERGES, 1992).

Segundo Saliba (2004), a poluição sonora traz graves problemas para a população, como o distúrbio do sono, estresse, dor de cabeça, irritação, entre outros. Segundo o autor, esses problemas são responsáveis por desavenças entre vizinhos e conflitos entre pessoas.

O primeiro efeito fisiológico de exposição a níveis altos de ruído é a perda de audição na banda de frequências entre 4 a 6 kHz. O efeito é acompanhado da sensação de percepção do ruído após o afastamento do campo ruidoso, ou seja, o zumbido, de curto prazo, e, portanto, o nível original do limiar da audição é recuperado. A perda de audição pode tornar-se permanente se a exposição ao ruído for repetida antes da completa recuperação temporária. Sendo assim, não somente na faixa de frequências entre 4 a 6 kHz, mas também abaixo e acima desta faixa. Isto é gerado, pois há danificação das células nervosas do ouvido interno, o que torna a perda de audição irreversível (GERGES, 1992).

Desta forma, com o intuito de controlar os efeitos do ruído, Fernandes (2002) e Maia (2001) sugerem que o controle da exposição ao ruído seja um conjunto de medidas técnicas que

visa à atenuação ou a eliminação do ruído e de seus efeitos em determinado ambiente. Ainda segundo estes autores, “controle” não significa supressão da causa, mas sim, uma manipulação do efeito.

A Figura 6 apresenta diferentes os níveis de intensidade sonora e os efeitos de alguns deles no organismo do indivíduo.



**Figura 6 - Efeito do ruído no organismo**  
Fonte: Souza (1998).

Conforme Gerges (2000), as medições de ruído permitem quantificações e análises precisas das condições ambientais, constituindo importantes ferramentas de diagnóstico aplicadas aos programas de controle ao ruído.

De acordo com Fyhri e Aasvang (2010), estudos apontam um modelo de ruído-estresse, sugerindo ligações entre o nível de ruído e o aumento das concentrações da adrenalina na hipertensão, urina e infarto do miocárdio. Entre os efeitos mais comumente documentados, os distúrbios do sono têm sido considerados como o mais grave. Tanto incômodo ao ruído como os

distúrbios do sono têm sido propostos como importantes mediadores do impacto do ruído na saúde.

De acordo com Bortoli et al. (2002), níveis de ruído de 90 dB(A) já geram além do incômodo, sérios danos ao ouvido humano, sendo que os níveis de pressão sonora abaixo de 50 dB(A) são interessantes, pois deixam o indivíduo mais calmo.

### **2.6.1 Orelha Humana**

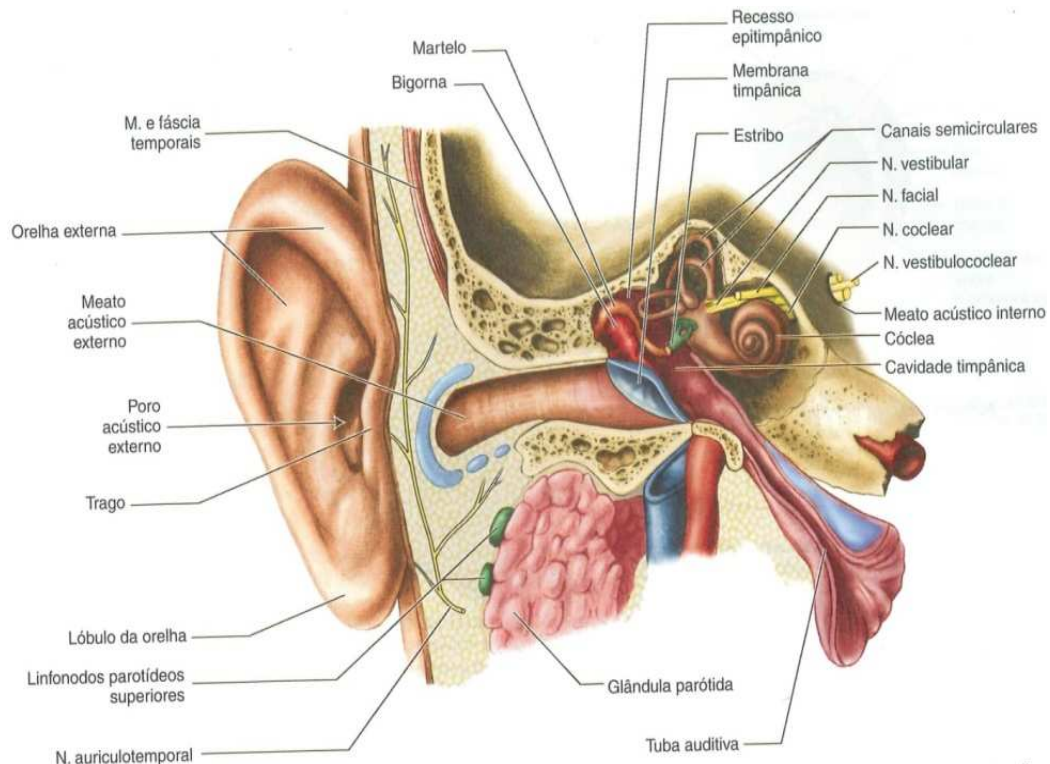
De acordo com Spence (1991), a orelha humana possui muitas estruturas, que são responsáveis pela conversão das ondas sonoras em ondas mecânicas e posteriormente em pulsos nervosos.

Segundo Moore (2001), a orelha é responsável pela interpretação dos sons e pelo equilíbrio do indivíduo e se divide em três partes: orelha externa, média e interna.

De acordo com Santos (1996), conhecer a anatomia e fisiologia do órgão da audição tem grande importância, pois através delas podem-se compreender os efeitos nocivos e prevení-los.

Para Grandjean (1998), a sensação sonora acontece quando ondas de som se introduzem no ouvido e atravessando o órgão auditivo externo, onde a energia acústica é traduzida em impulsos nervosos e ao chegar em determinadas regiões do cérebro, são percebidas como sons.

A Figura 7 apresenta as principais partes da orelha humana.



**Figura 7 - Orelha Humana**

Fonte: Moore (2001).

### 2.6.1.1 Ouvido Externo

De acordo com Saliba (2004), a energia que produz o som chega ao ouvido externo (orelha) e se propaga através do meato acústico externo que se assemelha a um “corredor” até chegar a uma membrana denominada tímpano.

De acordo com Moore (2001), o tímpano é a parte visível da orelha, composta por cartilagem e pele, cuja finalidade é recolher e concentrar as ondas sonoras.

Para Spence (1991), a orelha externa tem como finalidade a proteção, oferecendo dificuldade para que objetos ou semelhantes possam danificar o tímpano.

Segundo Santos (1996), a orelha externa tem a função de direcionar e ampliar o som, que pode ser ampliado em até 10 dB, dependendo da posição em que o ouvinte está da fonte.

### **2.6.1.2 Ouvido Médio**

Segundo Moore (2001), a orelha média é responsável pela pressão interna do ouvido, para permitir que o som se propague sem nenhum obstáculo, isso ocorre através da tuba auditiva. É na orelha média que também se encontram os primeiros ossos que vibram para “ampliar” o som que chega do tímpano.

De acordo com Santos (1996), na orelha média o som pode ser ampliado em até 22 vezes daquele que chega ao tímpano, isso é necessário porque existe uma grande perda de energia de inércia que o meio líquido tem com relação ao ar. Ocorre, também, no ouvido médio, o reflexo estapediano que é uma forma de proteger o sistema auditivo, ele aumenta ou diminui a rigidez dos músculos estapedianos e o tensor do tímpano, dificultando ou facilitando a transmissão do som.

### **2.6.1.3 Ouvido Interno**

De acordo com Saliba (2004), o ouvido interno preenche uma cavidade situada na estrutura óssea do crânio, tem componentes distintos e é composto com um líquido. A estrutura que mais se destaca é a cóclea e no seu interior há uma estrutura chamada órgão de Corti, que contém milhares de células sensoriais, essas células quando estimuladas pela energia que provém do ouvido médio geram impulsos nervosos que são transmitidos ao cérebro pelo chamado nervo auditivo e no cérebro esses pulsos são decifrados e a pessoa percebe o som.

Segundo Santos (1996), é no ouvido interno que as ondas mecânicas se convertem em energia elétrica e estimulação nervosa, que produziram a sensação sonora.

De acordo com Moore (2001), no ouvido interno ocorre a recepção do som e também é ele responsável pelo equilíbrio.



### **2.6.2 Traumas Acústicos**

Segundo Saliba (2004), este trauma é causado por sons de curta duração e de alta intensidade, na ordem de 120 dB ou superior a este valor, lesando permanentemente muitas regiões do ouvido, em particular, o órgão de Corti, cóclea e a ruptura da membrana basilar, sendo que o ouvido pode recuperar a audição “social” dentro de alguns dias.

### **2.6.3 Perdas Auditivas Temporária**

Segundo Saliba (2004), a exposição moderada a determinados tipos de ruído podem causar perda auditiva temporária. No entanto, ainda não se sabe muito sobre as consequências, se geram edemas intracelulares, alterações vasculares ou ainda a exaustão metabólica, mas o que se sabe é que nos casos desse tipo de surdes é necessário de entre 11 a 14h de silêncio que a audição volta ao normal. Porém, repetidas perdas auditivas temporárias podem levar a uma perda auditiva permanente.

### **2.6.4 Perdas Auditivas Permanente**

De acordo com Saliba (2004), a Perda Auditiva Induzida Por Ruído (PAIR), conhecida como perda auditiva neuro-sensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora é obtida por meio de um exame chamado “audiometria”, que permite perceber que as perdas mais comuns estão entre 3000 e 6000 Hz, particularmente, na frequência de 4000 Hz. Segundo este mesmo autor, perdas de frequências entre 4000 e 6000 Hz não trazem consequências muito graves ao indivíduo, pois ainda não afeta a comunicação verbal, porém, a perda da frequência de 3000 Hz já acarreta na dificuldade de compreensão, a perda de 2000 Hz traz grandes prejuízos para a comunicação ao indivíduo que então irá procurar fazer leitura labial para entender uma conversa e começa a falar mais alto que o normal, com a perda de 1000 Hz já existe comprometimento social evidente e a comunicação verbal já está comprometida, por fim, a perda de 500 Hz exclui a pessoa do meio social e dificulta a convivência familiar.

Segundo Holanda (2011), a PAIR também pode ser denominada de Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional (PAIRO), caracteriza-se como uma doença crônica e irreversível, que pode influenciar na qualidade de vida do indivíduo.

Como agravante, esta perda auditiva permanente influencia no comportamento individual, social e psíquico do indivíduo, resultando em sofrimento para este, podendo alterar sua autoestima, motivação e a eficácia com que o indivíduo desenvolve seu trabalho (KOMINISKI, 2007).

## 2.7 MEDIDAS PREVENTIVAS DE CONTROLE DO RUÍDO

As medidas de controle são tomadas visando atenuar o efeito do ruído sobre as pessoas e podem ser consideradas basicamente de três maneiras distintas: diretamente na fonte, diretamente na trajetória ou diretamente no homem e, quando tecnicamente viáveis, as medidas de controle aplicadas diretamente na fonte e na trajetória devem ser prioritárias (SALIBA, 2009).

De acordo com Maia (2001), as medidas de controle sobre a fonte e sobre a trajetória são mais eficientes, porém, na maioria das vezes, tem um custo mais elevado e são muito mais complexas. O controle na esfera da engenharia consiste em ações baseadas em projetos que intervêm diretamente na fonte geradora do ruído, ou no ambiente entre a fonte e o trabalhador. A avaliação da exposição ao ruído e especificação dos protetores auriculares (PA) também pode fazer parte da esfera da engenharia.

### 2.7.1 Controles do ruído na fonte

Segundo Saliba (2009), o controle do ruído diretamente na fonte representa o método mais recomendado quando há viabilidade técnica, porém, a fase de planejamento das instalações é o mais importante, pelo fato que se poder fazer as escolhas de equipamentos que produzam menos ruído ou mesmo organizar o *layout* de maneira adequada. Existem diversas maneiras para se realizar o controle de ruído diretamente na fonte, tais como a substituição do equipamento por

outro mais silencioso, manter as estruturas bem fixadas, lubrificar rolamentos e mancais, alterar o processo, dentre outros que podem se mostrar muito relevantes.

Uma forma alternativa de redução do ruído na fonte, no caso de rodovias, é a utilização de asfalto emborrachado. Lopes (2008) fez uma pesquisa onde comparou os dois tipos de pisos (convencional e o emborrachado), para diferentes tipos de veículos. Os resultados mostraram que o piso emborrachado reduziu em uma média aproximada de 6% os níveis de ruído para os veículos. Desta forma, pode-se concluir eficiência e eficácia neste tipo de aplicação.

### **2.7.2 Controles de ruído na trajetória**

O controle do ruído diretamente na trajetória é realizado quando não foi possível fazer o controle do ruído diretamente na fonte ou mesmo reduzir o agente físico (FERNANDES, 2002).

Este tipo de controle pode ser alcançado de duas maneiras, ou pela absorção do som através de materiais porosos, como, por exemplo, a lã de vidro e a cortiça, ou então, pelo isolamento acústico através de materiais que possuam alto índice de redução acústica ou perda de transmissão (SALIBA, 2009).

Uma das formas para controlar o ruído diretamente na fonte é com a utilização de vegetação. Segundo Wood (1976), a vegetação possui papel fundamental na atenuação do ruído ambiental, no caso, a grama é um atenuante quando superfícies pavimentadas refletem o ruído. O autor ainda menciona que para atenuar 10dB são necessária barreiras de vegetação densa de aproximadamente 50m.

De acordo com Beranek (1971), uma fonte que emite ruído de 1.000 Hz de frequência pode ser atenuada de diferentes formas, de acordo com o tipo de vegetação que existe em seu entorno e no caso de uma vegetação verde e densa, existe uma atenuação de aproximadamente 23 dB por 100m de vegetação, no caso de uma vegetação de outono, ou seja, sem folhas a atenuação cai para aproximadamente 3 dB por 100m.

### 2.7.3 Controles de ruído no homem

Quando não é possível o controle do ruído diretamente na fonte e na trajetória, devem-se adotar medidas de controle no homem, lembrando que esta forma de controle deve ser aplicada em casos extremos, sempre como uma última opção (FERNANDES, 2002).

De acordo com Saliba (2009), o controle do ruído no homem pode ser realizado fazendo a limitação do tempo de exposição aos níveis de ruído, superiores ao limite de tolerância ou então por meio de protetores auriculares (PA).

Os PA devem ser utilizados quando não for possível o controle de ruído diretamente na fonte e na trajetória ou quando esses controles não reduzem o ruído a níveis satisfatórios (GERGES, 2000).

Segundo os achados de Reynolds et al. (1990), relatam que uma inadequada na utilização dos equipamentos de segurança individual prejudica a proteção em frequências mais baixas, comparadas com a proteção em frequências mais altas.

Existem basicamente dois tipos de PA, os de inserção que podem ser pré-moldados ou moldáveis e os *circum*-auriculares ou tipo concha. Na escolha do protetor auricular é fundamental observar as vantagens e desvantagens de cada tipo, o fator protetor e segurança auditiva, entre outros (SALIBA, 2009).

Os protetores de inserção são introduzidos dentro do canal auditivo, tendo como objetivo diminuir a intensidade das variações de pressão que alcançam o tímpano. Os moldáveis nunca devem ser lavados, quando estiverem sujos, mas substituídos por um novo. Já os pré-moldados devem ser lavados regularmente com sabão neutro e água e esterilizados semanalmente (GRANDJEAN, 1998).

Os protetores *circum*-auriculares ou do tipo concha, são feitos de material rígido e revestidos internamente com material macio do tipo espuma ou borracha. Podem ser colocados em qualquer pessoa e fornecem boa proteção ao ruído, chegando até mesmo reduzir entre 40dB e 50dB. Seu custo inicial é alto, porém, a vida útil é longa (FERNANDES, 2002).

Atualmente, os protetores de inserção são os mais utilizados e recomendados para os ruídos na faixa de 85 dB(A) a 100 dB(A). Os *circum*-auriculares ou do tipo concha são mais recomendados para os ruídos acima de 100 dB(A). Ambos são eficientes para alta frequência, porém, para sons mais graves a proteção é praticamente nula (FERNANDES, 2002).

## 2.8 MAPAS DE RUÍDO

No entendimento de Queirós et al. (2007), o mapeamento do ruído é uma ferramenta gráfica para gerir os níveis de ruído existentes dentro de ambientes internos de empresas ou mesmo em ambientes externos, como ruas e avenidas. Esta ferramenta também tem como objetivo servir como parâmetro para os Programas de Controle ao Ruído e Planejamento da Ocupação do Solo (PCRPOS). O acompanhamento dos níveis de ruído pode ser um instrumento necessário para os administradores, legisladores e para a população.

Sendo o mapa acústico um item necessário para a informação sonora das áreas, é um objeto de estudos de âmbito municipal e para os planos municipais de ordenamento do território que sejam acompanhados pelo mapa de ruído, elemento que fornecerá a localização das fontes de ruído e de áreas às quais correspondem as classes de valores expressos em dB(A), referentes aos níveis de exposição ao ruído no exterior (MAIA, 2003; QUEIRÓS et al., 2007).

Na cidade de Curitiba, no que tange ao mapeamento do ruído, tem-se pelo menos dois trabalhos já realizados há mais de 10 anos (onde, obviamente tinha-se outra realidade nas ruas quanto aos níveis de ruído, visto que a quantidade de veículos era bem menor), que merecem ser citados.

O primeiro trabalho foi realizado por Zannin et al. (2002), que mediram os níveis de ruído em diferentes pontos da cidade e concluíram que naquela época, cerca de 93,3% dos locais estudados possuíam níveis de ruído superiores aos 65 dB(A), nível estabelecido como limitante, a fim de se obter um conforto ambiental.

O segundo estudo na cidade de Curitiba, Estado do Paraná, Brasil, foi efetuado por Bortoli e Krüger (2002), que fizeram um trabalho mais sucinto, porém, acompanhando de níveis de ruído pertinentes em apenas 5 pontos distintos da cidade.

Zanqueta et al. (2010) e Cantieri et al. (2009) também executaram mapeamentos de ruído nas cidades de Curitiba e Maringá, também situadas no mesmo Estado. Ressalta-se, porém, que ambos os trabalhos publicados em revistas científicas qualificadas tiveram seu início com a ideia da presente dissertação. A Figura 8 apresenta o mapa acústico elaborado para os 55 pontos de medição estabelecidos dentro do centro de Curitiba, e a Figura 9 apresenta o mapa elaborado para a cidade de Maringá, no interior do Estado.

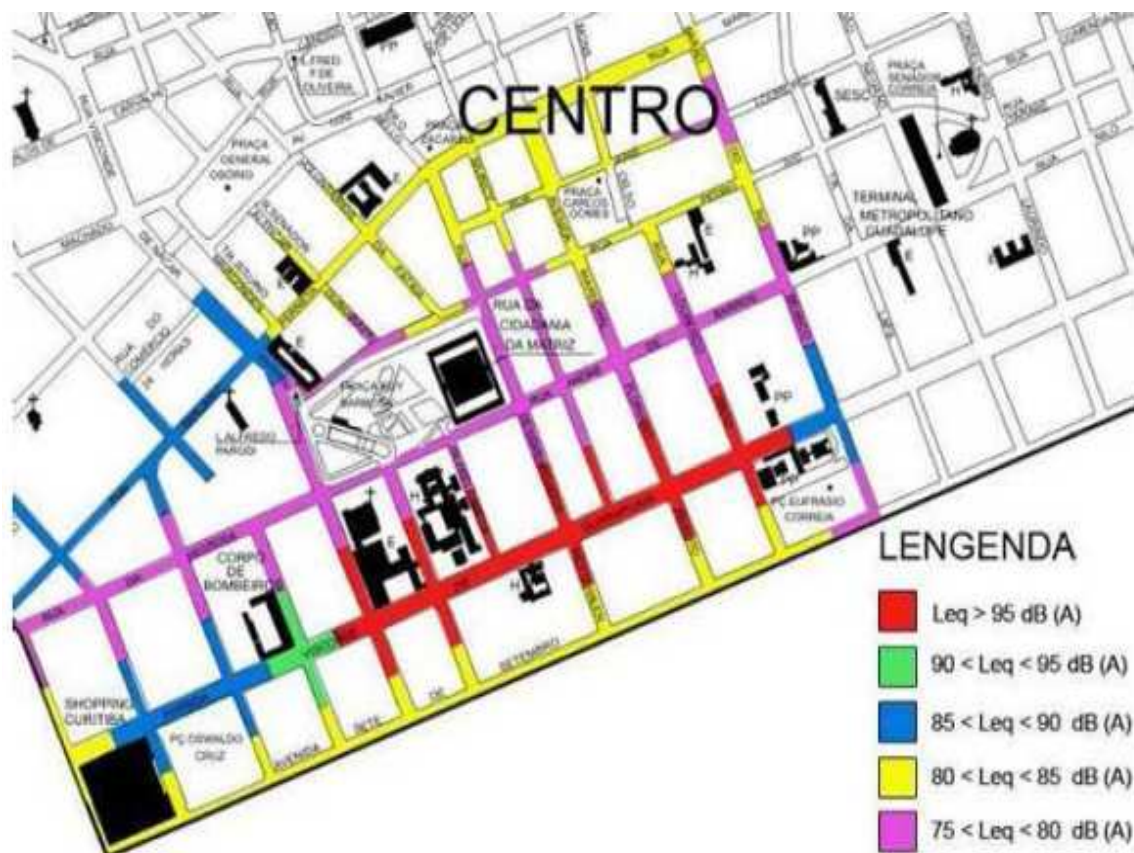
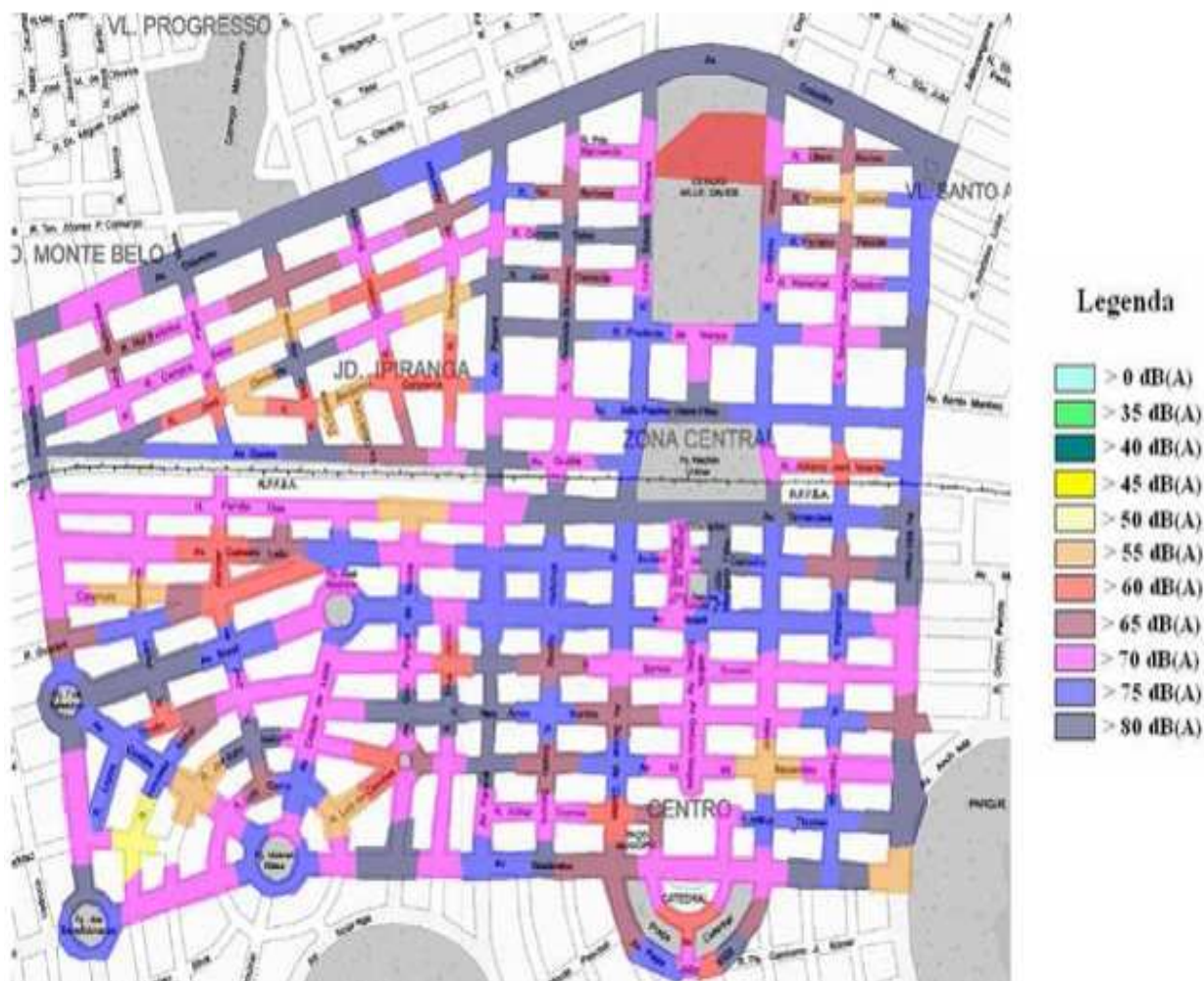


Figura 8 - Mapa acústico elaborado para alguns pontos do centro da cidade de Curitiba  
 Fonte: Cantieri et al. (2010).



**Figura 9 - Mapa acústico elaborado para o centro de Maringá**  
 Fonte: Zanqueta et al. (2010).

Alguns trabalhos semelhantes com o monitoramento do ruído foram realizados em outras cidades como em Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil e em Brasília, Capital do mesmo país (MAIA, 2003; QUEIRÓS et al., 2007).

Segundo Elcione Moraes, arquiteta, em entrevista concedida à TV UNAMA, da Universidade da Amazônia, em 2010, também vem sendo desenvolvido o mapa acústico da cidade de Belém, situada no Estado do Pará, Brasil, desde 2002. Segundo a mesma, as três cidades mais ruidosas do mundo até o momento são: Tóquio, Nova York e Madri. Porém, a cidade de Belém, atualmente, apresenta níveis de ruído alarmantes e semelhantes aos níveis de ruído já experimentados por pessoas que residem ou passam pela cidade de Madri (PLURIS, 2010).



Fora do Brasil, o mapeamento do ruído é uma ferramenta muito utilizada e empregado na gestão dos níveis de ruído em diversas cidades. A Figura 10 apresenta o mapa acústico desenvolvido pela Prefeitura de Zaragoza na Espanha.



**Figura 10 - Mapeamento de ruído diurno na cidade de Zaragoza na Espanha**  
Fonte: Prefeitura de Zaragoza (2009).



Já a Figura 11 apresenta o mapa acústico de outra cidade espanhola. Neste mapa da cidade de Madri verifica-se claramente que o mapa acústico é uma ferramenta visual das condições acústicas de determinado lugar.



**Figura 11 - Mapa Acústico da cidade de Madri na Espanha**  
Fonte: ALLPE (1998).

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste trabalho está sustentada em metodologias sobre o estudo de caso, com uma abordagem quantitativa. As avaliações foram feitas no período de março de 2011 a junho de 2011. Nesse capítulo são apresentados os procedimentos de avaliação e confecção do mapa acústico.

#### 3.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

As medições foram realizadas de acordo a ISO e a NBR10151. Para tanto, foi utilizado 01 (um) medidor de nível de pressão sonora (sonômetro) da marca Instrutherm, modelo DEC 5010, calibrados e certificados por empresa cadastrada na Rede Brasileira de Calibração (RBC), estando devidamente de acordo com as Normas *International Electrotechnical Commission* (IEC) 61672-2002; IEC – 60651; IEC - 804 e ANSI 51.4, representando a classe 2 do equipamento.

O sonômetro utilizado foi aferido antes e após cada medição, com calibradores acústicos também da empresa Instrutherm, calibrados e certificados. Antes de cada medição os equipamentos foram ajustados na curva “A” e com resposta “lenta”, que é a configuração recomendada para a medição de ruídos intermitentes, segundo as normas vigentes.

O *software* utilizado para o mapeamento acústico foi o *Computer Aided Noise Abatement* (CADNAA), um dos mais avançados quando o assunto é a confecção de mapas acústicos.

#### 3.2 CONDIÇÕES DE MEDIÇÃO

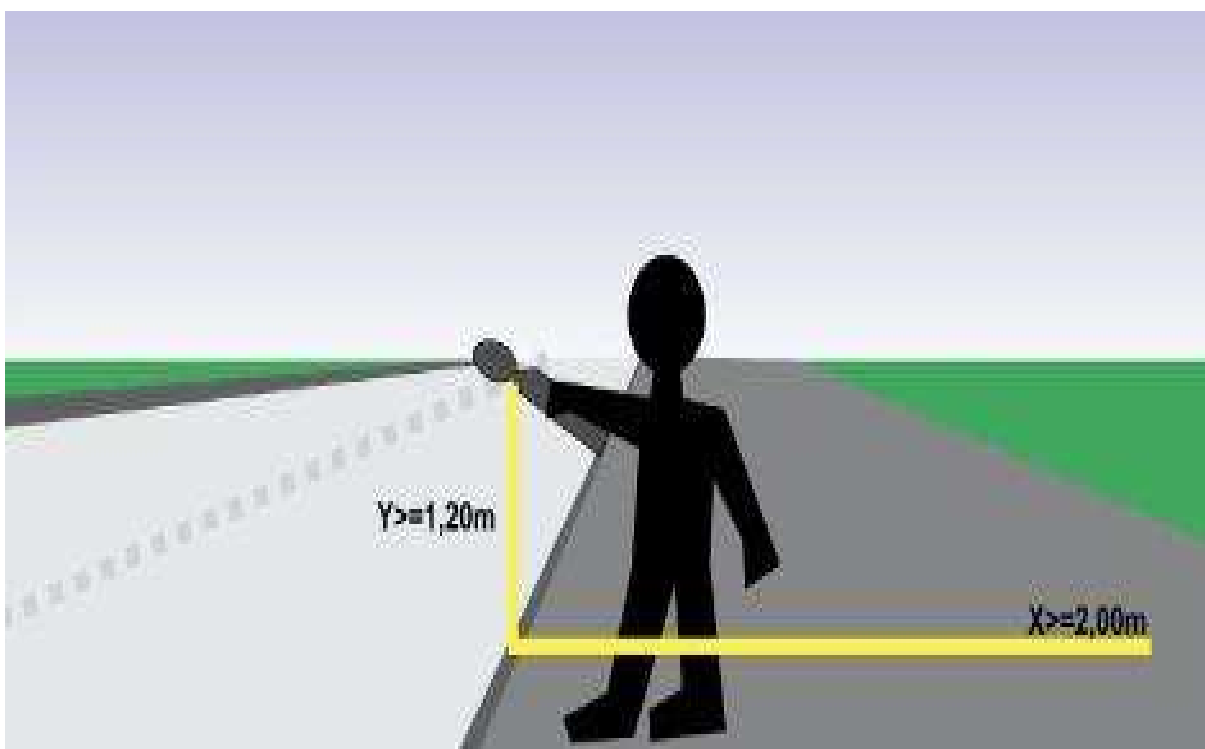
Antes de qualquer medição foram tomadas as seguintes precauções, quanto ao medidor de nível de pressão sonora, conforme orientado nas referências por Fernandes (2002):

- a) Aferiu-se o mesmo com o calibrador acústico;
- b) Respeitaram-se as características do microfone, quanto aos limites de temperatura, umidade e ângulo de colocação;
- c) Verificou-se a bateria antes de cada medição;

d) Posicionou-se adequadamente o tripé de suporte do equipamento.

As medições foram realizadas sempre no meio das quadras, a uma distância de 2,0m das paredes e outras superfícies refletoras, como o auxílio de um tripé fixado a altura de 1,2m do solo, segundo NBR 10.151. Evitou-se a influência de sons não desejados, como o vento com velocidade acima de 3m/s e o ruído de interferências elétricas em condições de tempo (O clima de uma região somente é obtido com a análise de no mínimo 30 anos, então é tempo e não clima) extremas como chuvas, trovões, ventos intensos, uma vez que o nível de pressão sonora nestas condições pode ser influenciado por tais condições, é aconselhada ainda a utilização do anemômetro, para medir a velocidade do vento, porém, na falta deve-se atender a todas as exigências descritas, com a colocação de um atenuador de vento.

A Figura 12 ilustra a colocação do equipamento de medição.



**Figura 12 - Procedimento para coleta do nível de pressão sonora**  
Fonte: O Autor (2012).

O Quadro 2 informa sobre os dados, para se ter referências e percepções da velocidade dos ventos em dias de medições normais e extremos, segundo a escala de Beaufort.

N° DE BEAUFORT	VELOCIDADE		CLASSIFICAÇÃO	AÇÃO DO VENTO
	km/h	m/s		
0	0 a 1	0 a 0,3	Calma	Fumaça vertical
1	2 a 6	0,6 a 1,7	Quase calmo	Fumaça em ângulo
2	7 a 12	1,9 a 3,3	Brisa leve	Perceptível no rosto; pequeno movimento das folhas das árvores
3	13 a 18	3,6 a 5,0	Vento fraco	Movimento de folhas e galhos finos
4	19 a 26	5,3 a 7,2	Vento moderado	Levanta poeira e folhas de papel; movimento de galhos de árvores
5	27 a 35	7,5 a 9,7	Vento regular	Balanço de arbustos; formação de pequenas ondas em depósitos de água
6	36 a 44	10,0 a 12,2	Vento meio forte	Movimento de galhos grossos; assobio de fios elétricos; dificuldade de manter um guarda-chuva aberto
7	45 a 54	12,5 a 15,0	Vento forte	Movimento de todas as árvores; dificuldade de caminhar em sentido contrário ao do vento
8	55 a 65	15,3 a 18,1	Vento muito forte	Quebra de alguns galhos de árvores; impossibilidade de caminhar
9	66 a 77	18,3 a 21,4	Ventania	Pequenos estragos nas edificações
10	78 a 90	21,7 a 25,0	Vendaval	Arranca árvores; grandes estragos em edificações
11	91 a 104	25,3 a 28,9	Tempestade	Graves estragos generalizados
12	> 104	> 28,9	Furacão	-

**Quadro 2 – Velocidade do vento**

Fonte: Adaptada de escala de Beaufort (2011).

Destaca-se que nas medições foram feitas sem a presença do anemômetro, mas seguiram-se criteriosamente as orientações descritas, utilizando um atenuador de vento para obter maior confiabilidade nas coletas.

Para cada ponto medido, após posicionar o sonômetro no local correto fez-se a medição durante 10 minutos, e o equipamento realizou o cálculo do nível de ruído equivalente “Leq” para este período.

Destaca-se que foram feitas medições preliminares e posteriormente as medições definitivas, sendo que as medições preliminares foram desenvolvidas para identificar qual era o horário do dia mais crítico em relação às pressões sonoras, após eles os levantamentos foram feitas as medições definitivas.

Nas medições preliminares cada ponto foi medido 120 vezes com Leq de 15min, durante 10 dias úteis (de 2ª. a 6ª. feira) consecutivos, sendo desconsiderados os finais de semanas, pois tendem a apresentar menores valores de pressão sonora, devido a redução do tráfego rodoviário, lembrando que nesta dissertação será adotado sempre o pior caso de exposição aos níveis sonoros; e nas medições definitivas fez-se 3 medições para cada ponto apurado em dias distintos.

Posteriormente, tanto para as medições preliminares como para medições definitivas calcularam-se as médias logarítmicas que serão expressas no capítulo dos resultados.

### 3.3 METODOLOGIA DAS MEDIÇÕES PRELIMINARES

Esta etapa de medições preliminares foi desenvolvida para estabelecer qual era o horário do dia em que se tinha um maior nível de pressão sonora no centro da cidade. Isto foi importante, pois segundo as normas vigentes, o nível de pressão sonora deve ser medido em determinado momento do dia que apresentar maiores níveis sonoros.

Para tanto, foram feitas medições em 3 pontos distintos no centro da cidade de Curitiba, no período das 07h01min da manhã até às 19h00min. A Figura 13 apresenta os pontos escolhidos para as medições preliminares e que ficavam próximos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), situada na região central da cidade. Estes pontos foram escolhidos devido ao grande fluxo de veículos e de pessoas existentes nesta região. Os pontos foram:

**1º Ponto:** situava-se na Avenida Sete de Setembro, em frente à UTFPR, entre as ruas Marechal Floriano Peixoto e a Desembargador Westphalen, escolhido porque possuía duas pistas de duplo sentido de veículos, entre elas, uma canaleta de duplo sentido para os deslocamentos do ônibus bi-articulado, além do grande fluxo de pessoas.

**2º Ponto:** situava-se na rua Desembargador Westphalen, entre as ruas Avenida Sete de Setembro e a Avenida Visconde de Guarapuava, escolhido por possuir 2 pistas de sentido único cada uma com três faixas de rodagem e com grande fluxo misto de veículos.

**3º Ponto:** situava-se na Avenida Visconde de Guarapuava entre as ruas Marechal Floriano Peixoto e Desembargador Westphalen, escolhido por ser uma avenida de grande fluxo de veículos, com duas pistas de um único sentido e uma canaleta de ônibus bi-articulado de duplo sentido, em paralelo. A Figura 13 mostra os pontos de medições preliminares.



**Figura 13 - Pontos onde foram realizadas as medições**

Fonte: *Google Earth* (2011).

Como o intuito principal deste trabalho foi comparar os valores obtidos com a Lei Municipal Ordinária nº. 10625, de 19 de dezembro de 2002, que define para o período diurno (das 07h01min até as 19h00min) um limite de ruído de 65dB(A) para a zona central, foi feita uma análise dos níveis de ruído nos 03 pontos citados, ao longo do dia. Cada ponto foi medido durante 15 minutos em cada uma das faixas de horários expressas no Quadro 3. Tais medições foram realizadas de segunda a sexta-feira, descartando os sábados e domingos, pois o tráfego de veículos tende ser menor, o que poderia prejudicar as coletas; as medições se deram durante 10 dias, entre 07/03/2011 a 18/03/2011.

HORÁRIO
<b>7 - 18/03/11</b>
<b>07:01hs</b> às 08:00hs
08:01hs às 09:00hs
09:01hs às 10:00hs
10:01hs às 11:00hs
11:01hs às 12:00hs
12:01hs às 13:00hs
13:01hs às 14:00hs
14:01hs às 15:00hs
15:01hs às 16:00hs
16:01hs às 17:00hs
17:01hs às 18:00hs
18:01hs às <b>19:00hs</b>

**Quadro 3 - Horários de medição**

Fonte: O Autor (2012).

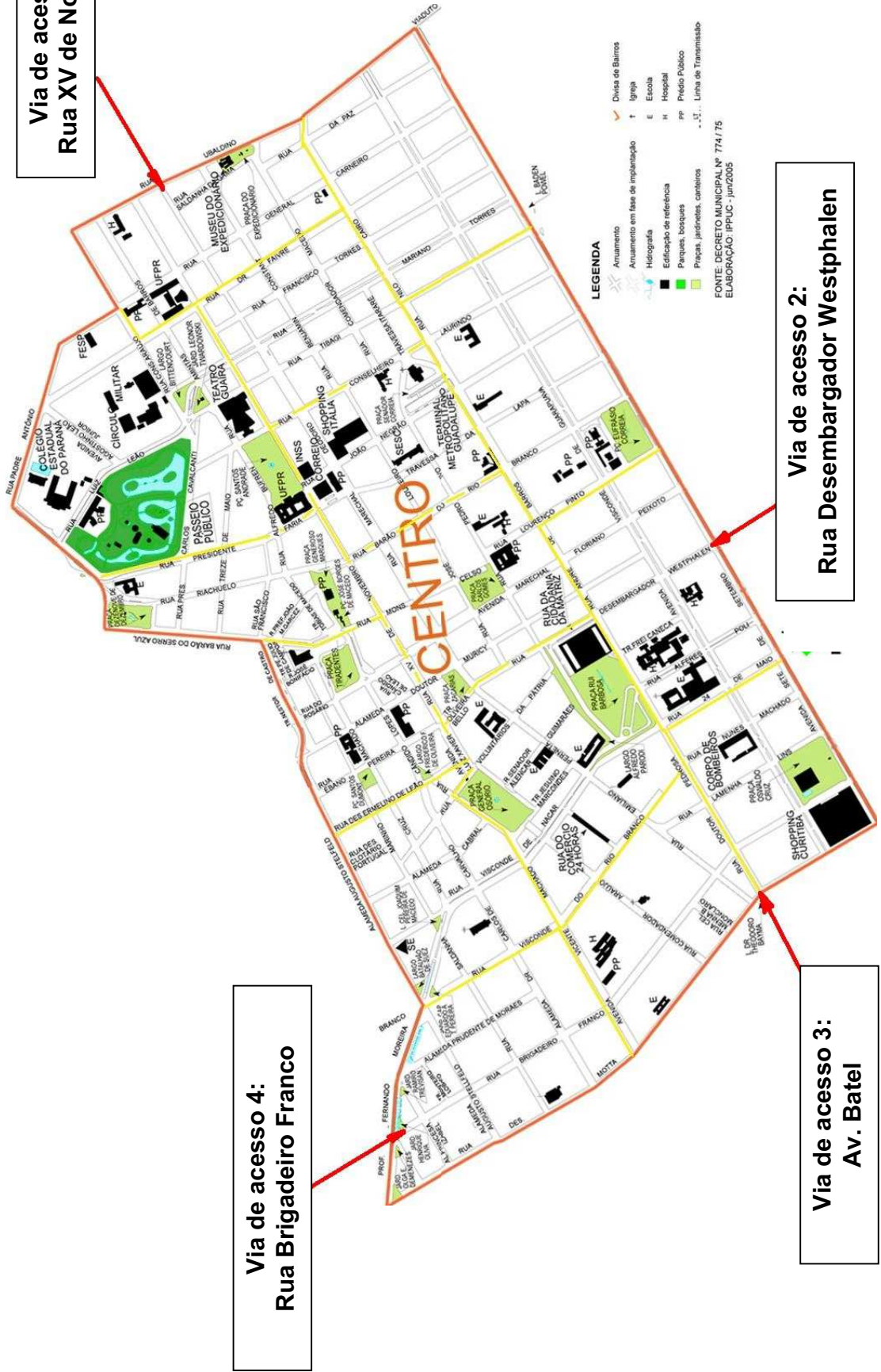
Desta forma, para cada um dos 03 pontos de medição (Avenida Sete de Setembro, Desembargador Westphalen e Avenida Visconde de Guarapuava) efetuou-se 10 medições em cada faixa de horário, em dias distintos. Com os valores medidos, executou-se uma média logarítmica e calcularam-se os respectivos desvios-padrão. Os resultados obtidos encontram-se expressos no próximo capítulo.

Ressalta-se que esta tinha a simples função definir quais eram os horários do dia (entre às 07h01min e 19h00min) com os maiores níveis de ruído no centro da cidade e os momentos do dia, de maior nível acústico, foram usados para realizar as medições definitivas.

### 3.4 METODOLOGIA DAS MEDIÇÕES DEFINITIVAS

Após o levantamento do período do dia mais crítico, quanto ao ruído, definiram-se quais seriam os pontos de medição no centro de Curitiba e quais seriam as principais vias de acesso. A Figura 14 apresenta a visão do mapa do centro de Curitiba, mais precisamente da Zona Central, segundo a Lei Municipal nº. 10.625, da cidade de Curitiba, apontando as 04 principais vias prioritárias de acesso ao centro da cidade, onde foram avaliados os níveis de pressão sonora nesta dissertação.





Via de acesso 1:  
Rua XV de Novembro

Via de acesso 2:  
Rua Desembargador Westphalen

Via de acesso 4:  
Rua Brigadeiro Franco

Via de acesso 3:  
Av. Batel

Figura 14 - Mapa do centro da cidade de Curitiba  
Fonte: Adaptado do IPPUC (2005).



Segundo o censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade de Curitiba tem 1.751.907 habitantes (10,4% a mais, comparado ao ano 2000), o que representa densidade demográfica de 4.028 habitantes por quilômetro quadrado. O centro da cidade é o bairro mais densamente povoado, com 11.308hab/km<sup>2</sup> e com uma área de aproximadamente de 327,9 mil m<sup>2</sup> (IPPUC 2000), sendo assim, com uma população estimada de 308 mil habitantes, em virtude desta demanda, foram estabelecidos 416 pontos distintos para realizar o mapeamento pretendido, sendo que apenas no centro da cidade, foram feitas 400 medições, dado o tamanho do centro de Curitiba. As outras 16 medições foram feitas para caracterizar os níveis de ruído existentes nas 04 vias de acesso ao centro da cidade analisadas, a saber:

- Rua Brigadeiro Franco (via de acesso da região noroeste);
- Rua XV de Novembro (via de acesso da região nordeste);
- Rua Marechal Floriano Peixoto (via de acesso da região sudeste);
- Av. Batel (via de acesso da região sudoeste).

A Figura 15 apresenta o mapa do centro da cidade de Curitiba, com seus respectivos pontos de medições numerados. Já a Figura 16 apresenta as 04 principais vias de acesso ao centro da cidade, apontando também seus respectivos pontos de medição enumerados.

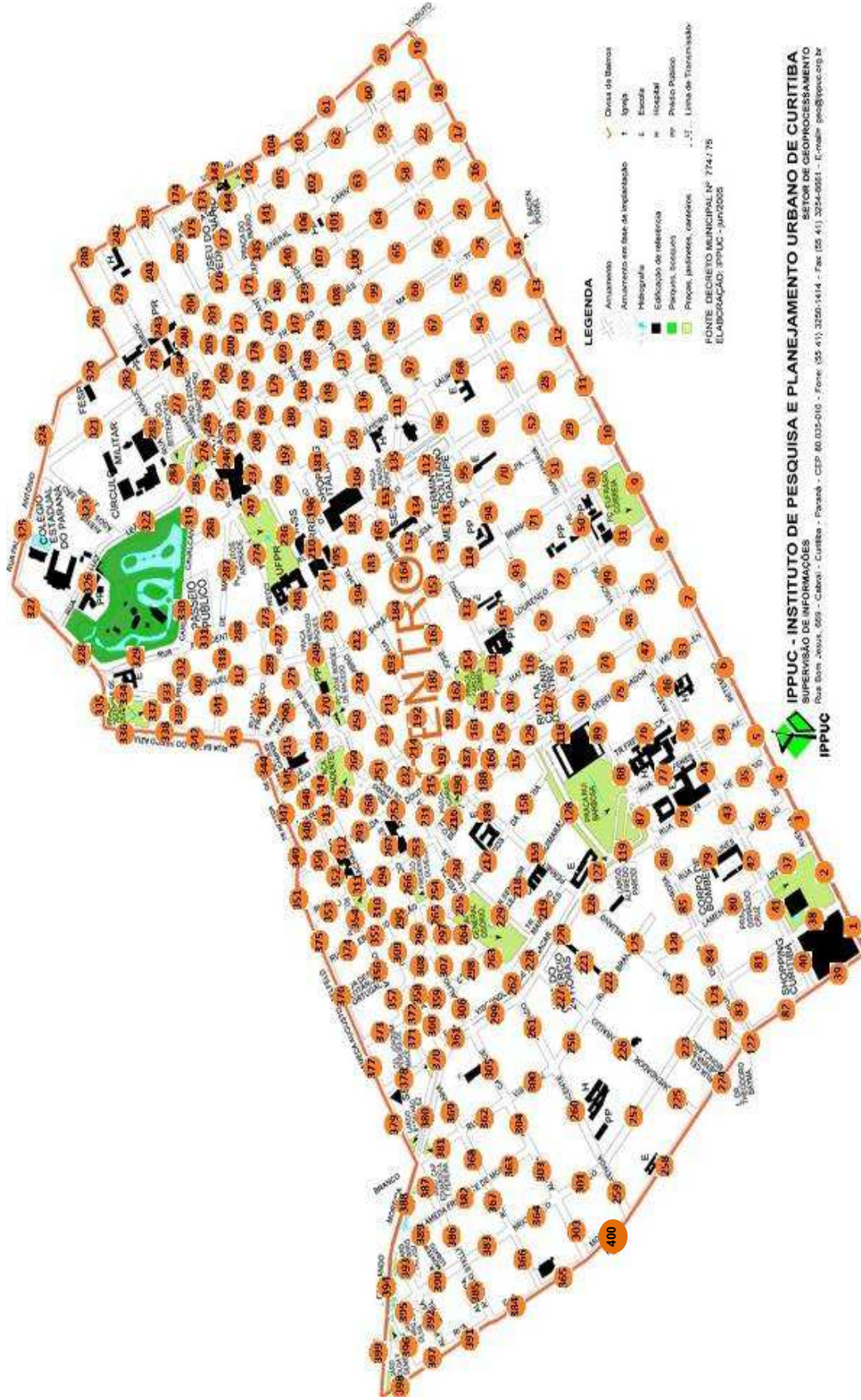


Figura 15 – Pontos de medição dos níveis equivalentes de ruído do centro da cidade de Curitiba  
 Fonte: O Autor (2012).

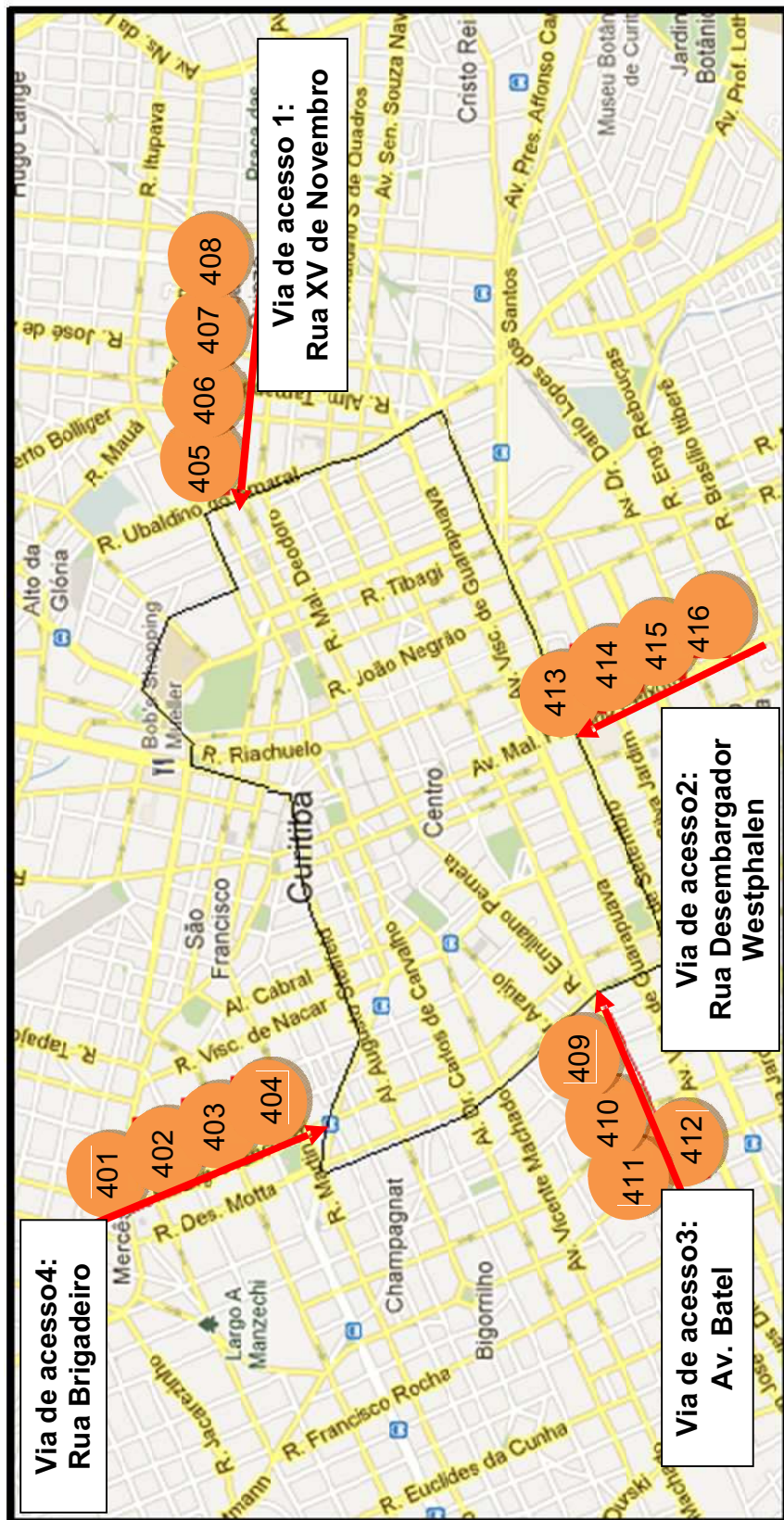


Figura 16 - Pontos de medição dos níveis equivalentes de ruído das principais vias de acesso ao centro de Curitiba  
Fonte: Adaptado do *Google Earth* (2011).



### 3.5 ELABORAÇÃO DO MAPA ACÚSTICO

Para a elaboração do mapa acústico do centro da cidade de Curitiba e suas principais vias de acesso utilizou-se um *software* gráfico denominado *Computer Aided Noise Abatement* (CADNAA).

Para a utilização do mesmo foi necessário, além de se realizar as medições do ruído nos pontos supracitados deste capítulo, levantar as dimensões básicas de cada uma das edificações existentes na região do centro de Curitiba.

Destaca-se que com o auxílio do *Google Earth*, conforme mostra a Figura 17, obteve-se a vista superior de todas as edificações da região estudada e com base nessa visão antecipada, partiu-se para o levantamento das dimensões básicas de cada edificação. Observa-se, porém, que quando não se conseguiu encontrar a altura da edificação através de uma trena laser, contavam-se os andares da edificação e atribuía-se a altura de 3 metros para cada andar da mesma.



**Figura 17 – Levantamento das alturas para geração do mapa, em 3 dimensões**

Fonte: *Google Earth* (2011).

Depois de conhecer as dimensões básicas de cada edificação, bem como os níveis de pressão sonora para cada quarteirão, partiu-se para o desenho do mapa acústico, sendo que o

primeiro passo foi o desenho de cada uma de todas as edificações que fariam parte do mapa gráfico da cidade.

Somente depois de todas as edificações terem sido desenhadas com suas elevações e perfis no *software Computer Aided Noise Abatement (CADNAA)*, sobre o mapa gráfico da cidade obtido no *Google Earth*, que se procedeu à entrada dos valores dos níveis médios equivalentes de ruído para cada um dos bairros da área analisada.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES PRELIMINARES

As medições preliminares foram essenciais para determinar qual seria o período do dia em que as medições definitivas seriam realizadas.

A Figura 18 apresenta os valores médios de ruído, obtidos por faixa de horário. Lembrando que cada rua ou avenida foi medida 10 vezes por faixa de horário em dias diferentes. Desta forma, plotou-se os respectivos desvios-padrão sobre os valores médios de ruído calculados.

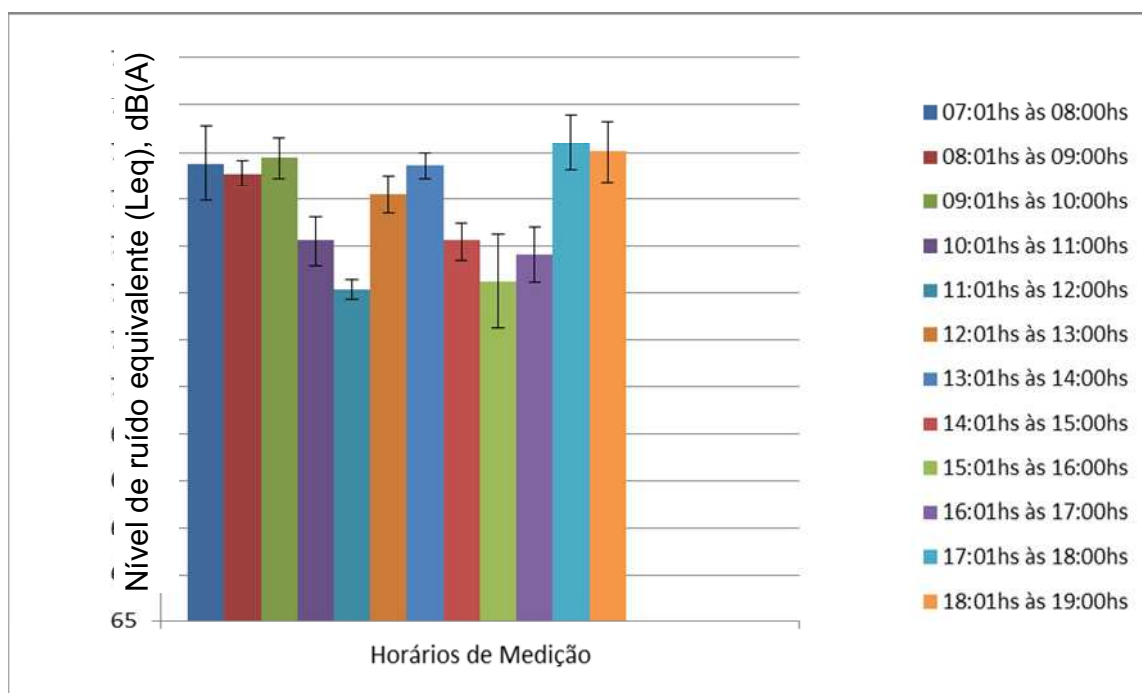


Figura 18 – Nível de ruído equivalente para os 03 pontos de medição por faixa de horário  
Fonte: O Autor (2012).

A Tabela 3 apresenta os valores pontuais e os respectivos desvios-padrão utilizados para elaborar a Figura 18.

<b>De 7-18/03/11</b>	<b>10 DIAS</b>	<b>DESVIO PADRÃO</b>
<b>07:01hs</b> às 08:00hs	74,77	0,81
08:01hs às 09:00hs	74,56	0,26
09:01hs às 10:00hs	74,89	0,44
10:01hs às 11:00hs	73,12	0,51
11:01hs às 12:00hs	72,08	0,20
12:01hs às 13:00hs	74,11	0,40
13:01hs às 14:00hs	74,73	0,27
14:01hs às 15:00hs	73,11	0,40
15:01hs às 16:00hs	72,24	0,39
16:01hs às 17:00hs	72,81	0,60
17:01hs às 18:00hs	75,21	0,57
18:01hs às <b>19:00hs</b>	75,02	0,63

**Tabela 3 - Nível de ruído equivalente para os 03 pontos de medição por faixa de horário**

Fonte: O Autor (2012).

Analisando-se a Figura 18 e a Tabela 3, que apresentam os resultados das medições preliminares, nota-se que os valores obtidos para as faixas de horários das 07:01hs às 08:00hs, das 08:01hs às 9:00hs, das 09:01hs às 10:00hs, das 12:01hs às 13:00hs, das 13:01hs às 14:00hs, das 17:01hs às 18:00hs e das 18:01hs às 19:00hs, são estatisticamente iguais, devido os respectivos desvios-padrão. Desta forma, torna-se claro que para estes períodos do dia não houve diferença significativa entre os valores medidos. Assim, no decorrer desta dissertação optou-se em realizar as medições definitivas em qualquer um destes 03 períodos do dia, ou seja, entre às 07:01hs e 10:00hs; das 12:01hs às 14:00hs; e, entre às 17:01hs e 19:00hs.

Cabe ressaltar que um dado preocupante mostrado na Tabela 3 refere-se às medições preliminares, em que se obtiveram em todas as vias analisadas valores de ruído, superiores a 65dB(A), para o período diurno, que é o valor limite para esta região da cidade, segundo a Lei Municipal de Ordinária nº. 10625 de Curitiba.

#### 4.2 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DEFINITIVAS

Depois de definidos os intervalos do dia, no qual seriam feitas as medições, fez-se as medições definitivas para os 400 pontos de medição no centro de Curitiba e para os 16

pontos de medição estabelecidos em 04 vias de acesso ao centro da cidade. Ressaltam-se mais uma vez que cada ponto foi medido 03 vezes, sempre em dias distintos.

O Quadro 4 apresenta os valores dos níveis médios equivalentes de ruído, obtidos para cada um dos 16 pontos medidos nas 04 vias prioritárias de acesso ao centro da cidade de Curitiba, ou seja, na Avenida Batel, Rua Brigadeiro Franco, Rua Desembargador Westphalen e Rua XV de Novembro. Já o Quadro 5 apresenta os valores dos níveis médios equivalentes de ruído, obtidos para cada um dos 400 pontos medidos no centro da cidade de Curitiba.

Ponto	Leq, dB(A)
401	74,8
402	74,4
403	72,7
404	80,1
405	73,7
406	73,9
407	74,0
408	74,4
409	76,0
410	75,5
411	74,0
412	74,5
413	79,8
414	76,7
415	77,7
416	78,9

**Quadro 4 - Valores dos níveis médios equivalentes de ruído (Leq) obtidos para cada um dos 16 pontos medidos nas 04 vias de acesso ao centro da cidade de Curitiba**

Fonte: O Autor (2012).



Ponto	Leq, dB(A)	Ponto	Leq, dB(A)	Ponto	Leq, dB(A)	Ponto	Leq, dB(A)	Ponto	Leq, dB(A)	Ponto	Leq, dB(A)	Ponto	Leq, dB(A)	Ponto	Leq, dB(A)
1	72,8	51	79,6	101	79,6	151	74,3	201	69,0	251	74,0	301	71,3	351	76,0
2	75,6	52	78,3	102	78,9	152	72,3	202	68,9	252	65,3	302	72,2	352	66,0
3	77,3	53	77,2	103	79,5	153	76,7	203	72,3	253	68,7	303	73,4	353	68,0
4	77,2	54	76,7	104	72,4	154	66,5	204	66,5	254	68,6	304	75,0	354	66,5
5	77,7	55	77,1	105	69,5	155	70,0	205	70,1	255	74,7	305	72,1	355	68,7
6	74,0	56	75,8	106	69,3	156	71,6	206	74,0	256	72,9	306	76,6	356	68,8
7	75,5	57	77,4	107	71,8	157	73,2	207	79,0	257	70,3	307	72,2	357	69,0
8	72,7	58	78,4	108	73,0	158	74,5	208	75,0	258	77,1	308	68,7	358	73,5
9	76,1	59	77,5	109	77,8	159	67,3	209	76,0	259	72,9	309	75,7	359	74,2
10	74,7	60	79,4	110	71,4	160	65,8	210	75,0	260	71,1	310	65,2	360	72,6
11	75,7	61	75,6	111	70,2	161	70,8	211	73,0	261	75,2	311	65,6	361	72,0
12	79,0	62	74,2	112	73,4	162	65,8	212	72,0	262	67,5	312	75,2	362	71,5
13	76,5	63	75,4	113	75,3	163	73,3	213	70,0	263	67,6	313	69,5	363	65,3
14	77,4	64	74,3	114	67,5	164	70,9	214	78,0	264	66,7	314	64,6	364	74,2
15	76,8	65	78,4	115	79,1	165	71,3	215	69,0	265	77,5	315	74,4	365	76,1
16	76,8	66	79,9	116	75,1	166	72,4	216	70,2	266	70,0	316	74,0	366	76,0
17	77,3	67	76,2	117	71,9	167	74,0	217	74,0	267	67,9	317	75,0	367	71,2
18	76,4	68	78,1	118	69,6	168	75,5	218	69,1	268	75,0	318	74,0	368	71,1
19	77,2	69	83,1	119	73,4	169	77,0	219	76,5	269	69,8	319	75,0	369	69,8
20	75,2	70	75,3	120	66,8	170	78,0	220	71,3	270	74,4	320	74,5	370	75,0
21	72,4	71	70,6	121	76,1	171	69,7	221	74,0	271	75,0	321	77,0	371	78,4
22	70,2	72	76,0	122	76,3	172	67,8	222	73,4	272	74,0	322	76,0	372	68,9
23	75,8	73	79,5	123	72,9	173	70,0	223	74,0	273	72,9	323	72,2	373	68,9
24	78,2	74	74,5	124	72,1	174	71,4	224	73,4	274	79,0	324	76,0	374	76,3
25	76,8	75	65,8	125	71,1	175	65,9	225	72,0	275	78,0	325	78,0	375	76,3
26	77,0	76	78,0	126	76,2	176	67,4	226	75,0	276	77,8	326	79,4	376	77,1
27	75,4	77	78,1	127	73,0	177	68,1	227	74,6	277	76,8	327	78,4	377	76,3
28	77,4	78	79,3	128	70,2	178	77,0	228	70,0	278	72,4	328	79,7	378	73,5
29	75,6	79	73,2	129	71,1	179	78,0	229	71,1	279	71,8	329	77,9	379	74,3
30	76,0	80	72,1	130	73,0	180	73,0	230	70,4	280	70,0	330	76,4	380	74,8
31	78,0	81	75,5	131	76,3	181	78,0	231	70,3	281	71,9	331	80,4	381	69,5
32	77,2	82	75,0	132	80,1	182	77,0	232	68,5	282	76,1	332	74,9	382	72,5
33	76,4	83	77,0	133	66,4	183	74,0	233	69,3	283	79,7	333	77,0	383	75,4
34	78,9	84	78,0	134	72,3	184	74,0	234	73,4	284	77,0	334	73,0	384	73,8
35	77,5	85	76,8	135	73,0	185	70,8	235	75,6	285	77,8	335	72,4	385	73,0
36	76,5	86	77,6	136	75,0	186	70,8	236	78,9	286	77,9	336	78,1	386	68,9
37	71,6	87	79,5	137	74,8	187	71,0	237	75,3	287	80,0	337	79,3	387	73,8
38	77,0	88	78,5	138	71,4	188	70,6	238	76,5	288	74,0	338	77,0	388	73,0
39	77,4	89	79,2	139	71,4	189	73,9	239	77,8	289	73,0	339	76,0	389	68,3
40	76,7	90	78,0	140	68,7	190	76,0	240	77,9	290	72,2	340	77,8	390	72,9
41	77,1	91	77,6	141	70,3	191	77,0	241	72,1	291	74,5	341	76,3	391	74,8
42	80,1	92	76,5	142	70,8	192	73,0	242	74,3	292	77,0	342	76,7	392	68,1
43	79,6	93	78,1	143	68,8	193	75,0	243	70,2	293	74,0	343	76,0	393	68,2
44	78,3	94	79,8	144	69,0	194	75,0	244	76,5	294	72,6	344	69,9	394	76,6
45	78,0	95	77,6	145	68,3	195	77,0	245	81,0	295	74,0	345	71,9	395	76,1
46	74,4	96	77,2	146	70,0	196	74,0	246	82,8	296	65,3	346	69,3	396	75,5
47	75,0	97	77,0	147	70,8	197	76,0	247	76,0	297	68,7	347	69,9	397	65,1
48	75,0	98	76,8	148	77,7	198	77,0	248	72,2	298	72,2	348	69,4	398	65,1
49	73,0	99	75,9	149	75,4	199	74,0	249	74,5	299	76,9	349	74,5	399	72,5
50	77,0	100	79,0	150	75,0	200	76,0	250	77,0	300	71,0	350	78,3	400	73,4

**Quadro 5 - Valores dos níveis médios equivalentes de ruído (Leq) obtidos para cada um dos 400 pontos medidos no centro da cidade de Curitiba**

Fonte: O Autor (2012).

Ao analisar os Quadros 7 e 8 nota-se que todos os pontos medidos superaram o limite máximo de ruído permitido pela Lei Municipal Ordinária nº. 10.625, de 19 de dezembro de 2002, da cidade de Curitiba, a qual define que no período diurno o limite de ruído para a zona central da cidade deve ser de 65dB(A), representando um problema, pois sabe-se que o ruído elevado além de causar perda de audição e gerar problemas como dores de cabeça, nervosismo, estresse, perda de atenção, entre outros.

Notou-se que quanto à questão da insalubridade, prevista na NR-15, a qual estipula o limite permissível de ruído para 8 horas de trabalho em 85dB(A), para esse caso não se verificou nenhum problema, visto que nenhum dos pontos medidos superou este valor. É óbvio que em alguns momentos das medições, com a passagem de veículos pesados, este valor pode ter ultrapassado, contudo, como os valores calculados refletem o nível de ruído equivalente para 10 minutos de medição, o valor em nenhum local neste período, superou os 85dB(A).

#### 4.3 ELABORAÇÃO DO MAPA ACÚSTICO

Com os valores dos níveis médios de ruído equivalentes apresentados nos Quadros 7 e 8, construiu-se o mapa acústico da região analisada, através da alimentação do *software* CADNAA. Contudo, procura-se destacar para utilização do *software*, que não bastava apenas ter os valores médios de ruído medidos por quarteirão. Para construir o mapa acústico tridimensional, foi necessário levantar também as dimensões básicas das edificações existentes na região do centro de Curitiba e das vias de acesso ao centro da cidade.

Para melhor facilitar a visualização do mapa acústico desenvolvido, o mesmo foi dividido em 04 partes, relativas às 04 regiões distintas da cidade.

A Figura 19 apresenta o mapa acústico geral elaborado para o centro da cidade de Curitiba e suas principais vias de acesso.

A Figura 20 apresenta o mapa acústico da região central noroeste do centro e a Rua Brigadeiro Franco, uma das vias de acesso desta região. A Figura 21 apresenta a região central sudoeste e a via de acesso à Av. Batel. Já a Figura 22 apresenta o mapa acústico da

região central nordeste do centro e a Rua XV de Novembro, uma de suas vias de acesso. Por fim, a Figura 23 mostra o mapa da região central sudeste e a Rua Marechal Floriano Peixoto, uma das vias de acesso.



**Figura 19 - Mapa acústico do centro da cidade de Curitiba e das principais vias de acesso**  
 Fonte: O Autor (2012).





**Figura 20 -** Mapa acústico da região central noroeste do centro de Curitiba e Rua Brigadeiro Franco, uma via de acesso  
 Fonte: O Autor (2012).





Figura 21 - Mapa acústico da região central sudoeste do centro de Curitiba e Av. Batel, uma via de acesso  
 Fonte: O Autor (2012).





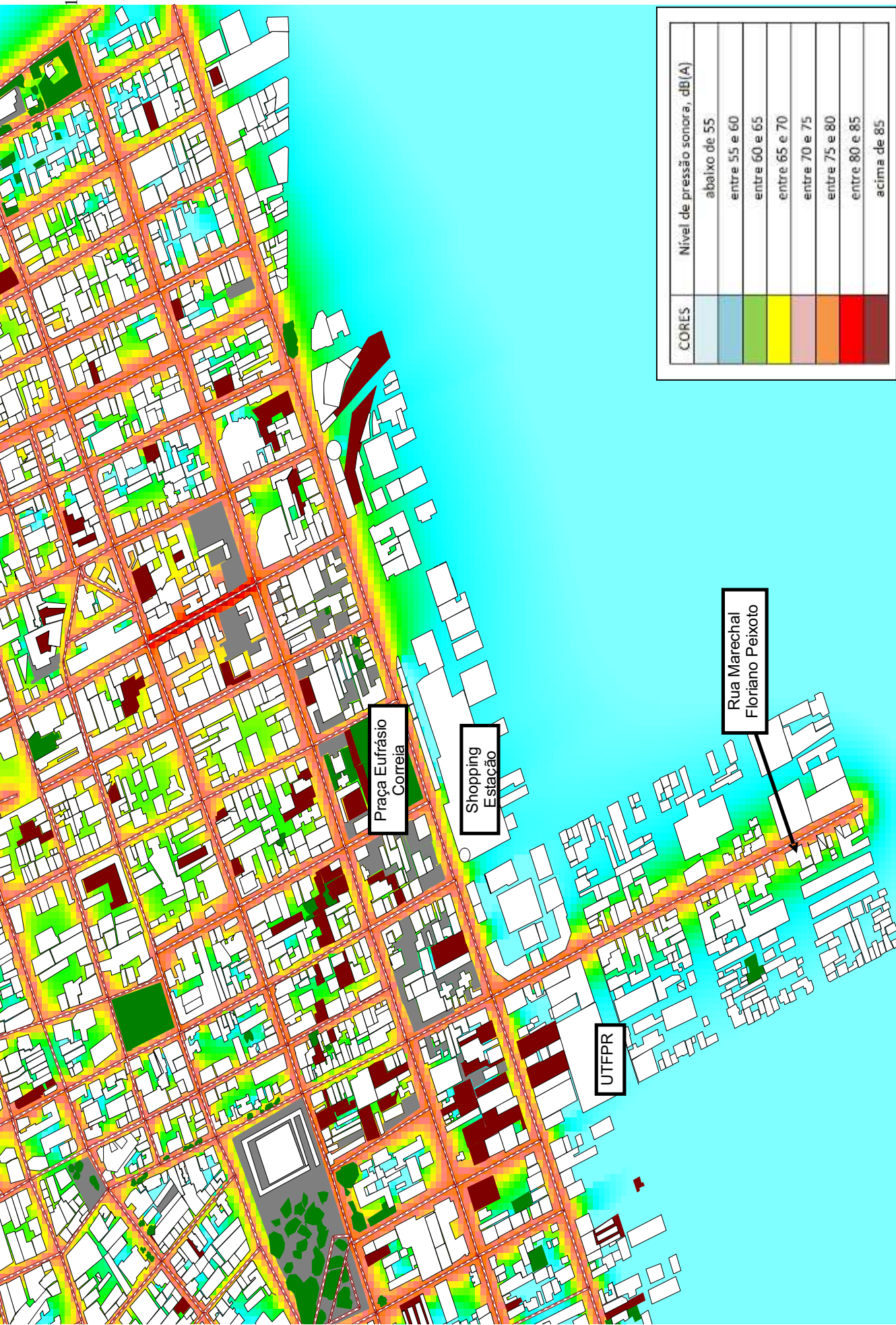


Figura 23 - Mapa acústico da região central sudeste do centro de Curitiba e Rua Marechal Floriano Peixoto, uma das vias de acesso.  
 Fonte: O Autor (2012).



Analisando-se as Figuras 19 a 23 e a legenda dos mapas acústicos das mesmas, nota-se que predominantemente os níveis de ruído observados tiveram a cor laranja, ou seja, estavam situados entre 75dB(A) a 80dB(A). O ponto mensurado que apresentou um valor de nível de pressão sonora mais elevada, ou seja, 83,1 dB(A) foi encontrado na Rua João Negrão, entre a Av. Visconde de Guarapuava e a Rua André de Barros. Na Figura 24 tem-se a visualização desta rua obtida no *Google Earth*. Possivelmente este valor elevado pode ser explicado por três fatos: primeiro que o fluxo de veículo naquele trecho de rua é intenso no horário medido; segundo nos três dias que foram feitas medições naquele trecho, o trânsito estava congestionado; e, o terceiro fato é que naquela região, tinha uma grande obra ocorrendo.



**Figura 24 - Detalhe da Rua João Negrão que apresentou o maior nível de pressão sonora do centro de Curitiba**

Fonte: *Google Earth* (2011).

Analisando-se as Figuras 19 a 23 pode-se ainda observar o benefício das áreas verdes, que proporcionam situações para reduções de ruído. Ao se observar especificamente a Figura 19, nota-se o efeito positivo da vegetação no espaço denominado “passeio público”, ponto turístico da cidade de Curitiba, pois nota-se que em algumas regiões do passeio público, devido sua vegetação, os valores de ruído chegaram a se situar entre 55dB(A) e 60 dB(A), o que é um valor bem interessante para se ter conforto acústico.

Observa-se que o mapa acústico levantado, para se adequar a Lei Municipal Ordinária nº. 10.625, da cidade de Curitiba, que define que no período diurno, o limite de ruído para a zona central da cidade deve ser de 65dB(A), deveria ter predominância das cores azuis e verde, o que está muito longe de acontecer conforme visualizado na Figura 19.

Ressalta-se mais uma vez que nas regiões de área verde o ambiente é mais saudável devido estas áreas funcionarem como atenuadoras do ruído; para uma melhor compreensão será apresentada a Figura 25, que comprova a facilidade na utilização deste mapa, colocando ainda o recurso tridimensional na geração dos mapas.



**Figura 25 - Vista tridimensional do mapa acústico do centro da cidade de Curitiba**  
Fonte: O Autor (2012).

#### 4.4 RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO NO CENTRO DA CIDADE

Devido aos elevados valores de níveis de pressão sonora, observados na região central e nas principais vias de acesso podem-se deixar as seguintes recomendações para se amenizar os níveis de ruído existentes:

- Trabalhar no controle dos níveis de ruído proveniente dos veículos da cidade de Curitiba, talvez, por meio da criação de um programa anual de inspeção de níveis de ruído em veículos com mais de 10 anos;
- A utilização de motores híbridos para as frotas de ônibus e caminhões;
- Aperfeiçoar o sistema de tráfego rodoviário, definindo os horários para a circulação dos veículos com maior potencial para gerar ruídos;
- Criar mais áreas verdes no centro da cidade para ajudar na absorção dos ruídos, o que pode começar com a imposição, por parte da Prefeitura, para que os novos empreendimentos tenham uma área verde maior;
- Limitar o fluxo de veículos pesados (ônibus) no centro da cidade, embora seja uma medida difícil de implantar, mas que pode ser resolvida mediante a construção do metrô;

## 5. CONCLUSÕES

Após a realização de todo o levantamento e mapeamento acústico do centro e das principais vias de acesso ao centro da cidade de Curitiba (Av. Batel, Rua Brigadeiro Franco, Rua Desembargador Westphalen e Rua XV de Novembro), pode-se concluir que todas as ruas da cidade e mensuradas nesta pesquisa, apresentaram valores elevados de pressão sonora, excedendo o valor de 65dB(A), que é o limite de tolerância para o período diurno, segundo a Lei Municipal Ordinária nº. 10,625, da cidade de Curitiba. Estes valores superiores a 65dB(A) podem causar dificuldades de concentração para as pessoas e ainda colaborar para o surgimento de distúrbios do sistema nervoso, aumentando, por exemplo, o estresse nas pessoas.

Cabe ressaltar que as medições foram realizadas durante o ano de 2011, sendo assim, os níveis de pressão sonora tendem a aumentar nos próximos anos, devido, principalmente, o aumento dos veículos e ao envelhecimento da frota de veículos que circulam no centro da cidade, caso não seja tomada nenhuma medida de proteção acústica, como a renovação da frota.

Conclui-se ainda que o mapa acústico construído represente uma ferramenta de gestão dos níveis de ruído para as prefeituras e, principalmente, para os grandes centros urbanos como Curitiba, pois mostra de forma gráfica e simples, onde se tem maiores necessidades de implementação de soluções acústicas para a redução dos níveis de ruído. O estudo mostrou ainda a grande importância das áreas verdes como fontes atenuadoras do ruído.

### 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As principais recomendações para trabalhos futuros e para confirmar os resultados desta análise sugerem-se realizar:

- Estudos, em outras cidades do Brasil, principalmente, em grandes centros urbanos;
- Estudos, para áreas que sofrem com o transporte ferroviário e aéreo;
- Estudos para avaliar, em empresas de grande porte, se existem áreas com alto nível de pressão sonora;
- Um estudo, a cada dois anos, destas áreas, para que se possam gerar dados comparativos destas medições;

- Estudos para o desenvolvimento de novas tecnologias de atenuação sonora em estruturas prediais.
- Estudos, na parte da legislação, obrigando os centros urbanos a utilizar o asfalto emborrachado.



## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação de Normas Técnicas. **NBR 10.151**: acústica – avaliação de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000a.

ABNT – Associação de Normas Técnicas. **NBR 10.152**: acústica – níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 2000b.

AMDE – Associação dos Municípios do Distrito de Évora. **Ruído**. Disponível em: <[http://www.amde.pt/pagegen.asp?SYS\\_PAGE\\_ID=452279](http://www.amde.pt/pagegen.asp?SYS_PAGE_ID=452279)>. Acessado em: 08.jun.2012.

ALLPE INGENIERIA Y MEIO AMBIENTE: **Mapa acústico**. Disponível em: <<http://www.acusticamadrid.com>>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2011.

BABISCH W. **Road traffic noise and cardiovascular risk**. Noise Health v. 2008;10.

BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do trabalho & gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2001.

BERANEK, L. L. **Noise and vibration control**. New York: McGraw, 1971.

BERANEK, L.L. Acoustic. **Woodbury American Institute of Physics**, 1996.

BERNARDI, A. P. A. **Barulho influencia no aumento da violência urbana das grandes cidades**. UOL Notícias Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2012/05/01/barulho-influencia-no-aumento-da-violencia-urbana-das-grandes-cidades-diz-fonoaudiologa.htm>>. Acesso em: 08 jun. 2012.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

BORTOLI, P. S. de; KRÜGER, E. L. **Avaliação de ruído urbano na região central de Curitiba**. In: VII Encontro nacional de conforto no ambiente construído, 2003, Curitiba. Anais de VII Encontro nacional de conforto no ambiente construído. Curitiba: PUC-PR, 2003. v. 1. p. 770-778.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-15 – Atividades e Operações Insalubres**. Segurança e Medicina do Trabalho - Manual de Legislação Atlas. 65. Edição, 2010a.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-17 – Ergonomia**. Segurança e Medicina do Trabalho. Manual de Legislação Atlas. 65. ed, 2010b.

CANTIERI, E.; CATAI, R. E.; AGNOLETTO, R. A.; ZANQUETA, H. F. B.; CORDEIRO, A. D.; ROMANO, C. A. Elaboração de um mapa de ruído para a região central da cidade de Curitiba/PR. **Revista Produção Online**, 2010;X(1).

CHATUVERDI, R.C.; RAI, R.M.; SHARMA, R.K. **Influence of noise spectra on auditory frequencies e degree of temporary threshold shift**, 1994;107-14.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. Europe environment. **The Doris Assessment**, Copenhagen, 1995.

EDEL, G. Pneus inservíveis e asfalto: união que beneficia estradas e meio ambiente. **II Simpósio sobre Obras Rodoviárias, RODO 2002**, São Paulo. Disponível em:

<<http://observatorioderesiduos.com.br/wp-content/uploads/2010/10/JeanineFerrari.pdf>> acessado: 10 julho 2012.

FANTINI NETO, R. **Higiene do trabalho**. Apostila do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Curitiba: UTFPR, 2010.

FERNANDES, J. C. **O ruído ambiental**: seus efeitos e seu controle. Apostila do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Departamento de Engenharia Mecânica. UNESP - Campus de Bauru, 2002.

FERES, P. F. D. **Os bicombustíveis na matriz energética alemã**: possibilidades de cooperação com o Brasil/Brasília: FUNAG. 2010: 150p. Disponível em:

<[http://www.funag.gov.br/biblioteca/dmdocuments/Os\\_biocombustiveis\\_alema.pdf](http://www.funag.gov.br/biblioteca/dmdocuments/Os_biocombustiveis_alema.pdf)> Acessado em: 12 de dez. 2012.

FUNDACENTRO. **NHO-01 - Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. São Paulo: 2001.

FREITAS, R. G. F.; NAKAMURA, H. Y. Perda Auditiva Induzida por Ruído em Motoristas de Ônibus com Motor Dianteiro. **Saúde Rev**, 2003;5(10):13-19, 2003.

FYHRI, A., AASVANG, GM. Noise, sleep and poor health: Modeling the relations hpm between road traffic noise and cardiovascular problems. **Science of The Total Environment**, 2010; 408(21):4935-4932.

GERGES, S. N. Y. **Ruído**: fundamentos e controle. Florianópolis: NR, 1992.

\_\_\_\_\_. **Ruído**: fundamentos e controle. 2. ed. Florianópolis: Imprensa Universitária UFSC, 2000.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: adaptando o homem ao trabalho. 4. ed. Porto Alegre: Bookmam, 1998.

HOLANDA, W. T. G.; LIMA, M. L. C. de; FIGUEIRA, J. N. Adaptação transcultural de um instrumento de avaliação do handicap auditivo para portadores de perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional. **Ciênc Saúde Coletiva**, 2011;16(1):755-767.

IIDA, I. **Ergonomia Projeto e Produção**. 4. ed. Editora Edgard Blücher, 1997.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC). **Mapas Digitais de Arruamento de Curitiba**. 2000. Disponível em: <[http://www.ippuc.org.br/informando/index\\_mapasarruamento.htm](http://www.ippuc.org.br/informando/index_mapasarruamento.htm)>. Acesso em: 01 de janeiro 2009.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC). **Mapas Digitais de Arruamento de Curitiba**. 2000. Disponível em: <[http://www.ippuc.org.br/informando/index\\_mapasarruamento.htm](http://www.ippuc.org.br/informando/index_mapasarruamento.htm)>. Acesso em: 01 de janeiro 2011.

KASPER, K. C. de F.; GÓMEZ, M. V. S. G.; ZAHER, V. L. O ruído como fator estressante na vida de trabalhadores dos setores de serralheria e marcenaria. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia**. São Paulo, 2005;9(1).

KOMNISKI T. M, WATZLAWICK L. F. Problemas causados pelo ruído no ambiente de trabalho. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, 2007;2(1):147-160.

LOPES, J. L. **Controle do Ruído em Rodovias**: a resposta do pavimento modificado com borracha de pneus frente ao pavimento CBUQ – convencional. [Dissertação]. Mestrado. Centro Universitário SENAC. Campus Santo Amaro. São Paulo, 2008, 331p.

MAIA, P. A. **Estimativa de exposições não contínuas a ruído**: Desenvolvimento de um método e validação na Construção Civil. Campinas: 2001. [Tese]. Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <[http://www.fundacentro.gov.br/CTN/teses\\_conteudo.asp?retorno=137](http://www.fundacentro.gov.br/CTN/teses_conteudo.asp?retorno=137)>. Acesso em: 06 set. 2010.

MAIA, M. A. L. **Contribuição ao mapeamento do ruído urbano na cidade de Porto Alegre – RS**. Porto Alegre. [Dissertação]. Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003, 166p.

MARTINS, A. L.; ALVARENGA, K. F.; BEVILACQUA, M. C.; COSTA FILHO, O. A. Perda auditiva em motoristas e cobradores de ônibus. **Rev Bras Otorrinolaringologistas**, 2001;67:467-473.

MILMAN, I.; PAPADOPOL, I.; MONTES, J. A. M. et. al. **Ruído industrial e conservação auditiva**, 1992, 23p.

MOORE, K. L.; DALLEY, Arthur F. **Anatomia orientada para clínica**. Rio de Janeiro. 2001.

MORAES, E. Disponível: <<http://www.aesbrasil.org/blog/2012/04/04/acustica-arquitetonica-para-sala-de-gravacao-sonora-elcione-moraes/>>. Acessado em: 05 de janeiro de 2012.

PARANÁ/Curitiba, **Lei nº. 10.625, de 19 de dezembro de 2002**, dispõe sobre ruídos urbanos, proteção do bem estar e do sossego público, revoga as Leis nº. 8583, de 02 de janeiro de 1995, nº. 8726, de 19 de outubro de 1995, nº. 8.986, de 13 de dezembro de 1996, e nº. 9142, de 18 de



setembro de 1997, e dá outras providências. Disponível em:  
<<http://domino.cmc.pr.gov.br/contlei.nsf/>>. Acesso em: 1 jan 2009.

PREFEITURA DE ZARAGOZA. **Mapa de ruído da cidade de Zaragoza na Espanha.** Site Institucional da Prefeitura de Zaragoza – Espanha. Disponível em:  
<<http://www.zaragoza.es/ciudad/medioambiente/atmosfera/maparuído/arrabal.htm>>. Acesso em: 10/04/2009.

QUEIRÓS, R. N.; COSTA, C. A.; GARAVELLI, S. L. **Mapa acústico de Ceilândia (DF).** **XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2007.

REYNOLDS, J.L., ROYSTER, L.H., PEARSON, R.G. Hearing Conservation Programs (HCPs): the effectiveness of one company's HCP in a 12-Hr Work shift environment. **American Industrial Hygiene Association J**, 1990;8(51):437-46.

RUSSO, I.C.P., SANTOS, T.M.M., FERNANDES, A.P. et. al. **Ruído e música: seus efeitos sobre a audição.** Porto Alegre, 1993, p. 98.

SANTOS, U. de P.; MATOS, M. P.; MORATA, T. C.; OKAMOTO, V. A. **Ruído: riscos e prevenção.** 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1996.

SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle do ruído.** 3. ed. São Paulo: LTr, 2004.

SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle do ruído.** 5. ed. São Paulo: LTr, 2009.

SECRENSEN, M. et al. **European Heart Journal.** 2001;32(6).

SPENCE, A. P. **Anatomia Humana Básica.** 2. ed. São Paulo: Manole, 1991.

SILVA, A. P. et al. Avaliação do perfil auditivo de militares de um quartel do Exército Brasileiro. **Rev Bras Otorrinolaringologistas**, 2004;70(3):344-350.

SOUZA, H. M. M.R. de **Análise experimental dos níveis de ruído produzido por peça de mão de alta rotação em consultórios odontológicos:** possibilidade de humanização do posto de trabalho do cirurgião dentista. [Doutorado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1998. 107 p.

TV UNAMA (Universidade da Amazônia). **Mapa acústico de Belém.** Disponível em:  
<<http://www.unama.br>> Acesso em: 25 de Março de 2011.

VERDUSSEN, R. **Ergonomia: a racionalização humanizada do trabalho.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978.

WOOD, C. **Town planning and pollution control.** Manchester: Manchester University Press, 1976.

ZANNIN, P. H. T.; DINIZ, F. B.; BARBOSA, W. A. Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. **Applied Acoustics**, n. 63. London, 2002.

ZANQUETA, H. F. B.; PALHANO, E. A. de Q.; RIBEIRO, C. S.; CANTIERI, E.; CATAI, R. E. Análise dos estudos de mapeamento dos níveis de pressão sonora e da avaliação do incômodo sonoro nas cidades de Maringá e Curitiba no estado do Paraná. **Acústica e Vibrações**, 2010;41.

**ANEXO A****LEI MUNICIPAL Nº 10.625 DE 19 DE DEZEMBRO DE 2002.**

**LEI Nº 10.625**, de 19 de dezembro de 2002.

**“Dispõe sobre ruídos urbanos, proteção do bem estar e do sossego público, revoga as Leis nºs 8583, de 02 de janeiro de 1995, 8726, de 19 de outubro de 1995, 8986, de 13 de dezembro de 1996, e 9142, de 18 de setembro de 1997, e dá outras providências.”**

A CÂMARA MUNICIPAL DE CURITIBA, CAPITAL DO ESTADO DO PARANÁ, aprovou e eu, Prefeito Municipal, sanciono a seguinte lei:

Art. 1º. É proibido perturbar o sossego e o bem estar público com sons, ruídos e vibrações que causem incômodo de qualquer natureza ou que ultrapassem os limites fixados nesta lei.

Parágrafo único. As vibrações serão consideradas prejudiciais quando ocasionarem ou puderem ocasionar danos materiais, à saúde e ao bem estar público.

Art. 2º. Para os efeitos desta lei, aplicam-se as seguintes definições:

I – SOM: vibração acústica capaz de provocar sensações auditivas.

II – RUÍDO: som capaz de causar perturbação ao sossego público ou efeitos psicológicos e fisiológicos negativos em seres humanos e animais.

III – VIBRAÇÃO: movimento oscilatório transmitido pelo solo ou por uma estrutura qualquer.

IV - POLUIÇÃO SONORA: emissão de som ou ruído que seja, direta ou indiretamente, ofensivo ou nocivo à saúde, à segurança e ao bem estar da coletividade ou transgrida as disposições fixadas nesta lei.

V - RUÍDO IMPULSIVO: som de curta duração, com início abrupto e parada rápida, caracterizado por um pico de pressão de duração menor que um segundo.

VI - RUÍDO CONTÍNUO: som com flutuação de nível de pressão sonora tão pequena, que pode ser desprezada dentro do período de observação.

VII - RUÍDO INTERMITENTE: som cujo nível de pressão sonora cai abruptamente ao nível sonoro do ambiente, várias vezes durante o período de observação, desde que o tempo, em que o nível sonoro se mantém constante e diferente daquele do ambiente, seja de ordem de grandeza de um segundo ou mais.

VIII - RUÍDO DE FUNDO: sons emitidos durante o período de observação, que não aquele objeto da medição.

IX - NÍVEL EQUIVALENTE (Leq): nível médio de energia do som, obtido integrando-se os níveis individuais de energia em um período de tempo e dividindo-se pelo período.

X - dB (Decibel): unidade de medida do nível de ruído.

XI - dB(A): curva de avaliação normalizada e adaptada à capacidade de recepção da audição humana.

XII - ZONA SENSÍVEL À RUÍDO OU ZONA DE SILÊNCIO: é aquela que, para atingir seus propósitos, necessita que lhe seja assegurado um silêncio excepcional. Define-se como zona de silêncio a faixa determinada pelo raio de 200,00m (duzentos metros) de distância de hospitais, escolas, bibliotecas públicas, hotéis, postos de saúde ou similares.

XIII - LIMITE REAL DA PROPRIEDADE: aquele representado por um plano imaginário que separa a propriedade real de uma pessoa física ou jurídica de outra.

XIV - SERVIÇO DE CONSTRUÇÃO CIVIL: qualquer operação de escavação, construção, demolição, remoção, reforma ou alteração substancial de uma edificação, estrutura ou obras e as relacionadas a serviços públicos tais como energia elétrica, gás, telefone, água, esgoto e sistema viário.

Art. 3º. Para fins de aplicação desta lei, ficam definidos os seguintes períodos:

I - DIURNO: das 07h01 às 19h00;

II - VESPERTINO: das 19h01 às 22h00;

III - NOTURNO: das 22h01 às 07h00.

Art. 4º. Para os efeitos desta lei, a medição do nível de pressão sonora deverá ser efetuada de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Parágrafo único. A medição a que se refere este artigo pode ser realizada a 5,00m (cinco metros) de qualquer uma das divisas do imóvel gerador do incômodo, ou em qualquer ponto dentro do limite real do imóvel que sofre o incômodo.

Art. 5º. A emissão de sons e ruídos por quaisquer atividades industriais, comerciais, prestadoras de serviços, religiosas, sociais, recreativas e de carga e descarga não podem exceder os níveis de pressão sonora contidos no Anexo I, que faz parte integrante desta lei.

§ 1º. No caso de criação de Setores Especiais, conforme previsto na Lei Municipal nº 9800/2000, caberá à Secretaria Municipal do Meio Ambiente estabelecer os níveis de pressão sonora admissíveis, por meio de regulamentação própria.

§ 2º. Quando a fonte poluidora e o imóvel que sofre o incômodo estiverem localizados em diferentes zonas de uso e ocupação do solo, serão considerados os limites estabelecidos para a zona em que se localiza a propriedade que sofre o incômodo.

§ 3º. Quando a propriedade que sofre o incômodo tratar-se de escola, creche, biblioteca pública, hospital, ambulatório, casa de saúde ou similar com leitos para internamento, hotel ou similar, devem ser atendidos os limites estabelecidos para ZR-1, independentemente da zona de uso e deve ser observado o raio de 200,00m (duzentos metros) de distância, definida como zona de silêncio.

Art. 6º. Os sons e ruídos produzidos pelos serviços de construção civil devem respeitar os limites máximos estabelecidos no Anexo II, parte integrante desta lei.

Parágrafo único. Excetuam-se destas restrições as obras e os serviços urgentes e inadiáveis decorrentes de casos fortuitos ou de força maior, acidentes graves ou perigo iminente à segurança e ao bem estar da comunidade, bem como o restabelecimento de serviços públicos essenciais, tais como energia elétrica, gás, telefone, água, esgoto e sistema viário.

Art. 7º. A emissão de som ou ruídos produzidos por veículos automotores, aeroplanos e aeródromos e os produzidos no interior dos ambientes de trabalho, devem obedecer as normas expedidas respectivamente pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente e pelos órgãos competentes do Ministério da Aeronáutica e Ministério do Trabalho.

Parágrafo único. No tocante à emissão de ruído por veículos automotores, o Município pode estabelecer, em regulamento próprio, critérios de controle considerando o interesse local.

Art. 8º. A realização de shows, concertos e apresentações musicais de caráter cultural e artísticos, em áreas públicas ou particulares, dependem de prévio licenciamento ambiental da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, independente de outras licenças exigíveis.

Parágrafo único. Cabe às Secretarias Municipais do Meio Ambiente e do Urbanismo estabelecerem, em regulamento próprio, as condições para realização dos eventos musicais mencionados no “caput” deste artigo.

Art. 9º. A utilização das áreas dos parques e praças municipais com uso de equipamentos sonoros, alto falantes, fogos de artifício ou outros meios que possam causar poluição sonora dependem de prévio licenciamento ambiental da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, independente de outras licenças exigíveis.

Art. 10. Fica proibida a utilização de equipamentos sonoros fixos ou móveis, como meio de propaganda ou publicidade, nos logradouros públicos.

§ 1º. Quando não se tratar de logradouros públicos, a utilização de equipamentos sonoros como meio de propaganda e publicidade deve respeitar os limites estabelecidos no Anexo I desta lei.

§ 2º. Não será concedida autorização para uso de equipamentos sonoros em veículos de empresas de distribuição e comercialização de gás, ficando vedado o uso de alto-falantes e outras fontes de emissão sonora nos veículos destinados ao transporte do produto.

§ 3º. Casos especiais poderão ser analisados e eventualmente autorizados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente.

Art. 11. Não se compreende nas proibições dos artigos anteriores ruídos e sons produzidos:

- I - pelas manifestações tradicionais do Carnaval e Ano Novo;
- II - por vozes ou aparelhos usados na propaganda eleitoral ou manifestações trabalhistas, para os quais será estabelecido regulamento próprio pelos órgãos competentes, considerando as legislações específicas;
- III - por sinos de igrejas ou templos religiosos, desde que sirvam exclusivamente para indicar as horas ou anunciar a realização de atos ou cultos religiosos;
- IV - por fanfarras ou bandas de músicas em procissão, cortejos ou desfiles cívicos;
- V - por sirenes ou aparelhos de sinalização sonora utilizados por ambulâncias, carros de bombeiros ou viaturas policiais;

VI - por explosivos utilizados no arrebentamento de pedreiras, rochas ou nas demolições, desde que detonadas no período diurno e previamente licenciados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente;

VII - por alarme sonoro de segurança, residencial ou veicular, desde que o sinal sonoro não se prolongue por tempo superior à 15 minutos;

VIII - por culto religioso, realizado no período diurno e vespertino, desde que não ultrapasse o limite de 65 dB(A);

IX - por shows, concertos e apresentações musicais de caráter cultural e artístico, desde que realizados dentro das condições autorizadas pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente.

Art. 12. As atividades potencialmente causadoras de poluição sonora, definidas em regulamento próprio, dependem de prévio licenciamento ambiental da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, para obtenção dos alvarás de construção e funcionamento.

Art. 13. A queima de fogos de artifício fica sujeita ao controle da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, que aplicará as sanções previstas na presente lei, quando constatado incômodo à vizinhança.

Art. 14. Para a execução de testes de fabricação ou instalação de alarmes sonoros, devem ser utilizados dispositivos de controle, de forma que não seja necessária a emissão sonora acima dos limites estabelecidos no Anexo I, parte integrante desta lei.

Parágrafo único. Em caso de acionamento periódico ou constante de alarmes sonoros serão aplicadas as sanções previstas nesta lei, independente da obrigação de cessar a transgressão.

Art. 15. Os fiscais da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, no exercício da ação fiscalizadora, têm a entrada franqueada nas dependências da fonte poluidora, onde podem permanecer pelo tempo que se fizer necessário.

Parágrafo único. Os fiscais da Secretaria Municipal do Meio Ambiente podem solicitar o auxílio das autoridades policiais no desempenho da ação fiscalizadora.

Art. 16. As pessoas físicas e jurídicas, de direito público ou privado, que infringirem qualquer dispositivo desta lei, seus regulamentos e demais normas dela decorrentes, ficam sujeitas às seguintes sanções, independente da obrigação de cessar a transgressão:

I - notificação por escrito;

- II - multa simples ou diária;
- III - cassação da Licença Ambiental;
- IV - embargo;
- V - interdição parcial ou total;
- VI - perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Município.

Art. 17. Para imposição da sanção e graduação da multa a autoridade ambiental observará:

- I - as circunstâncias atenuantes e agravantes;
- II - a gravidade do fato, tendo em vista as consequências para a saúde e o meio ambiente;
- III - a natureza da infração e suas consequências;
- IV - o porte do empreendimento;
- V - os antecedentes do infrator quanto às normas ambientais;
- VI - a capacidade econômica do infrator.

Art. 18. Para efeito de aplicação das sanções, as infrações são classificadas como leves, graves ou gravíssimas, de acordo com a Anexo III, parte integrante desta lei e com os critérios abaixo:

- I - LEVES - aquelas em que o infrator seja beneficiado por circunstâncias atenuantes;
- II - GRAVES - aquelas em que for verificada circunstância agravante;
- III - GRAVÍSSIMAS - aquelas em que seja verificada a persistência da reincidência.

Art. 19. Os valores das multas serão expressos em moeda corrente nacional, e para cada tipo de infração, corresponderá:

- I - até R\$ 5.300,00 (cinco mil e trezentos reais), para as leves;
- II - de R\$ 5.301,00 (cinco mil trezentos e um reais) a R\$ 10.700,00 (dez mil e setecentos reais), para as graves;
- III - R\$ 10.701,00 (dez mil setecentas e um reais) a R\$ 18.000,00 (dezoito mil reais), para as gravíssimas.

Parágrafo único. A atualização monetária das multas dar-se-á com base na variação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA, medido pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, ou outro que venha ser instituído pelo Governo Federal.

Art. 20. São circunstâncias atenuantes:



- I - menor grau de compreensão e escolaridade do infrator;
- II - arrependimento eficaz do infrator, manifestada pela espontânea reparação do dano, ou limitação significativa do ruído emitido;
- III - ser o infrator primário e a falta cometida de natureza leve.

Art. 21. São circunstâncias agravantes:

- I - ser o infrator reincidente ou cometer a infração de forma continuada;
- II - ter o infrator agido com dolo direto ou eventual.

§ 1º. A reincidência verifica-se quando o agente comete nova infração do mesmo tipo.

§ 2º. No caso de infração continuada caracterizada pela repetição da ação ou omissão inicialmente punida, a penalidade de multa pode ser aplicada diariamente até cessar a infração.

Art. 22. O autuado terá direito a ampla defesa, em processo administrativo, conforme regulamentações específicas, num prazo máximo de 30 (trinta) dias a partir do recebimento do auto de infração, endereçado ao Secretário Municipal do Meio Ambiente.

Art. 23. No caso de decisão condenatória, o autuado terá direito a recorrer da decisão, em forma de processo administrativo, num prazo máximo de 30 (trinta) dias, contado a partir da ciência da condenação, encaminhado ao Conselho Municipal do Meio Ambiente – CMMA.

Art. 24. Os recursos interpostos das decisões não definitivas terão efeito suspensivo relativo ao pagamento da penalidade, sem prejuízo da aplicação de novas autuações por reincidência ou continuidade do dano.

Art. 25. Exauridos os recursos administrativos, o infrator terá prazo de 10 (dez) dias para efetuar o recolhimento do valor da multa, sob pena da inscrição em dívida ativa.

Art. 26. As multas previstas nesta lei podem ter sua exigibilidade suspensa quando o infrator, por termo de compromisso aprovado pela autoridade ambiental competente, obrigar-se a adoção imediata de medidas específicas para cessar ou corrigir a poluição sonora.

Parágrafo único. Cumpridas integralmente as obrigações assumidas pelo infrator, a multa pode ter uma redução de até 90% (noventa por cento) do valor original.

Art. 27. Na aplicação das normas estabelecidas por esta lei, compete à Secretaria Municipal do Meio Ambiente:

- I - Estabelecer o programa de controle dos ruídos urbanos e exercer o poder de controle e fiscalização das fontes de poluição sonora;

II - Aplicar as sanções previstas na legislação vigente;

III - Organizar programas de educação e conscientização.

Art. 28. O Executivo Municipal regulamentará, em até 90 (noventa) dias da publicação desta lei, as questões específicas relativas à poluição sonora produzida pelo apito do trem.

Art. 29. Ficam expressamente revogadas as Leis Municipais n<sup>o</sup>s 8583, de 02 de janeiro de 1995, 8726, de 19 de outubro de 1995, 8986, de 13 de dezembro de 1996, e 9142, de 18 de setembro de 1997.

Art. 30. Esta lei entra em vigor na data de sua publicação.

PALÁCIO 29 DE MARÇO, em 19 de dezembro de 2002.

Cassio Taniguchi

**PREFEITO MUNICIPAL**

**ANEXO B - RESOLUÇÃO CONAMA N<sup>o</sup> 001, de 23 de janeiro de 1986**

Publicado no D. O . U de 17 /2/86.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - IBAMA, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 48 do Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, para efetivo exercício das responsabilidades que lhe são atribuídas pelo artigo 18 do mesmo decreto, e Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, RESOLVE:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

Artigo 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA e em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

- I - Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;
- II - Ferrovias;
- III - Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;
- IV - Aeroportos, conforme definidos pelo inciso 1, artigo 48, do Decreto-Lei nº 32, de 18.11.66;
- V - Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;
- VI - Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230KV;
- VII - Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para

navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;

VIII - Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);

IX - Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração;

X - Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;

XI - Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW;

XII - Complexo e unidades industriais e agro-industriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos);

XIII - Distritos industriais e zonas estritamente industriais - ZEI;

XIV - Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental;

XV - Projetos urbanísticos, acima de 100ha. ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da SEMA e dos órgãos municipais e estaduais competentes;

XVI - Qualquer atividade que utilize carvão vegetal, em quantidade superior a dez toneladas por dia.

Artigo 3º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo RIMA, a serem submetidos à aprovação do IBAMA, o licenciamento de atividades que, por lei, seja de competência federal.

Artigo 4º - Os órgãos ambientais competentes e os órgãos setoriais do SISNAMA deverão compatibilizar os processos de licenciamento com as etapas de planejamento e implantação das atividades modificadoras do meio Ambiente, respeitados os critérios e diretrizes estabelecidos por esta Resolução e tendo por base a natureza o porte e as peculiaridades de cada atividade.

Artigo 5º - O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

I - Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;

II - Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;

III - Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;

IV - Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental o órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, fixará as diretrizes adicionais que, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área, forem julgadas necessárias, inclusive os prazos para conclusão e análise dos estudos.

Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;

b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;

c) o meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazo, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados).

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto Ambiental o órgão estadual competente; ou o IBAMA ou quando couber, o Município fornecerá as instruções adicionais que se fizerem necessárias, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área.

Artigo 7º - O estudo de impacto ambiental será realizado por equipe multidisciplinar habilitada, não dependente direta ou indiretamente do proponente do projeto e que será responsável tecnicamente pelos resultados apresentados.

Artigo 8º - Correrão por conta do proponente do projeto todas as despesas e custos referentes à realização do estudo de impacto ambiental, tais como: coleta e aquisição dos dados e informações, trabalhos e inspeções de campo, análises de laboratório, estudos técnicos e científicos e acompanhamento e monitoramento dos impactos, elaboração do RIMA e fornecimento de pelo menos 5 (cinco) cópias,

Artigo 9º - O relatório de impacto ambiental - RIMA refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo:

I - Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

II - A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnica operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

III - A síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto;

IV - A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;

V - A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização;

VI - A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;

VII - O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;

VIII - Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

Parágrafo único - O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as conseqüências ambientais de sua implementação.

Artigo 10 - O órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município terá um prazo para se manifestar de forma conclusiva sobre o RIMA apresentado.

Parágrafo único - O prazo a que se refere o caput deste artigo terá o seu termo inicial na data do recebimento pelo estadual competente ou pela SEMA do estudo do impacto ambiental e seu respectivo RIMA.

Artigo 11 - Respeitado o sigilo industrial, assim solicitando e demonstrando pelo interessado o RIMA será acessível ao público. Suas cópias permanecerão à disposição dos interessados, nos centros de documentação ou bibliotecas da SEMA e do estadual de controle ambiental correspondente, inclusive o período de análise técnica,

§ 1º - Os órgãos públicos que manifestarem interesse, ou tiverem relação direta com o projeto, receberão cópia do RIMA, para conhecimento e manifestação,

§ 2º - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental e apresentação do RIMA, o estadual competente ou o IBAMA ou, quando couber o Município, determinará o prazo para recebimento dos comentários a serem feitos pelos órgãos públicos e demais interessados e, sempre que julgar necessário, promoverá a realização de audiência pública para informação sobre o projeto e seus impactos ambientais e discussão do RIMA,

Artigo 12 - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Flávio Peixoto da Silveira  
(Alterada pela Resolução nº 011/86)

#### RESOLUÇÃO Nº 252 DE 01 DE FEVEREIRO DE 1999

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno,

Considerando que o ruído excessivo causa prejuízo à saúde física e mental, afetando particularmente a audição;

Considerando a necessidade de se reduzir os altos índices de poluição sonora nos principais centros urbanos do Brasil;

Considerando que os veículos rodoviários automotores são as principais fontes de ruído no meio urbano;

Considerando que a indústria automobilística vem introduzindo melhorias tecnológicas em seus produtos para o cumprimento das Resoluções CONAMA nos 1, de 16 de fevereiro de 1993, 2, de 15 de junho de 1993, 8, de 10 de outubro de 1993, e 17, de 13 de dezembro de 1995, que estabelecem procedimentos e limites máximos para o controle e fiscalização da emissão de ruído dos veículos automotores em uso;

Considerando que veículos que apresentam problemas de deterioração e adulteração do sistema de escapamento resultam em níveis de emissão sonora superiores aos padrões aceitáveis;

Considerando que a adequada manutenção do sistema de escapamento dos veículos evita o aumento da emissão de ruído;

Considerando a necessidade de compatibilização dos procedimentos de medição de ruído nas proximidades do escapamento em veículos a Diesel com as práticas internacionais vigentes;

Considerando a necessidade de complementação da Resolução CONAMA no 7, de 31 de agosto de 1993, que define as diretrizes básicas e padrões de emissão para o estabelecimento de programas de inspeção e manutenção de veículos em uso - I/M, incluindo a verificação obrigatória de itens relacionados com a emissão de ruído;



Considerando a necessidade de harmonização entre as ações de controle da poluição dos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente no âmbito da Resolução CONAMA no 18, de 13 de dezembro de 1995, que criou o Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso - PCPV;

Considerando a necessidade de se estabelecer critérios específicos para a fiscalização das emissões sonoras dos veículos que circulam nas vias públicas, a fim de garantir sua operação nas mesmas condições em que foram aprovados no Programa de Inspeção Obrigatória, resolve:

Art. 1º Estabelecer, para os veículos rodoviários automotores, inclusive veículos encarroçados, complementados e modificados, nacionais ou importados, limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso.

§ 1º Para veículos nacionais ou importados, do ciclo Otto, que atendam aos limites máximos de ruído em aceleração estabelecidos nas Resoluções nos 2/93 e 8/93 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, o limite máximo de ruído para fins de inspeção obrigatória e fiscalização é o ruído emitido por veículos automotores na condição parado, declarado pelo fabricante ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, conforme art. 20, § 6º da Resolução CONAMA no 8/93 ou art. 1º, § 6º da Resolução CONAMA no 2/93, dependendo da categoria de veículo.

§ 2º Para veículos nacionais ou importados, do ciclo Diesel, são válidas as mesmas exigências estabelecidas no § 1º deste artigo, para os veículos do ciclo Otto, entretanto, sendo somente aplicáveis aos modelos produzidos a partir de 1º de janeiro de 1999.

§ 3º Para os modelos de veículos do ciclo Otto, que não atendam aos limites máximos de ruído em aceleração estabelecidos nas Resoluções CONAMA nos 2 e 8, de 1993 e para os modelos de veículos do ciclo Diesel produzidos até 31 de dezembro de 1998, são estabelecidos os limites máximos de ruído emitidos por veículos automotores na condição parado, conforme TABELA 1:

TABELA 1: Limites máximos de ruído emitidos por veículos automotores na condição parado para fins de inspeção e fiscalização de veículos automotores em uso, relativos aos modelos de veículos do ciclo Otto que não atendam aos limites máximos de ruídos emitidos por veículos automotores em aceleração estabelecidos nas Resoluções CONAMA n<sup>o</sup>s 2 e 8, de 1993, e aos modelos de veículos do ciclo Diesel produzidos até 31 de dezembro de 1998.

CATEGORIA		POSIÇÃO DO MOTOR	NÍVEL DE RUÍDO dB(A)
Veículo de passageiros até nove lugares e		Dianteiro	95
Veículos de uso misto derivado de automóvel		Traseiro	103
Veículo de passageiros com mais de nove lugares	PBT até 2.000 kg	Dianteiro	95
Veículo de carga ou de tração, veículo de uso misto não derivado de automóvel	-	Traseiro	103
-	PBT acima de 2.000 kg e até 3.500 kg	Dianteiro Traseiro	95 103
	Potência máxima abaixo de 150 kW	Dianteiro	92
Veículo de passageiros ou de uso misto com mais de 9 lugares e PBT acima de 3.500 kg	(204 CV)	Traseiro e entre eixos	98
	Potência máxima igual ou superior a 150 kW (204CV)	Dianteiro	92
	-	Traseiro e entre eixos	98
	Potência máxima abaixo de 75 kW (102CV)	-	-
Veículo de carga ou de tração com PBT acima de 3.500 kg	Potência máxima entre 75 e 150 kW (102 a 204 CV)	Todas	101
	Potência máxima igual ou superior a 150 kW (204CV)	-	-
Motocicletas, motonetas, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados		Todas	99

Observações:

1) Designações de veículos conforme NBR 6067.

2) PBT: Peso Bruto Total.

3) Potência: Potência efetiva líquida máxima conforme NBR ISO 1585.

§ 4o Para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso, os ensaios para medição dos níveis de ruído deverão ser feitos de acordo com a norma brasileira NBR 9714 - Ruído Emitido por Veículos Automotores na Condição Parado - Método de Ensaio, no que se refere à medição de ruído nas proximidades do escapamento, utilizando-se equipamento previamente calibrado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO ou laboratórios pertencentes à Rede Brasileira de Calibração - RBC, observada a seguinte alteração no tocante à velocidade angular do motor, que deverá ser estabilizada nos seguintes valores, onde N é a máxima velocidade angular de potência máxima do motor, sendo admitida uma variação máxima de  $\pm 100$  rpm.

I - Para todos os veículos automotores, exceto os constantes nos incisos II e III:  $\frac{3}{4}$  N.

II - Para motocicletas e assemelhados:

a)  $\frac{1}{2}$  N se N  $\geq$  5000 rotações por minuto, ou

b)  $\frac{3}{4}$  N se N  $<$  5000 rotações por minuto.

III - Para veículos que, por projeto, não permitam a estabilidade a  $\frac{3}{4}$  N: rotação máxima que possa ser estabilizada.

§ 5o Para facilitar o posicionamento do microfone pode ser utilizado o gabarito do ANEXO A.

Art. 2o Os valores limites estabelecidos nesta Resolução serão utilizados como referência para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso na fase inicial dos programas, não estando, os veículos em desconformidade com estes limites máximos, sujeitos à reprovação e às respectivas sanções durante esta fase dos programas.

§ 1o Os registros dos ensaios de ruído emitidos por veículos automotores na condição parado, bem como aqueles relativos à inspeção visual dos itens que influenciam diretamente nas emissões de ruído externo dos veículos, obtidos pelas operadoras de I/M e fornecidos ao IBAMA onde serão centralizados durante a fase inicial dos programas de inspeção obrigatória, comporão um banco de dados, que será utilizado pelo CONAMA no processo de revisão da TABELA 1.

§ 2o Entende-se por “fase inicial dos programas de Inspeção”, o período necessário à realização de inspeções de ruído em pelo menos 200000 veículos do ciclo Otto (exceto motocicletas e assemelhados), 200000 veículos do ciclo Diesel e 200000 motocicletas e assemelhados ou até quando julgado necessário pelo órgão ambiental competente, de modo a garantir um dimensionamento estatístico da amostra de registros, compatível com as necessidades de confiabilidade nos novos limites a serem estabelecidos.

§ 3o A partir do estabelecimento, pelo CONAMA, da tabela definitiva, o não atendimento aos limites implicará na reprovação e nas sanções cabíveis relativas aos programas de inspeção e fiscalização de veículos em uso.

Art. 3o Não estão sujeitas aos requisitos desta Resolução as emissões sonoras de buzinas, sirenes, alarmes e equipamentos similares utilizados por veículos nas vias urbanas.

Art. 4o Os veículos concebidos exclusivamente para aplicação militar, agrícola, de competição, tratores, máquinas de terraplenagem, pavimentação e outros de aplicação especial, bem como aqueles que não são normalmente utilizados para o transporte urbano e/ou rodoviário, serão dispensados do atendimento das exigências desta Resolução.

Art. 5o Independentemente do nível de ruído medido, o motor, o sistema de escapamento, o sistema de admissão de ar, encapsulamentos, barreiras acústicas e outros componentes do veículo que influenciam diretamente na emissão de ruído do veículo, não deverão apresentar avarias ou estado avançado de deterioração.

§ 1o Os sistemas de escapamento, ou parte destes, poderão ser substituídos por sistemas similares, desde que os novos níveis de ruído não ultrapassem os níveis originalmente obtidos e declarados pelo fabricante do veículo, conforme Resoluções CONAMA nos 1, 2, e 8, de 1993, e os estabelecidos na TABELA 1.

§ 2o Os veículos submetidos à inspeção obrigatória e/ou fiscalização, em desconformidade com as exigências constantes no caput deste artigo, serão reprovados e sofrerão as sanções cabíveis, independentemente da fase em que se encontram estes programas.

§ 3o Durante a fase de levantamento de dados para revisão da TABELA 1, constante no art. 1o, será admitida uma flexibilização do número de veículos para cada categoria definida no art. 2o, § 2o, de modo que 25% (vinte e cinco por cento) dos veículos, escolhidos de forma aleatória, sejam testados visando a otimização da eficácia do programa.

§ 4o O CONAMA utilizará os dados e a experiência obtidos nesta fase para efetuar revisões necessárias dos procedimentos de ensaio e dos critérios de seleção dos veículos.

Art.6o É de responsabilidade dos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e órgãos a eles conveniados, especialmente os de trânsito, a inspeção e a fiscalização em campo dos níveis de emissão de ruído dos veículos em uso, sem prejuízo de suas respectivas competências, atendido as demais exigências estabelecidas pelo CONAMA relativas aos Programas de Inspeção e Fiscalização, especialmente as Resoluções CONAMA nos 7/93, 18/95 e 227, de 20 de agosto de 1997.

Parágrafo único. As ações de inspeção e fiscalização do ruído emitido por veículos em uso desenvolvidas pelos Estados e Municípios, serão realizadas de forma coordenada e harmonizada, devendo ser precedidas de articulações e definições expressas no Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso - PCPV, conforme as exigências da Resolução CONAMA no 18/95.

Art. 7o A partir de 1o de janeiro de 1999, visando o atendimento a processos de verificação de protótipos conforme as Resoluções CONAMA nos 1, 2 e 8, de 1993, e 17, de 1995, o ensaio para medição do nível de ruído na condição parado deverá ser feito de acordo com a norma brasileira NBR 9714 - Ruído Emitido por Veículos Automotores na Condição Parado - Método de Ensaio, no que se refere à medição de ruído nas proximidades do escapamento, observada a seguinte alteração, no tocante à velocidade angular de potência máxima do motor, que deverá ser estabilizada nos seguintes valores, onde N é a máxima velocidade angular de potência máxima do motor, sendo admitida uma variação máxima de  $\pm 100$  rpm.

I - Para todos os veículos automotores, exceto os constantes nos incisos II e III:  $\frac{3}{4}$  N.

II - Para motocicletas e assemelhados:

a)  $\frac{1}{2}$  N se N  $\geq$  5000 rotações por minuto, ou

b)  $\frac{3}{4}$  N se N  $\geq$  5000 rotações por minuto.

III - Para veículos que, por projeto, não permitam a estabilidade a  $\frac{3}{4}$  N: rotação máxima que possa ser estabilizada.

Art. 8o Os fabricantes, importadores, encarroçadores, modificadores e complementadores de veículos automotores deverão informar ao IBAMA, até 31 de dezembro de 1998, o valor do nível de ruído na condição parado para todos os modelos em produção, medido conforme a

alteração da norma NBR-9714, constante do caput deste artigo, respeitado o art. 4º desta Resolução.

Art.9º Para fins desta Resolução ficam estabelecidas as definições do ANEXO B.

Art. 10. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 11. Ficam revogadas as disposições em contrário.

JOSÉ SARNEY FILHO  
FILHO

Presidente do CONAMA

RAIMUNDO DEUS DARA

Secretário-Executivo

#### ANEXO A

#### **INSTRUÇÕES PARA USO DO GABARITO**

1. O gabarito para medição de ruído é um dispositivo auxiliar para possibilitar o posicionamento preciso do microfone, conforme a NBR 9714. Consiste em triângulo com dois encostos (1), um para posicionamento junto ao escapamento e outro para o posicionamento do microfone. O terceiro vértice possui uma mira para balizamento (5). O dispositivo possui também dois níveis de bolha (3).

2. Dependendo do posicionamento do sistema de escapamento (lado esquerdo ou direito), um dos encostos (1) deverá ser posicionado junto ao orifício de saída dos gases de escapamento. Deve-se verificar através dos níveis (3) o correto nivelamento do dispositivo.

3. Através da mira (5) procura-se, visualmente, o alinhamento correto do encosto (1) com o fluxo dos gases.

4 O microfone é posicionado no outro encosto (1).

5. Dependendo do diâmetro do escapamento, os encostos poderão ser maiores que os apresentados na figura.

6. O dispositivo deve ser usado, sempre, a uma altura do solo igual ou maior que 0,2 m.

#### ANEXO B

## **DEFINIÇÕES**

dB(A): unidade do nível de pressão sonora em decibel, ponderada pela curva de resposta (A) para quantificação de nível de ruído.

Peso Bruto Total - PBT: peso indicado pelo fabricante para condições específicas de operação, baseado em considerações sobre resistência dos materiais, capacidade de carga dos pneus etc., conforme NBR 6070.

Sistema de escapamento: conjunto de componentes compreendendo o coletor do escapamento, tubo de escapamento, tubo de descarga, câmara(s) de expansão, silencioso(s) e conversor(es) catalítico(s), quando aplicáveis.

JOSÉ SARNEY FILHO  
Presidente do CONAMA

RAIMUNDO DEUS DARA FILHO  
Secretário-Executivo

## **RESOLUÇÃO Nº 272 DE 14 DE SETEMBRO DE 2000**

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de Junho de 1990 e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno e,

Considerando que o ruído excessivo causa danos à saúde física e mental e afeta particularmente a audição;

Considerando a necessidade de se reduzir a poluição sonora nos centros urbanos consoante às Resoluções CONAMA nos 1, de 11 de fevereiro de 1993; 8, de 31 de agosto de 1993; 17, 13 de dezembro de 1995 e 252, de 7 de janeiro de 1999;

Considerando que os veículos rodoviários automotores são uma das principais fontes de ruído no meio ambiente;

Considerando que a utilização de tecnologias adequadas e conhecidas permite atender às necessidades de controle da poluição sonora;

Considerando os objetivos do Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora - "Silêncio", resolve:

Art. 1º Estabelecer, para os veículos automotores nacionais e importados, fabricados a partir da data da publicação desta Resolução, exceto motocicletas, motonetas, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados, limites máximos de ruído com os veículos em aceleração.

§ 1º Para os veículos nacionais produzidos para o mercado interno e veículos importados, entram em vigor os limites máximos de ruído, com o veículo em aceleração, definidos na Tabela constante desta Resolução, conforme o cronograma abaixo.

I - Veículos automotores da categoria "a":

a) no mínimo quarenta por cento dos veículos nacionais e importados, produzidos a partir de 1º de janeiro de 2002;

b) no mínimo oitenta por cento dos veículos, nacionais e importados, produzidos a partir de 1º de janeiro de 2004; e

c) cem por cento dos veículos, nacionais e importados, produzidos a partir de 1º de janeiro de 2006.

II - Veículos automotores das categorias "b", "c" e "d":

a) no mínimo quarenta por cento dos veículos, nacionais e importados, produzidos a partir de 1º de janeiro de 2005; e

b) cem por cento dos veículos, nacionais e importados, produzidos a partir de 1º de janeiro de 2006.

§ 2º Eventuais impossibilidades de atendimento aos percentuais estabelecidos nos incisos I e II do parágrafo anterior, serão avaliados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

§ 3º Os percentuais mencionados nos incisos I e II do § 1º são referentes ao volume de produção por fabricante ou importador.



CATEGORIA	DESCRİÇÃO	NÍVEL DE RUÍDO - dB(A)		
		OTTO	DIESEL	
			Injeção	
			Direta	Indireta
Veículo de passageiros até nove lugares		74	75	74
Veículo de passageiros com mais de nove lugares	PBT até 2.000kg	76	77	76
Veículo de carga ou de tração e veículo de uso misto	PBT entre 2.000 kg e 3.500kg	77	78	77
Veículo de passageiro ou de uso misto com PBT maior que 3.500Kg	Potência máxima menor que 150kW (204 cv)	78	78	78
	Potência máxima igual ou superior a 150 kW (204 cv).	80	80	80
Veículo de carga ou de tração com PBT maior que 3.500 kg	Potência máxima menor que 75 kW (102 cv)	77	77	77
	Potência máxima entre 75 kW (102 cv) e 150 kW (204 cv)	78	78	78
	Potência máxima igual ou superior a 150	80	80	80

		kW (204 cv)			
--	--	-------------	--	--	--

Designação do veículo conforme NBR 6067

PBT: Peso Bruto Total Potência: Potência efetiva líquida máxima (NBR/ISO 1585)

§ 4o Para os veículos equipados com mais de um eixo trator, de acionamento permanente ou não, os valores limites serão aumentados, em 1 dB(A) para os veículos que estiverem equipados com um motor de potência inferior a 150 kW e de 2 dB(A) se estiverem equipados com um motor de potência igual ou superior a 150 kW (204 cv).

Art. 2o Os fabricantes, seus representantes legais ou importadores deverão solicitar ao IBAMA a Declaração de Atendimento aos limites de ruído conforme Anexo desta Resolução, enviando para análise ao IBAMA os ensaios de ruído de cada configuração mestre, e a cópia do documento de Recolhimento de Receitas - DR - Controle Ambiental pagos.

Art. 3o Os pneus utilizados para o ensaio serão selecionados pelo fabricante do veículo e deverão estar disponíveis para o mercado; correspondendo a uma das designações da medida do pneu conforme NBR 6087 e NBR 6088, indicadas para o veículo pelo seu fabricante através do Anexo A, item 8.4 da Resolução CONAMA no 1, de 11 de fevereiro de 1993 e satisfazer os requisitos relativos à profundidade do sulco dos pneus conforme Resolução CONTRAN no 558, ou sucedâneas. Os pneus deverão ser calibrados com as pressões previstas para a massa de ensaio do veículo.

Art. 4o Os veículos concebidos exclusivamente para aplicação militar, de competição, máquinas agrícolas, máquinas rodoviárias, e outros de aplicação especial, bem como aqueles que não são utilizados para o transporte urbano e/ou rodoviário, serão dispensados do atendimento das exigências desta Resolução.

Art. 5o O art. 2o e os §§ 2o e 3o do art. 7o da Resolução no 1, de 11 de fevereiro de 1993, passam a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 2o Os ensaios para medição dos níveis de ruído para fins desta Resolução, deverão ser realizados de acordo com as normas brasileiras NBR 8433 (1995) - Veículos rodoviários automotores em aceleração - Determinação do nível de ruído; e NBR 9714 (1999) - Veículos rodoviários automotores - Ruído emitido na condição parado, no que se refere à medição de ruído

nas proximidades do escapamento. Os equipamentos para realizar os ensaios de medição de níveis de ruído devem ser calibrados pelo INMETRO ou laboratório credenciado pertencente à Rede Brasileira de Calibração-RBC e o local do ensaio deve ser verificado pelo IBAMA para a obtenção da Declaração de Verificação de Conformidade.

"Art. 7o .....

§ 2o Se o nível sonoro do veículo ensaiado não exceder em mais de 1 dB(A) dos valores limites estabelecidos, o modelo do veículo será considerado conforme as prescrições da presente Resolução.

§ 3o Se o veículo ensaiado não satisfizer o prescrito no parágrafo anterior, terão de ser ensaiados mais dois veículos do mesmo modelo. Caso o nível sonoro do segundo ou terceiro veículo exceder em mais de 1 dB(A) dos valores limites, o modelo do veículo será considerado em desconformidade com as prescrições da presente Resolução e o fabricante deverá tomar as medidas necessárias para restabelecer a sua conformidade.

Art. 6o Caberá ao IBAMA deliberar sobre os casos omissos nesta Resolução.

Art. 7o Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ SARNEY FILHO  
FILHO  
Presidente do CONAMA

RAIMUNDO DEUS DARA  
Secretário-Executivo

#### DECLARAÇÃO DE ATENDIMENTO No /2000

Declaramos para os devidos fins, perante às autoridades de trânsito, de comércio exterior e aduaneira, que a empresa \_\_\_\_\_, CNPJ no \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_-\_\_\_\_\_, cumpriu os procedimentos necessários ao atendimento das Resoluções CONAMA nos 1/93, 8/93 e 252/99, referentes aos níveis de ruído dos modelos de

veículos, classificados como (categoria - descrição - a, b, c, d), relacionados no quadro abaixo, por se tratarem de veículos para comercialização.

marca	configuração mestre	origem

Informamos, outrossim, que esta Declaração de Atendimento continua válida desde que as configurações acima citadas não sofram nenhuma alteração de componentes e/ou sistemas que influem nos valores de emissão de ruído já homologados/declarados pelo fabricante ou importador, sendo destes a inteira responsabilidade, o ônus e as conseqüências decorrentes de qualquer situação irregular constatada nos referidos veículos pelas autoridades competentes.

Brasília, de de 2000.

Diretor de Controle Ambiental

IBAMA/DCA