UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

*“Poluição Sonora Urbana: Estudo de Caso da Subprefeitura de
Pinheiros/SP”.*

THIAGO FRANÇA SHOEQIMA

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de mestre em Geografia Física.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Pereira de Queiroz Filho

Versão Revisada – Outubro/2011

São Paulo
2011

Thiago França Shoegima

Poluição Sonora Urbana: Estudo de Caso da Subprefeitura de Pinheiros/SP

Dissertação de Mestrado

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de mestre em Geografia Física.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Pereira de Queiroz Filho

Versão Revisada – Outubro/2011

São Paulo
2011

Agradecimentos

Aos meus pais Ivonete e Sadao Shoegima, pelo amor, apoio e confiança depositados em mim.

À minha irmã Thays e minha querida sobrinha Joana;

À Amanda Brito, minha companheira de todos os momentos e fonte de inspiração, dedico não só este trabalho, mas meu amor;

Aos meus irmãos de coração Lucas Trombini, Newton Brigatti e Eduardo Nakamura, pelas conversas e sugestões ao longo deste trabalho;

A Iara Bustos pela amizade e conversas a respeito do tratamento de dados;

Aos amigos de todos os momentos, Ana Covacic, Helio Paes, Willem Prates, Edilene Conceição, Joyce Arminda, Wilson e Janaina Hiratuka, Marcos Vinhote, Diego Pinheiro, Gisele Kohata, Alex Evaso e Henrique Fraga.

Aos colegas da Digibase, Cleiton, Edilberto, Miro, Mayra, Dione, Moretti, Emi, Jarilson, Thaís, e Gilson;

Aos colegas da CPEA, Marcelo Brizzotti, Carolina Pedrotti, Daniela Miranda, Fabio Barros, Walter Bindilatti Jr, Miguel, Priscila, Léo, Taiane, Renata e Serginho;

Aos Prof. Dr. José Alberto Quintanilha e Profa. Dra. Ligia Vizeu Barroso, pelas valiosas sugestões na qualificação;

Ao Prof. Dr. Emerson Galvani, pelos incentivos anteriores a este trabalho;

Ao Prof. Dr. Luís A. Bittar Venturi, pela amizade e atenção;

Por fim, em especial ao Prof. Dr. Alfredo Pereira de Queiroz Filho, pela paciência, dedicação e sabedoria aplicados ao longo deste trabalho, muito obrigado!

Resumo

Esse trabalho apresenta uma análise de dados dos níveis de ruído referentes à Subprefeitura de Pinheiros/SP.

Foram feitas medições em quarenta pontos, divididas em três fases que puderam ser comparadas com os limites estabelecidos pela lei de zoneamento.

Nos processos de levantamentos de dados elaboramos mapas que serviram de suporte tanto em decisões como posteriormente na análise/comparação destes em relação aos limites sonoros estabelecidos.

Na primeira fase observou-se uma grande quantidade de pontos com valores acima de 15 dB em relação aos limites estabelecidos. Nas fases seguintes houve uma diminuição, quando comparadas a primeira.

Assim obtivemos um panorama dos níveis de ruído da área de estudo e sua situação em relação à lei de zoneamento urbano da cidade de São Paulo.

Palavras chave: *Poluição sonora, emissão de ruídos, zoneamento urbano, mapeamento acústico.*

Abstract

This paper presents an analysis of data concerning the noise levels referring to Pinheiros Subprefecture (in São Paulo city).

Measurements made in forty spots, divided in three steps that could be compared with the limits established by zoning law.

In procedures for survey data were prepared maps that served as pillar in decisions as well as later in analysis/comparison of these in relation to the noise limits established.

In the first phase there were large numbers of points with values above 15 dB above the limits. In later stages there was an improvement compared with the measurements of the first phase.

So we got a picture of the noise levels of the study area and its situation in relation to the urban zoning law of São Paulo city.

Key words: noise pollution, noise emission, zoning, noise mapping.

Índice de Figuras

<i>Figura 01: Evolução da Mancha Urbana na cidade de São Paulo 1929-2002.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 02: Poluição Sonora em alguns pontos das principais cidades do mundo.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 03: Tráfego Intenso em uma das principais vias da cidade de São Paulo em Anos distintos</i>	<i>17</i>
<i>Figura 04: Esquema do Aparelho Auditivo e trajetória do som.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 05: Orgão de Corti, lesão nesta região é fator de ocorrência da PAIR.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 06: Atividades Cotidianas e seus níveis de emissão sonora</i>	<i>44</i>
<i>Figura 07: Médias de Reclamações recebidas por Subprefeitura - período 2002/2008.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 8a: Parte de Matéria de Jornal relacionada ao PSIU.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 8b: Parte de matéria de jornal, na qual se faz críticas ao PSIU</i>	<i>51</i>
<i>Figura 09: Fluxograma simplificado de trabalho.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 10: Síntese da concepção das classes acústicas</i>	<i>56</i>
<i>Figura 11: Localização dos Pontos de Medições na Subprefeitura de Pinheiros</i>	<i>58</i>
<i>Figura 12: Decibelímetro utilizado nas medições</i>	<i>61</i>
<i>Figura 13: Hierarquia para a elaboração dos mapas acústicos.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 14: Região Metropolitana de São Paulo.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 15: Município de São Paulo - Subprefeituras</i>	<i>69</i>
<i>Figura 16: Município de São Paulo – Distritos.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 17: Mapa dos distritos da Subprefeitura de Pinheiros</i>	<i>71</i>
<i>Figura 18: Subprefeitura de Pinheiros - 1958.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 19: Subprefeitura de Pinheiros – 2010</i>	<i>76</i>
<i>Figura 20: Uso e ocupação do solo - Subprefeitura de Pinheiros – 1958.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 21: Uso e ocupação do solo - Subprefeitura de Pinheiros – 2010.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 22: Mapa Zoneamento Urbano da Cidade de São Paulo</i>	<i>84</i>
<i>Figura 23: Mapa Zoneamento Urbano – Subprefeitura de Pinheiros.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 24: Situação dos níveis de ruído levantados em campo na 1ª Fase.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 25: Situação dos níveis de ruído levantados em campo na 2ª Fase.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 26: Situação dos níveis de ruído levantados em campo na 3ª Fase.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 27: Gráfico da situação dos pontos de medições (Org. Thiago F. Shoegima – 2011).....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 28: Gráfico das médias obtidas durante os três períodos de levantamento de campo.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 29: Mapa das três fases de levantamentos de campo.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 30: Mapa Zona sensíveis acusticamente - Subprefeitura de Pinheiros</i>	<i>102</i>

Índice de Tabelas

<i>Tabela 01: Limites sonoros para ambientes externos em dB(a).</i>	32
<i>Tabela 02: Impactos do Ruído na Saúde.</i>	37
<i>Tabela 03: Total de Denúncias recebidas pelo PSIU 2000-2008.</i>	48
<i>Tabela 04: Ranking dos serviços mais reclamados na ouvidoria da Prefeitura de São Paulo</i>	49
<i>Tabela 05: 1º Fase - Levantamento de dados de nível de ruído – Subprefeitura de Pinheiros</i>	87
<i>Horário: 7 às 11hs - Período: Abril/Maio-2010.</i>	87
<i>Tabela 06: 2º Levantamento de dados de nível de ruído – Subprefeitura de Pinheiros</i>	90
<i>Horário: 7 às 11hs - Período: Março/Abril-2011.</i>	90
<i>Tabela 07: 3º Levantamento de dados de nível de ruído – Subprefeitura de Pinheiros</i>	92
<i>Horário: 7 às 11hs / Período: Abril/Maio-2011</i>	92
<i>Tabela 08: Pontos de Medições Subprefeitura Pinheiros</i>	94

Lista de abreviaturas e siglas

ASDA - American Sleep Disorder Association

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

dB - Decibéis

NREM – Non Rapid Eye Movement

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PSIU – Programa de Silêncio Urbano da Cidade de São Paulo

PMSP – Prefeitura do Município de São Paulo

PAIR – Perda Auditiva Induzida por Ruído

PDE – Plano Diretor Estratégico

REM – Rapid Eye Movement

SVMA – Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente

SEMAB – Secretaria Municipal de Abastecimento

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

GPS – Sistema de Posicionamento Global

Índice

1. INTRODUÇÃO	11
1.2 - OBJETIVOS	13
1.3 - JUSTIFICATIVA	13
2-EMBASAMENTO TEÓRICO METODOLÓGICO	18
2.1 - REVISÃO DA LITERATURA	18
2.2 - A POLUIÇÃO SONORA NO CONTEXTO DA GEOGRAFIA	18
2.3 - OS ESTUDOS SOBRE POLUIÇÃO SONORA.	22
2.4 - FONTES DE RUÍDO	26
2.5 - POLUIÇÃO SONORA E LEGISLAÇÃO	31
2.6 - POLUIÇÃO SONORA E SAÚDE	35
2.7 - A FISCALIZAÇÃO DA POLUIÇÃO SONORA NO MUNICÍPIO: O PROGRAMA DE SILÊNCIO URBANO DA CIDADE DE SÃO PAULO - PSIU	47
2.8 - SIG E GEOPROCESSAMENTO	52
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	55
3.1 - PROCEDIMENTOS	55
3.2 – PARÂMETROS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA A COLETA DE DADOS EM CAMPO	60
3.3 - METODOLOGIA DO MAPA DE ZONEAMENTO ACÚSTICO URBANO	63
3.4 - BASE CARTOGRÁFICA	66
3.5 - SOFTWARES UTILIZADOS	66
3.6 - LIMITAÇÕES ENCONTRADAS AO LONGO DA PESQUISA	67
4 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	68
4.1 - PANORAMA DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM	72
5-ZONEAMENTO URBANO DA CIDADE DE SÃO PAULO	79
5.1-CARACTERIZAÇÃO DAS CLASSES DO ZONEAMENTO URBANO DA CIDADE	82
6-RESULTADOS E DISCUSSÕES	87
6.1 - RESULTADOS	87
6.2 – DISCUSSÃO	94
6.3 - PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO/ATENUAÇÃO DA POLUIÇÃO SONORA	101
7-CONSIDERAÇÕES FINAIS	103

8-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

106

1. Introdução

Em todos os “cantos” do mundo, a questão ambiental vem ganhando destaque tanto por parte da mídia, como por parte dos pesquisadores, principalmente no que tange aos impactos provocados pelas ações antrópicas sobre o ambiente.

Uma combinação de fatores como a “explosão populacional” e a revolução tecnológica alteram significativamente a relação da civilização humana com o planeta. Nos grandes centros urbanos estas alterações surgem em ritmos cada vez mais acelerados e impactantes. Na cidade de São Paulo, por exemplo, muitos poluentes são emitidos na atmosfera, trazendo consequências à saúde da população diretamente exposta.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS)¹, a poluição do ar e das águas, juntamente com a poluição sonora, são os três principais problemas observados nas grandes metrópoles.

Ações de controle e monitoramento tem sido feitas em diferentes níveis, seja do ar, do solo e das águas. Programas de sustentabilidade passam a ser discutidos em órgãos públicos e privados. Começam a surgir preocupações e necessidades (ainda que pequenas!) em melhorar a qualidade de vida. Empresas preocupam-se em divulgar ações reparadoras ao ambiente, pelo menos no discurso, para conquistar seus consumidores.

¹ Fonte consultada em: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/noise> Acesso em 02/04/2010

A recíproca não é a mesma quando se fala em poluição sonora no Brasil. Sequer existem redes ou pontos de coleta de índices de emissões das quais se possa obter padrões diários, o que acaba prejudicando uma análise integrada dos dados e a situação da cidade. As poucas medições realizadas por parte da administração pública no município de São Paulo não permitem conclusões dos impactos aos seres vivos. Além disso, por não haver um padrão de continuidade, o levantamento das fontes causadoras também fica a desejar.

1.2 - Objetivos

Esta pesquisa teve como objetivo central o levantamento de dados e a análise dos níveis de poluição sonora na Subprefeitura de Pinheiros/SP.

Os objetivos específicos foram:

- Levantamento dos níveis de ruído;
- Confronto dos dados levantados em relação à lei de zoneamento;
- Elaboração de mapas de limites acústicos;

1.3 - Justificativa

No século XX, o município de São Paulo passou por um grande processo de crescimento urbano e demográfico, gerando problemas relacionados à ocupação inadequada do meio físico.

Esse processo, em ritmo contínuo e acelerado, fez com que a mancha urbana ultrapassasse as barreiras naturais representadas pelo relevo, avançando pelos terrenos pré-cambrianos das serranias de São Roque, Cantareira e Serra do Mar, em direção às cidades de Sorocaba, Campinas e Cubatão.

Na *Figura 01* pode-se observar a evolução da mancha urbana em quatro momentos distintos (CETESB, 2001).

Figura 01: Evolução da Mancha Urbana no município de São Paulo 1929-2002

1929

1949

1962

2002

Obs: Figuras ilustrativas sem escala

Fonte: SEMPLA/PMSP Org. e Adaptação: Thiago F. Shoegima (2011)

Juntamente com o crescimento urbano vieram problemas relacionados à poluição do ambiente, que trouxeram conseqüências à qualidade de vida (GEOCIDADE, 2004).

O processo de urbanização no município sempre esteve associado ao uso generalizado do motor à explosão nos seus meios de transporte e, conseqüentemente, na proliferação de inúmeras atividades causadoras de poluição sonora, que pela falta de mecanismos adequados de controle vem se tornando um grave problema na cidade.

A ONU (Organização das Nações Unidas) caracteriza a poluição sonora, *“como uma das quatro principais ameaças ao meio ambiente, considerando-a maior que a poluição química do ar e das águas”*. A OMS (Organização Mundial da Saúde), *“inclui São Paulo dentre as cidades mais barulhentas do mundo, ao lado do Rio de Janeiro, Tóquio, Nova Iorque e São Francisco”* (GEOCIDADE, 2004, p. 101).

Na Figura 02 podemos observar uma comparação feita em diferentes pontos do mundo, com destaque para a Avenida Paulista em São Paulo.

Figura 02: Poluição Sonora em alguns pontos das principais cidades do mundo

Fonte: PMSP/PSIU (2009) Org. e Adaptação: Thiago F. Shoegima (2011)

Dentre as principais fontes de ruído na cidade de São Paulo estão o tráfego automotivo (*Figura 03*) e aéreo, o comércio, a construção civil, as sirenes, os templos religiosos e as casas noturnas. Deve-se destacar ainda que a cidade dispõe de dois aeroportos (Congonhas e Campo de Marte) e situa-se próximo a outro (Guarulhos), além de possuir cerca de 174 helipontos.

O maior número de helipontos localizam-se nos distritos de: Bela Vista, Pinheiros, Jardim Paulista, Morumbi e Itaim Bibi (GEOCIDADE, 2004). A cidade também registra a maior frota de helicópteros do país com 309, o que corresponde a 61% das 503 aeronaves registradas no Estado e 26% das 1.194 registradas no Brasil (ANAC, 2009).

Figura 03: Tráfego Intenso em uma das principais vias da cidade de São Paulo em Anos distintos

Fonte: www.pmsp.gov.br/história (Av. Paulista 1928) e www.faberludens.com.br (Av. Paulista 2009)
Org. e Adapt. Thiago F. Shoegima (2011)

A partir desta concepção, o estudo da poluição sonora, e o levantamento de dados e sua relativa comparação aos limites estabelecidos por lei, será de grande importância para se ter um parâmetro dos níveis de ruído na cidade.

2-Embasamento Teórico Metodológico

2.1 - Revisão da Literatura

A revisão da literatura foi organizada de forma a orientar e sistematizar o desenvolvimento deste trabalho. Procurou-se tornar a abordagem dos temas o mais simples e coerente possível, ligando os fundamentos teóricos do campo geográfico com a literatura referente ao tema existente.

2.2 - A poluição sonora no contexto da Geografia

Os aglomerados urbanos têm se caracterizado pelo crescimento acelerado e por uma ocupação do solo que desconsidera as premissas do desenvolvimento sustentável.

Na sociedade moderna, a poluição sonora pode ser considerada como um fator ambiental que contribui significativamente para a qualidade de vida, principalmente em municípios com perfil marcadamente urbano.

Por muito tempo, a poluição sonora foi considerada um subproduto da atividade humana, algo indissociável da sociedade moderna e da paisagem urbana, não tendo merecido assim, a devida atenção por parte das autoridades competentes (NARDI, 2008).

As variadas associações e inter-relações entre os elementos do estrato geográfico² moldam ambientes dotados de uma dinâmica própria, e devem ser analisados para que se tenha, evolutivamente, uma melhor compreensão, propiciando maior organização do espaço e menor degradação do ambiente.

² Segundo a concepção de Grigoriev (1968), que destaca o caráter dinâmico e interativo compostos pela crosta terrestre, hidrosfera, troposfera, cobertura vegetal e reino animal, que em conjunto definem o ambiente onde vive o homem, este só pode ser estudado com sucesso quando o efeito da sociedade humana e de seus modos de produção sobre o meio ambiente forem rigorosamente levados em consideração.

A análise da interação destes elementos traz subsídios para compreensão da dinâmica local proporcionando boas condições ao planejamento urbano.

Conforme Troppmair (1988), *“a paisagem é um sistema espacial dinâmico de fenômenos naturais e socioeconômicos. A paisagem é uma realidade independente da presença do homem. Se estiver presente, introduz modificações, ou mesmo, desequilíbrio nesta realidade”*.

Dentre as diferentes concepções de Paisagem, destaca-se a de Bertrand (1971) e Tricart (1977), mas neste trabalho consideraremos o conceito proposto por Monteiro (2000, p. 39):

“Entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do geógrafo a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo, sempre resultante da integração dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas que organizam um todo complexo (sistema), verdadeiro conjunto solidário e único, em perpétua evolução”.

Muito além dos aspectos naturais, o meio antrópico é parte importante e vital na compreensão da paisagem. Afirma Monteiro (1976) que *“o geossistema é um sistema singular, complexo, onde interagem elementos humanos, físicos, químicos e biológicos e onde os elementos socioeconômicos não constituem um sistema antagônico e oponente, mas sim estão incluídos no funcionamento do próprio sistema”*.

A ação antrópica, que faz parte do ambiente³ como elemento ativo, é capaz de mudar a paisagem. Ela tem o poder de modificar solos, vegetação e atmosfera, inserindo desta forma mudanças, as quais, podem ocasionar o desequilíbrio ou o colapso deste sistema.

Logo, a alteração da paisagem pode ser observada através das novas relações entre suas variáveis. Essas modificações resultam da interação entre os fatores do meio físico e das ações humanas. A força dessas transformações inadvertidas depende, em primeira instância, do esforço aplicado ao sistema pelo homem e depois, do nível de suscetibilidade do próprio sistema (VENTURI, 2001).

Estas mudanças ocorrem, pois o homem reproduz e modifica o espaço⁴ ou então, provoca alterações em função de um aproveitamento dos recursos naturais sem uma preocupação na conservação do meio ambiente (VENTURI, 2001).

As alterações causadas na paisagem pela ação antrópica afetam cada vez mais a funcionalidade do sistema causando graves fatores degenerativos ao ambiente natural e, em períodos mais longos, à própria sociedade.

Partindo destes pressupostos, podemos também citar, R. Murray Schafer, que é considerado o responsável pela introdução do conceito de “paisagem sonora”. A palavra *soundscape* foi um neologismo introduzido por ele, que pretendia criar uma analogia com a palavra *landscape* (paisagem). A “paisagem sonora”, como o termo foi traduzido para o português, poderia ser entendida como qualquer campo de estudo

³ Termo utilizado no sentido *strictu*, e não de outro significado resultante de uma discussão conceitual do arcabouço teórico da Geografia.

⁴ “O espaço é a própria paisagem”, segundo Monteiro (2000), e não de outro significado resultante de uma discussão conceitual do arcabouço teórico da Geografia”.

acústico, passível de ser isolado para análise, do mesmo modo como podemos estudar as características de uma determinada paisagem visual (FERREIRA, 2008).

Em meados da década de 1960, Schafer que era compositor, deflagrou um movimento intitulado de *World Soundscape Project*, na *Simon Frayser University* (Canadá), que se propunha a realizar uma análise de determinados ambientes acústicos a fim de compor um mapa sonoro das regiões estudadas, criando um catálogo dos sons característicos de cada região (FERREIRA, 2008).

Em decorrência desse estudo surgiu a preocupação com as mudanças nos ambientes acústicos gerados pela industrialização e a correspondente inserção do som contínuo ou repetitivo na paisagem sonora, produzidos por maquinários que não são encontrados na natureza (FERREIRA, 2008).

“À medida que a guerra pela posse de nossos ouvidos aumenta, o mundo fica cada vez mais superpovoado de sons, mas, ao mesmo tempo, a variedade de alguns deles decresce. Sons manufaturados são uniformes e, quanto mais eles dominam a paisagem sonora, mais homogênea ele se torna (SCHAFER, 2001, p. 12)”.

Logo, buscar o momento em que os repiques dos sinos das igrejas e os chiados dos carros de bois deixaram de incomodar a população da cidade de São Paulo, não porque foram silenciados, mas sim por terem sido abafados pelos sons dos automóveis, traz à tona a complexidade das relações do homem com as sonoridades urbanas e com as diferentes fases de alteração, compondo a atual paisagem.

A paisagem sonora conforme Ferreira (2008):

“É o nosso ambiente sonoro, o sempre presente conjunto de sons, agradáveis e desagradáveis, fortes e fracos, ouvidos ou ignorados, com os quais vivemos. Do zumbido das abelhas ao ruído da explosão, esse vasto compêndio, sempre em mutação, de cantos de pássaros, britadeiras, música de câmara, gritos, apitos de trem, buzinas de automóveis e barulho de chuva tem feito parte da existência humana”.

2.3 - Os Estudos sobre Poluição Sonora.

Diversos autores já realizaram estudos importantes sobre a poluição sonora, dentre eles destacam-se os que contribuíram mais especificamente para o entendimento destes processos, principalmente em áreas densamente urbanizadas.

O termo poluição sonora será tratado nesta dissertação conforme a conceituação de Sousa (2004, p. 52), que a descreve a poluição sonora como:

“A poluição decorrente da emissão de energia sonora (em geral, ruído) que produza efeitos adversos sobre a saúde e o bem estar dos indivíduos e das populações. Em se tratando do espaço urbano e do homem que nele vive, o ruído emitido é aquele comumente encontrado no ambiente cotidiano e aqui denominado como ruído ambiental, poluição sonora ou poluição sonora urbana”.

Nardi (2008), em estudo sobre o assunto na área central de Florianópolis/SC, enfatiza que o mesmo ainda não tem prioridade no contexto ambiental, sendo que questões relativas à poluição das águas e do ar têm maior destaque e investimentos por parte do poder público.

Em grandes cidades, um dos principais causadores dos altos índices de poluição sonora são os veículos automotores. Santos (2004), em estudo realizado no entorno de um parque urbano na cidade de Salvador-BA, coloca em evidência que o problema tem forte ligação com o número de veículos em circulação, principalmente na área urbana, destacando-se que estes produzem ruídos acima dos níveis estabelecidos.

Santos (2004) ainda recomenda que seja feito um controle em relação ao tráfego urbano, principalmente nas áreas que necessitam de redução de ruído, pois a proibição da circulação de determinados tipos de veículos ou o estabelecimento de horários especiais, está entre as medidas possíveis de controle do tráfego com o objetivo de reduzir o ruído.

No município de São Paulo, Petian (2008) constatou que num universo de análise de 400 entrevistados que trabalham na região central, a poluição sonora aparece em quarto lugar dentre os principais problemas na cidade e, em primeiro lugar como incômodo no local de trabalho e na residência. Fato que não deve ser desconsiderado, pois em meio a tantos problemas de uma grande metrópole, este teve um destaque importante .

Partindo desta premissa podemos destacar a concepção de Guedes (2005, p. 02.) que:

“Enfatiza a necessidade de se realizar estudos sobre a poluição sonora e suas conseqüências no ambiente e no homem, desde trabalhos que visam quantificar os diversos efeitos do ruído nas pessoas, como também, àqueles interessados em caracterizar, acusticamente, uma dada região, por meio de ferramentas, tais como, o

mapeamento e a predição acústica. Tais ferramentas têm sido bastante utilizadas, pois fornecem informações em relação ao ruído ambiental para o planejamento urbano, permitindo o acompanhamento e previsões da evolução de ambientes sonoros, que segundo alguns estudos sofrem influências diante da densidade construtiva e da forma das edificações, enfim, da configuração do espaço urbano”.

Outro fator importante é o controle e o monitoramento da poluição sonora. Segundo Nagem (2007, p. 05.):

“A questão do monitoramento dos níveis de ruído através de mapeamentos sonoros é muito importante, pois permite a visualização da distribuição do ruído ambiental favorecendo o planejamento e a redução dos níveis sonoros. Além disto, o mapa acústico possibilita avaliar a evolução do ambiente acústico através da comparação com medições realizadas em épocas diferentes, desta forma, a monitoração dos níveis do ruído ambiental possibilita observar as tendências de evolução das características ambientais, permitindo intervir e controlar os fatores que as influenciam. O conhecimento do nível de exposição das populações ao ruído possibilita, assim, um planejamento urbano embasado com informações que favorecem uma melhor distribuição das atividades e usos do solo, além de auxiliar na informação e conscientização da população”.

Na mesma linha de raciocínio, Nardi (2008) chama a atenção para a presença de atividades potencias para a poluição sonora, como zonas de comércio, indústrias e construções, que fixadas próximas às áreas que necessitam de níveis limitados de

ruído, como hospitais, escolas e zonas residenciais, acabam provocando prejuízos para o desenvolvimento das mesmas, trazendo desconforto no caso de hospitais e áreas residenciais, e efeitos negativos nas práticas escolares.

Sobre os efeitos da exposição a elevados níveis de poluição sonora, Rios (2003, p. 05.), cita que;

“Os primeiros achados de ligação científica entre a perda auditiva e o ruído datam por volta de 1930, quando Fosbrooke na Inglaterra registrou as perdas auditivas em ferreiros, Obata (1934) também realizou vários experimentos e concluiu que o efeito do ruído sobre o homem vai além da indução de perda auditiva, mas somente após a década de 40, é que a disacusia sensorineural ocupacional por ruído e por trauma acústico ocupacional passou a ser reconhecida como doença adquirida no ambiente, ou por um método específico de trabalho, característico de certas categorias profissionais, assim, passíveis de compensações pelo prejuízo causado à saúde devido a exposição a altos níveis sonoros”.

Ainda sobre os efeitos causados pela poluição sonora na saúde humana, Pimentel-Souza (1992, p. 12), destaca que;

“Os distúrbios do sono e da saúde em geral no cidadão urbano, devido direta ou indiretamente ao ruído, através do estresse ou perturbação do ritmo biológico, foram revistos na literatura científica dos últimos 20 anos. Em vigília, o ruído de até 50 dB(A) pode perturbar, mas é adaptável. A partir de 55 dB(A) provoca estresse leve, excitante, causando dependência e levando a durável desconforto. O estresse

degradativo do organismo começa a cerca de 65 dB(A) com desequilíbrio bioquímico, aumentando o risco de infarte, derrame cerebral, infecções, osteoporose etc. Provavelmente a 80 dB(A) já libera morfina biológica no corpo, provocando prazer e completando o quadro de dependência. Em torno de 100 dB(A) pode haver perda imediata da audição. Por outro lado, o sono, a partir de 35 dB(A), vai ficando superficial, à 75 dB(A) atinge uma perda de 70 % dos estágios profundos, restauradores orgânicos e cerebrais”.

2.4 - Fontes de ruído

Segundo Nagem (2004), quando se deseja fazer uma medição sonora, é comum que se classifique o ruído de acordo com a situação do ambiente acústico no momento da medição. A norma *ISO 1996: Acoustics – Description and measurement of environmental noise, Part: Basic quantities and procedures* (1982), estabelece a seguinte classificação:

Ruído ambiental: ruído de todas as fontes sonoras, situadas próximas ou afastadas (ruído de tráfego, pássaros, máquinas, etc).

Ruído específico: é o ruído da fonte sob investigação. É um componente do ruído ambiental e pode ser identificado e associado a uma fonte específica.

Ruído de fundo: terminologia utilizada para designar o nível sonoro medido na ausência e/ou desconsiderando a fonte de ruído principal ou de estudo, exemplo: caracterização do ruído de uma área residencial sem levar em conta o tráfego de veículos (NAGEM, 2004).

Outra forma utilizada para se classificar as fontes sonoras, segundo Guedes (2005) são como fixas (indústrias, discotecas, obras de construção civil), ou como fontes móveis que é o caso do tráfego de veículos (aviões, trens, automóveis).

Além destas, também poderia ser feita a classificação com base nas características geométricas, comparando as dimensões desta com as do receptor e também com a distância entre fonte e receptor. Deste modo, as diversas fontes sonoras podem ser vistas como fontes pontuais ou lineares.

Guedes (2005) conceitua estas fontes da seguinte forma:

Fonte pontual: apresenta dimensões bem menores do que a sua distância ao receptor (ouvinte). Neste caso, a energia sonora se dissipa, esfericamente, de modo que o nível de pressão sonora é o mesmo para todos os pontos de mesma distância. Além disso, esse nível sofre uma redução de três decibéis, à medida que se duplica o afastamento entre a fonte e o ouvinte, desconsiderando as interferências devido ao solo e ar, ou seja, em situação de campo livre. Segundo essas condições, as indústrias, discotecas e as áreas de lazer podem ser vistas como exemplos de fontes pontuais.

Fontes lineares: caracterizam-se por possuir uma de suas dimensões bem maior em relação à distância fonte-receptor. O som sofre dissipação de forma cilíndrica e o nível sonoro se apresenta, igualmente, para todos os pontos de mesma distância à linha de eixo da fonte. Nesta situação, o nível de pressão sonora decai de 3 dB a cada duplicação da distância entre o ouvinte e a fonte. Ressalta-se também, que para isso ocorrer, não devem existir interferências do solo e nem do ar. Assim, uma via de circulação de veículos pode ser modelada como uma fonte linear de grande comprimento.

Neste trabalho pode-se considerar os níveis observados como de fontes lineares, já que as medições ocorreram em vias de tráfego dentro da área de estudo.

Niemeyer e Slama (1998) *apud* Guedes (2005), comentam que essa forma de classificação se mostra um tanto flexível, dependendo, na maioria das vezes, do contexto em análise. Assim, não seria errado entender uma indústria como fonte de superfície dentro da dimensão de um bairro, e nem tampouco considerá-la como fonte pontual numa escala maior, por exemplo, uma cidade.

Em geral, os principais tipos de ruídos existentes na cidade podem ser divididos em quatro categorias: transporte, indústria, construção civil, e doméstico. Além disso, cabe destaque também o ruído proveniente de comércios e serviços, atividades militares e atividades de lazer (NARDI, 2008).

A seguir poderá se observar às características de algumas das principais fontes de ruído presentes nas classificações anteriormente mencionadas.

Tráfego de veículos

Dentre as principais fontes de ruído, se destaca os originários do tráfego de veículos. Pode ser descrito como o resultado da combinação do ruído gerado por veículos (leves ou pesados), movimentando-se nos eixos viários (local, expressos ou arteriais) da região, apresentando dois componentes: o ruído em relação à linha principal de fluxo dos veículos (linha de tráfego), que se comporta como fonte linear e o ruído gerado/emitido por cada veículo, assemelhando-se a uma fonte pontual (OUIS, 2001).

Segundo Sousa (2004), o ruído produzido pelos veículos depende dos seguintes fatores:

- Tipo e classe do veículo (peso e potência mecânica);
- Condições mecânicas em serviço (silenciador de exaustão, regulação do motor, etc.);
- Modo operacional (velocidade constante, aceleração ou desaceleração, utilização das marchas, etc.);
- Revestimento das vias (contato pneu/superfície). Cada tipo de revestimento contribui para uma emissão sonora diferente: o revestimento de paralelepípedos é mais ruidoso que o poroso;
- Tipo de pneu utilizado pelos veículos (já existe legislação europeia regulando a matéria de fabricação dos mesmos).

Comércio, bares e restaurantes

Em segundo lugar estão os níveis emitidos pelo comércio, bares e restaurantes. Estes demandam, em seu entorno, a presença de caminhões que fazem a carga e descarga de produtos, além da circulação de seus clientes.

Em algumas regiões consideradas de uso estritamente residencial, é possível notar a presença de comércio e serviços. Essa irregularidade é fator decisivo em relação aos níveis observados.

Os bares e restaurantes geralmente estão distribuídos nas regiões de uso misto, atraídos pela presença de escritórios e outros tipos de serviços.

As emissões oriundas dessas atividades advêm principalmente do trânsito de pessoas e veículos. E, em alguns casos, principalmente em bares ou casas noturnas, a música alta acaba elevando os índices sonoros.

Construção Civil

Em terceiro lugar, estão os ruídos advindos de obras e construções. Este tipo de fonte pode ser considerada temporária, pois somente terá influência durante o período de construção, ao contrário do ruído dos automóveis e do comércio, que são considerados permanentes.

Atualmente existem tecnologias menos ruidosas para a execução de determinadas tarefas num canteiro como, por exemplo, a utilização de bate-estacas do tipo vibratório ao invés do tipo de impacto. O estaqueamento e a demolição constituem-se nas atividades mais ruidosas de uma obra. Contudo, a questão dos gastos de investimento pesa consideravelmente na seleção do meio tecnológico/equipamento (SOUSA, 2004).

2.5 - Poluição Sonora e Legislação

Com o intuito de procurar diminuir os problemas gerados pelos níveis excessivos de ruído, foram criadas legislações nacionais e internacionais que têm colocado limites sonoros para variados tipos de atividades de modo a garantir a saúde e o conforto da população diretamente exposta.

As legislações brasileiras, nos níveis federal, estadual e municipal, vêm enfatizando nas últimas décadas a necessidade da conservação do meio ambiente e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida, ao estabelecerem normas, leis e regulamentos que buscam controlar as intervenções humanas (PETIAN, 2008).

As leis que tratam especificamente da questão da poluição sonora são as Resoluções CONAMA nº 01/90 e nº 02/90, que estabelecem normas e parâmetros que definem limites de níveis de emissão de ruído em outros níveis da administração pública (esfera estadual ou municipal).

A resolução CONAMA nº01/90, trata de normas a serem cumpridas em relação à emissão de poluentes sonoros, visando à proteção e a saúde da população, e está alicerçada sobre a NBR 10.151, que estabelece o método de medição e os critérios de aceitação do ruído em comunidades (vide tabela 01). Já a resolução CONAMA nº02/90, trata da criação, em nível federal, do Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora, conhecido como “Programa Silêncio”. Seu objetivo é monitorar e controlar a emissão de ruídos excessivos, que possam causar danos a saúde e ao conforto da população. Também têm como foco o incentivo à formação de profissionais capacitados para atuar nos órgãos ambientais e de fiscalização em todo o país no monitoramento e controle da poluição sonora.

A CONAMA nº02/90, ainda regulamenta a disponibilização dos dados e informações referidos a questão da poluição sonora para toda a população. Estabelece também critérios de emissão de ruídos dos eletrodomésticos, implantando o chamado “selo ruído”, nos quais os aparelhos que contém este selo foram aprovados nos testes feitos pelos órgãos competentes.

Tabela 01: Limites sonoros para ambientes externos em dB(a).

<i>Tipo de Área</i>	<i>Período Diurno</i>	<i>Período Noturno</i>
<i>Áreas de Sítios e Fazendas</i>	<i>40</i>	<i>35</i>
<i>Área estritamente residencial ou de hospitais ou escolas</i>	<i>50</i>	<i>45</i>
<i>Área mista, predominantemente residencial.</i>	<i>55</i>	<i>50</i>
<i>Área mista, com vocação comercial e administrativa.</i>	<i>60</i>	<i>55</i>
<i>Área mista, com vocação recreacional.</i>	<i>65</i>	<i>55</i>
<i>Área predominantemente industrial</i>	<i>70</i>	<i>60</i>

Fonte: ABNT- NBR: 10.151/1999

Org. e adapt.: Thiago F. Shoegima (2011).

Aliando a necessidade de reduzir os altos índices de poluição sonora nos principais centros urbanos com o fato de que os veículos rodoviários são as principais fontes, há ainda a Resolução do CONAMA nº 252/99 que estabelece para os veículos automotores, limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento para fins de inspeção obrigatória e fiscalização. Além desta, observa-se também, dentro da legislação nacional, a Resolução mais recente, nº 204/06, criada pelo Conselho Nacional de Trânsito, que regulamenta o volume e a frequência dos sons por

equipamentos utilizados em veículos e estabelece metodologia para a medição a ser adotada pelas autoridades de trânsito ou seus agentes.

No entanto, Estados e Municípios podem fixar limites inferiores aos estabelecidos pelas Resoluções do CONAMA visando maior conforto acústico. Por outro lado, não podem estabelecer limites superiores ou seja, mais flexíveis que aqueles estabelecidos pelas normas federais.

Na esfera estadual, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), agora reestruturada e ligada à Secretaria do Meio Ambiente do Estado, coordena ações em nível ambiental relacionada à poluição sonora, em caráter de prevenção, nos licenciamentos ambientais dentro do estado. Estas ações são avaliadas através dos estudos ambientais apresentados e posteriormente, pela própria companhia, em eventuais vistorias ou pedidos de renovação de licença ambiental por parte dos empreendedores.

O controle de outras atividades tais como comércio, casas noturnas, bares, igrejas e construção civil ficam em grande parte sob a responsabilidade dos municípios, que fazem a fiscalização e monitoramento, principalmente nas atividades que geram ruído regularmente e nos casos onde ocorre alguma reclamação por parte da população (NAGEM, 2004).

No município de São Paulo, os limites de ruído foram estabelecidos pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente – SVMA, através da Lei nº 11.804/95, que trata sobre a avaliação da aceitabilidade de ruídos na cidade de São Paulo, visando o conforto e o bem estar da população. Em seu artigo 2º, estabelece que os ruídos superiores aos traçados pela NBR 10.151, são prejudiciais à saúde e ao sossego

público, fortalecida através da criação da Lei de Zoneamento urbano da cidade de São Paulo, Lei nº 13.885/2004, que estabelece normas complementares ao Plano Diretor Estratégico, e institui os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras, também dispõe sobre o parcelamento, disciplina e ordena o Uso e Ocupação do Solo do Município de São Paulo e determina os níveis máximos de ruído permitidos para as diferentes zonas dentro da cidade, sendo que o não cumprimento destes é considerado como crime conforme disposto na mesma lei.

As referidas normas consideram a área, o horário e a origem das atividades de emissão sonora, de modo a sistematizar o exercício das atividades para a preservação, principalmente da saúde, e indica se o nível sonoro está na faixa tolerável, ou se são necessárias medidas para reduzi-lo (NARDI, 2008).

2.6 - Poluição Sonora e Saúde

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS)⁵, saúde é o “estado de completo bem-estar físico, mental, social e espiritual” e não apenas a ausência de doenças. A presença de um som em um ambiente pode ser desejável, por exemplo, quando auxilia na comunicação, no relaxamento ou no divertimento das pessoas. Entretanto, muitas vezes o som pode ser indesejável, sendo simplesmente incômodo, podendo até causar danos temporários ou irreversíveis na saúde e na audição, sendo chamado, nestes casos, de ruído.

A classificação de um som como desagradável é subjetiva e depende das preferências pessoais, de aspectos culturais, da atividade que se desenvolve, do estado de ânimo de quem o escuta e do interesse econômico envolvido (FREITAS, 2006). Na figura 04 pode-se observar o esquema do aparelho auditivo humano e a trajetória do som neste.

Ainda, de acordo com a OMS, as causas em relação ao ruído ambiental são: interferência com a comunicação, perda auditiva induzida pelo ruído, distúrbios no sono, efeitos no sistema cardiovascular, psicológico, fisiológico, redução de desempenho e alterações no comportamento social.

⁵ Fonte consultada em: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/noise> Acesso em 02/04/2010

Figura 04: Esquema do Aparelho Auditivo e trajetória do som

Fonte: NETTER (1998) *apud* RIOS (2003)

Org. Thiago F. Shoegima (2011)

Nardi (2008) cita que em muitas pesquisas sobre os efeitos do ruído, atestou-se que o barulho excessivo foi um dos principais fatores geradores de estresse, irritabilidade, neuroses, desconforto e complicação nos sistemas hormonal e nervoso. Também pode afetar adversamente futuras gerações, considerando a degradação dos ambientes residenciais, sociais e de aprendizagem.

O ruído atua de modo “traíçoeiro” e vagarosamente provoca o estresse, os distúrbios físicos, mentais e psicológicos, insônia e problemas auditivos. O stress elevado chega até a liberação de endorfinas, propiciando prazer fácil a ponto de as pessoas se tornarem barulho-dependentes devido à liberação no cérebro de drogas psicotrópicas, por isso, muitas pessoas se acostumam com o ruído (PIMENTEL-SOUZA, 2000). A tabela a seguir mostra alguns impactos do ruído na saúde.

Tabela 02: Impactos do Ruído na Saúde

Nível	Reação	Efeitos Negativos	Exemplos de locais
Até 50 dB(A)	Confortável (limite da OMS)	Nenhum	Rua sem Tráfego
Acima de 50 dB (A)	O organismo humano começa a sofrer o impacto do ruído		
De 55 a 65 dB(A)	A pessoa fica em estado de alerta, não relaxa	Diminui o poder de concentração e prejudica a produção do trabalho intelectual	Grandes escritórios de empresas
De 65 a 70 dB (A) (Início das patologias ligadas ao ruído)	O organismo tenta reagir para se adequar ao ambiente, minando as defesas.	Aumenta o nível de cortisona no sangue, diminuindo a resistência imunológica. Induz a liberação de endorfinas, tornando o organismo dependente. É por isso que muitas pessoas só conseguem dormir em locais silenciosos com o rádio ou a TV ligados. Aumenta a concentração de colesterol no sangue	Terminais Rodoviários
Acima de 70dB (A)	O organismo fica sujeito a estresse degenerativo além de abalar o equilíbrio emocional	Aumentam os riscos de enfarte e infecções, entre outras doenças sérias	Ruas de tráfego intenso

Fonte: GEO Cidade de São Paulo (2004)

Org. Thiago França Shoegima (2011)

Principais efeitos sobre a saúde

Fadiga Auditiva

Ocorre quando há um estímulo sonoro, principalmente em alto nível de intensidade, que acaba acarretando um deslocamento do limiar da audição que pode ser temporário, chamado de TTS (Temporary Thresold Shift) ou permanentemente, chamado de PTS (Permanent Thresold Shift), resultando em lesão da cóclea e, conseqüentemente, surdez (KAWAKITA, 2008).

Mudança Temporária no Limiar de Audição

É uma redução gradual da sensibilidade auditiva com o tempo de exposição a um ruído contínuo e intenso. Tal redução no limiar auditivo é um fenômeno temporário, já que este volta ao normal após um período de repouso auditivo. Pode ser acompanhada por zumbido e plenitude auricular⁶ (PETIAN, 2008).

Trauma Acústico

Esta expressão deve ser restrita aos efeitos da exposição única a um ruído de grande intensidade, proveniente geralmente de uma explosão, ou seja, ruídos de impactos ou impulsivo, considerados os mais nocivos ao ouvido humano, por produzirem lesões mecânicas irreversíveis na cóclea, caracteriza-se por uma perda neurossensorial, podendo ser unilateral ou bilateral, com queda audiométrica acentuada nas freqüências entre 3 e 6 Hz (PETIAN, 2008).

⁶ Plenitude Auricular; sensação de “ouvido cheio” ou de deslocamento de liquido no ouvido e autofonia (HYPPOLITO, 2005).

Problemas Cardíacos e Circulatórios

Diversas pesquisas confirmam que a exposição a um nível elevado de ruído provoca a liberação de adrenalina na corrente sanguínea além de modificações no ritmo cardíaco e na pressão arterial, causando problemas de ordem cardíaca e circulatória, que podem estar associados, em muitos casos, aos efeitos nocivos do ruído, que além de provocar sobressaltos causados por tensões musculares que tem como objetivo ativar alguma forma de proteção; acelera a pulsação, altera a pressão arterial ou a composição hemática do sangue; estreita os vasos sanguíneos; aumenta o ritmo da respiração; e ainda, pode provocar náuseas, cefaléia, vômitos, perda de equilíbrio e tremores (PETIAN, 2008).

Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR)

É uma mudança dos limiares auditivos que ocorre, em geral, após vários anos de exposição a ruídos de intensidade excessiva. A perda é irreversível, pois compromete as células ciliadas do órgão de *Corti* (*figura 05*).

Configura-se como uma perda auditiva do tipo neurosensorial, geralmente bilateral, irreversível e progressiva com o tempo de exposição do ruído, dificilmente detectada sem um exame audiométrico, pois não afeta de forma significativa a compreensão da fala, mas seu portador pode apresentar zumbido e intolerância a sons intensos, raramente atinge o grau de perda profunda.

A PAIR é influenciada por características físicas do ruído, tempo de exposição e susceptibilidade individual e quando cessada a exposição, não ocorre progressão da perda (PETIAN, 2008).

Figura 05: Orgão de Corti, lesão nesta região é fator de ocorrência da PAIR

OBS: As Setas indicam a influência do Som na região conhecida como Coclear

Fonte: IBB-UNESP (Acesso em 05/04/2011)

(http://www.ibb.unesp.br/nadi/museu2_qualidade/museu2_corpo_humano/museu2_como_funciona/museu_homem_nervoso/Museu2_homem_nervoso_audicao/Museu2_homem_nervoso_audicao.htm)

A curva auditiva da PAIR é geralmente de configuração descendente, com prejuízo maior nas frequências de 3000 Hz a 6000 Hz, sendo a de 4000 Hz a mais atingida. Perdas na frequência de 4000 Hz ocorrem em pequena quantidade nas primeiras décadas de exposição e espalha-se até as baixas frequências, que são importantes para a compreensão da fala, tornando o indivíduo consciente do seu problema (PETIAN, 2008).

A perda inicialmente pode ser unilateral, mas com sua progressão passa a ser bilateral e simétrica. É possível que exista uma relação entre mudança temporária e

permanente de limiar auditivo, onde se supõe que a segunda é resultado de repetidas ocorrências da primeira. Se entre dois períodos de exposição não houver um tempo suficiente para uma completa recuperação da capacidade auditiva, é certo que em longo prazo se instaurará um dano auditivo permanente (RIOS, 2003).

Segundo Petian (2008, p.20.), observações de microscopia eletrônica de varredura demonstraram que as regiões mais afetadas pela exposição ficam entre 7 e 13 mm do ápice da *cóclea*, nas áreas de frequência de 0,8 a 5 KHz. Estes estudos mostram que, após exposição de quatro segundos, a *cóclea* apresenta lesões restritas e pequenas entre as células de Deiters e Hensen. Após 24 horas do término da exposição, grandes porções da *cóclea* não se recuperam do trauma mecânico e começam a degenerar.

Petian (2008) também destaca alguns fatores que podem facilitar a perda auditiva induzida por ruído, tais como:

Idade – Com o envelhecimento, é possível que os indivíduos venham a apresentar *presbiacusia*, perda caracterizada por um maior comprometimento nas altas frequências, sendo um processo sem relação específica com a exposição com o ruído ocupacional.

Prematuridade – Crianças prematuras são mais suscetíveis a lesões auditivas por ruído.

Sexo – Os homens apresentam perdas auditivas piores em relação às mulheres.

Efeitos na qualidade do sono e suas consequências

O corpo humano necessita de reposição diária de energia demandada durante o decorrer do dia, além da alimentação esta reposição também ocorre através de um período de sono normal. O valor de uma noite silenciosa e bem dormida tem grande importância para a saúde, pois proporciona melhoras no desempenho do organismo e, conseqüentemente nas atividades do dia-a-dia.

Rios (2003) destaca que a quantidade de sono necessária a uma pessoa normal varia de acordo com o seu ritmo de atividade diária, do estado de saúde, da personalidade ou da fase da vida. A duração do sono no adulto tem amplas variações pessoais, sendo em média de oito horas, chegando à idade avançada entre cinco a seis horas.

Estima-se que 80 a 90% dos casos relatados de distúrbios do sono em ambientes ruidosos estão associados ao ruído ambiental (NARDI, 2008). Os altos níveis de ruído afetam diretamente o indivíduo exposto, alterando para menos a quantidade de horas dormida, e a pessoa passa a ter fortes sinais de sono durante o dia, dificultando e causando queda de produtividade profissional ou intelectual.

Cabe destacar a importância de se ter uma regularidade no sono, noites com níveis de ruído elevados propiciam um sono inadequado, provocando interrupções ou falta de regularidade na hora de dormir e acordar.

Os ruídos de baixos níveis são suportados pelo corpo, mas após vários anos, os déficits no sono sob níveis de exposição de até 55 dB acabam sendo cumulativos, modificando a estrutura do sono como se fosse de uma pessoa envelhecida

precocemente. Pessoas de 35 anos sob estas condições podem apresentar um sono degradado como se tivessem 55 anos, mas não expostas ao barulho (RIOS, 2003).

Nos seres humanos, podemos classificar o sono nas seguintes categorias (RIOS, 2003):

- a) **Sono NREM** (*Non Rapid Eye Movement*) varia entre 75% a 80% do total de sono, entende-se por NREM a não ocorrência de movimento rápido dos olhos presente apenas no sono REM, o sono NREM subdivide-se em:
 - Estágio de sonolência também conhecido como estágio um;
 - Sono superficial ou estágio dois;
 - Sono profundo, também chamado de sono delta, este abrangendo os estágios três e quatro.
- b) **Sono REM** (*Rapid Eye Movement*), varia entre 10 e 25% do total de sono e seu primeiro aparecimento, em condições normais, não ocorre antes de 90 minutos do início do sono.

No sono NREM, os músculos do corpo relaxam mantendo a postura, e a frequência cardíaca e a pressão arterial diminuem, a mobilidade gastrointestinal aumenta e a respiração torna-se regular. No sono REM, ocorre à elevada ativação cortical contrapondo-se a atonia muscular, além de variação da frequência cardíaca e da pressão arterial. Em experiência de privação de sono com registro do eletroencefalograma, demonstrou-se a necessidade do sono NREM para a recuperação

física, e do sono REM para recuperação das funções mental, psicológica e do humor (RIOS, 2003).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, os seres humanos começam a atingir o estado de estresse com níveis de ruído médio de 50 a 55 dB, e coloca o nível de 35 dB de pressão sonora para um sono de boa qualidade e que trará benefícios a saúde. Na figura 06 é feito um comparativo com algumas atividades do cotidiano e seus respectivos níveis de emissões sonoras, pelos quais podemos ter uma referência aos níveis de poluição sonoras que estamos expostos na cidade.

Figura 06: Atividades Cotidianas e seus níveis de emissão sonora

Fonte: Folha Online (acesso em 11/08/2009)

Org. Thiago F. Shoegima (2011)

O estresse degradativo do organismo começa a cerca de 65 dB com desequilíbrio bioquímico, aumentando o risco de enfarte, derrame cerebral, infecções, osteoporose etc. Provavelmente a 80 dB já libera morfina biológica no corpo, provocando prazer e completando o quadro de dependência. Em torno de 100 dB pode haver perda imediata da audição. Por outro lado, o sono, a partir de 35 dB, vai ficando superficial, a 75 dB atinge uma perda de 70 % dos estágios profundos, restauradores orgânicos e cerebrais (PIMENTEL-SOUZA, 1992).

Alguns estudos já indicam a questão da exposição ao longo do dia a níveis elevados de ruído como fator de interferência no sono, pois esta tem efeito cumulativo no organismo, trazendo consequências no período do sono.

Citando Rios (2003), existe uma significativa progressão de queixa de insônia relacionada com tempo de exposição ao ruído, devido à grande intolerância a sons intensos, nervosismo, irritação e zumbido. Segundo a Associação Americana de Distúrbio do Sono (ASDA, 1990) cerca de 5% das insônias são causadas por fatores externos ao organismo, principalmente pelo ruído. A mesma autora ainda coloca como exemplo os músicos de uma orquestra, que após ensaios repetidos, apresentaram queixas como pesadelos ou de continuarem a ouvir a música durante o sono. Do grupo estudado 33% citaram distúrbio do sono; 83% nervosismo; 39% tendência agressiva; 29% cefaléia e, 21% cansaço com desânimo.

Pimentel-Souza (1992) cita outro estudo onde se verificou que os excessos de colesterol liberado pelo ruído e somado aos problemas no sono justificam resultados como os do recente Congresso na Alemanha em que populações, submetidas a níveis

entre 65 e 70 dB, tiveram 10 % a mais de enfarte e entre 70 e 80 dB tiveram 20 %, os pesquisadores Jansen e Andriukin mostraram também que nas fábricas mais barulhentas da Alemanha havia uma maior incidência de hipertensão, de distúrbios, circulação periférica e de equilíbrio, agravando-se com a idade em relação a fábricas pouco barulhentas do mesmo ramo.

Ainda relacionado os efeitos sobre o sono cabe destacar também os efeitos sobre o estado de vigília, que Rios (2003) explica como sendo funções do cérebro e do organismo em geral que são influenciadas pela alternância da vigília com o sono regulado pelo hipotálamo.

O núcleo supraquiasmático (NSQ) do hipotálamo é uma estrutura bilateral que recebe informação visual direta e funciona como um relógio que regula o ciclo do sono-vigília. A comunicação entre o NSQ, à glândula pineal e o restante do organismo é feita através da melatonina (hormônio produzido pela adenohipófise), que aumenta a tendência ao sono, indicando ao cérebro o conceito de noite e escuridão.

A atividade cerebral que mantém o ciclo do sono-vigília sofre influência endógena relacionada com a atividade cíclica e neuronal. Tanto a atividade neuronal como o acúmulo ou esgotamento de neurotransmissores poderia desequilibrar o sistema para a vigília ou para o sono (RIOS, 2003).

2.7 - A Fiscalização da Poluição Sonora no município: O Programa de Silêncio Urbano da Cidade de São Paulo - PSIU

O Programa de Silêncio Urbano da Cidade de São Paulo – PSIU, foi criado em 1994, com sua coordenação atribuída à Secretaria Municipal de Abastecimento – SEMAB. O referido programa tem por objetivo controlar e fiscalizar a emissão de ruídos na cidade, com a finalidade de proteger o bem estar da população e reduzir a poluição sonora.

Após alguns anos o PSIU saiu da coordenação da SEMAB, e passou a ser parte integrante da Coordenadoria das Subprefeituras, dentro do setor de Uso e Ocupação do Solo Urbano.

A carga diária de denúncias feitas ao órgão é elevada. Somente no ano de 2008, foram registrados na cidade de São Paulo um total de 44.422 reclamações referentes à questão do ruído. Destas reclamações, o PSIU não informou o total que sua equipe técnica conseguiu atender.

As fiscalizações dos estabelecimentos são realizadas a partir de denúncias ou por vistorias de rotina. O PSIU somente fiscaliza denúncias relacionadas a casas noturnas, bares, restaurantes, escolas, igrejas e eventos comerciais ou festivos. As denúncias que não sejam desta ordem não são atendidas (exemplo: reclamações em relação ao ruído do tráfego de ruas).

Em relação ao atendimento de uma denúncia, esta pode demorar de dias a semanas, pois, segundo o órgão, é necessário não só acionar sua equipe, mas também a Polícia Militar e, em alguns casos, outros órgãos da administração pública.

Na tabela 03 pode-se notar a evolução do número de denúncias recebidas pelo órgão no período do ano de 2000 até 2008. Os valores tiveram uma queda a partir do ano de 2001, e voltaram a crescer no ano de 2004.

Tabela 03: Total de Denúncias recebidas pelo PSIU 2000-2008

Ano	Total de Denúncias Recebidas
2000	25.115
2001	18.604
2002	22.863
2003	24.105
2004	25.482
2005	31.539
2006	32.272
2007	37.114
2008	44.422

Fonte: PMSP/PSIU (2009)

Org. Thiago França Shoegima (2011)

Os valores apresentados na tabela anterior mostram como a questão da poluição sonora na cidade de São Paulo voltou a crescer a partir de 2004. Deve-se observar que os dados acima se relacionam apenas às denúncias aceitas pelo PSIU, ou seja, estabelecimentos comerciais ou atividades que provoquem elevados níveis sonoros, e que não se incluem reclamações oriundas do tráfego de veículos, que é uma das maiores fontes de poluição sonora presente no meio urbano.

Na figura 07 pode se observar o gráfico contendo as médias de reclamações recebidas por subprefeitura.

Figura 07: Médias de Reclamações recebidas por Subprefeitura - período 2002/2008

Fonte: PMSP/PSIU (2009)

Org. Thiago França Shoegima (2011)

O PSIU é freqüentemente alvo de reclamações por parte da população, isto se deve ao fato do órgão não conseguir atender as reclamações dos moradores da cidade, ou quando atende, não consegue resolver o problema em sua totalidade.

O reflexo do mau desempenho do órgão pode ser observado nos relatórios anuais da ouvidoria geral do município de São Paulo, no qual o PSIU aparece em 5º lugar em termos dos serviços mais reclamados (*vide tabela 04*), perdendo apenas para jardinagem, Iluminação pública, buracos nas vias e Qualidade no atendimento.

Tabela 04: Ranking dos serviços mais reclamados na ouvidoria da Prefeitura de São Paulo

Natureza	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Iluminação Pública	10.236	7.408	4.023	2.144	2.397	26.208
Qualidade no Atendimento	1064	1086	2918	2420	1945	9.433
Jardinagem	1371	1782	922	1272	1262	6.609
Buracos nas vias	891	873	640	993	813	4.210
Perturbação do Silêncio	671	759	577	686	698	3.391
Comércio Irregular	544	795	594	Não inform.	476	2.409

Fonte: Ouvidoria Geral PMSP/Relatórios Anuais 2006-2010 Org. e Adap. Thiago F. Shoegima (2011)

Pode-se observar também na mídia impressa e digital (*Figura 8a e 8b*), matérias relacionadas a reclamações de moradores que fizeram denúncias e não foram atendidos pelo órgão, muitos destes cidadãos cansados de esperar uma solução por parte do PSIU, resolveram tentar solucionar o problema por conta própria, contratando técnicos especializados em poluição sonora, para a elaboração de laudos que posteriormente serão usados em ações judiciais.

Figura 8a: Parte de Matéria de Jornal relacionada ao PSIU

São Paulo, domingo, 04 de abril de 2010 FOLHA DE S.PAULO **cotidiano**

[Próximo Texto](#) | [Índice](#)

Psiu multa 1% dos denunciados por barulho

Das 181 mil queixas de poluição sonora registradas em cinco anos na cidade, 1.032 resultaram em multas a estabelecimentos

Segundo a prefeitura, 68% das queixas feitas ao Psiu são referentes à poluição sonora de bares, casas de shows e restaurantes de SP

EVANDRO SPINELLI
DA REPORTAGEM LOCAL

Fonte: Folha Online (acesso em 07/08/2010) org. Thiago França Shoegima (2011)

Figura 8b: Parte de matéria de jornal, na qual se faz críticas ao PSIU

Fonte: Jornal Folha de São Paulo - Caderno Cotidiano de 30/05/2010
Org. Thiago F. Shoegima (2011)

Estas situações dão indícios da falta de corpo técnico e de investimentos por parte do poder público em relação ao PSIU, que acaba se tornando muito vulnerável à grande demanda de solicitações que recebe.

A questão da poluição sonora na cidade deveria começar a ser vista como um problema de ordem ambiental e de saúde pública, assim como é vista e tratada a questão da poluição do ar.

Uma política de investimento, controle e fiscalização com corpo técnico especializado, poderia melhorar a qualidade ambiental de vida na cidade, e diminuir proporcionalmente o número de reclamações e insatisfações junto ao PSIU.

2.8 - SIG e Geoprocessamento

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais, plantas e outros, sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. Até recentemente, no entanto, isto era feito apenas em documentos e mapas em papel; isto impedia uma análise que combinasse diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento simultâneo, na segunda metade deste século, da tecnologia de Informática, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento do Geoprocessamento (CAMÂRA, 2004).

Em alguns casos os termos Geoprocessamento e SIG são usados como sinônimos, o que parece inadequado, pois os mesmos possuem conceituações distintas. As diferenças podem ser observadas conforme destaca o INPE (*online*, 2010)⁷:

“O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas a coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Assim as atividades que envolvem o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos para cada aplicação, estes sistemas são mais comumente tratados como Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de softwares gráficos, vários termos surgiram para as diversas especialidades. O geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados

⁷ A referida citação foi obtida do *site* do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) divisão de Sensoriamento Remoto/Educação em www.dsr.inpe.br/intro_sr.htm - (acessado em 23/10/2010) *Introdução ao Geoprocessamento* disponível para consulta somente através do referido site.

georreferenciados, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies”.

Seguindo esta linha de raciocínio, podemos citar que a utilização do SIG pode consistir em técnicas para a elaboração de mapas e cartas temáticas diversas, através do qual os atributos escolhidos para serem trabalhados podem ser transformados em pontos, linhas, polígonos ou a junção ou interação de todos estes no mesmo produto e geograficamente posicionados.

A partir destes conceitos, Câmara & Queiroz (2004) indicam como principais características de SIGs:

- Inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno;
- Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e *plotar* o conteúdo da base de dados georreferenciados.

O autor ainda cita em relação ao SIG que:

“Do ponto de vista da aplicação, utilizar um SIG implica em escolher as representações computacionais mais adequadas para capturar a semântica de seu domínio de aplicação. Do ponto de vista da tecnologia, desenvolver um SIG significa oferecer o conjunto mais amplo possível de estruturas de dados e algoritmos capazes de representar a grande diversidade de concepções do espaço”.

Ferreira (2006, p.123) vai além do mencionado, destacando que:

“O SIG é um sistema de análise espacial que deve estar vinculado à área de planejamento na Geografia. Como se trata de um sistema de apoio à decisão e cujas bases teórico-metodológicas e paradigmas originaram-se da tradição geométrica da geografia – o que contribuiu para que seu desenvolvimento fosse apto inclusive à análise de mapas –, o SIG é um instrumento importantíssimo para a decisão geográfica, independente do olhar adotado pelo geógrafo em relação ao seu objeto de estudo”.

Como demonstram as definições apresentadas, os instrumentos ou recursos disponibilizados pelas tecnologias de Geoprocessamento são de grande importância, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), além deste ainda temos o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Posicionamento Global (GPS).

Estas tecnologias podem ser utilizadas em diversas áreas como a Geografia, a Cartografia, a Agronomia, a Geologia, entre outras, fornecendo importante subsídio para variadas aplicações (LUCHIARI & MORATO, 2005).

No caso da poluição sonora, a combinação de variados tipos de mapas permite a análise destes e de eventuais informações do problema com questões do meio urbano, como o uso do solo, sistema viário e outros. O SIG será a ferramenta utilizada para unir dados dos mais diferentes tipos, dispondo-os em mapas, e possibilitando uma nova visão da informação a partir da abordagem espacial, além de atuar como um sistema de suporte à decisão.

3 - Materiais e Métodos

3.1 - Procedimentos

Os procedimentos do trabalho podem ser sintetizados em: mapa de zoneamento urbano, mapa de zoneamento acústico, seleção dos pontos de medição, levantamento, tratamento, espacialização e análise dos dados. Essas atividades estão representadas pelo fluxograma (figura 09) e descritas a seguir.

Figura 09: Fluxograma simplificado de trabalho

Org. e Elaboração: Thiago F. Shoegima (2011)

3.1.1 – Mapa de Zoneamento urbano:

O mapa de zoneamento urbano foi elaborado a partir do georreferenciamento e digitalização dos polígonos dos mapas base das subprefeituras. Juntamente com a digitalização dos polígonos foram feitas a atribuição de informações a estes, tais como classe e tipo de uso.

O mapa de zoneamento urbano serviu como base para a elaboração do mapa de zoneamento acústico.

3.1.2 – Mapa de Zoneamento Acústico:

A partir do mapa de zoneamento urbano, realizou-se as análises e interpretações para a determinação das classes de limites acústicos. Os dados de zoneamento obtidos foram reclassificados conforme a lei em classes acústicas, ou seja, algumas classes que pelo zoneamento urbano eram distintas acabaram na fase de mapeamento acústico sendo unidas por terem os mesmos valores de limites de emissões de ruídos (figura 10).

Figura 10: Síntese da concepção das classes acústicas

Org. e Elaboração: Thiago França Shoegima (2011).

3.1.3 – Seleção dos Pontos para levantamento em campo e escolha do período para a coleta dos dados:

A seleção dos pontos para levantamento de dados foi feita a partir do mapa de limites acústicos, a escolha destes levou em consideração as formas de acesso e segurança para a realização das medições e distribuição, de forma que os pontos não ficassem concentrados em determinada região ou classe acústica (Figura 11).

Em relação aos horários das medições foi escolhido o período das 7 às 11hs (horário de pico da manhã), sendo considerado este como bem representativo para o levantamento dos níveis de ruído, pois abrange o período que ocorre a maior parte das atividades na região. Também foi determinado a realização das medições somente nos chamados “dias úteis” (segunda a sexta-feira), por levar em conta que a maior parte das atividades, fluxo de pessoas e veículos ocorre nestes dias. Esta escolha não descarta que seria importante também o levantamento em fins de semana e em outros horários (tarde e noite), mas as necessidades fizeram com que se determinasse estes horários e dias.

Figura 11: Localização dos Pontos de Medições

3.1.4 – Levantamento de dados em campo:

A partir da escolha dos pontos de medições (40), foram feitos os levantamentos de dados em campo. Estes levantamentos foram divididos em três fases, e seguiram os padrões estabelecidos pelas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) em relação à coleta de dados referentes à emissão de ruídos.

3.1.5 – Tratamento dos dados em escritório:

Após cada fase de coleta de dados em campo, estes foram descarregados em software específico no medidor para posteriormente serem formatados e rodados no software de estatística SPSS para a obtenção das médias de cada ponto.

3.1.6 – Espacialização dos dados:

Finalizadas as fases de levantamento e tratamento dos dados, estes foram trabalhados de forma que os resultados pudessem ser visualizados espacialmente, proporcionando uma análise e comparação em relação ao mapa de limites acústicos. Os resultados e discussões destas análises podem ser observados no capítulo 06.

3.1.7 – Análise das fases de levantamento de campo:

A partir dos dados e mapas obtidos, foi possível fazer uma análise de cada fase individualmente. Feita esta, partiu-se para a análise conjunta das três fases, visualizando as mudanças ocorridas entre uma e outra e eventuais melhoras nos cenários observados.

3.2 - Parâmetros e equipamentos utilizados para a coleta de dados em campo

O levantamento dos dados serviu como forma de aferição dos limites estabelecidos para cada área.

Os locais de medições como citado anteriormente, foram determinados com base no mapa de zoneamento acústico elaborado na fase pré-campo.

Os trabalhos de campo tiveram como principal atividade o levantamento de dados referentes aos níveis de poluição sonora, para se fazer a comparação destes, com os limites estabelecidos pela lei de zoneamento.

Em relação à coleta dos dados, foi feita seguindo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, nº 10251/2000).

Os equipamentos utilizados foram:

- Decibelímetro digital marca *Instrutherm*, modelo DEC-490 (*Figura 12*), com *datalogger* com capacidade de armazenamento de até 36.000 dados, tendo como escala de medida mínima de 30 dB e máxima de 130 dB, sendo calibrado para cada saída de campo;
- Tripé para fixação do decibelímetro;
- Capa protetora do sensor de ruído (para evitar eventuais influências do vento nas medições);
- GPS marca Garmin, modelo GPS60, para coleta das coordenadas dos pontos de medições;

Figura 12: Decibelímetro utilizado nas medições

Foto: Thiago F. Shoegima (2011)

Parâmetros utilizados:

- Posicionamento do equipamento: 1.20 m do solo e pelo menos 1.50 m de qualquer superfície refletora (muros, árvores, postes etc.);
- Medições: feitas na escala de compensação tipo A, em decibel (comumente chamado de dB(a)) e com respostas de leitura rápida(Fast);
- Tempo de medição de cada ponto: 10 minutos, com os dados sendo obtidos no intervalo de 1 segundo.

O tempo de coleta de cada ponto foi estipulado em 10 minutos, sendo este valor representativo para a caracterização do ruído no local, uma vez que leva em conta eventuais alterações referentes às fontes de emissões, tais como as mudanças de fluxo do trânsito devido à abertura e fechamento de semáforos, fluxo de aeronaves, e o comércio local.

Em relação às fases de medições, estas ocorreram em três etapas. A primeira, realizada no primeiro semestre de 2010 (entre os meses de Abril e Maio), já a segunda e terceira ocorreram no primeiro semestre de 2011 (entre os meses de Março, Abril e Maio).

Outro ponto a se destacar, é que não foram feitas medidas em dias de chuva, pois além de interferir no nível de som, inviabilizava a coleta de dados por colocar em risco o equipamento.

3.3 - Metodologia do Mapa de Zoneamento Acústico Urbano

O método utilizado na concepção do mapa de zoneamento acústico urbano teve como referência o trabalho de Mochizuki (2007), que analisou a questão do ruído na cidade de Rio Claro/SP e desenvolveu uma proposta de mapeamento acústico para a referida cidade.

Com base nesta proposta, a metodologia utilizada foi dividida e adaptada, nas seguintes fases:

- (1) Mapeamento das macrozonas de uso e ocupação do solo: realizado conforme a legislação vigente para posteriormente se fazer à reclassificação destas áreas em zonas acústicas, definidas a partir dos limites estabelecidos pelo zoneamento para as diferentes regiões.
- (2) Reclassificação das zonas acústicas: elaborado levando em conta os níveis de emissões sonoras permitidos, para posteriormente compor as classes acústicas.
- (3) Mapas de zoneamento acústico: concebido a partir da reclassificação acústica e com a proposta de inserção de uma nova classe denominada como zona de amortecimento acústico, que basicamente seriam as regiões com a presença de escolas e hospitais e que teriam como valor de referencia máximo 45 dB, conforme estabelecido por Lei e recomendado pela OMS.

A figura a seguir mostra de forma simplificada a hierarquia para a concepção dos mapas.

Figura 13: Hierarquia para a elaboração dos mapas acústicos

Org. e Elaboração: Thiago França Shoegima (2011)

Segundo Mochizuki (2007), em relação à delimitação das zonas sensíveis no entorno de equipamentos urbanos mais vulneráveis ao ruído, muitas leis em âmbito municipal recomendam um raio de 200 metros ao redor dos estabelecimentos que necessitam de silêncio excepcional, como por exemplo, escolas e hospitais.

Seguindo os parâmetros de Mochizuki, adotou-se o valor 200 metros (raio) ao redor destes equipamentos para a elaboração do mapa de zoneamento acústico de zonas sensíveis, este valor foi considerado adequado em se tratando de equipamentos urbanos sensíveis à poluição sonora, além do fato do valor ser o equivalente da área de influência indireta dos pontos de medição.

Cabe destacar que neste trabalho, foi considerado como equipamentos urbanos vulneráveis apenas as escolas e os hospitais públicos, em nível municipal e estadual. A

escolha destes levou em conta a disponibilidade e confiabilidade dos dados sobre os mesmos.

Optou-se em não inserir equipamentos de ordem privada (escolas e hospitais), devido à dificuldade de obtenção de dados para espacialização em mapa, já que dos dados obtidos, notou-se em alguns casos mudança de endereço ou até mesmo encerramento das atividades destes equipamentos.

Assim, considerando somente escolas e hospitais públicos, foi feita a localização e posteriormente criado uma área de influência com raio de 200 metros para cada ponto, representando a área de amortecimento proposta neste trabalho.

O resultado obtido pode ser observado no mapa de zonas sensíveis acusticamente (*vide* capítulo 06).

3.4 - Base cartográfica

Foi utilizado como base para elaboração dos mapas, análise e trabalho de campo as seguintes bases cartográficas:

- Carta Planialtimétrica 1/10.000 EMPLASA
- Base de Uso e ocupação do Solo (Atlas Ambiental do Município de São Paulo - SEMPLA, 2000).
- Base do Macrozoneamento Urbano (Atlas Ambiental do Município de São Paulo - SEMPLA, 2000).
- Base de distritos, subprefeituras e limites Municipais (Atlas Ambiental do Município de São Paulo - SEMPLA, 2000).
- Base Cartográfica digital do IBGE – Limites Municipais e Estaduais
- Bases cartográficas dos Planos regionais das 31 subprefeituras da cidade de São Paulo (PMSP-SEMPA, 2000).
- Imagens do satélite Google Earth;
- Fotografias aéreas (1958) do site www.geoportal.com.br

3.5 - Softwares Utilizados

Utilizou-se os seguintes softwares ao longo da referida pesquisa:

- *ArcGis v. 10*, para gerar os mapas e análise espacial;
- *Sound Level Meter* para aferição e conversão dos dados de medições de campo do medidor para o computador em formato excel;
- *SPSS* versão 15.0 para tratamento estatístico dos dados

3.6 - Limitações encontradas ao longo da pesquisa

Ao longo do estudo nos deparamos com as algumas limitações:

- Falta de dados referentes à poluição sonora na cidade de São Paulo;
- Falta de segurança em algumas áreas fizeram com que pontos escolhidos inicialmente, fossem deslocados para locais mais seguros ;
- Formas de deslocamento entre os pontos: a distância entre um ponto e outro limitou o número de medições, já que o autor fez estas em sua maioria a pé ou usando o transporte público;
- Condições climáticas: dias de chuva obrigaram o cancelamento dos trabalhos e remarcação para dias sem precipitação atmosférica.

4 - Caracterização da Área de Estudo

O município de São Paulo está situado na região sudeste do Brasil, a cidade compõe a capital administrativa do Estado de São Paulo e atua como núcleo central da Região Metropolitana da mesma (RMSP) situada entre os paralelos 22º e 24º de latitude Sul e os meridianos 45º e 47º de longitude Oeste (*Figura 14*). Conta com 39 municípios e uma população de 17,3 milhões de habitantes, sendo que destes, aproximadamente 11 milhões estão na capital paulista (CETESB, 2001).

Figura 14: Região Metropolitana de São Paulo

Fonte: IPT - Base de Dados Geoambientais do Estado de São Paulo.

O município está dividido administrativamente em 31 subprefeituras (*Figura 15*), contando com um total de 96 distritos (*Figura 16*), estes últimos como expressão territorial da menor unidade administrativa municipal (GEOCIDADE, 2004).

Figura 15: Município de São Paulo - Subprefeituras

Fonte: GeoCidade (2004) Org. Thiago França Shoegima (2011)

Figura 16: Município de São Paulo – Distritos

Obs: mapa ilustrativo sem escala
Org. Thiago F. Shoegima (2011)

Fonte: Prefeitura de São Paulo (2004)

A área de estudo, compreende a subprefeitura de Pinheiros, que está localizada na região oeste da cidade. Fazem parte desta, os distritos de Alto de Pinheiros, Jardim Paulista, Pinheiros e Itaim Bibi (Figura 17)

Figura 17: Mapa dos distritos da Subprefeitura de Pinheiros

4.1 - Panorama da evolução da Paisagem

Muito se mudou da paisagem, principalmente a sonora, se compararmos em diferentes períodos nas regiões da cidade.

A paisagem assim como os ruídos existentes no século XIX em comparação com o século XX e XXI, mostram uma profunda alteração da paisagem urbana de São Paulo, consequentemente estas mudanças tiveram efeitos também no que Schafer denominou de paisagem sonora.

Segundo Aprobato Filho (2008), um dos fenômenos mais surpreendentes da cidade de São Paulo, que trazia consigo uma infinidade de novas camadas sonoras foi o vertiginoso crescimento populacional. Aroldo de Azevedo⁸ apresenta as seguintes cifras: 1870: 64.694; 1900: 239.829; 1920: 579.033; 1940: 1.318.539; 1950: 2.198.096. Estes dados mostram o crescimento populacional e o surgimento de novos padrões sócio-culturais. Percebe-se também a progressão, paulatina e incontrolável, dos níveis de ruídos em difusão pelos espaços urbanos.

“O som da passagem, pelas ruas e caminhos, das inúmeras tropas de mulas; as discussões entre autoridades e mulheres pobres; os ruídos das lavadeiras nos chafarizes públicos e todos os demais sons presentes na cidade durante o século XIX foram se tornando, com o limiar do novo século, cada vez mais tênues, imperceptíveis, frente aos barulhos provocados pelas fábricas; frente aos rumores das vozes imigrantes e aos gritos frenéticos dos torcedores esportivos às margens do rio Tietê e Pinheiros (APROBATO FILHO, 2008)”.

⁸ Aroldo de Azevedo, A cidade de São Paulo – Estudos de Geografia Urbana, vol. 1 p.10

Aprobato Filho (2008) também destaca que entre as décadas finais do século XIX e as primeiras do século XX, os habitantes de São Paulo começaram a escutar sonoridades nunca antes ouvidas, em frequências e intensidades desconcertantes. Ruídos, ritmos, harmonias e principalmente dissonâncias, muitos deles provenientes dos resultados da Revolução Científico-Tecnológica e derivados de implementos industriais, fizeram parte das mudanças sócio-culturais ocorridas na cidade no contexto de seu vertiginoso processo de metropolização.

“O nascer da metrópole fez-se anunciar por seus sons e eles tornaram-se, com o passar dos anos, um dos traços mais marcantes de sua identidade. As grandes cidades desse período eram essencialmente ruidosas, barulhentas e tumultuadas. Em determinadas circunstâncias os sons poderiam ser tantos e tão enredados que somente os ouvintes com maior acuidade auditiva poderiam perceber suas nuances, suas variações, suas diferenças, suas qualidades, seus significados e, principalmente, seus perigos (APROBATO FILHO, 2008)”.

Nos anos de 1920 a sensibilidade auditiva da população da capital paulista já se encontrava atingida por camadas sonoras⁹ a cada dia mais difusas, desnorteantes e, principalmente, inebriantes. Essa profusão de novos sons se desenvolveu de maneira paulatina acompanhando o acelerado processo de transformações urbanas em curso no período. Cada novo elemento de tecnologia incorporado ao cotidiano trazia consigo novas e intrincadas manifestações sonoras.

⁹ O termo “camadas sonoras” utilizado pelo autor nos remete as fontes sonoras atuantes naquele período. Ex: As camadas sonoras oriundas das discussões, do tráfego entre outras.

Estas por sua vez, foram modificando e criando tanto novas formas de percepção auditiva quanto nebulosos processos para a própria compreensão da cidade e de seus moradores (APROBATO FILHO, 2008).

Aprobato Filho (2008) ainda destaca em relação às mudanças ocorridas na paisagem que:

“Talvez tenha sido mais profunda e arrebatadora para o homem, a cidade e a paisagem natural à revolução causada pelo surgimento dos automóveis em detrimento dos bondes elétricos do que a revolução que introduziu este em substituição aos veículos de tração animal. Dos meios de transporte terrestres surgidos na São Paulo da virada do século talvez seja o automóvel o objeto tecnológico que maior impacto perceptivo-sensorial causou à população, contribuindo sobremaneira, no que diz respeito às sonoridades, por ele produzidas, para comprometer ainda mais o já tão prejudicado e relativo sossego da cidade”.

Nas figuras 18 e 19 respectivamente, podemos observar as mudanças da paisagem, mais especificamente em relação à ocupação do solo ocorridas na subprefeitura de Pinheiros nos anos de 1958 e 2010.

Nas figuras 20 e 21, foi fotointerpretado o uso do solo para as duas imagens como fator de comparação, um mapeamento mais detalhado exigiria trabalhos de campo específicos para a aferição dos usos.

É sobre essa nova paisagem que a poluição sonora se intensificou, e que neste trabalho, procuramos através dos levantamentos de campo, ter um panorama da situação dos valores de emissões sonoras.

Proibida a reprodução total ou parcial sem a prévia autorização do autor

Figura 18: Subprefeitura de Pinheiros - 1958

Elaboração e Org.: Thiago França Shoegima - 2011

Fonte:
 1- Lei de Zoneamento do Município de São Paulo SEMPLA/PMSP
 2- Mapas Planos Regionais Estratégicos SEMPLA/PMSP
 3- Mapa dos Equipamentos Públicos SEMPLA/PMSP

Legenda:

— Limites Subprefeituras

Figura 19: Subprefeitura de Pinheiros - 2010

Elaboração e Org.: Thiago França Shoegima - 2011

Fonte:
 1- Lei de Zoneamento do Município de São Paulo SEMPLA/PMSP
 2- Mapas Planos Regionais Estratégicos SEMPLA/PMSP
 3- Mapa dos Equipamentos Públicos SEMPLA/PMSP

Legenda:

- Loteamento (sem construções)
- Comercial ou Industrial
- Equipamento Urbano
- Residencial Nível 1 (Predomínio de casas)
- Residencial Nível 2 (Misto Casas e Prédios)
- Área Verde / Parque

Figura 20: Uso e Ocupação do solo - Subprefeitura de Pinheiros - 1958

Fonte:
 1- Lei de Zoneamento do Município de São Paulo SEMPLA/PMSP
 2- Mapas Planos Regionais Estratégicos SEMPLA/PMSP
 3- Mapa dos Equipamentos Públicos SEMPLA/PMSP

Legenda:

- Eixo Viário
- Equipamento urbano
- Indústria ou Comércio
- Mista (Predominância de Prédios)
- Residencial nível 1 (Residencial predominante)
- Residencial nível 2 (Misto residências e prédios)
- Área verde ou Parque

Figura 21: Uso e ocupação do solo - Subprefeitura de Pinheiros - 2010

Fonte:
 1- Lei de Zoneamento do Município de São Paulo SEMPLA/PMSP
 2- Mapas Planos Regionais Estratégicos SEMPLA/PMSP
 3- Mapa dos Equipamentos Públicos SEMPLA/PMSP

5-Zoneamento Urbano da cidade de São Paulo

O zoneamento urbano da cidade de São Paulo tem como base o Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico – PDE, aprovado pela lei nº 13.430 de 13 de setembro de 2002, que determina as normas e diretrizes gerais relacionadas à conduta e ordenamento do Uso e Ocupação do Solo na cidade.

Com o crescente desenvolvimento econômico e social que a metrópole paulistana vem sofrendo, se faz necessário integrar este desenvolvimento juntamente com seus processos de polaridade do centro industrial, comercial e de serviços, bem como o desenvolvimento social e cultural, além da proteção ao meio ambiente por meio de políticas públicas (BALZAN, 2006).

Estas políticas, relacionadas ao ordenamento de uso do solo, devem ser seguidas por todos os agentes públicos e privados que atuam no município, tendo como fator principal não só definir parâmetros para a instalação e desenvolvimento das mais diversas atividades nas regiões da cidade, mas também proporcionar a população um instrumento legal para impedir a instalação ou desenvolvimento de atividades que possam vir a trazer transtornos ou incômodos para a mesma (GEOCIDADE, 2004).

A delimitação das zonas de uso foi definida através dos Planos Regionais Estratégicos, levando em conta as condições intrínsecas do espaço urbano, como declividade, qualidade e permeabilidade do solo e localização das áreas de proteção ambiental e de mananciais. Outro critério foi a utilização do antigo zoneamento como referência para sua elaboração (BALZAN, 2006).

Conforme estabelecido pela lei, a instalação de cada uso ou atividade deve levar em conta a função da infra-estrutura viária já instalada e a possibilidade de convivência de cada uso com os demais, especialmente com uso residencial.

Balzan (2006, p. 148) constatou em relação ao novo zoneamento que:

“Foram identificadas diferenças em relação ao antigo zoneamento, como a introdução de restrições ambientais, tentativa de separação das regras da edificação das regras de uso, utilização da função da via, introdução dos parâmetros de incomodidade dos diversos usos ou atividades, controle da altura das edificações por razões paisagísticas e aplicação dos instrumentos do estatuto da cidade”.

Mas o que se pode observar em relação ao zoneamento urbano e o uso do solo da cidade, são que em muitos locais os tipos de uso estão fora do estabelecido pela lei, somado a este fator está a falta de fiscalização em relação aos mesmos.

Devido a sua grande área e seu processo de urbanização crescente a cidade de São Paulo sofre com problemas ambientais, que acabam por resultar em questões de conflito nas mais diversas áreas.

Segundo Keppke (2007, p. 15);

“(...) a cidade não se restringe às construções que se implantam nos mananciais, nas áreas públicas invadidas, nos loteamentos e parcelamentos clandestinos, isto é, sem a legalidade fundiária, mas se estende ao passivo construído que transgride a legislação reguladora, pior, que descumpra os princípios mínimos de salubridade, segurança e estabilidade das edificações. A luz da Lei, consiste de todas as

construções que extrapolam o potencial construtivo, a taxa de ocupação, os recuos obrigatórios, a taxa de permeabilidade do solo, e inclui os conflitos de convivência de usos decorrentes do desrespeito ao zoneamento.”

A mesma autora ainda constata que:

“Dos 2.9 milhões de domicílios paulistanos computados pelo censo do IBGE de 2000, 400 mil são cortiços ou favelas. Do restante, 600 mil registram alguma irregularidade de uso ou ocupação do solo no sistema de cadastro da Prefeitura. Porém, tal cadastro encontra-se desatualizado e os técnicos municipais estimam que 90% dos domicílios contribuintes apresentam algum tipo de infração ao zoneamento e ao código de obras e edificações, as leis maiores que regem a matéria. Portanto, trata-se de um cenário de descontrole de uso do solo que põe em xeque todo o sistema regulador e os princípios de Planejamento Urbano que o fundamentam.”

Em estudo desenvolvido na cidade de São Paulo, Keppke (2007) cita que os objetivos específicos em relação ao zoneamento, uso e ocupação do solo urbano, têm como princípios orientar a expansão urbana, regular o potencial de construção e balancear a localização das diferentes classes de uso do solo, por meio da divisão do território em zonas, que não é respeitado em grande parte na cidade, e o poder público pouco faz ou pode fazer, já que não dispõe de corpo técnico para as devidas fiscalizações em relação à aplicação destas leis.

Um maior disciplinamento resultaria em um ganho de grandes proporções para os cidadãos, pois minimizaria muitos problemas principalmente os relacionados à poluição do meio ambiente urbano nas suas mais diversas formas.

5.1- Caracterização das Classes do Zoneamento Urbano da Cidade

Segundo Balzan (2006, p. 112), a Macrozona de Estruturação e Qualificação urbana compreende as seguintes Zonas de Uso e Ocupação do Solo, conforme definido pelo Plano Diretor Estratégico nos artigos 159 a 181:

- **Zona Exclusivamente Residencial (ZER):** Está estabelecida como as porções do território destinadas exclusivamente ao uso residencial, com tipologias diferenciadas, níveis de ruído compatíveis com o uso exclusivamente residencial e com as vias de tráfego do tipo leve e local.
- **Zona Industrial (ZPI):** Áreas do território em processo de re-estruturação com a implantação de usos diferenciados, mas ainda destinados à manutenção e instalação de usos industriais.
- **Zona Mista (ZM):** Seria o restante do território da macrozona de estruturação e qualificação urbana. Destina-se à implantação de usos residenciais e não residenciais, segundo critérios gerais de compatibilidade de incômodo e qualidade ambiental. Nesta zona, a lei de parcelamento, uso e ocupação do solo e os planos regionais, poderão criar área para compatibilizar a inserção das redes estruturais ao ambiente e necessidades locais, modular a transição de usos, adequar a circulação de veículos e demais funções urbanas, preservar a qualidade ambiental ou estimular o desenvolvimento urbano.

- **Zonas Especiais de Preservação Ambiental (ZEPAM):** São as regiões do território destinadas a proteger ocorrências ambientais isoladas, como remanescentes de vegetação e paisagens naturais notáveis, áreas de reflorestamento e áreas de risco.
- **Zonas de Preservação Cultura (ZEPEC):** Regiões destinadas à preservação, recuperação e manutenção do patrimônio histórico, artístico e arqueológico, podendo se configurar como sítios, edifícios ou conjuntos urbanos. Os imóveis ou áreas tombadas, ou preservadas por legislação, se enquadram na ZEPEC.
- **Zonas Especiais de Produção Agrícola e de Extração Mineral (ZEPAG):** São os locais nos quais existem interesses públicos, expresso por lei, em manter e promover atividades agrícolas e de extração mineral (BALZAN, 2006).

A seguir pode-se observar o mapa do zoneamento urbano da cidade de São Paulo (*Figura 22*), elaborado a partir dos Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras e que serviu de base para a concepção do mapa de zoneamento acústico.

Figura 22: Zoneamento Urbano da Cidade de São Paulo

Em relação ao zoneamento urbano da área da subprefeitura de Pinheiros, sua composição se dá basicamente por zonas de uso residencial e zonas de uso misto, sendo que a última tem maior abrangência dentro do território, conforme pode ser observado no mapa a seguir (Figura 23).

Segundo a PMSP (online, 2010)¹⁰, a subprefeitura de Pinheiros tem 32,11 quilômetros quadrados que se estendem da várzea do Rio Pinheiros até o divisor de águas da bacia do Rio Tietê. Ela ocupa estrategicamente uma porção central na cidade, englobando a área de urbanização mais consolidada da cidade.

¹⁰ Fonte: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/pinheiros>, acesso em 04/03/2011

Legenda :

— — Limite subprefeitura

— — Malha Viária

Zoneamento Urbano

— — Cemitério

— — ZER_1 Zona Exclusivamente Residencial Baixa Densidade

— — ZM_1 Zona Mista de Baixa Densidade

— — ZM_2 Zona Mista de Média Densidade

— — ZM_3a Zona Mista de Alta Densidade - A

— — ZM_3b Zona Mista de Alta Densidade - B

— — ZPI Zona Predominantemente Industrial

Figura 23: Zoneamento Urbano - Subprefeitura de Pinheiros

Elaboração e Org.: Thiago França Shoegima - 2011

Proibida a reprodução total ou parcial sem a prévia autorização do autor

Fonte:
1- Lei de Zoneamento do Município de São Paulo SEMPLA/PMSP
2- Mapas Planos Regionais Estratégicos SEMPLA/PMSP
3- Mapa dos Equipamentos Públicos SEMPLA/PMSP

6-Resultados e Discussões

Após o levantamento de dados necessários para a análise dos níveis de ruído na Subprefeitura de Pinheiros, fez-se a comparação em três fases dos dados em relação às normas e recomendações existentes. Foram elaborados também mapas que demonstrassem espacialmente a situação de cada fase em relação aos levantamentos.

6.1 - Resultados

1º Fase:

Nos levantamentos de dados da primeira fase, apenas um ponto (Ponto 07) apresentou média de nível de ruído dentro dos permitidos por lei.

Em relação aos demais, destaca-se os pontos que foram considerados críticos (valores maiores que 15 dB acima dos recomendados). Sendo respectivamente os pontos: 01 ao 06, 10, 13, 20, 21, 25, 28, 33, 35 ao 39; ou seja, 45% da amostra.

Na tabela a seguir pode-se observar a situação dos pontos na primeira fase.

Tabela 05: 1º Fase - Levantamento de dados de nível de ruído – Subprefeitura de Pinheiros
Horário: 7 às 11hs - Período: Abril/Maio-2010

	Total	% em relação à amostra
Dentro dos limites estabelecidos por lei	01 ponto	2.5%
De 01 a 05 dB acima dos limites estabelecidos	04 pontos	10%
De 06 a 09 dB acima dos limites estabelecidos	13 pontos	32.5%
De 10 a 14 dB acima dos limites estabelecidos	04 pontos	10%
Maior ou igual a 15 dB acima dos limites estabelecidos	18 pontos	45%
Total de Pontos Medidos	40 pontos	100%

Elaboração e Org. Thiago França Shoegima (2011)

A situação em relação a esta primeira fase pode ser considerada como crítica, já que 45% dos pontos amostrados estavam com os valores muito acima dos níveis permitidos por lei podendo, conseqüentemente, trazer prejuízos à saúde da população diretamente exposta.

Conforme observado em muitos trabalhos envolvendo a questão da poluição sonora, uma das principais fontes de ruído nos pontos visitados é o tráfego de veículos (apesar de não ter sido feito um levantamento específico em campo). A percepção do entorno durante as medições realizadas confirmou isto.

Na figura 24 observa-se a situação dos pontos em relação ao primeiro levantamento.

Figura 24: 1ª Fase – Situação dos níveis de ruído levantados em campo

2ª Fase:

Nos levantamentos de dados da segunda fase de medições, foram utilizados os mesmos critérios e pontos da Fase 01.

O cenário observado neste momento do trabalho teve um ponto (Ponto 08), dentro dos limites permitidos.

Em relação aos pontos considerados como críticos (valores acima de 15 dB dos limites estabelecidos) foram classificados os pontos: 10, 21, 28, 33, 35, 36, 37 e 38, ou seja, 20% da amostra total.

Nota-se uma queda de 25% em relação aos pontos críticos, onde os valores ficaram concentrados nas classes de 01 a 05 db (42,5%) e de 06 a 09 db (22,5%).

Na tabela a seguir temos a situação das medições em relação aos valores ultrapassados nesta fase.

Tabela 06: 2º Levantamento de dados de nível de ruído – Subprefeitura de Pinheiros
Horário: 7 às 11hs - Período: Março/Abril-2011

	Total	% em relação à amostra
Dentro dos limites estabelecidos por lei	01 ponto	2.5%
De 01 a 05 dB acima dos limites estabelecidos	17 pontos	42.5%
De 06 a 09 dB acima dos limites estabelecidos	09 pontos	22.5%
De 10 a 14 dB acima dos limites estabelecidos	05 pontos	12.5%
Maior ou igual a 15 dB acima dos limites estabelecidos	08 pontos	20%
Total de Pontos Medidos	40 pontos	100%

Elaboração e Org. Thiago França Shoegima (2011)

A figura 25 demonstra a situação dos pontos em relação à segunda fase de levantamentos de dados.

Figura 25: 2ª Fase – Situação dos níveis de ruído levantados em campo

3ª Fase:

Nos levantamentos de dados da terceira fase, dos 40 pontos aferidos, somente o Ponto 08 se manteve dentro dos limites estabelecidos.

Os pontos 10, 20, 21, 25, 28, 33, 35, 36, 37 e 38, foram considerados como críticos (valores maiores que 15 dB acima dos estabelecidos), ou seja, 25% da amostra feita em campo.

Em relação aos demais pontos estes foram distribuídos nas classes de valores ultrapassados conforme se pode observar na tabela a seguir:

Tabela 07: 3º Levantamento de dados de nível de ruído – Subprefeitura de Pinheiros
Horário: 7 às 11hs / Período: Abril/Maio-2011

	Total	% em relação à amostra
Dentro dos limites estabelecidos por lei	01 ponto	2.5%
De 01 a 05 dB acima dos limites estabelecidos	13 pontos	32.5%
De 06 a 09 dB acima dos limites estabelecidos	12 pontos	30%
De 10 a 14 dB acima dos limites estabelecidos	04 pontos	10%
Maior ou igual a 15 dB acima dos limites estabelecidos	10 pontos	25%
Total de Pontos Medidos	40 pontos	100%

Elaboração e Org. Thiago França Shoegima (2011)

A situação dos pontos em relação à terceira fase de levantamentos de dados é observada na figura 26.

Figura 26: 3ª Fase – Situação dos níveis de ruído levantados em campo

Legenda :

Limites Acústicos (dB)

- Até 50 dB Zonas Resid. e Especial (Baixa, Média e Alta)
- 50 até 65 dB Zonas Mistas (Baixa, Média e Alta)
- 65 até 70 dB Zona Predominantemente Industrial

Valores ultrapassados

- 0 dB
- 1 à 5 dB
- 6 à 9 dB
- 10 à 14 dB
- > 15 dB

Elaboração e Org.: Thiago F. Shoegima - 2011

Fonte:

- 1- Lei de Zoneamento do Município de São Paulo SEMPLA/PMSP
- 2- Mapas Planos Regionais Estratégicos SEMPLA/PMSP
- 3- Mapa Viário Município de São Paulo SEMPLA/PMSP

6.2 - Discussão

Partindo da análise das três fases, percebe-se através dos valores obtidos, uma mudança significativa em relação às emissões sonoras. As variações das médias de cada ponto podem ser observadas na tabela a seguir.

Tabela 08: Pontos de Medições Subprefeitura Pinheiros

Nº Ponto	Local de Medição	Máximo Permitido	1ª média	2ª média	3ª média	Média Geral
1	Ponte Cidade Universitária - Estação da CPTM	65 dB	77,96	70,07	70,44	72,82
2	Rua Fonseca Rodrigues X Rua Miralta	65 dB	69,58	68,63	70,49	69,57
3	Rua Orobó X Rua Fonseca Rodrigues	65 dB	71,92	67,6	68,21	69,24
4	Av. São Gualter X Av. Diogenes Ribeiro	65 dB	71,74	71,87	72	71,87
5	Rua Nazareth Pta X Rua Pereira Leite	65 dB	68,15	71,28	71,36	70,26
6	Rua Natingui X Rua dos Macunis	65 dB	67,22	69,95	70,48	69,22
7	Av. Chucri Zaidan X Av. Morumbi	70 dB	65,42	74,33	74,56	71,44
8	Rua Bacaetava X Rua Jose Leite Oitica	65 dB	71,58	60,98	61,22	64,59
9	Rua João Amaro X Rua Roque Petrella	50 dB	62,27	53,89	54,4	56,85
10	Rua Pascoal X Rua Francisco Dias Velho	50 dB	63,83	60,18	64,59	62,87
11	Av. Roberto Marinho X Rua Pascoal	50 dB	73,54	72,65	72,07	72,75
12	Rua Pe. Antonio José Santos X Rua Conceição de Mte Alegre	65 dB	65,92	67,69	74,36	69,32
13	Av dos Bandeirantes X Rua Porto Martins	65 dB	85,66	75,57	76,36	79,20
14	Av Cidade Jardim X Rua Brig. Aroldo Veloso	65 dB	73,85	75,32	74,76	74,64
15	Av. Rebouças X Av. Brig. Faria Lima	65 dB	74,23	70,1	73,11	72,48
16	Rua Paes Leme - em frente ao SESC	65 dB	71,97	68,06	73,55	71,19
17	Estação CPTM Vila Olimpia	65 dB	76,29	71,89	72,26	73,48
18	Av. Juscelino Kubistchek X Av. Brig. Faria Lima	65 dB	73,77	74,1	75,79	74,55
19	Rua Tabapuã X Rua Bandeira Paulista	65 dB	73,62	70,51	67,98	70,70
20	Av. Europa X Rua Groelândia	50 dB	70,69	72,69	72,97	72,12
21	Av. Brasil X Rua Veneza	50 dB	72,27	70,57	70,35	71,06
22	Al. Campinas X Rua José Maria Lisboa	65 dB	70,99	70,56	70,35	70,63
23	Rua Augusta X Al. Tietê	65 dB	70,94	70,69	70,98	70,87
24	Rua Henrique Schaumann X Rua Cardeal Arcoverde	65 dB	73,28	73,81	74,31	73,80
25	Av. Gabriel Monteiro da Silva X Rua Mariana Corrêa	50 dB	71,74	73,57	73,86	73,06
26	Rua Tabapuã X Av. Brig. Faria Lima	65 dB	73,03	72,7	72,33	72,69
27	Av. Helio Pelegrino X Rua Clodomiro Amazonas	65 dB	74,22	67,6	68,06	69,96
28	Rua Kansas X California	50 dB	67,61	66,6	67,05	67,09
29	Rua Horácio Lafer X Rua Salvador Cardoso	65 dB	66,56	68,92	67,7	67,73
30	Av 9 Julho X Rua EUA	65 dB	72,72	73,55	74,61	73,63
31	Av. Pedrosos Moraes X Rua Teodoro Sampaio	65 dB	71,68	71,57	72,35	71,87
32	Rua Olimpíadas X Rua Ramos Batista	65 dB	68,95	68,6	65,99	67,85

33	Av. Brasil X Rua Guadalupe	50 dB	68,02	70,69	70,94	69,88
34	Rua Fradique Coutinho X Rua Wisard	65 dB	76,25	69,54	70,87	72,22
35	Rua João Moura X Rua Abegoaria	50 dB	74,2	71,75	71,27	72,41
36	Av. Europa X Rua Turquia	50 dB	71,34	72,57	71,27	71,73
37	Rua Dona Elisa X Rua Ibiapinópolis	50 dB	74,23	72,45	72,32	73,00
38	Rua Kansas x Rua Conceição de Mte Alegre	50 dB	67,6	66,51	66,07	66,73
39	Rua Teodoro Sampaio X Av Dr Enéas Carvalho de Aguiar	65 dB	73,77	73,55	74,61	73,98
40	Rua João Cachoeira X Rua Leopoldo Couto Magalhães	65 dB	67,61	70,33	68,02	68,65

Org. e Elaboração: Thiago França Shoegima (2011)

A primeira fase é a que pode se considerar a mais crítica dentre as três, pois apresentou 45% da amostra (18 pontos) com valores >15 dB acima dos limites estabelecidos pela lei, estes valores foram obtidos no período de Abril/Maio de 2010. A subprefeitura de Pinheiros nesta época não indicava qualquer tentativa por parte do poder público em controlar a situação dos níveis de ruído na região.

As áreas onde os pontos foram levantados em sua grande maioria apresentava um elevado fluxo de veículos, mesmo regiões consideradas de uso residencial tinham um trânsito considerável, só que de pequeno porte (carros e motos). Outras regiões apresentavam um fluxo mais carregado e com veículos “mais pesados” (ônibus e caminhões).

Provavelmente a soma destes fatores, juntamente com a falta de fiscalização na região, acabaram por condicionar uma situação que favoreceu os elevados índices de ruído e que estes ultrapassassem os valores considerados adequados para uma boa qualidade de vida.

A partir do segundo e do terceiro levantamento de dados feitos entre os meses de Março e Maio de 2011, notou-se uma significativa mudança nos níveis de ruído na região como um todo, tendo destaque a queda no total de pontos considerados como

críticos que na primeira fase eram 45% da amostra. Na segunda fase caiu para 20% e na terceira ficou com 25%.

Tal cenário não significa que a queda de percentual indique que os pontos tenham entrado nos limites aceitáveis, mais sim que saíram de uma classe considerada como crítica (valores >15 dB acima dos limites estabelecidos) e passaram para classes intermediárias (valores entre 01 a 09 dB acima dos limites estabelecidos) vide figuras 27 e 28

Figura 27: Gráfico da situação dos pontos de medições (Org. Thiago F. Shoegima – 2011)

Figura 28: Gráfico das médias obtidas durante os três períodos de levantamento de campo

Estas melhoras nos níveis de ruído mostram que após um ano do primeiro levantamento, as medidas adotadas pela Prefeitura para melhorar o trânsito, como a restrição do tráfego de caminhões em determinados horários e a implementação da inspeção ambiental veicular (mais conhecida como CONTROLAR), afetaram de forma positiva e indireta os níveis de ruído levantados durante o segundo e terceiro levantamentos feitos na subprefeitura de Pinheiros.

Cabe destacar que esta medida não visava o problema da poluição sonora e sim a questão do trânsito na cidade.

Em relação ao Controlar, apesar de ser uma medida para a diminuição da poluição do ar, o simples fato de os motoristas terem de fazer as revisões nos automóveis implica em manter os motores e escapamentos em ordem, propiciando indiretamente uma queda nos índices de ruído emitidos por estes automóveis.

Segundo informações da Prefeitura a intenção é de se ampliar a inspeção também em relação aos níveis de emissão de ruído, este procedimento está em fase de teste, sendo aplicado aleatoriamente em alguns veículos durante a inspeção, mas ainda não reprovava em caso de níveis acima dos estabelecidos.

Na figura 29, pode-se observar às médias das três fases, a partir dos valores obtidos.

1ª Fase de Medições

2ª Fase de Medições

3ª Fase de Medições

1 º Período de Medições	Total	% em relação à amostra
Dentro dos limites estabelecidos por lei	01 ponto	2.5%
De 01 a 05 dB acima dos limites estabelecidos	04 pontos	10%
De 06 a 09 dB acima dos limites estabelecidos	13 pontos	32.5%
De 10 a 14 dB acima dos limites estabelecidos	04 pontos	10%
Maior ou igual a 15 dB acima dos limites estabelecidos	18 pontos	45%
Total de Pontos Medidos	40 pontos	100%

3 º Período de Medições	Total	% em relação à amostra
Dentro dos limites estabelecidos por lei	01 ponto	2.5%
De 01 a 05 dB acima dos limites estabelecidos	13 pontos	32.5%
De 06 a 09 dB acima dos limites estabelecidos	12 pontos	30%
De 10 a 14 dB acima dos limites estabelecidos	04 pontos	10%
Maior ou igual a 15 dB acima dos limites estabelecidos	10 pontos	25%
Total de Pontos Medidos	40 pontos	100%

2 º Período de Medições	Total	% em relação à amostra
Dentro dos limites estabelecidos por lei	01 ponto	2.5%
De 01 a 05 dB acima dos limites estabelecidos	17 pontos	42.5%
De 06 a 09 dB acima dos limites estabelecidos	09 pontos	22.5%
De 10 a 14 dB acima dos limites estabelecidos	05 pontos	12.5%
Maior ou igual a 15 dB acima dos limites estabelecidos	08 pontos	20%
Total de Pontos Medidos	40 pontos	100%

Legenda:

Até 50 dB Zonas Resid. e Especial (Baixa, Média e Alta)

50 até 65 dB Zonas Mistas (Baixa, Média e Alta)

65 até 70 dB Zona Predominantemente Industrial

Valores Ultrapassados:

0 dB

1 à 5 dB

6 à 9 dB

10 à 14 dB

> 15 dB

05001.0002.0003.0004.0005.000m

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: UTM/SAD-69

Poluição Sonora na Área Urbana da Cidade de São Paulo:
Estudo de caso da Subprefeitura de Pinheiros

Mapa de Valores das Três Fases de Medições

Elaboração e Org.:
Thiago França Shoegima

Escala:
1: 45.000

Data:
Maio/2011

Número Mapa:
FIGURA 29

Com as observações feitas nos mapas das fases de levantamento, nota-se que estas regiões estão localizadas predominantemente em zonas de uso residencial, o que pode nos levar a duas hipóteses em relação a este resultado:

- a) O fato destas zonas estarem praticamente “cercadas” por zonas de uso misto e, pelas características da região (de ter muitos escritórios e comércios), indicariam uma possível influência destas atividades relativas a zona mista nos níveis de ruído nas zonas residenciais. Ex: Aumento do fluxo de veículos circulando nas áreas residenciais para acessarem as zonas mistas, devido ao trânsito concentrado em algumas áreas, muitos buscam alternativas nas vias das áreas residenciais.
- b) A atual Lei de zoneamento urbano e uso e ocupação do solo na cidade estar defasada ou não sendo cumprida. Necessitando provavelmente de uma revisão, onde muitas regiões teriam de ser reclassificadas levando em conta seus atuais usos, no caso das áreas consideradas críticas, estas poderiam ser reclassificadas para zonas de uso misto, até porque nos trabalhos de campo notou-se a presença de algumas atividades não condizentes com a área de uso residencial. Um exemplo que podemos citar em relação a defasagem do zoneamento urbano é a área próxima às Avenidas Morumbi e Chucri Zaidan. Segundo a lei de zoneamento, parte daquela região ainda está sendo considerada como zona predominantemente industrial, mas nos trabalhos de campo notou-se somente a presença de comércios (shoppings, lojas) e escritórios.

6.3 - Propostas de mitigação/atenuação da poluição sonora

Após a análise dos níveis de ruído na subprefeitura de Pinheiros nas três fases, e das observações feitas em campo durante as medições, notamos que a implantação de algumas ações, considerada simples e de baixo custo, poderia minimizar/atenuar a situação dos níveis de emissão de ruídos na área.

Dentre as propostas, destacam-se:

- a) A delimitação de zonas sensíveis, ou seja, a criação de uma classe dentro do zoneamento urbano, que considerasse uma área de raio de 200 metros de hospitais e escolas (zonas sensíveis acusticamente), cujos valores máximos permitidos seriam de 45 dB. Estas áreas sensíveis podem ser observadas na figura 30, que levou em conta somente hospitais e escolas públicas, conforme já exposto anteriormente.
- b) Implantação de barreiras acústicas naturais (vegetação) nas proximidades das vias e ao longo dos bairros, visto que muitos estudos já comprovaram a influência da vegetação como barreira acústica principalmente em meio urbano;
- c) Implantação de uma rede de monitoramento dos níveis de ruído, que possibilitaria ter um panorama diário ou semanal da situação da cidade em relação à poluição sonora, e servindo como subsídio para ações de controle nas áreas consideradas como críticas ou acima dos níveis permitidos;
- d) Criação de um órgão que fosse responsável pela fiscalização e cumprimento dos limites de ruído, fiscalizando todos os tipos de fontes de emissão, não se restringindo somente a algumas como é o caso do PSIU.

Figura 30: Mapa Zona sensíveis acusticamente - Subprefeitura de Pinheiros

7-Considerações Finais

Nesta dissertação foi realizado um levantamento de dados de níveis sonoros da Subprefeitura de Pinheiros e uma comparação com os limites estabelecidos pela lei de zoneamento urbano da cidade de São Paulo.

Foram feitos três levantamentos de dados, que proporcionaram a análise de três fases. O primeiro cenário foi o mais crítico em relação aos níveis de poluição sonora. Dos 40 pontos medidos, 18 estavam com valores na classe de >15 dB acima dos limites permitidos por lei. Todos os outros pontos tiveram valores acima dos estabelecidos, com exceção do ponto 07.

A partir da segunda fase observa-se uma mudança na situação dos níveis sonoros na região. Dos 40 pontos medidos, apenas 08 estavam com valores na classe >15 dB acima dos limites permitidos. Houve uma maior concentração de pontos na classe de valores de 01 a 05 dB acima dos limites permitidos. Esta situação mostra uma melhora em relação aos valores ultrapassados, mas não indica que os pontos estejam em conformidade com o estabelecido pela lei de zoneamento, assim como no primeiro cenário, apenas um ponto (Ponto 08) se manteve dentro dos limites de ruído.

Na terceira fase a situação de melhora se manteve. A maioria dos pontos (13 no total) se mantiveram na classe de valores de 01 a 05 dB acima dos limites permitidos, seguido de 12 pontos na classe de valores de 06 a 09 dB. Em relação

aos pontos que se mantiveram na classe considerada como crítica (>15 dB acima do permitido), foram registrados 10 pontos.

As análises destes três cenários mostram uma redução dos níveis sonoros observados na subprefeitura de Pinheiros em relação ao primeiro levantamento. Supõe-se que esta melhora se deve, em grande parte, ao fato de que após terem sido feitas as primeiras medições, a Prefeitura de São Paulo, meses depois, colocou em vigor uma lei proibindo o tráfego de caminhões e ônibus fretados na região considerada como centro expandido da cidade, e paralelamente entrou em vigor também a inspeção ambiental veicular obrigatória no município.

Estas duas medidas adotadas pela Prefeitura tiveram resultados diretos tanto no trânsito da cidade como nos níveis de ruído na subprefeitura de Pinheiros, como pode ser observado no primeiro cenário em comparação com os outros que tiveram suas medições feitas após a implementação das medidas da Prefeitura.

Cabe destacar que estas medidas, em nenhum momento, tiveram como foco a diminuição dos níveis de poluição sonora. Seus objetivos eram a melhoria do trânsito na cidade. A diminuição dos níveis de ruído observados na subprefeitura de Pinheiros, por exemplo, se deu devido ao fato da medida atingir a principal fonte de ruído: o tráfego de veículos.

Partindo destas análises, foram construídos mapas relacionados à questão do ruído na área de estudo, nos quais cabe destaque o mapa de zoneamento

acústico e o mapa de áreas de risco acústico, este último mostra as regiões mais críticas em relação aos níveis sonoros.

Espera-se que os mapas elaborados sirvam como base de consulta e de reflexão para novos estudos em nível de poluição sonora.

Outro ponto relevante seria a implantação de uma rede de monitoramento que proporcionasse o levantamento diário das áreas com os níveis mais elevados e prejudiciais a população exposta. Esses dados permitiriam uma visão ampla e detalhada da questão para que ações de controle e prevenção fossem tomadas.

Em relação ao uso e ocupação do solo, observou-se em algumas regiões de zona estritamente residencial, que havia uma considerável presença de outros tipos de uso inadequados, como escritórios, comércios, estacionamentos e restaurantes. Aumentando o fluxo de veículos, a circulação de pessoas e agravando os índices destas áreas. Uma fiscalização por parte da Prefeitura poderia minimizar os níveis observados nestas regiões.

Finalizando, acredita-se que partindo da linha de raciocínio desenvolvida neste trabalho, poderão se desenvolver outros no mesmo âmbito, seja tratando diretamente da questão da poluição sonora, mas também fazendo um intermédio ou buscando uma relação de causa/efeito desta com questões como de uso e ocupação do solo, saúde pública, zoneamento urbano e regional, planejamento urbano, arquitetura, metodologia de levantamento, tratamento e representação de dados, dentre muitos outros.

8-Referências Bibliográficas

AB'SABER, A N. *A Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*. Boletim nº 219, Geografia 12, FFCL, Universidade de São Paulo, 1957.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. *Anuário estatístico 2009*. Agência Nacional de Aviação Civil, in: www.anac.gov.br/arquivos/estatistica, Brasília, 2009.

ARNDT, L.T; PHILIPS, J.W; BARBOSA, W.A. *Sistemas de Informações Geográficas para o mapeamento do ruído urbano*. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação, Recife-PE, Julho-2010, p. 01-010.

APROBATO FILHO, N. *Kaleidosfone: as novas camadas sonoras da cidade de São Paulo. Fins do Século XIX e início do século XX*. Editora Edusp, São Paulo, 2008.

ASDA – American Sleep Disorder Association. *The International Classification of Sleep Disorders*, Lawrence: Allen Press, p. 396, 1990.

BERTRAND, G. *Paisagem e Geografia Física Global*, In: Cadernos de Ciências da Terra, nº 13, Instituto de Geografia-USP, São Paulo, 1971.

BALZAN, Dirce C. *A integração dos planos regionais entre si e com o plano diretor estratégico de São Paulo – os casos das subprefeituras do Butantã, Lapa, Pinheiros, Sé e Vila Mariana (2002-2004)*. Tese de Doutorado Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2006.

BALIEIRO, Antônio A. S. *Detecção de conglomerados dos alertas de desmatamentos no Estado do Amazonas usando estatística de varredura espaço-temporal*. Dissertação de Mestrado em Estatística pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

BARCELLOS, Cristovam. & BASTOS, Francisco Inácio. *Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível?* Cadernos de Saúde Pública, 12(3):389-397, Rio de Janeiro/RJ, Julho-Setembro de 1996.

BRITO, Luiz Antonio Perrone F. *Correções na determinação do nível de potência sonora obtido através da técnica da intensimetria*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Campinas/SP, 2006.

BUSTOS, Iara Rosa da Silva. *O acidente vascular cerebral na área de abrangência do hospital universitário da USP*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo/SP, 2009.

CAVALHEIRO, Felisberto. *Urbanização e Questões Ambientais* In: *Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar*. São Paulo. Editora Unesp. 1995.

CABRAL, Edson. *Análise das Alterações Climáticas da Cidade de São Paulo (1887-1995) no contexto da expansão de sua mancha urbana*. Dissertação de Mestrado FFLCH-USP, São Paulo, 1997.

CAMARA, G; MONTEIRO, A.M; DAVIS, C. *Geoprocessamento Teoria e Aplicações*, Serie de livros online INPE, in: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>, 2004.

CETESB, *Relatório da Qualidade do ar no Estado de São Paulo*. Imprensa Oficial, São Paulo, 2001.

CETESB, *Relatório da Qualidade do ar no Estado de São Paulo*. Imprensa Oficial, São Paulo, 2002.

CETESB, *Relatório da Qualidade do ar no Estado de São Paulo*. Imprensa Oficial, São Paulo, 2004.

CETESB, *Relatório da Qualidade do ar no Estado de São Paulo*. Imprensa Oficial, São Paulo, 2007.

DINIZ, Fabiano Belizário. *Impacto ambiental das emissões sonoras de subestações de energia elétrica na cidade de Curitiba/PR*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba/PR, 2003.

DUTRA, Ligia Maria Comis. *Poluição Sonora no entorno de bares, lanchonetes e similares no município de Santos e os instrumentos repressivos da fiscalização administrativa*. Projeto de Qualificação Mestrado em Direito, Universidade Católica de Santos, Santos/SP, 2007.

FELLENBERG, Gunter. *Introdução aos problemas da poluição Ambiental*. Edusp, São Paulo, 1980.

FERREIRA, M.C. *Considerações Teórico-Metodológicas sobre as Origens e A inserção do Sistema de Informação Geográfica na Geografia*. In: VITTI, A.C. *Contribuições à História e à epistemologia da Geografia*. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2006, p. 101-125.

FERREIRA, E.M.A. *Ambientação espacial e Paisagem Sonora: Paralelos entre as teorias de Osman Lins e R. Murray Schafer*. Anais do XI Congresso Internacional da ABRALIC, Tessituras, Interações e Convergências. Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, Julho/2008.

FREITAS, Ana Paula M. *Estudo do impacto ambiental causado pelo aumento da poluição sonora em áreas próximas aos centros de lazer noturno na cidade de Santa Maria-RS*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2006.

GEOCIDADE – *Panorama do Meio Ambiente urbano*. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, PMSP/SVMA, São Paulo, 2004.

GUERASIMOV, I. *Problemas metodológicos de Ecologización de la Ciencia contemporánea*. In: La Sociedad el Medio Natural, Editorial Progreso, Moscou, 1980.

GUEDES, Italo César Montalvão; DANTAS, Edenilza dos Santos ; SANTOS, W. A. . *Panorama geral da poluição sonora na cidade de Aracajú(SE) - BRASIL*. In: XXIII Encontro da sociedade brasileira de acústica, SALVADOR(BA), 2010.

GUEDES, Italo César Montalvão. *Influência da forma urbana em ambiente sonoro: um estudo de caso no bairro jardins em Aracajú-SE*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, versão revisada, Campinas/SP, 2005.

HYPOLITO, M.A. *Perdas auditivas condutivas*. Simpósio Surdez: Implicações clínicas e possibilidades terapêuticas, cap. II, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP. Revista Medicina, nº38, 2005.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Introdução ao Geoprocessamento*. Divisão de Sensoriamento Remoto e Educação, Arquivo Online em http://www.dsr.inpe.br/intro_sr.htm (acesso em 23/10/2010).

KEPPKE, Rosane S. *São Paulo, as desigualdades sociais e o descontrole de Uso e Ocupação do Solo*. Tese de Doutorado Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2007.

KAWAKITA, Cristina Yukari. *Medição do ruído na rodovia SP-270 e avaliação da satisfação quanto ao conforto acústico de seus moradores*. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo/SP, 2008.

LOPES, Fábio Silva. *A utilização de Sistemas de Informação Geográfica no Estudo da exposição humana aos produtos da queima da palha da cana de açúcar no estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - USP, São Paulo/SP, 2005.

LOMBARDO, M. A. *Qualidade Ambiental e Planejamento Urbano: considerações de método*. Tese apresentada ao Depto. de Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, como exigência para obtenção do título de Livre-docência, São Paulo, 1995.

LUCHIARI, A.; MORATO, R.G; KAWAKUBO, F. *Avaliação da Qualidade de vida urbana por técnicas de Geoprocessamento*. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MOCHIZUKI, Patrícia S. *Zoneamento Acústico urbano e mapeamento de níveis sonoros na zona central de Rio Claro/SP: Diretrizes para o gerenciamento do ruído integrado ao planejamento ambiental urbano*. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Ambiental da Unesp, Rio Claro/SP, 2007.

MONTEIRO, C A F. *O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo*. São Paulo, IG-USP, serie monografias, 1976.

MONTEIRO, C A F. *Geosistemas: A História de uma procura*. São Paulo, Geosp/Contexto, 1999.

MONTEIRO, C A F. *Teoria e Clima Urbano*. São Paulo, Contexto, 2000.

MAGLIO, Ivan Carlos. *A sustentabilidade ambiental no planejamento urbano do município de São Paulo: 1971-2004*. Tese de Doutorado, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo/SP, 2005.

MORAES, Luiz Roberto Santos. *Incômodo do ruído urbano em residentes e trabalhadores de logradouros da cidade de Feira de Santana-BA*, Universidade Federal da Bahia Online, UFBA, 2009.

MOURA DE SOUSA, Carolina. *Ruído Urbano: Níveis de Pressão Sonora na Cidade de São Paulo*. Dissertação de Mestrado Faculdade de Saúde Pública-USP, São Paulo, 2002.

NAGEM, Miriam Pompeu. *Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Campinas/SP, 2004.

NARDI, Aline Souza Lopes Ventura. *Mapeamento Sonoro em Ambiente Urbano, Estudo de caso: Área central de Florianópolis-SC*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis/SC, 2008.

NUCCI, João Carlos. *Método para o mapeamento da qualidade ambiental urbana*. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Universidade de São Paulo-USP, p 393-404, São Paulo/SP, 2005.

PERES, C.A. ; SALDIVA, C.D. *Planejamento de Experimentos*. 5º Simposio Nacional de Probabilidade e Estatística, São Paulo, 1982.

PETIAN, Andréa. *Incômodo em relação ao ruído urbano entre trabalhadores de estabelecimentos comerciais no município de São Paulo*. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo/SP, 2008.

PIMENTEL-SOUZA, Fernando. *Efeitos da Poluição Sonora no Sono e na Saúde em Geral – Ênfase Urbana*. Revista Brasileira de Acústica e Vibração, 10: 12-22, In: www.icb.ufmg.br/lfp/pthumanaexp.html, Belo Horizonte-MG, 1992.

PIMENTEL-SOUZA, Fernando. *Os Efeitos da Poluição Sonora no Sono*. Revista Brasileira de Acústica e Vibração, In: www.icb.ufmg.br/lfp/pthumanaexp.html, Belo Horizonte-MG, 2000.

PINTO, Francisco A R. *Poluição sonora: um levantamento de dados da cidade de Fortaleza no período de 1988 à 1999*. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais, CD Rom –1, 2000.

PIÑEIRO, Raisa Guzmán. *Estimación de la contaminación sonora del tránsito en Ciudad de La Habana*. Revista Cubana de Higiene, vol. 10, Havana, 2006.

PMSP/PSIU, *Psiu - Programa de Silêncio Urbano - Controle da Poluição Sonora*, Folder explicativo, Prefeitura da cidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

RIOS, Ana Lúcia. *Efeito tardio do ruído na audição e na qualidade do sono em indivíduos expostos a níveis elevados*. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo-USP, Ribeirão Preto/SP, 2003.

ROLLA, S. *Avaliação da poluição sonora na cidade de Campinas-SP*. In: CONGRESSO BRASIL/ARGENTINA,1; Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, 15, 1994, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SOBRAC, 1994. p. 349-356.

ROSS, J L S. (org.) *Geografia do Brasil*. EDUSP, São Paulo, 2002.

SANTOS, Valdizio Soares dos. *Avaliação da Poluição Sonora provocada pelo tráfego em um parque urbano utilizando ferramentas de simulação e geoprocessamento*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Bahia, Salvador/BA, 2004.

SAMPAIO, Renata. *Um Método preliminar para o mapeamento de poluentes atmosféricos: o caso de São José do Campos*. Dissertação de Mestrado – FFLCH/USP, 2004.

SCHAFER, R. M. *A afinação do mundo. Uma Exploração Pioneira pela História Passada e pelo atual Estado do Mais Negligenciado Aspecto do Nosso Ambiente: a Paisagem Sonora*. Trad. Marisa Trench de O. Fonterrada. São Paulo, Editora Unesp, 2001.

SHOEGIMA, Thiago F. *Poluição atmosférica urbana e o uso de bioindicadores vegetais no monitoramento da qualidade do ar*. Trabalho de Graduação Individual FFLCH-USP, São Paulo, p. 120, 2006.

SOBRAL, Helena Ribeiro. *Poluição do Ar e doenças respiratórias em crianças da Grande São Paulo: Um estudo de Geografia Médica*. Tese de Doutorado, FFLCH-USP, São Paulo/SP, 1988.

SOBRAL, Helena Ribeiro. *O meio Ambiente e a cidade de São Paulo*. Editora Makron, São Paulo, 1996. 79 p.

SOUSA, Denise da Silva. *Instrumentos de Gestão de Poluição Sonora para a sustentabilidade das cidades Brasileiras*. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2004.

SOUSA, L.H.C; ZANQUETA, G.J.B; JOHNSTON, G.H; NASCIMENTO, M.A. *Avaliação de ruído na região central de Maringá e Universidade Estadual de Maringá*. Revista Acta Scientiarum Technology, vol. 32, nº 01, Maringá-PR, 2010, p.49-54.

SOUSA, Denise da Silva, ROVERE, E. L. *For a public policy for the noise pollution management in Brazil*. in: *Internoise-2005, INCE*, vol.01, Rio de Janeiro/RJ, 2005, p.1-8.

SOUZA, Maria das Graças Caus de. *Avaliação dos Níveis de pressão sonora das Praças Públicas do Município de Vitória*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Saúde Pública-USP, São Paulo/SP, 2004.

STOTER, Jantien. *3D Noise Mapping in urban areas*. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 22, nº 8, p.907-924, London, 2008.

TRICART, Jean. *O campo na dialética da Geografia*. Revista do Departamento de Geografia, nº 19, p. 104-110, Universidade de São Paulo-USP, São Paulo/SP, 2006.

TORIBIO, Júlia Morena M.L. *Caracterização Clínica, Classificação Histopatológica e Geoprocessamento das neoplasias mamárias em cadelas no município de Salvador-BA*. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária da UFBA, Salvador-BA, 2008.

VENTURI, L.A.B. *Parque Nacional da Emas: Gestão e degradação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo/SP, 1993.

VENTURI, L.A.B. *Itapecerica da Serra: Ocupação e uso do território*. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo/SP, 2001.

VIEIRA, S. *Análise de Variância*. Editora Atlas, São Paulo, 2006.

YEPES, Dora. *Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano: caso Medellín*. Redalyc-Rede de Revistas da América Latina, el Caribe, España y Portugal, Universidad Nacional de Colombia-DYNA, vol. 16, nº158, junio/2009, pp. 29-40.

ZORZAL, Fábio M B. *Carta de ruído da cidade de Curitiba enquanto poluição sonora difusa*. VI Simpósio Ítalo Brasileiro e Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória/ES, 2002

Sites Consultados

www.prefeitura.sp.gov.br (acesso em 14/08/2010)

www.pinheiros.prefeitura.sp.gov.br (acesso em 14/08/2010)

www.vilamariana.prefeitura.sp.gov.br (acesso em 14/08/2010)

www.se.prefeitura.sp.gov.br (acesso em 14/08/2010)

www.detran.sp.gov.br (acesso em 28/08/2010)

<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/noise>