

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

MANUELA BRESSAN PESSOA

**MAPEAMENTO SONORO COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO
AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SC**

CRICIÚMA

2013

MANUELA BRESSAN PESSOA

**MAPEAMENTO SONORO COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO
AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheira Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof^ª. Msc. Paula Tramontim Pavei

CRICIÚMA

2013

MANUELA BRESSAN PESSOA

**MAPEAMENTO SONORO COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO
AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheira Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Gerenciamento e Planejamento Ambiental.

Criciúma, 28 de Novembro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Paula Tramontim Pavei – Mestre – (UNESC) – Orientadora

Prof. Márcio Carlos Just – Mestre – (UNESC)

Prof^a. Yasmine de Moura da Cunha – Mestre – (UNESC)

**Dedico o presente trabalho aos meus pais,
Lourival e Gisele, e à minha irmã Vitória.**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais, Lourival e Gisele, os quais contribuíram para a construção do meu caráter, guiando-me e me fortalecendo, mesmo que com pequenas atitudes, nos momentos de fraqueza e incerteza. Ainda, agradeço à minha irmã, Vitória, a quem dedico toda a minha vontade de ser um exemplo de profissional e pessoa.

Em segundo lugar, aos meus amigos, tanto os de longa data quanto os que conheci na universidade, agradeço pela convivência, pelo aprendizado, pelos momentos felizes compartilhados e dificuldades enfrentadas. Em especial, agradeço às minhas amigas, Joana e Natália, pela paciência nas horas difíceis, por todos os conselhos, palavras de incentivo e horas de distração quando mais precisei.

Por aceitar o desafio de me auxiliar na construção deste trabalho, por momentos de diálogo e dedicação, dirijo o meu “obrigada” à minha orientadora Paula Tramontim Pavei.

Aos professores Márcio Carlos Just e Yasmine de Moura da Cunha por aceitarem fazer parte da banca examinadora do meu trabalho.

Ao engenheiro Guilherme Nunes Bressan, por possibilitar a realização do estágio, por suas palavras de incentivo e profissionalismo.

À engenheira Renata Porto Moraes, a qual me auxiliou na busca de informações para o desenvolvimento do presente trabalho, além de compartilhar comigo seus conhecimentos profissionais.

A todos os profissionais que de alguma forma me ajudaram, tanto na construção do meu trabalho, quanto no compartilhamento de conselhos profissionais.

**“Grandes descobertas e progressos
invariavelmente envolvem a cooperação de
várias mentes.”**

Alexander Graham Bell

RESUMO

Em função do fluxo populacional para áreas urbanas, é possível perceber inúmeras adversidades relacionadas com a falta de infraestrutura, tais como a ausência de tratamento de esgoto, aumento da quantidade de resíduos sólidos, poluição de recursos hídricos, etc. Outra situação em destaque, e tema do presente trabalho, é a poluição sonora, classificada, segundo a OMS, como o problema ambiental que afeta o maior número de pessoas no mundo, depois da poluição do ar e da água. O tráfego intenso de veículos, além de atividades comerciais e industriais, aliados à falta de planejamento urbano são apontados como causa da geração de níveis elevados de ruído, os quais podem causar fadiga, perda de audição, estresse, irritação, entre outros. Na cidade de Tubarão, Santa Catarina, pesquisas acerca do ruído são escassas, tornando-se de extrema relevância uma análise acerca deste tema, uma vez que a cidade está em constante processo de urbanização. Atualmente, são contabilizados 0,8 carros por habitante na cidade e, além disso, o município tem como principal setor da economia o comércio, o qual também é apontado como importante fonte de ruído em centros urbanos. Assim, considerando que há fatores com grande potencial de geração de ruído, torna-se de grande importância um estudo das condições sonoras na área urbana de Tubarão. Para tal, baseando-se na NBR 10.151/2000 e na Lei Municipal nº 11 de 2005, que determina zonas sensíveis, principalmente, próximas a escolas e hospitais, foram selecionados 11 pontos distribuídos em diferentes áreas do município. Realizaram-se medições do ruído, utilizando-se o decibelímetro, em dias úteis, nos períodos matutino (a partir das 8h) e entardecer/noturno (a partir das 17h), durante 5 semanas. Os resultados foram comparados com os requisitos legais aplicáveis e posteriormente, construiu-se um mapa de ruído com o auxílio do Software Surfer 11. A partir da análise dos resultados obtidos e do mapeamento sonoro observou-se que as áreas que mais sofrem com os níveis de ruído são as proximidades da rodovia BR-101; arredores da Escola de Educação Básica Henrique Fontes; Avenida Pedro Zappellini, ponto próximo ao Estádio Anibal Costa; e área próxima ao Hospital Nossa Senhora da Conceição. Considerando o conteúdo visualizado no mapeamento sonoro, pôde-se perceber também que os locais que apresentam maior gravidade são próximos a zonas sensíveis, como escolas e hospitais. Em função do exposto, visando à mitigação do problema, foram recomendadas formas de melhoria no planejamento urbano do município, incluindo propostas como o investimento em transporte público e ciclovias, descentralização das atividades no município e projetos de arborização e fiscalização. Desta forma, conclui-se que tais ações são essenciais para a minimização dos problemas sonoros e na busca por uma cidade bem planejada.

Palavras-chave: Poluição sonora. Mapa de ruído. Planejamento Urbano.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Representação gráfica do ruído contínuo.	17
Figura 02 – Representação gráfica do ruído flutuante.	17
Figura 03 – Representação gráfica do ruído de impacto.....	18
Figura 04 – Barreira antirruído	23
Figura 05 – Mapas de ruído de Lisboa nos períodos diurno, entardecer e noturno (A) e noturno (B).	29
Figura 06 - Mapa de ruído de Copacabana.....	30
Figura 07 – Mapa de ruído em uma quadra de Florianópolis.....	31
Figura 08 – Mapa de ruído da região central de Belém	32
Figura 09 – Pontos de medição (A) e mapeamento sonoro na UNICAMP (B).....	33
Figura 10 – Imagem do município de Tubarão, SC.....	35
Figura 11 – Zoneamento urbano em Tubarão, SC.....	36
Figura 12 – Pontos de medição de ruído	38
Figura 13 – Proximidades do Asilo dos Velinhos: ponto 1.	39
Figura 14 – Arredores da biblioteca da UNISUL: ponto 2.	40
Figura 15 – Margem da BR-101: ponto 3.	41
Figura 16 – E.E.B. Senador Francisco Benjamim Gallotti: ponto 4.	41
Figura 17 – E.E.B Henrique Fontes ao fundo: ponto 5.....	42
Figura 18 – Imediações do HNSC: ponto 6.....	43
Figura 19 – Igreja São José Operário: ponto 7.....	44
Figura 20 – Atividades recreativas no local.....	44
Figura 21 – Zona Residencial: ponto 8 (A) e construção nas proximidades (B).....	45
Figura 22 – Zona Comercial: ponto 9.	46
Figura 23 – Arredores do hospital Socimed: ponto 10	46
Figura 24 – Avenida Pedro Zappelini: ponto 11	47
Figura 25 – Decibelímetro digital (A) e data de calibração (B).....	48
Figura 26 – Interface do software Sound Level Meter.....	50
Figura 27 – Interface do Software Surfer 11.....	51
Figura 28 – Variação sonora no ponto 1, período matutino.	54
Figura 29 – Variação sonora no ponto 2, período matutino.	56
Figura 30 – Variação sonora no ponto 3, período entardecer/noturno	58
Figura 31 – Variação sonora no ponto 4, período matutino.	60

Figura 32 – Variação sonora no ponto 5, período matutino.	61
Figura 33 – Variação sonora no ponto 6, período matutino.	63
Figura 34 – Variação sonora no ponto 7, período matutino.	65
Figura 35 – Variação sonora no ponto 8, período do entardacer/noturno	67
Figura 36 – Variação sonora no ponto 9, período do entardecer/noturno	68
Figura 37 – Variação sonora no ponto 10, período matutino	70
Figura 38 – Variação sonora no ponto 11, período matutino	72
Figura 39 – Mapeamento sonoro da área urbana de Tubarão	74
Figura 40 – Imagem aérea de Tubarão (A) e imagem de satélite (B)	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Nível sonoro das atividades humanas.....	15
Tabela 02 – Impacto do ruído na saúde humana	21
Tabela 03 – Nível de critério de avaliação para ambientes externos, em dB(A)	25
Tabela 04 – Valores de nível sonoro para conforto, em dB(A).....	25
Tabela 05 – Frota de veículos em Tubarão,SC.....	36
Tabela 06 – pontos de medição do ruído	38
Tabela 07 – Cronograma de medições de ruído	49
Tabela 08 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades do Abrigo dos Velhinhos (ponto 1)	53
Tabela 09 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades da Biblioteca da UNISUL (ponto 2)	55
Tabela 10 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades da BR-101 (ponto 3).....	57
Tabela 11 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades da E.E.B. Senador Francisco Benjamim Gallotti (ponto 4).....	58
Tabela 12 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades da E.E.B. Henrique Fontes (ponto 5)	60
Tabela 13 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades do HNSC (ponto 6).....	62
Tabela 14 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nos arredores da Igreja São José Operário (ponto 7)	64
Tabela 15 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos na Zona Residencial (ponto 8)	66
Tabela 16 - Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos na Zona Comercial (ponto 9).....	68
Tabela 17 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nos arredores da Socimed (ponto 10).....	69
Tabela 18 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos na Avenida Pedro Zappelini, proximidades do estádio Anibal Costa (ponto 11)	71
Tabela 19 – Comparação da média final de ruído dos pontos monitorados com as principais normas e legislações relacionadas.	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APP	Área de Preservação Permanente
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
Av.	Avenida
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
dB	Decibel
dB(A)	Decibel na escala compensada “A”
DETRAN/SC	Departamento de Trânsito de Santa Catarina
E.E.B	Escola de Educação Básica
FUNAT	Fundação Municipal de Meio Ambiente de Tubarão
HNSC	Hospital Nossa Senhora da Conceição
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira
NCA	Nível de Critério de Avaliação
NIS	Nível de Intensidade Sonora
NPS	Nível de Pressão Sonora
OMS	Organização Mundial da Saúde
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNISUL	Universidade do Sul de Santa Catarina
WHO	World Health Organization
WWF	World Widelife Fundation

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 PLANEJAMENTO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE.....	13
2.2 POLUIÇÃO SONORA	14
2.2.1 Som e ruído	15
2.2.1.1 Classificação	17
2.2.2 Fontes de ruído	19
2.2.3 Efeitos da poluição sonora	19
2.2.4 Propagação do ruído em ambiente externo	21
2.2.5 Controle de ruídos	22
2.2.5 Legislações associadas	23
2.2.6 Mapas de ruído	28
3 METODOLOGIA	34
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	34
3.2 MONITORAMENTO DO RUÍDO – COLETA DE DADOS	37
3.2.1 Descrição dos pontos monitorados	37
3.2.2 Monitoramento do ruído	47
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	52
4.1 MAPEAMENTO SONORO DO CENTRO URBANO DO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SC.....	74
4.2 ANÁLISE DO MAPEAMENTO SONORO COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL E PROPOSTAS DE MELHORIA.....	75
5 CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS	81
ANEXO(S)	87
ANEXO A	88
APÊNDICE(S)	90
APÊNDICE A	91

1 INTRODUÇÃO

Desde o período da revolução industrial observa-se a crescente migração da população brasileira para as áreas urbanas, as quais sofrem com adversidades desencadeadas pela ausência de planejamento. Em função deste fluxo populacional, é possível perceber nos centros urbanos significativos problemas relacionados com a falta de infraestrutura, tais como a deficiência dos sistemas de tratamento de esgoto, pouca disponibilidade e perda de água tratada, poluição de recursos hídricos, poluição atmosférica, entre outros.

Outro problema atualmente em evidência em áreas urbanas é poluição sonora, desencadeada pela emissão de ruídos, classificada atualmente como o problema ambiental que afeta o maior número de pessoas no mundo, depois da poluição do ar e da água (WHO, 2003 apud LACERDA et al, 2005). O ruído é um problema ambiental presente na maioria dos centros urbanos, ocasionado, principalmente, pelo tráfego intenso de veículos, além de atividades industriais e comerciais.

Segundo Nagem (2004), em Madrid, 81% da população consideraram o ruído como um problema ambiental que afeta a qualidade de vida; no Chile o percentual é de 40%; e em Curitiba, 73% da população apontam o tráfego de veículos como a pior fonte de geração de ruídos. Desta forma, é perceptível que a problemática acerca do ruído torna-se preocupante, uma vez que pode interferir na saúde e qualidade de vida da população. Como conseqüências relacionadas a altos níveis de ruído, citam-se, segundo Gavarelli e Eniz (2006) a fadiga, a falta de concentração, estresse, ansiedade, irritação, entre outros.

Para amenizar os problemas desencadeados pela emissão de ruídos, a melhor alternativa apontada por Vesilind e Morgan (2011) seria a redução das fontes ruidosas. Além disso, outra opção a ser utilizada na busca da resolução deste problema é citada por Braga (2003), que afirma que deve-se investir em planejamento urbano, desenhando vias expressas que impeçam o acúmulo de veículo nos centros urbanos.

Na cidade de Tubarão, Santa Catarina, é possível observar conseqüências relacionadas à falta de planejamento urbano, como a poluição dos recursos hídricos, desencadeada pela ausência de tratamento de esgoto, e comunidades residentes em APP, bem como o problema acerca da poluição sonora.

O município tem como principal setor da economia o comércio, considerado grande responsável pela geração de ruídos. Além disso, existe no município, de acordo com o IBGE (2010), uma população de 97.235 habitantes que contabiliza uma frota com mais de 75.000 veículos. Assim, levando-se em consideração que o tráfego rodoviário é a pior fonte de ruído em centros urbanos (NAGEM, 2004), torna-se de suma importância o aperfeiçoamento de estudos relacionados a ruídos no município.

Uma pesquisa envolvendo a temática da poluição sonora foi desenvolvida no município em 2005. Entretanto, o estudo abrangeu somente uma quadra da área central, compreendendo 4 (quatro) pontos de medição. Desta forma, para a realização do presente trabalho, observou-se a necessidade da análise do ruído em um maior número de pontos, os quais estão distribuídos em diversas áreas do município, incluindo diferentes períodos de medição ao longo do dia.

Diante do exposto, este trabalho apresenta como objetivo geral construir um mapa sonoro do município de Tubarão, visando a sua utilização como ferramenta de planejamento ambiental.

Em relação aos objetivos específicos, citam-se: selecionar diferentes pontos para realizar o monitoramento de ruído no período diurno, incluindo áreas sensíveis como escolas, asilos e hospitais; realizar o monitoramento de ruído englobando diferentes horários, abrangendo dias úteis, com a duração de 5 semanas; verificar se os níveis de ruído estão de acordo com o estabelecido pelas legislações aplicáveis; elaborar um mapa sonoro do município de Tubarão no período diurno; e propor medidas relacionadas ao planejamento ambiental, visando a minimização dos níveis sonoros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Serão aprofundados neste item assuntos que servirão de base para a compreensão e interpretação do trabalho, como a temática voltada ao planejamento urbano e ambiental, ruído e poluição sonora, legislações associadas, entre outros.

2.1 PLANEJAMENTO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

Analisando o perfil da rede urbana da região sul do Brasil, pode-se perceber a intensificação do processo de urbanização, apontando crescimento para todas as cidades com mais de 20 mil habitantes (ROSSETTO, 2003). De acordo com o IBGE (2010), no Brasil, mais de 160 milhões de pessoas residem em área urbana e, em Santa Catarina, este número ultrapassa os 5 milhões, contra, aproximadamente, 1 milhão na área rural. Assim, pode-se perceber que é de extrema importância que o planejamento urbano seja inserido na gestão dos municípios brasileiros.

O planejamento do desenvolvimento municipal é, indubitavelmente, um desafio para o poder público nos dias atuais. Tal fato pode ser explicado, pois o desenvolvimento está relacionado com o crescimento aliado à qualidade de vida e, para que ele seja apontado como sustentável, deve ser capaz de atender às necessidades da geração atual, sem comprometer o atendimento das necessidades das futuras gerações (WWF BRASIL, 2013).

A organização do espaço de um município é tema central do urbanismo na gestão pública, uma vez que minimiza a geração de problemas oriundos da falta de planejamento. Segundo Lima e Mendonça (2001, p.01), “os problemas ambientais urbanos, nesse cenário, demandam a busca de soluções que ultrapassam o campo restrito de disciplinas isoladas, levando o urbanismo a atingir o patamar de campo prático da interdisciplinaridade”. O planejamento urbano e ambiental surge como um conceito essencial para colocar a teoria na prática e fazer com que os municípios caminhem rumo à sustentabilidade.

De acordo com Buarque (1999, p.35):

O planejamento é uma ferramenta de trabalho utilizada para tomar decisões e organizar as ações de forma lógica e racional, de modo a garantir os melhores resultados e a realização dos objetivos de uma sociedade, com os menores custos e no menor prazo possíveis.

Ainda, Souza (2003) apud Rossetto (2003), afirma que o planejamento é o meio pelo qual se procura descobrir os desdobramentos de um processo, buscando prevenir-se contra adversidades futuras, além de ser possível obter benefícios derivados da melhor ordenação urbana.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o planejamento no Brasil inclui a delimitação da zona urbana, rural e demais territórios para onde são direcionados instrumentos, os quais auxiliam no processo de planejamento ambiental, podendo-se citar como exemplos o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), o Plano Diretor Municipal, o Plano de Bacia Hidrográfica, o Plano Ambiental Municipal, a Agenda 21 Local, e o Plano de Gestão Integrada da Orla (BRASIL, 2013).

Destaca-se, de acordo com Ugeda (2009), que deve haver o envolvimento da população no processo de planejamento, o qual deve ser realizado de forma interdisciplinar contemplando aspectos sócio-econômicos, técnicos e também aspectos ambientais.

Em suma, o planejamento representa uma forma de a sociedade exercer o poder sobre o seu futuro, rejeitando a resignação e partindo para iniciativas que definam o seu destino (INGESTAM, 1987 apud BUARQUE, 1999). Desta forma, esta ferramenta quando incorporada em todos os setores do poder público, como meio ambiente, saúde, educação, gestão, faz com que um município passe a desenvolver-se de forma sustentável.

2.2 POLUIÇÃO SONORA

De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938 de 1981, a poluição pode ser definida como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota, entre outros (BRASIL, 1981).

Assim, Machado (2013) define a poluição sonora como aquela ocasionada pelo elevado nível de ruídos em determinado local. Da mesma forma, Nascimento et al (2007) diz que este tipo de poluição é desencadeado por ruídos ao qual o aparelho auditivo está suscetível, podendo causar danos ao homem, dependendo de fatores como tempo de exposição, idade, condições de saúde, entre outros. Segundo o mesmo autor, a poluição sonora, diferentemente dos outros tipos de poluição, não deixa traços visíveis de sua influência no ambiente, afetando um grande número de pessoas.

2.2.1 Som e ruído

Som e ruído são conceitos distintos, muitas vezes utilizados indiferenciadamente. O primeiro pode ser definido como qualquer variação de pressão que o ouvido humano consegue captar, sendo utilizado, geralmente, para sensações prazerosas. O segundo é o que gera a poluição sonora, ou seja, o som ou conjunto de sons que são perturbadores e sua identificação depende das características de cada indivíduo (MACHADO, 2013). A tabela 01 expõe diferentes locais e exemplos de níveis sonoros até atingir-se o limiar da dor.

Tabela 01 – Nível sonoro das atividades humanas

Atividade	Nível (dB)
Limiar auditivo	0
Estúdio de gravação	20
Biblioteca forrada	30
Sala de descanso	40
Escritório	50
Conversaço	60
Datilografia	70
Tráfego	80
Serra circular	90
Prensas excêntricas	100
Marteletes	110
Aeronaves	130
Limiar da dor	140

Fonte: Braga et al, 2003.

Percebe-se, através da tabela, que atividades e ambientes comuns como a conversaço e tráfego emitem altos níveis de ruído. Ainda, ressalta-se que o ruído

proveniente de aeronaves está muito próximo ao limiar da dor, podendo prejudicar a audição daqueles que estão em contato direto com este tipo de atividade.

“O homem possui a capacidade de ouvir o som numa faixa auditiva que vai de 20 a 20000 Hertz, ou $0,00002\text{N/m}^2$ a 200N/m^2 . Abaixo de 20Hz tem-se o infra-som, acima de 20000Hz, o ultra-som” (BRAGA et al, 2003). Segundo o mesmo autor, a medida da intensidade do som e do ruído é feita em decibéis (dB) e sua medição é realizada com o decibelímetro.

Segundo Gerges (2000) apud Teixeira (2011), o ouvido humano pode captar uma intensidade acústica em um intervalo muito amplo e, por ser expresso em unidades de pressão, torna-se mais difícil a sua medição. Desta forma, a intensidade sonora, demonstrada pela equação 1, calcula a quantidade média de energia transmitida por onda sonora na unidade de tempo (MATOS et al, 1999):

$$\text{NIS} = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (1)$$

Onde:

I – intensidade sonora;

I_0 – intensidade de referência que, para a propagação no ar é igual a 10^{-12} watt/m².

Gerges (2000) apud Teixeira (2011, p.15) ainda diz que “a intensidade acústica é proporcional ao quadrado da pressão acústica”. Desta forma, de acordo com Matos et al (1999, p. 9) “a pressão sonora no ar representa a variação de pressão atmosférica em relação a um valor de referência, percebido pelo o ouvido”. Para a medida da pressão sonora, utiliza-se uma escala relativa, adotando o decibel como unidade de relação logarítmica. A relação é conhecida como Nível de Pressão Sonora e é expressa de acordo com a equação 2 (MATOS et al, 1999):

$$\text{NPS: } 10 \log \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad (2)$$

Onde:

P – valor eficaz da pressão medida em Pascal ou em N/m²;

P_0 – valor da menor pressão recebida pelo ouvido humano a 1.000 Hz.

2.2.1.1 Classificação

De acordo com Rosa (2007) a classificação do ruído pode ser feita baseando-se na variação do tempo, sendo dividido em 3 tipos:

- Ruído contínuo: os níveis de intensidade variam pouco durante o período de observação (Figura 01), por exemplo, a chuva, compressores e ventiladores.

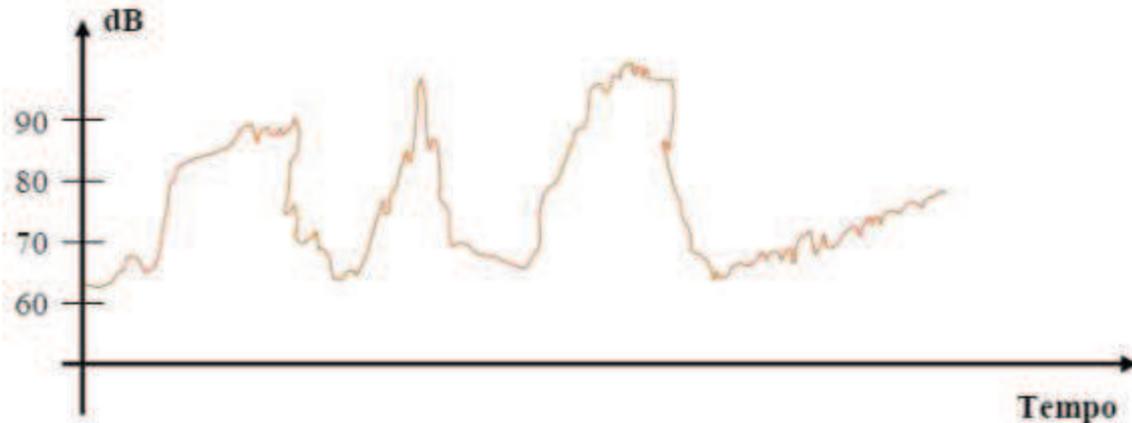
Figura 01 – Representação gráfica do ruído contínuo.



Fonte: Fernandes (2002) apud Rosa (2007).

- Ruído Flutuante: as variações de intensidade apresentam grande variação no período de observação (Figura 02), como por exemplo, o trânsito de veículos.

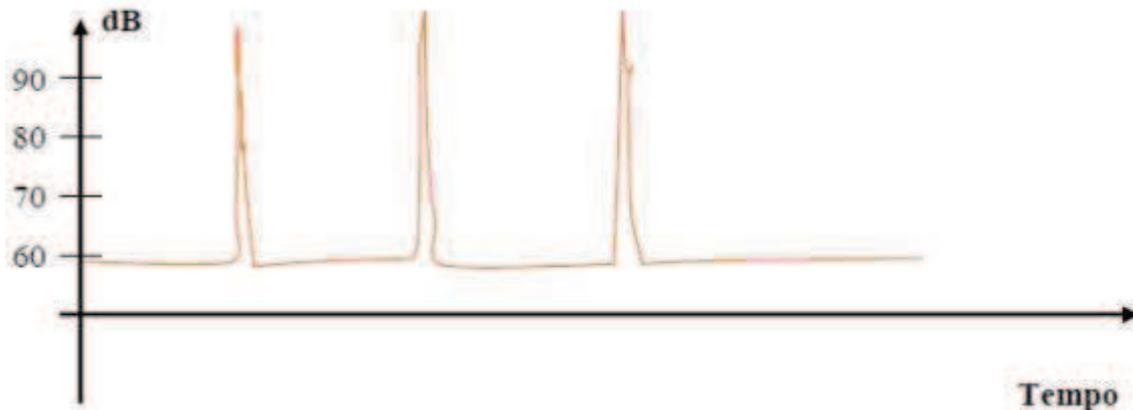
Figura 02 – Representação gráfica do ruído flutuante.



Fonte: Fernandes (2002) apud Rosa (2007).

- Ruído de Impacto: são citados como exemplos pancadas e explosões. Ocorrem em um curto espaço de tempo, de forma esporádica e com alta intensidade (Figura 03).

Figura 03 – Representação gráfica do ruído de impacto.



Fonte: Fernandes (2002) apud Rosa (2007).

Segundo Nardi (2008), o ruído pode ainda ser classificado de acordo com a situação do ambiente acústico durante a medição:

- Ruído Ambiente: “Trata-se de uma superposição de ruídos, normalmente de naturezas diferentes e origens distintas, próximas ou remotas, nenhum deles, porém, é objeto de interesse ou consideração específica” (BISTAFA, 2006 apud NARDI, 2008, p. 9).
- Ruído Residual: Aquele que deixa a sensação de não diminuir no decorrer do tempo da medição. É o nível sonoro mínimo (BISTAFA, 2006 apud NARDI, 2008).
- Ruído de Fundo: Conjunto de sons e ruídos emitidos juntamente ao som de interesse (BISTAFA, 2006 apud NARDI, 2008).
- Ruído Inicial: Ruído ocorrente em um determinado local em um período anterior a alguma mudança, como por exemplo, a construção de barreiras (NAGEM, 2004 apud NARDI, 2008).
- Ruído Específico: “É um componente do ruído ambiental e pode ser identificado e associado a uma fonte específica” (NAGEM, 2004 apud NARDI, 2008, p. 9).

2.2.2 Fontes de ruído

Segundo Nunes et al (2000) apud Nagem (2004) no desenvolvimento de mapas sonoros, o ruído ambiental é o foco de estudo, caracterizando-se por diversas fontes identificadas no local da medição. Em mapeamentos urbanos, vem sendo comprovado que um dos maiores poluidores sonoros é o tráfego rodoviário. De acordo com a mesma autora, é válido destacar que nem sempre maiores volumes de tráfego estão diretamente relacionados com maiores níveis de ruído. Deve-se levar em consideração as características do tráfego e as condições geométricas das vias, que mesmo com baixo fluxo de veículos podem gerar altos níveis sonoros.

Arruda et al (2000) apud Nardi (2008) afirma que estão incluídos no conjunto de poluentes sonoros os ruídos provenientes das indústrias. O autor destaca ainda que este tipo de atividade, antigamente, mantinha-se afastada das cidades, porém, ultimamente, vem se incorporando no ambiente urbano, agravando o problema da poluição sonora.

Além dos já mencionados, é possível identificar nas cidades ruídos oriundos de alarmes, sirenes, comércio e serviços, templos religiosos, obras de construção civil, atividades de lazer, etc. (GUEDES, 2005 apud NARDI, 2008).

As fontes de ruídos podem ser classificadas como fixas, onde estão inclusas indústrias e boates; e móveis, caracterizando-se por veículos como automóveis e aeronaves. Ainda, quanto à direção, podem ser separadas em omnidirecionais, quando o nível de pressão sonora é o mesmo em todos os pontos a uma mesma distância da fonte; e direcionais, quando a fonte de ruído possui direções preferenciais de radiação (NAGEM, 2000 apud NARDI, 2008).

2.2.3 Efeitos da poluição sonora

“O problema do ruído deve ser encarado seriamente [...], pois ele afeta as pessoas na sua individualidade e na coletividade, alterando seu comportamento e relacionamento” (LAPERTOSA, 1981 apud GARAVELLI; ENIZ, 2006, p.139). Diversos danos à saúde são relacionados à exposição ao ruído, podendo ser citados fadiga, falta de concentração, estresse, ansiedade e irritação (GARAVELLI; ENIZ, 2006). Segundo Silva (2012), problemas de saúde mental podem também estar

relacionados ao ruído, não como causa direta, mas como fator acelerador e intensificador de problemas mentais no indivíduo. Ainda, de acordo com a World Health Organization (2011) apud Silva (2012) é possível perceber efeitos do ruído sobre o sono, uma vez que é uma das queixas que mais se verifica por parte da população mundial.

Ainda, ruídos podem causar uma redução de até 60% da produtividade, pois dificulta a concentração, propiciando erros, desperdícios ou acidentes por distração (SILVESTRE, 1992 apud LEITE et al, 2003). Gavarelli e Eniz (2006, p.137) ressaltam que em um ambiente escolar as crianças em fase de aquisição de linguagem e escrita são mais vulneráveis aos efeitos da poluição sonora, pois acabam nem sempre compreendendo a explicação dos professores. Pinto e Furck (1988) apud Gavarelli e Eniz (2006), afirmam que a mudança de comportamento, desinteresse, dores de cabeça, decréscimo da capacidade de trabalho entre outros, são efeitos visíveis em crianças e adolescentes expostos a ruídos elevados.

Segundo Otenio et al (2007), em ambientes hospitalares, que deveriam ser silenciosos e tranquilos, quando passam a ser ruidosos e estressantes, conseqüentemente há o aumento da ansiedade e a percepção dolorosa, diminuindo o sono e prolongando a convalescença. Ainda, de acordo com o mesmo autor, p.2, “pacientes submetidos a internações em UTI podem apresentar distúrbios comportamentais [...], que são exacerbados pela privação do sono e gerados por condições ambientais, entre eles a exposição a ruídos contínuos”.

Menciona-se também como efeito negativo a perda auditiva. Ruídos de impulso muito alto podem causar infecções e até o rompimento do tímpano, resultando na perda temporária ou permanente de audição (VESILIND e MORGAN, 2011). A tabela 02 ilustra a relação do volume com os efeitos ocasionados.

Tabela 02 – Impacto do ruído na saúde humana

Volume	Reação	Efeitos Negativos	Exemplos De Locais
Até 50 dB	Confortável (limite da OMS)	Nenhum	Rua sem tráfego
Acima de 50 dB	O organismo humano começa a sofrer com os impactos do ruído		
De 55 a 65 dB	Estado de alerta	Diminuição do trabalho intelectual	Agência bancária
De 65 a 70 dB	Reação do organismo ao ambiente	Diminuição da resistência imunológica, aumento do colesterol no sangue, liberação de endorfina	Bar/restaurante lotado
Acima de 70 dB	Estresse degenerativo	Aumento dos riscos de enfarto, infecções, entre outros	Praça de alimentação em Shopping Center, rua de tráfego intenso

Fonte: Curso CIPA – UNESP, 2012.

Baseando-se na análise da tabela apresentada, percebe-se que a partir de 50dB, o organismo humano começa a sofrer com os impactos provenientes do ruído. É possível observar ainda que muitos dos ambientes que ultrapassam este limite são locais frequentados cotidianamente por grande parte da população, como ruas de tráfego intenso e agências bancárias.

2.2.4 Propagação do ruído em ambiente externo

A propagação do ruído em ambientes abertos é influenciada por uma série de fatores, como absorção no ar, reflexões, condições atmosféricas, obstáculos, entre outros (GERGES, 2000).

A reflexão no solo pode amenizar o nível sonoro de 20 a 30dB, mas, por outro lado, pode amplificá-lo em até 6dB, dependendo da frequência do som. Em solos acusticamente duros ocorre a amplificação de aproximadamente 3dB, causada pela reflexão da energia sonora. Em solos macios (com vegetação, por exemplo),

por sua vez, há uma atenuação no espectro sonoro (BISTAFA, 2006 apud NARDI, 2008).

Neste sentido, materiais de revestimento utilizados em construções nos centros urbanos possuem características refletoras, podendo, portanto, agravar o problema do ruído nas cidades (SOUSA, 2004 apud NARDI, 2008).

A atenuação do ruído através da absorção pelo ar se dá pelo atrito entre as moléculas de ar e também pela condução de calor. Ainda, microscopicamente, a absorção se dá pela perturbação do fluido e a sua energia é redistribuída (CORDEIRO, 2009).

A temperatura também é um fator que influencia na propagação do som em ambientes externos. “Quando se varia o nível térmico do ar, altera-se sua densidade e conseqüentemente a velocidade do som [...] de modo que quanto maior for a temperatura, mais rápido será o deslocamento do som” (NARDI, 2008, p.26).

2.2.5 Controle de ruídos

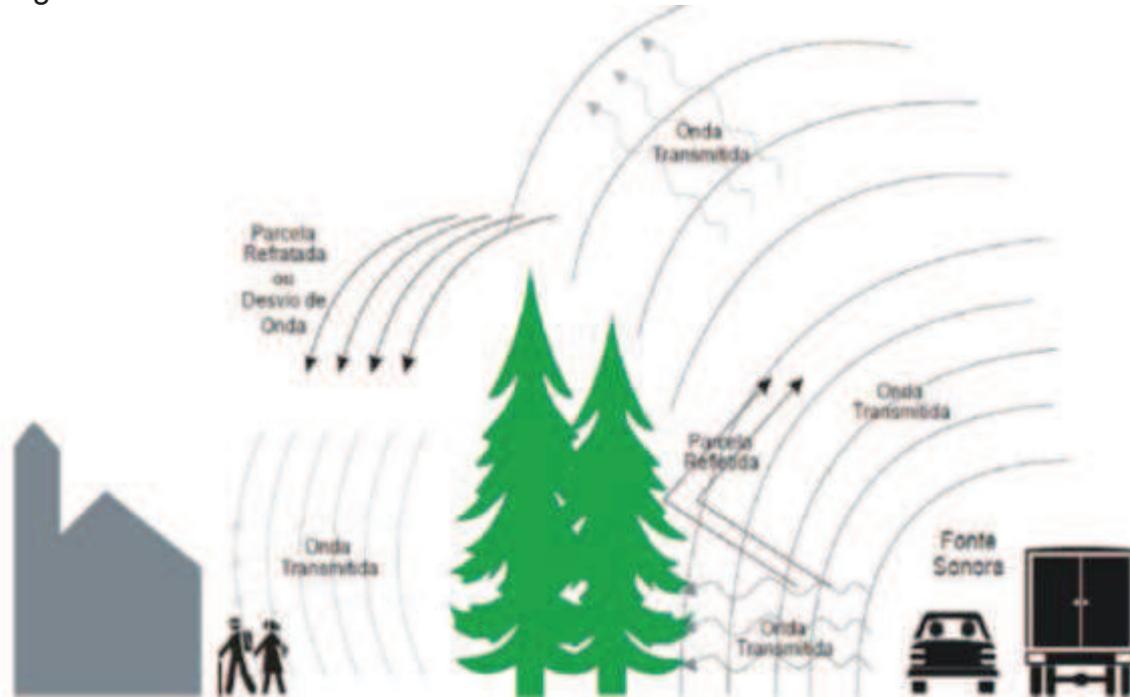
O controle de ruídos pode ser feito diretamente na fonte, durante a propagação ou no receptor. De acordo com Vesilind e Morgan (2011), a forma mais eficaz de controle de ruídos é a redução de sua fonte. Mudar motores à gasolina para elétricos, replanejar o design de aeronaves e diminuir a quantidade de veículos são alguns exemplos mencionados pelo autor.

Ainda, para a absorção do ruído ao ar livre, a vegetação pode contribuir na diminuição do ruído, sendo mais eficiente em altas frequências. “Zonas de árvores, folhagens, gramas, floresta, etc, são aproveitadas para a atenuação do ruído na comunidade” (GERGES, 2000, p. 245).

Alterar o caminho dos ruídos, fazendo uso de barreiras ou paredes antirruído no decorrer de estradas é mais uma forma de amenizar o problema. Diferentes materiais com os quais estas estruturas podem ser construídas são citados, como terra, que normalmente é a mais barata, e o concreto ou blocos de concreto. A redução do barulho é máxima somente para a primeira linha de receptores, como casas, por exemplo. A eficiência reduz metade para a segunda linha e diminui mais ainda para as outras linhas. Entretanto, este método não é aplicável em centros urbanos, uma vez que, na maioria das vezes, estas áreas carecem de espaço para a construção das barreiras (VESILIND; MORGAN, 2011).

A figura 04 representa de forma ilustrativa o funcionamento de uma barreira preventiva.

Figura 04 – Barreira antirruído



Fonte: DNIT (2006) apud Teixeira (2011).

Existem ainda tecnologias bastante desenvolvidas para a produção de veículos mais silenciosos. Em algumas cidades do México e Montreal, as rodas de trens são de borracha para diminuir o ruído. Além disso, cidades investem em planejamento, desenhando vias expressas que impedem o acúmulo de veículo nos centros urbanos (BRAGA et al, 2003).

2.2.5 Legislações associadas

De acordo com Nagem (2004, p.8), “as legislações ambientais brasileiras [...] vêm enfatizando, nas últimas décadas, a necessidade da conservação do meio ambiente e, conseqüentemente, a melhora da qualidade de vida da população”.

Na esfera federal, cita-se, primeiramente, a Constituição Federal de 1988, a qual, em seu artigo 225, diz que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida [...]” (BRASIL, 1988). Desta forma, a sociedade é amparada por lei

para que a poluição sonora seja amenizada, uma vez que, como exposto anteriormente, interfere na saúde humana.

Segundo Nagem (2004) o Poder Público passa a poder exigir um estudo antes da implantação de atividades que possam causar a degradação do meio ambiente, como a geração de ruídos, visando o bem estar das presentes e futuras gerações.

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938 de 1981, traz a definição de poluição e ainda diz que compete ao Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA o estabelecimento de normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações (BRASIL, 1981).

A resolução do CONAMA nº. 001 de 1990 estabelece critérios e diretrizes para a emissão de ruídos, instituindo como padrão os níveis de ruídos aceitáveis descritos na NBR 10.152. Da mesma forma, a resolução aponta que as medições de ruídos deverão ser realizadas de acordo com a NBR 10.151. Ainda, a emissão de ruídos provenientes de veículos automotores obedecerá às normas expedidas pelo Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN (BRASIL, 1990a).

A NBR 10.151 apresenta o procedimento de avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade, fixando as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído e especificando um método para a medição do mesmo. Esta Norma especifica ainda um método para a aplicação de correções nos níveis medidos se o ruído apresentar características especiais, como o ruído com componentes tonais. O nível corrigido (L_c) para ruído com componentes tonais é determinado pelo nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) acrescido de 5 dB(A), sendo L_{Aeq} calculado pela expressão 3 (ABNT, 2000):

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (3)$$

Onde:

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

n – o número total de leituras.

A Norma dita ainda o nível de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos, descrito na tabela abaixo (ABNT, 2000).

Tabela 03 – Nível de critério de avaliação para ambientes externos, em dB(A)

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

Fonte: ABNT, 2000.

A NBR 10.151 determina que os limites de horário para o período diurno e noturno podem ser definidos pelas autoridades desde que não comece depois das 22h e não termine antes das 7h do dia seguinte. Em domingos ou feriados o término do período noturno não deve ser antes das 9h (ABNT, 2000).

A NBR 10.152, por sua vez, fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos, servindo de base para a análise a ser realizada no município. A tabela 04 estabelece os valores de nível sonoro para conforto, e nível sonoro aceitável para a avaliação de um ruído num ambiente determinado (ABNT, 1987).

Tabela 04 – Valores de nível sonoro para conforto, em dB(A) (Continua)

Locais	dB(A)
Hospitais	
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35-45
Laboratórios, Áreas para uso do público	40-50
Serviços	45-55
Escolas	
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35-45
Salas de aula, Laboratórios	40-50
Circulação	45-55
Hotéis	
Apartamentos	35-45

Restaurantes, Sala de Estar, Circulação	40-50
Portaria, Recepção, Circulação	45-55
Residências	
Dormitórios	35-45
Salas de Estar	40-50
Auditórios	
Salas de concertos, Teatros	30-40
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35-45
Restaurantes	40-50
Escritórios	
Salas de reunião	30-40
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35-45
Salas de computadores	45-65
Salas de mecanografia	50-60
Igrejas e Templos (cultos meditativos)	40-50
Locais para esporte	
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45-60
Fonte: ABNT, 1987.	(Conclusão)

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), visando controlar a emissão de ruídos provenientes de veículos, criou a Resolução nº. 35 de 1998, que estabelece um método de ensaio para medição de pressão sonora por buzina ou equipamento similar. Em seus artigos 1º e 2º dita limites de pressão sonora a serem obedecidos para veículos automotores produzidos a partir de 1º de janeiro de 1999 e 1º de janeiro de 2002, respectivamente (CONTRAN, 1998).

Levando em consideração que o problema de poluição sonora vem se agravando e que a urbanização ocasiona diversos tipos de ruídos, o CONAMA, através da Resolução nº. 02 de 1990, institui o Programa Nacional Educação e Controle da Poluição Sonora - "SILÊNCIO". Esta resolução traz como principais objetivos a conscientização e capacitação da população, a introdução do tema "poluição sonora" na rede de ensino, incentivo a fabricação de equipamentos que emitem ruídos com menor intensidade, entre outros (BRASIL, 1990b).

No âmbito estadual, o Código Ambiental de Santa Catarina, cita o fator ruído em alguns de seus artigos. O artigo 31, parágrafo 1º, dispõe que o empreendedor deve avaliar a possibilidade de intervenções no processo produtivo,

visando minimizar a geração da poluição térmica e sonora. Já o artigo 183, diz que o Departamento de Trânsito de Santa Catarina - DETRAN/SC, em parceria com o Órgão Estadual de Meio Ambiente, deve promover a inspeção e o controle das emissões de gases e ruídos de veículos em uso. Ainda, os padrões de emissão de gases e ruídos para veículos em uso a serem observados são os mesmos fixados pelas normas federais, como estabelece o artigo 185 (SANTA CATARINA, 2009).

Quanto às legislações municipais, pode-se citar, em Tubarão, o Plano Diretor e o Código de Postura Municipal. A Lei nº 1.811 de 1994 cria o Código de Postura do Município e, em seu artigo 128, veda a instalação de casas de diversões ou jogos ruidosos em locais compreendidos em áreas dentro de um raio de até 300m de distância de hospitais, casas de saúde, sanatórios e maternidades (TUBARÃO, 1994a).

Ainda, como dita o artigo 139, proíbe perturbações do sossego público com ruídos ou sons excessivos e evitáveis provenientes de batuques, veículos com escapamento aberto ou carroceria semi-solta; motores de explosão desprovidos de silenciadores ou adulterados, buzinas, música excessivamente alta, entre outros. Esta lei proíbe também a execução de qualquer trabalho que produza ruído que venha perturbar a população antes das 06 horas e depois das 22 horas. Ainda, é expressamente proibido quaisquer tipos de ruídos nas proximidades de repartições públicas, escolas e igrejas em horário de funcionamento, conforme estabelecido pelo artigo 141 (TUBARÃO, 1994a).

A Lei nº 1.813 de 1994 institui o Plano de Diretor de Desenvolvimento Físico Territorial Urbano de Tubarão. Seu artigo 36 estabelece que se busca estimular a concentração de atividades comerciais e serviços, e tolerar a instalação de indústrias de pequeno e médio porte na Zona Comercial 2, desde que a produção de sons e ruídos não sejam consideradas nocivas ou incômodas, que possam prejudicar a saúde dos habitantes vizinhos (TUBARÃO, 1994b).

A Lei Complementar nº 011 de 2005 estabelece sobre ruídos urbanos e proteção do bem estar e do sossego público. Em seu artigo 1º, inciso XII, define que a zona sensível a ruído ou zona de silêncio é aquela em que está a um raio de 200,00m (duzentos metros) de distância de hospitais, maternidades, asilos de idosos, escolas, bibliotecas públicas, postos de saúde ou similares. Ainda, esta Lei determina que os níveis de intensidade de sons ou ruídos fixados, bem como o nível equivalente e o método utilizado para a medição e avaliação, obedecerão as

recomendações das normas NBR 10.151 e NBR 10.152, ou às que lhes sucederem (TUBARÃO, 2005).

Em 2013, através da Lei Municipal nº 3.859, foi instituído o Código Ambiental de Tubarão. No artigo 29 da lei, consta que os padrões de qualidade ambiental incluirão, entre outros, a qualidade do ar, das águas, do solo e a emissão de ruídos.

Ademais, está incluso nesta Lei um capítulo que trata do controle da emissão de ruídos, visando garantir o sossego e bem estar público, evitando a perturbação por emissões excessivas ou incômodas de sons de qualquer natureza. Dentro deste capítulo, o artigo 92 traz algumas definições como a de poluição sonora, som e ruído. Além disso, define as zonas sensíveis a ruído, a serem citadas as áreas situadas no entorno de hospitais, estabelecimentos de ensino, creches, unidades de saúde, bibliotecas, asilos e área de preservação ambiental.

As competências da Fundação Municipal de Meio Ambiente de Tubarão – FUNAT estão estabelecidas no artigo 93 da Lei, a serem destacadas: a elaboração de um zoneamento acústico do município; estabelecimento de um programa de controle dos ruídos urbanos e exercer o poder de controle e fiscalização das fontes de poluição sonora; exigir de pessoas físicas ou jurídicas, responsáveis por qualquer fonte de poluição sonora, apresentação dos resultados de medições e relatórios acompanhados da ART de técnico responsável; e impedir a localização de estabelecimentos industriais, fábricas, oficinas ou outros empreendimentos que produzam ou possam vir a produzir ruídos em zonas residenciais ou em zonas sensíveis a ruídos.

O artigo 94 da referida Lei, por sua vez, proíbe a utilização ou funcionamento de qualquer instrumento ou equipamento, fixo ou móvel, que produza, reproduza ou amplifique o som, no período diurno ou noturno, acima dos níveis máximos permitidos, fixando no parágrafo primeiro deste artigo os níveis máximos de som de 70dB nos períodos compreendidos das 07 às 22 horas e 60dB das 22 às 07 horas.

2.2.6 Mapas de ruído

A elaboração de mapas de ruído serve como ferramenta para monitorar e propor planos de redução, mostrando, de forma ilustrativa, os níveis de ruído em ambiente externo. Ainda, dependendo da forma que o mapa é construído, é possível

modelar situações futuras, através de softwares de modelagem (SANTOS, 2006). De acordo com Nardi (2008), o mapeamento acústico baseia-se no levantamento de níveis sonoros de uma cidade através de medições ou pelo uso de métodos predicionais.

Moreno e Pinto (2008, p.2), também ressaltam que:

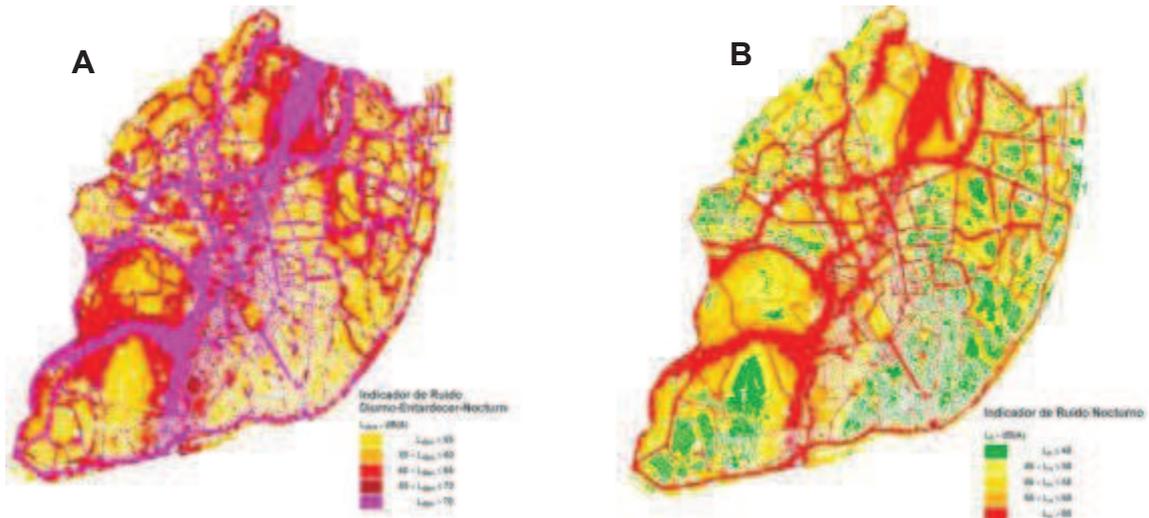
O mapa de ruído é uma ferramenta que entrega informação visual do comportamento acústico de uma área geográfica, num momento determinado. Não devem ser considerados como um fim em si, mas antes como ferramentas para melhorar ou preservar a qualidade do ambiente sonoro. Também é uma ótima ferramenta para o planejamento urbano.

Em Portugal, no ano de 2001, foi emitido um documento chamado de “Princípios Orientadores para a Elaboração de Mapas de Ruído”, sendo considerado um instrumento de gestão ambiental a ser integrado ao Plano Diretor, Plano de Urbanização e Planos de Pormenor. Assim, é possível encontrar mapas de ruído de cidades portuguesas como Lisboa, Torres Vedras, Almada e Seixal (DBLAB, 2011). Na Europa, a Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho de 2002 impôs aos Estados Membros da Diretiva a elaboração de mapas de ruído até 2007 em cidades com mais de 250.000 habitantes (DBLAB, 2011).

Em Torres Vedras, através da utilização de softwares, foram desenvolvidos mapas sonoros em uma localidade onde será instalado um empreendimento. Visando analisar o impacto ambiental proveniente da atividade a ser instalada, o objetivo do projeto foi fazer uma comparação da geração de ruídos antes (2009) e depois da construção do empreendimento (2014) (DBLAB, 2011).

O mapeamento sonoro de Lisboa foi construído no ano de 2008 através da utilização do Cadna-A. Este software faz uso de modelos matemáticos, além de informações topográficas para calcular o ruído proveniente de várias fontes. A figura 5 ilustra os mapas de ruído de Lisboa nos períodos diurno-entardecer-noturno (média ponderada das 24 horas do dia) e noturno. As fontes representadas nos mapas foram o tráfego rodoviário, aéreo e ferroviário e fontes fixas (LISBOA, 2000).

Figura 05 – Mapas de ruído de Lisboa nos períodos diurno, entardecer e noturno (A) e noturno (B).



Fonte: Lisboa, 2000.

No Brasil, estudos deste tipo também vêm sendo desenvolvidos. Em Copacabana, em virtude da alta concentração da população, comércio e de veículos, um mapa de ruído foi elaborado com o mesmo software utilizado em Portugal (MORENO; PINTO, 2008). A figura 06 ilustra o produto do estudo, o mapa de ruído em Copacabana, elaborado com o software Cadna-A.

Figura 06 - Mapa de ruído de Copacabana



Fonte: Moreno, 2008.

Em Florianópolis, desenvolveu-se um estudo piloto em uma quadra da cidade, através do software SoundPlan. O local foi escolhido por sofrer influência de diversas fontes de ruídos e por ser uma área de usos diversos, constatando-se atividades comerciais, residenciais e hospitalares (NARDI, 2008). A figura 07 mostra um dos mapas oriundos do estudo.

Figura 07 – Mapa de ruído em uma quadra de Florianópolis.

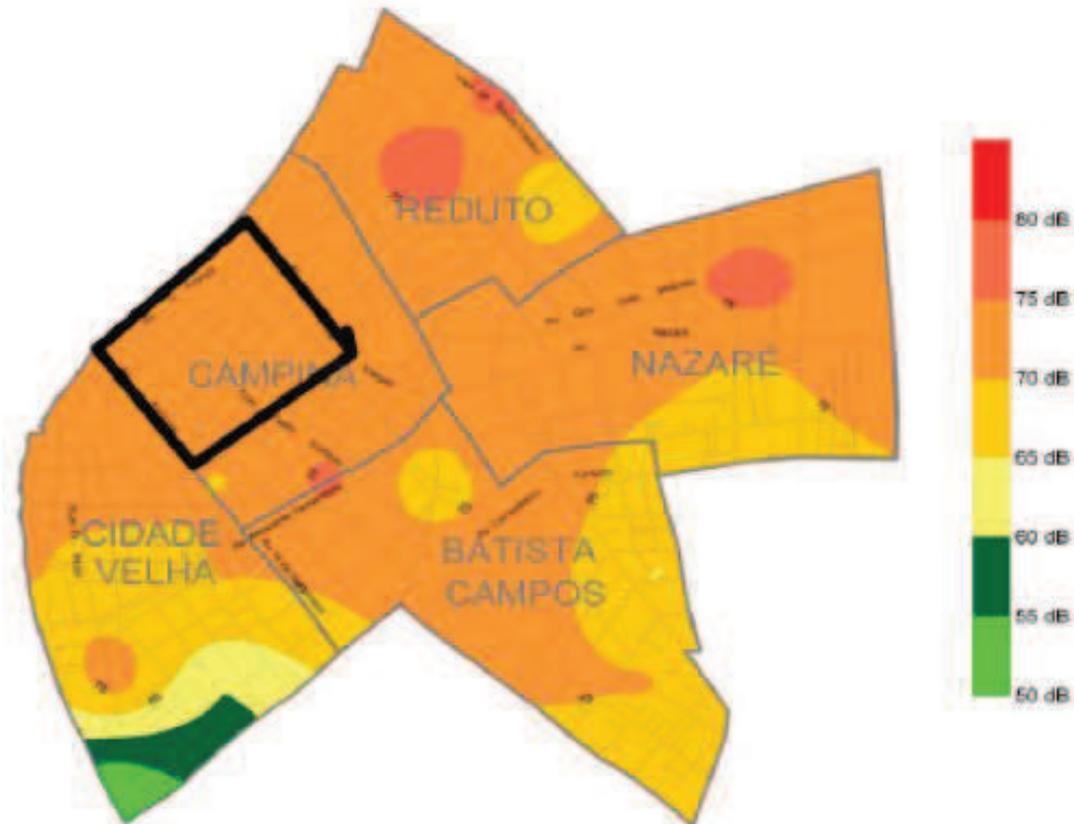


Fonte: Nardi, 2008

Após a análise dos mapas, a autora destaca que em poucos locais da área de estudo os ruídos gerados são relativamente baixos. Destaca-se ainda que os prédios localizados nas extremidades das quadras servem como barreira, uma vez que o ruído no centro das quadras é menor (NARDI, 2008).

Outro mapa de ruído identificado foi desenvolvido na região central de Belém, com software não especificado. A área apresenta ruídos provenientes do tráfego intenso, além de haver o uso constante de megafones, carros de som e alto falantes (MORAES et al, 2003). O mapa da região central é ilustrado na figura 08.

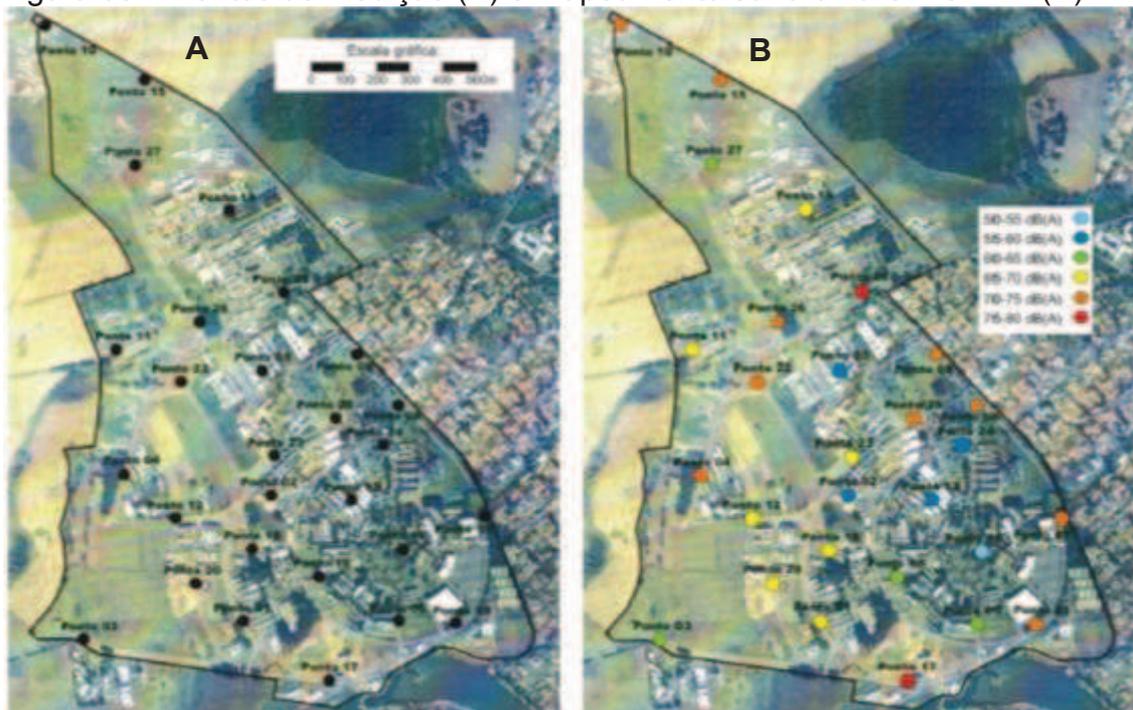
Figura 08 – Mapa de ruído da região central de Belém



Fonte: Moraes et al, 2003.

Uma metodologia diferente foi utilizada no desenvolvimento de um mapeamento sonoro na UNICAMP. Pontos de medição foram distribuídos na área de estudo, resultando num total de 28 pontos, como mostra a figura 09A. As medidas foram realizadas durante 12 horas (das 7:00 às 19:00) em cada ponto, utilizando-se como critério para a escolha dos dias de medição a definição de dias padrão, com o objetivo de refletir situações sonoras semelhantes (NAGEM, 2004). O resultado encontra-se ilustrado na figura 09B.

Figura 09 – Pontos de medição (A) e mapeamento sonoro na UNICAMP (B)



Fonte: Nagem, 2004.

Estudos relacionados à medição e análise de ruídos já foram desenvolvidos em outras cidades como Natal, Campo Grande, Curitiba e no Distrito Federal. Entretanto, o mapeamento acústico não foi usado como ferramenta.

3 METODOLOGIA

Este item irá identificar e descrever o método de realização do presente trabalho, bem como listará os materiais utilizados. Ainda, caracterizar-se-á, brevemente, o município, abordando suas características físicas, socioeconômicas e históricas. Além disso, os pontos de monitoramento serão expostos e a metodologia de medição será explanada.

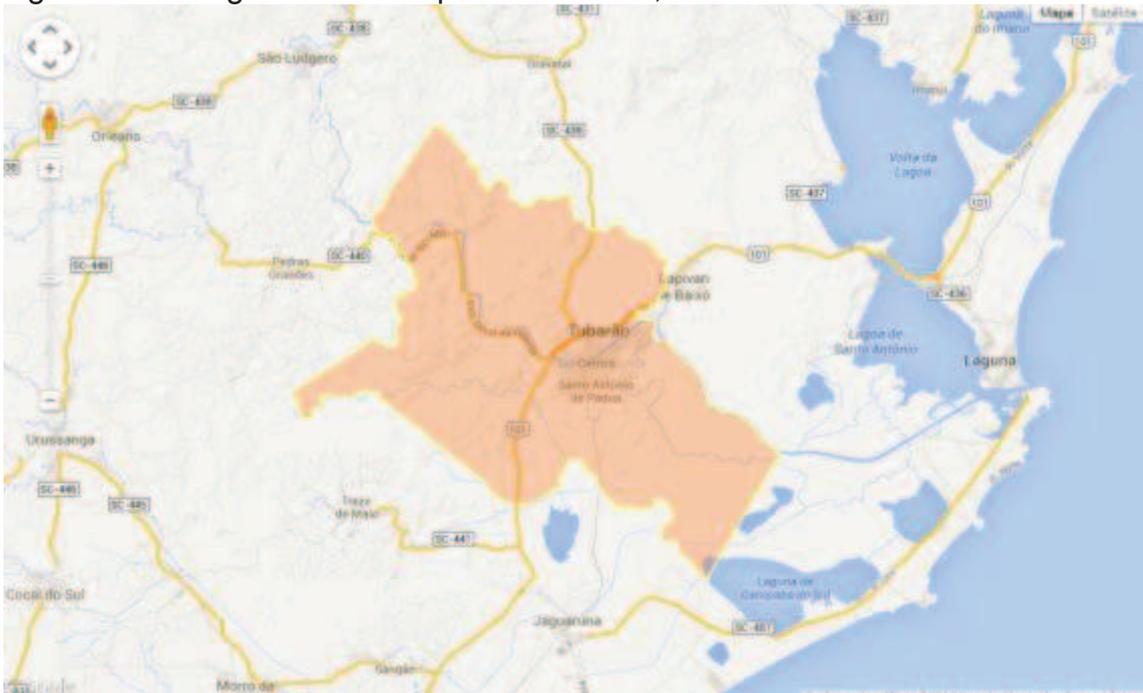
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A história de Tubarão começa em 1774, com a doação de duas sesmarias ao Capitão João da Costa Moreira. O lugar era conhecido como Paragem do Poço Grande, servindo como ponto de parada para os tropeiros que vinham da região serrana. O nome do município provém do nome dado ao rio “Tubá-Nharô” (Pai Feroz), derivado do vocabulário tupi guarani (TUBARÃO, 2007a).

A Comarca de Tubarão foi criada em 1875, instalada no ano seguinte. Além da criação do Município e da Comarca, a década de 1870 registra a imigração europeia, predominando a italiana, seguida da alemã e a criação da Estrada de Ferro Dona Teresa Cristina (TUBARÃO, 2007b).

O município está localizado na região Sul de Santa Catarina a 140 km da capital do Estado, Florianópolis. Tem como municípios limites Jaguaruna, ao sul, Treze de Maio a sudoeste, Pedras Grandes a oeste, São Ludgero a noroeste, ao norte com Gravatal, leste com Capivari de Baixo e com Laguna a sudeste. A cidade de Tubarão está representada na figura 10.

Figura 10 – Imagem do município de Tubarão, SC.



Fonte: Google maps, 2013.

O clima do município é classificado como subtropical úmido, com temperaturas médias anuais em torno dos 20°C, precipitação total anual de 1.800mm e umidade relativa do ar oscilando em 82%. O relevo, por sua vez, é composto por planícies costeiras e planícies pluviais em alguns trechos do rio Tubarão. O município está inserido dentro do bioma Mata Atlântica e a vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa, com predomínio das formações de terras baixas (TUBARÃO, 2011).

Tubarão possuía em 2010 uma população de 97.235 habitantes e em 2013, segundo estimativas, 101.284 habitantes. Possui uma área total de 301.755 km² e uma densidade demográfica de 322,23 hab/km², observando-se que mais de 90% da população reside em área urbana (IBGE, 2010).

Na divisão do uso e ocupação do solo no município, destaca-se o uso habitacional, com 3 zonas residenciais demarcadas (ZR1, ZR2, ZR3). Ainda, existem as zonas de uso comercial, ressaltando que Tubarão é um município polo no comércio e prestação de serviços na AMUREL; uso industrial, embora pouco expressivo; áreas históricas; áreas de interesse especial, como cultural e ambiental; áreas verdes; áreas de proteção especial, incluindo APP's e sambaquis; entre outras (TUBARÃO, 2008). A figura 11, que pode ser melhor visualizada no Anexo B, representa a divisão das zonas no município.

Figura 11 – Zoneamento urbano em Tubarão, SC.



Fonte: Tubarão, 2008.

No âmbito econômico, o município possui um número de empresas atuantes que gira em torno de 4.775 unidades, entre indústria, comércio e serviços (IBGE, 2010). No setor de mobilidade urbana, calcula-se que é atribuída a cidade uma frota de mais de 77 mil veículos, conforme consta na tabela 05 (IBGE, 2012).

Tabela 05 – Frota de veículos em Tubarão,SC

Tipo de Veículo	Quantidade
Automóvel	39.734
Caminhão	2.411
Caminhão trator	1.464
Caminhonete	4.664
Camioneta	2.049
Micro ônibus	86
Motocicleta	16.161
Motoneta	7.376
Ônibus	382
Trator de rodas	16
Utilitário	805
Outros	2.824
Total	77.972

Fonte: IBGE, 2012.

Santa Catarina possui a 6ª maior frota de veículos no Brasil e a maior quantidade de carros por habitante (OLENIKE et al, 2011). Em Tubarão, analisando a tabela e considerando a estimativa população para 2013, pode-se perceber que existe 0,8 veículo por habitante.

Analisando o perfil e o zoneamento da cidade, percebe-se que a população está concentrada na zona urbana. O município destaca-se no setor comercial, enquanto que no industrial, o mesmo não ocorre, apesar de constar no Plano Diretor uma zona de uso industrial. Ainda, percebe-se que existe uma grande frota de veicular, contabilizando-se quase um veículo por habitante, sendo esta a principal fonte de ruídos na cidade.

3.2 MONITORAMENTO DO RUÍDO – COLETA DE DADOS

Como já abordado, a análise do ruído e seus principais pontos de emissão é de grande importância, pois pode ser utilizado com instrumento de planejamento ambiental em um município. Além disso, destaca-se que ruídos acima dos limites previstos em legislação podem ocasionar danos à saúde como insônia, stress e problemas auditivos. Desta forma, este estudo visa elaborar um mapa de ruído no perímetro urbano do município de Tubarão, atingindo zonas sensíveis, como escolas e hospitais. Ressalta-se que este tipo de mapeamento nunca foi realizado no município, podendo servir como base para estudos futuros, planejamento urbano e desenvolvimento de melhorias.

3.2.1 Descrição dos pontos monitorados

Para a análise de ruído foram escolhidos 11 pontos para medição em ambiente externo, localizados nas proximidades dos locais descritos na tabela 06, situados em diferentes bairros distribuídos pelo município.

Tabela 06 – pontos de medição do ruído

Ponto	Local de referência
1	Abrigo dos Velinhos
2	Biblioteca UNISUL
3	BR-101
4	Escola de Educação Básica Senador Francisco Benjamim Gallotti
5	Escola de Educação Básica Henrique Fontes
6	Hospital Nossa Senhora da Conceição
7	Igreja São José Operário
8	Zona residencial
9	Zona comercial
10	Hospital Socimed
11	Estádio Anibal Costa

Fonte: Da autora, 2013.

A seleção baseou-se nas normas NBR 10.151 e na Lei Municipal Complementar nº 011/2005, que estabelece sobre ruídos urbanos e proteção do bem estar e do sossego público. Em seu artigo 1º, inciso XII, define que a zona sensível necessita que lhe seja assegurado um silêncio excepcional, a 200m de hospitais, maternidades, asilos, escolas, bibliotecas e similares. Os pontos escolhidos para a medição dos níveis sonoros estão representados na figura 12.

Figura 12 – Pontos de medição de ruído



Fonte: Da autora, 2013.

Ressalta-se que os pontos selecionados encontram-se em área urbana, em algumas das principais ruas e rodovias do município, com atividades comerciais e tráfego constante de veículos.

O primeiro ponto selecionado corresponde às imediações do Asilo dos Velhinhos, no bairro São João, com latitude $28^{\circ}28'01''S$ e longitude $49^{\circ}0'0,34''O$. Este local sofre influência de ruídos provenientes, principalmente, do posto da polícia militar, da BR-101, empresas transportadoras e atividades comerciais. De acordo com o Plano Diretor municipal, o local é classificado como Zona Comercial. O ponto 1 pode ser visualizado na figura 13.

Figura 13 – Proximidades do Asilo dos Velhinhos: ponto 1.



Fonte: Da autora, 2013.

O ponto 2 localiza-se nas proximidades biblioteca da UNISUL, bairro Dehon, com latitude $28^{\circ}28'52,47''S$ e longitude $49^{\circ}1'12,23''O$. Este ponto está inserido nas instalações da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) e Colégio Dehon, recebendo ruídos provenientes do tráfego de veículos e atividades recreativas realizadas no ginásio construído ao lado da biblioteca. A figura 14 representa o local de medição.

Figura 14 – Arredores da biblioteca da UNISUL: ponto 2.



Fonte: Da autora, 2013.

O ponto 3, com latitude de $28^{\circ}28'28,91''S$ e longitude $49^{\circ}1'24,76''O$, às margens da BR-101, também no bairro Dehon, é outra localização a ser analisada. O bairro, apesar de contar com muitas residências, é considerado no Plano Diretor como zona comercial. O ponto, exibido na figura 15, foi escolhido com o objetivo de quantificar os ruídos provenientes de uma rodovia federal com tráfego intenso.

Figura 15 – Margem da BR-101: ponto 3.



Fonte: Da autora, 2013.

Os arredores da E.E.B. Senador Francisco Benjamim Gallotti correspondem ao quarto local de medição selecionado, localizando-se no bairro Oficinas, a uma latitude de $28^{\circ}28'50,62''S$ e longitude de $49^{\circ}0'0,34''O$. O ponto, ilustrado na figura 16, está inserido em uma zona comercial, sendo influenciado por ruídos provenientes de atividades comerciais e tráfego intenso.

Figura 16 – E.E.B. Senador Francisco Benjamim Gallotti: ponto 4.



Fonte: Da autora, 2013.

O ponto 5 localiza-se nas proximidades da Escola de Educação Básica Henrique Fontes, a uma latitude $28^{\circ}28'29.03''S$ e longitude de $49^{\circ} 0'37''O$. O local, que pode ser visualizado na figura 17, está inserido na Avenida Patrício Lima, bairro Humaitá, e é caracterizado pelo Plano Diretor como Zona Comercial. O ponto é afetado por ruídos provenientes de atividades comerciais e pelo tráfego intenso, uma vez que a avenida é uma importante ligação do município com a BR-101.

Figura 17 – E.E.B Henrique Fontes ao fundo: ponto 5



Fonte: Da autora, 2013.

O local próximo ao Hospital Nossa Senhora da Conceição (HNSC), 6º ponto de estudo, localiza-se no Centro, onde há inúmeras atividades comerciais e recreativas, além do tráfego de veículos. Ressalta-se que nas proximidades do ponto 6 existe um Colégio que, por possuir um ginásio e locais de atividades esportivas, acaba contribuindo com o ruído. O hospital, ilustrado na figura 18, está localizado em uma das principais avenidas de Tubarão, a Avenida Marcolino Martins Cabral, a uma latitude de $28^{\circ}28'50.62''S$ e longitude de $49^{\circ} 0'10.34''O$.

Figura 18 – Imediações do HNSC: ponto 6



Fonte: Da autora, 2013.

O ponto de estudo número 7 é constituído pelas proximidades da Igreja São José Operário, localizado na Praça Luiz Pedro de Medeiros, no bairro Oficinas, a uma latitude de $28^{\circ}29'18.47''S$ e longitude de $49^{\circ}1'8.68''O$ (Figura 19). A área é caracterizada como Zona Comercial, onde são praticadas atividades recreativas, como academia ao ar livre, futebol, skate, entre outros (Figura 20). O local também sofre influência do ruído proveniente do tráfego intenso e atividades comerciais. Ainda, destaca-se a presença de outra igreja nas proximidades, a qual também é afetada pela poluição sonora.

Figura 19 – Igreja São José Operário: ponto 7.



Fonte: Da autora, 2013.

Figura 20 – Atividades recreativas no local



Fonte: Da autora, 2013.

Para o estudo do oitavo ponto no município, selecionou-se uma Zona Residencial, localizada no bairro Vila Moema, com latitude de $28^{\circ}28'58.35''S$ e longitude de $49^{\circ}0'1,54''O$. O local, ilustrado na figura 21A, caracteriza-se pela

presença de residências e edifícios, sendo que somente uma atividade comercial foi encontrada nas proximidades do ponto 8. O ruído emitido é proveniente do tráfego de veículos, embora não tão intenso. Destaca-se ainda a construção de um edifício próximo ao local de medição (Figura 21B), fato que contribui com a geração de ruídos na área, mesmo que por período determinado.

Figura 21 – Zona Residencial: ponto 8 (A) e construção nas proximidades (B).



Fonte: Da autora, 2013.

A análise do ruído em uma Zona Comercial caracteriza o nono ponto de medição. O local possui as coordenadas $28^{\circ}28'59.31''S$ e $49^{\circ}0'41.26''O$, localizado na Avenida Marcolino Martins Cabral, Centro, sendo qualificado pelo Plano Diretor municipal como Zona Comercial. Próximo ao ponto percebe-se a presença de inúmeras atividades comerciais, como lojas, bancos e hotéis, além de um terminal rodoviário e tráfego intenso. A área pode ser visualizada na figura 22.

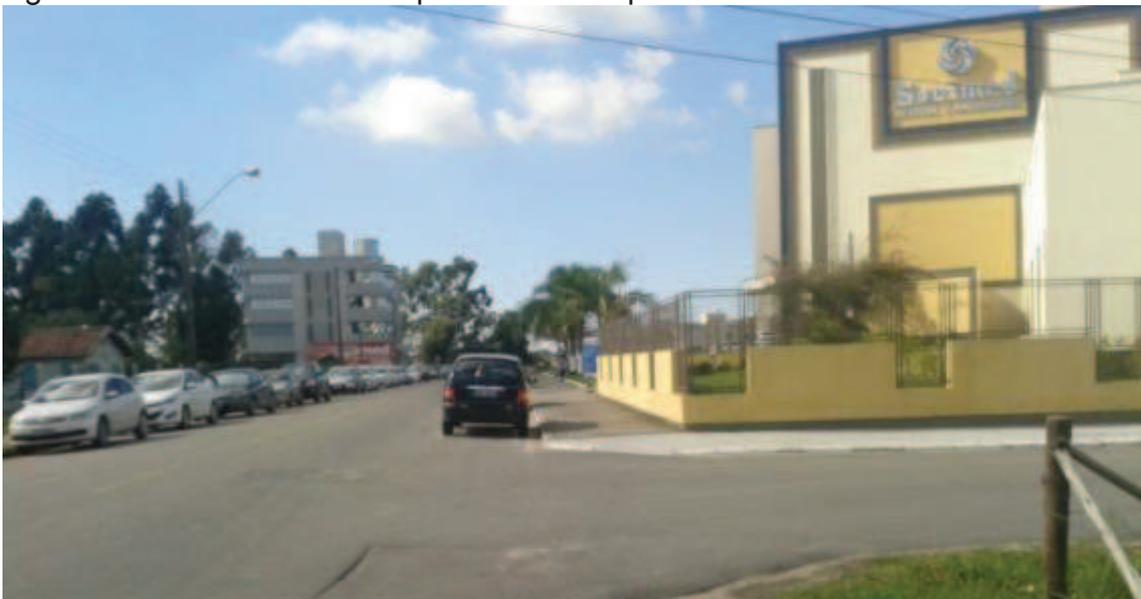
Figura 22 – Zona Comercial: ponto 9.



Fonte: Da autora, 2013.

O décimo ponto de medição localiza-se nas proximidades do hospital Socimed, com coordenadas $28^{\circ}28'23.35''S$ e $48^{\circ}59'20.45''O$, Rua Aldomar Cardoso, Bairro Passagem. A área, que pode ser visualizada na figura 23, é classificada como Zona Residencial e não possui atividades comerciais nas proximidades, com exceção de um hotel, podendo ser considerado como um local mais tranquilo em relação aos outros estudados.

Figura 23 – Arredores do hospital Socimed: ponto 10



Fonte: Da autora, 2013.

Para o ponto de medição de número 11 (Figura 24), selecionou-se uma área com grande movimento de veículos, além de inúmeras atividades comerciais e um estádio de futebol. O ponto está localizado na Avenida Pedro Zappellini, com coordenadas 28°29'29.76"S e 49° 0'40.85"O, sendo apontado como zona comercial. Destaca-se ainda a presença da Escola Básica Aderbal Ramos da Silva próxima ao ponto de medição.

Figura 24 – Avenida Pedro Zappellini: ponto 11



Fonte: Da autora, 2013.

A análise desenvolveu-se, em sua totalidade, na área urbana de Tubarão por ser o local com maior concentração de ruído. O estudo abrangeu diferentes localidades do município, englobando 8 bairros. Cada local apresenta diferentes características, possuindo, entretanto, fontes de ruído similares.

3.2.2 Monitoramento do ruído

Para a análise do ruído utilizou-se um decibelímetro digital modelo DEC-490 (Figura 25A), calibrado em julho de 2013 (Figura 25B), com calibrador modelo CAL-4000, fabricado conforme a norma IEC 942, classe 2 e com precisão de $\pm 0,5$ dB. O certificado de calibração pode ser visualizado no Anexo A. O decibelímetro foi

ajustado para medir ruídos de 30 a 130 dB e programado no modo “slow”, coletando dados em resposta lenta.

Figura 25 – Decibelímetro digital (A) e data de calibração (B)



Fonte: Da autora, 2013.

As medições foram realizadas tomando-se como base a NBR 10.151 de 2000, a qual estabelece normas para a análise do ruído. Desta forma, o decibelímetro foi mantido a uma altura de aproximadamente 1,20 m e afastado, no mínimo, 2 metros da fonte. Além disso, não foram coletados dados em dias com trovões e chuva forte, os quais podem influenciar no resultado obtido (ABNT, 2000).

Por possuírem características similares em relação ao ruído, as medições foram feitas em dias úteis a partir das 8:00 e das 17:00, a fim de abranger os horários de maior movimento no comércio e de veículos. Os horários abordados contemplam a medição no período diurno, uma vez que, de acordo com a NBR 10.151/2000, para efeitos de análise de ruído, o período noturno inicia-se a partir das 22h. Ressalta-se que as medições não foram realizadas no período noturno por motivos de segurança, uma vez que as mesmas tinham duração de cerca de 4 horas.

Em cada período, foram feitas 4 medições por ponto, sendo que cada medição teve duração de aproximadamente 2 minutos e intervalo de 5 minutos entre

uma e outra. O cronograma inicial com os dias de medição pode ser visualizado na tabela 07.

Tabela 07 – Cronograma de medições de ruído

Semana	Pontos	Dia da semana	Data
1	7, 4, 11, 9, 8	Terça-feira e Quinta-feira	10/09 e 12/09
2	7, 4, 11, 9, 8	Segunda, Quarta e Sexta-feira	16/09, 18/09 e 20/09
3	6, 10, 5, 2, 3, 1	Terça-feira e Quinta-feira	24/09 e 26/09
4	6, 10, 5, 2, 3, 1	Segunda, Quarta e Sexta-feira	30/09, 02/10 e 04/10

Fonte: Da autora, 2013.

Percebe-se, portanto, que as medições foram realizadas alternadamente em relação aos dias da semana. Devido a intervenções climáticas, como o vento forte e a chuva, as análises do ruído compreenderam um período de 5 semanas, totalizando 176 medições distribuídas nos 11 pontos selecionados. A cada medição, foram anotados o menor e o maior valor do ruído fornecido pelo aparelho.

Para facilitar a análise dos dados, foi calculada uma média dos menores valores e maiores valores encontrados, através das fórmulas 5 e 6. Posteriormente, calculou-se a média final, visando obter-se somente um valor para facilitar a comparação com a legislação.

$$NIS = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (5)$$

$$LAeq = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10 \frac{Li}{10} \quad (6)$$

Onde:

I – intensidade sonora;

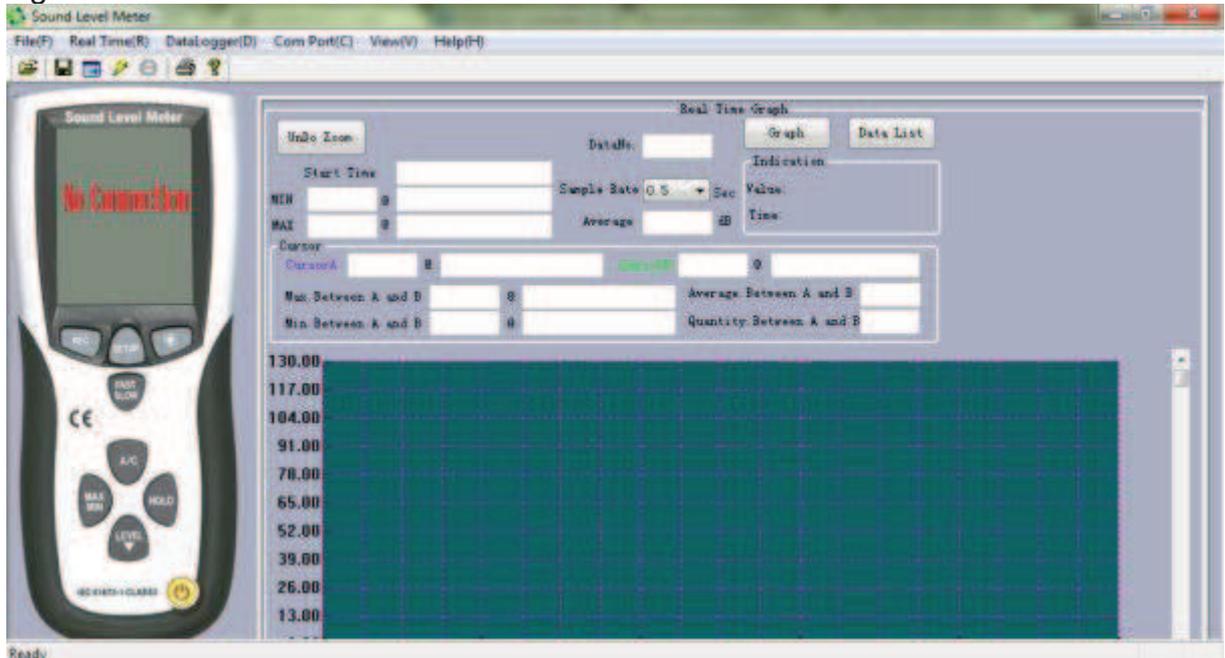
I_0 – intensidade de referência que, para a propagação no ar é igual a 10^{-12} watt/m².

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

n – o número total de leituras.

Com o auxílio do Software Sound Level Meter foi possível obter gráficos que mostram a variação do ruído no período de medição. A interface do software está ilustrada na figura 26.

Figura 26 – Interface do software Sound Level Meter



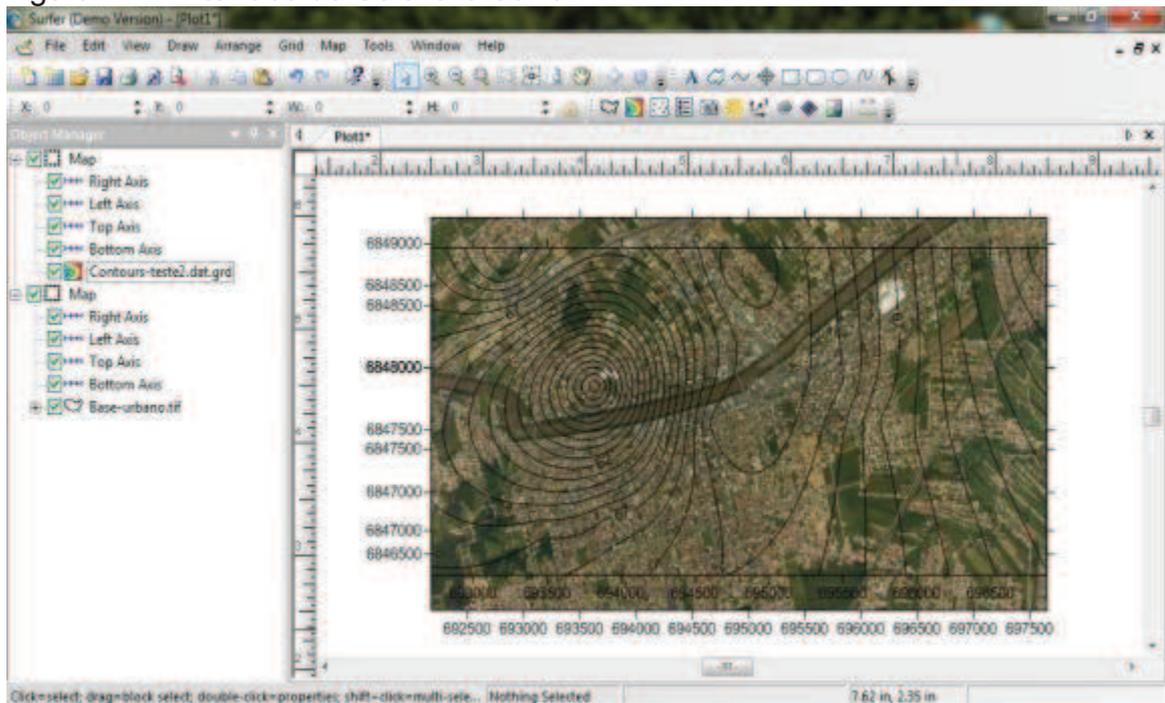
Fonte: Da autora, 2013.

Ademais, foram feitos registros fotográficos, anotações de fatos ocorridos durante as medições que poderiam afetar no resultado e, ainda, foram coletadas as coordenadas geográficas dos pontos com o auxílio de um GPS da marca Foston e do software Google Earth, para o desenvolvimento do mapa de ruído.

3.2.3 Mapeamento sonoro e propostas de melhorias

Segundo Scariot et al (2012, p.51), “a elaboração de mapas de ruído com o apoio das geotecnologias é uma poderosa ferramenta para visualização e compreensão do comportamento do ruído em determinada área”. Para o desenvolvimento do mapeamento sonoro diurno no município utilizou-se a versão demo do software Surfer 11. A interface do software pode ser visualizada na figura 27.

Figura 27 – Interface do Software Surfer 11



Fonte: Da autora, 2013.

Primeiramente, criou-se um mapa base adicionando uma imagem no formato “TIFF” do perímetro urbano do município. Posteriormente, criou-se um mapa de contorno a partir das médias finais calculadas. Para este mapa, foram adicionados ao programa dados X, Y e Z em formato “DAT”, ou seja, latitude, longitude e média final dos níveis de ruído, respectivamente. Posteriormente, para que as coordenadas fossem ajustadas, os mapas foram sobrepostos utilizando-se o método “krigagem”, por apresentar maior precisão. Os mapas utilizados apresentavam projeção UTM – Universal Transversa de Mercator, em metros. Na sequência, atribuíram-se coordenadas ao mapa resultante do software Surfer, ou seja, a imagem foi georreferenciada com auxílio do software livre QuantumGis.

Ainda, ressalta-se que o mapeamento sonoro é uma das ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar no planejamento ambiental e desenvolvimento sustentável de um município. A partir do mapa desenvolvido foram propostas medidas de melhoria, visando amenizar a problemática do ruído.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Serão apresentados neste item os resultados obtidos durante o período de monitoramento do ruído no município, bem como o mapeamento sonoro, comparação com normas legais aplicáveis e propostas de melhoria.

4.1 MONITORAMENTO SONORO

A partir das medições realizadas em 11 (onze) pontos distribuídos no perímetro urbano do município de Tubarão, serão expostos neste item os valores medidos e análise dos mesmos, levando-se em consideração as temáticas já abordadas. Os dados referem-se às coletas realizadas no decorrer de 5 semanas, entre os meses de setembro e outubro do ano de 2013, onde cada ponto foi medido, no total, por mais de 40 minutos. Os resultados obtidos dos níveis de pressão sonora estão expostos nas tabelas a seguir de forma que o menor e o maior valor correspondem aos resultados mais baixos e mais altos encontrados, respectivamente. Ressalta-se que os dados são relativos ao período diurno, coletados das 8h às 12h e entre as 17h e 21h, uma vez que a NBR 10.151/2000 considera como período noturno aquele após as 22h.

Os resultados dos níveis de pressão sonora obtidos em cada ponto serão expostos nas tabelas 08 a 15. As mesmas expressam respectivamente os mais baixos e mais altos níveis de pressão sonora observados em cada período de coleta, que compreendia aproximadamente 05 minutos. Ainda, estão ilustrados nas figuras 28 a 32 os gráficos de variação sonora nos pontos de medição. Considerando que os gráficos resultantes são similares, somente um para cada ponto foi exposto.

A tabela 08 traz os valores do ponto número 1, os quais foram coletados nos arredores do Abrigo dos Velinhos, localizado no bairro São João e caracterizado pelo Plano Diretor como Zona Comercial.

Tabela 08 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades do Abrigo dos Velhinhos (ponto 1)

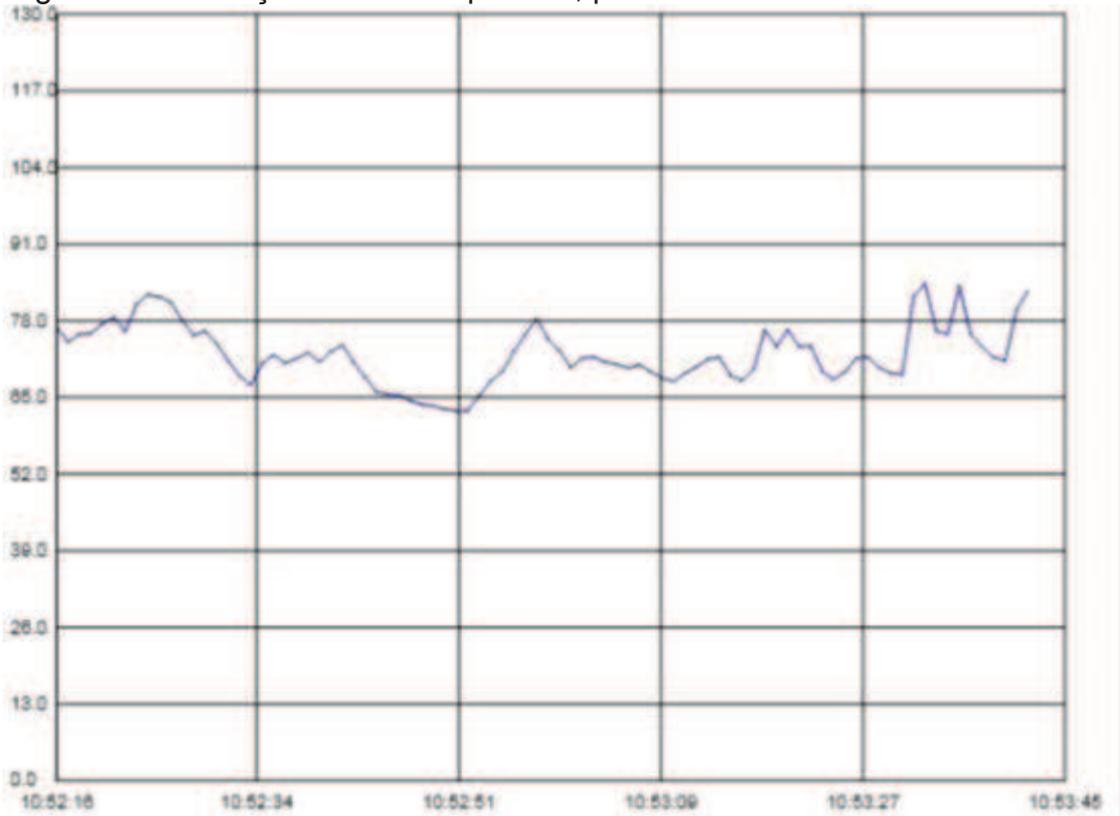
Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	62-86	60-78	53-80	59-83	63-80
	60-85	61-79	54-78	54-82	58-87
	65-89	62-82	58-75	58-78	65-86
	54-86	59-80	59-86	54-85	62-84
17h às 21h	63-75	62-85	55-85	59-78	70-85
	60-75	62-77	62-79	59-82	68-83
	62-78	63-81	62-87	61-85	65-82
	61-86	60-75	58-79	60-73	67-87

Fonte: Da autora, 2013.

No período matutino a média calculada para o menor e maior valor dos níveis de pressão sonora, respectivamente, foi 61dB(A) e 84dB(A), enquanto que no entardecer/noite, os resultados médios observados foram 63dB(A) e 83dB(A). Apesar da classificação do zoneamento de acordo com o Plano Diretor, é possível observar nas proximidades a existência de uma casa de repouso para idosos (Abrigo dos Velhinhos) e residências. Sendo assim, analisando a tabela de nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A), da NBR 10.151, é possível observar que os valores excedem o permitido, que é de 60 dB para o período diurno.

Comparando os valores encontrados com a Legislação Municipal Complementar nº 011 de 2005, o ponto 01, por se localizar próximo a um asilo, é uma zona sensível a ruído, devendo seguir as recomendações da NBR 10.151. A variação de ruídos no local durante uma das medições pode ser visualizada na figura 28.

Figura 28 – Variação sonora no ponto 1, período matutino.



Fonte: Da autora, 2013.

Destaca-se que nesta área os ruídos são provenientes, principalmente da circulação intensa de carros e caminhões, uma vez que existe uma transportadora e uma cooperativa responsável pelo carregamento de caminhões nas proximidades. Desta forma, pelo fato de as fontes ruidosas serem móveis, observou-se uma grande variação dos níveis sonoros, sendo que os picos são derivados da passagem, principalmente, de motocicletas e caminhões.

O ponto 2, por sua vez, localiza-se próximo à Biblioteca inserida no campus da UNISUL, o qual se caracteriza como Zona Comercial. O local apresenta níveis de ruído bem mais baixos quando comparados ao ponto anterior, sendo que os valores medidos podem ser visualizados na tabela 09.

Tabela 09 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades da Biblioteca da UNISUL (ponto 2)

Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	48-54	55-65	47-60	49-56	49-66
	49-56	59-65	47-55	49-55	50-77
	48-53	51-57	43-61	50-58	49-57
	48-59	51-56	52-63	51-61	47-66
17h às 21h	45-48	51-55	43-54	48-54	46-66
	46-53	47-56	42-53	47-51	45-53
	47-49	49-56	44-51	48-56	46-51
	47-52	46-54	43-52	49-56	47-50

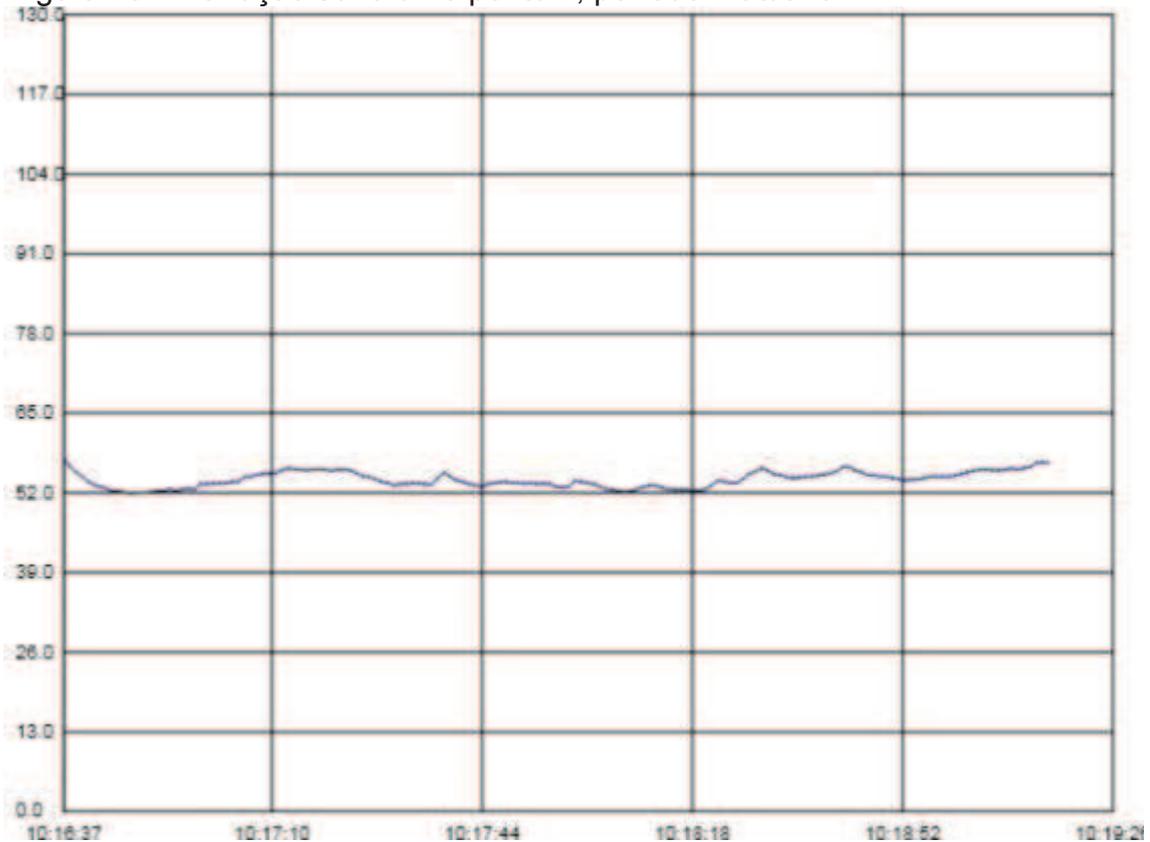
Fonte: Da autora, 2013.

Nos arredores da biblioteca da UNISUL, os ruídos são provenientes de atividades recreativas, conversas entre pessoas e tráfego não intenso de veículos. Ainda, é válido destacar que sons oriundos do canto dos pássaros influenciaram nos resultados, uma vez que também são detectados pelo decibelímetro.

Ressalta-se ainda que, nas medições realizadas no período matutino de terça-feira, os valores não baixaram de 51dB(A), uma vez que atividades esportivas estavam sendo desenvolvidas no ginásio localizado próximo ao ponto de medição. Por se tratar de uma área escolar, a NBR 10.151 dita que os valores devem permanecer dentro de 50dB(A) no período diurno. As médias calculadas resultaram em 51dB(A) e 66dB(A) para a manhã e 47 dB(A) e 56dB(A) para o entardecer/noite. Percebe-se, portanto, que a média de ruído é de 61dB(A), estando acima do limites estabelecido pela norma.

Destaca-se ainda que, de acordo com a OMS, ruídos de até 50dB são considerados confortáveis para o ouvido humano e, acima deste valor o ser humano começa a sofrer com os impactos do ruído. Em um estudo realizado por Leite et al (2003) que abordou a temática de avaliação do ruído em bibliotecas em Natal, no Estado do Rio Grande do Norte, ressalta-se que ruídos podem causar uma redução de até 60% da produtividade, pois dificulta a concentração, propiciando erros, desperdícios ou acidentes por distração. Na figura 29 é possível observar a variação sonora de uma das medições no ponto 2.

Figura 29 – Variação sonora no ponto 2, período matutino.



Fonte: Da autora, 2013.

Observa-se através da figura 29 que não há uma variação considerável dos valores medidos, por haver fontes isoladas de ruídos, como conversas de pessoas e movimento esporádico de veículos.

O terceiro ponto monitorado localiza-se às margens da BR-101 e também é classificado como Zona Comercial. A principal fonte de ruídos no local é proveniente do tráfego rodoviário. Segundo Nunes et al (2000) apud Nagem (2004), no desenvolvimento de mapas sonoros, o ruído ambiental é o foco do estudo, caracterizando-se por diversas fontes identificadas no local da medição. Em mapeamentos urbanos, vem sendo comprovado que um dos maiores poluidores sonoros é o tráfego rodoviário. A tabela 10 expõe os maiores e menores níveis de ruído monitorados no ponto 3.

Tabela 10 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades da BR-101 (ponto 3)

Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	68-85	60-82	68-82	62-82	62-85
	64-86	59-81	66-80	65-81	64-80
	69-85	64-87	65-79	60-107	61-81
	62-82	60-83	64-82	61-82	64-84
17h às 21h	60-84	67-90	59-81	67-81	67-82
	65-83	68-88	59-97	61-78	66-86
	62-80	65-84	64-82	65-77	68-82
	61-83	62-79	62-79	66-80	66-77

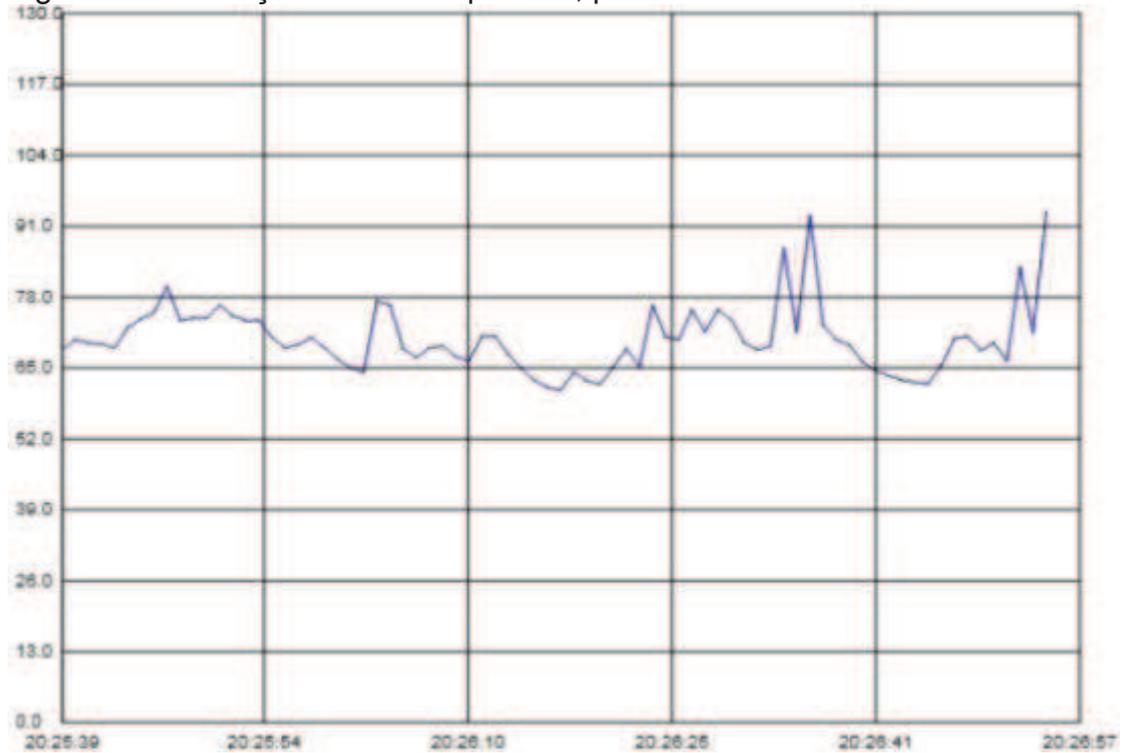
Fonte: Da autora, 2013.

A média obtida para a área foi de 64dB(A) e 94dB(A) para o período matutino e de 65dB(A) e 86dB(A) para o entardecer/noite, ou seja, valores superiores àqueles propostos pela norma: 60 dB(A). O maior valor medido, 107dB(A), resultou da buzina de um caminhão, sendo que este nível de ruído não foi alcançado em outras medições.

A área próxima à BR-101 possui inúmeras atividades, principalmente relacionadas à venda de carros, caminhões e postos de gasolina. Porém, é possível observar na área algumas residências, cujos moradores, através de relatos não oficiais, afirmam sofrer com o ruído proveniente do tráfego constante de veículos, o qual apresenta um maior número de caminhões no período noturno.

Tal relato de desconforto é pertinente, considerando que conforme exposto Caravelli e Eniz (2006, p. 139) “o problema do ruído deve ser encarado seriamente [...], pois ele afeta as pessoas na sua individualidade e na coletividade, alterando seu comportamento e relacionamento”. Ressalta-se que, de acordo com a OMS, ruídos acima de 70dB podem causar aumento dos riscos de enfarto, infecções, entre outros, como exposto anteriormente. A figura 30 apresenta a variação sonora de uma das medições no ponto citado.

Figura 30 – Variação sonora no ponto 3, período entardecer/noturno



Fonte: Da autora, 2013.

Ao analisar a figura pode-se perceber que há uma grande variação do nível de ruído neste ponto. Este fato pode ser explicado, pois as fontes sonoras são móveis e o ruído proveniente de caminhões é maior do que aquele oriundo dos carros, como pôde ser constatado durante as medições.

O ponto 4, localizado nas proximidades de uma escola, é classificado como Zona Comercial e apresenta níveis de ruído que chegaram em 90dB(A). Os resultados obtidos podem ser visualizados na tabela 11.

Tabela 11 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades da E.E.B. Senador Francisco Benjamim Gallotti (ponto 4)

Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	56-81	55-69	53-81	53-78	58-74
	54-74	61-80	55-76	57-89	59-83
	57-80	61-79	56-80	56-74	59-74
	55-69	59-73	57-72	58-78	57-72
17h às 21h	57-81	58-75	60-82	65-73	61-73
	57-74	61-73	55-90	60-73	59-74
	55-75	55-80	58-79	57-75	58-74
	53-78	53-69	55-69	56-71	56-87

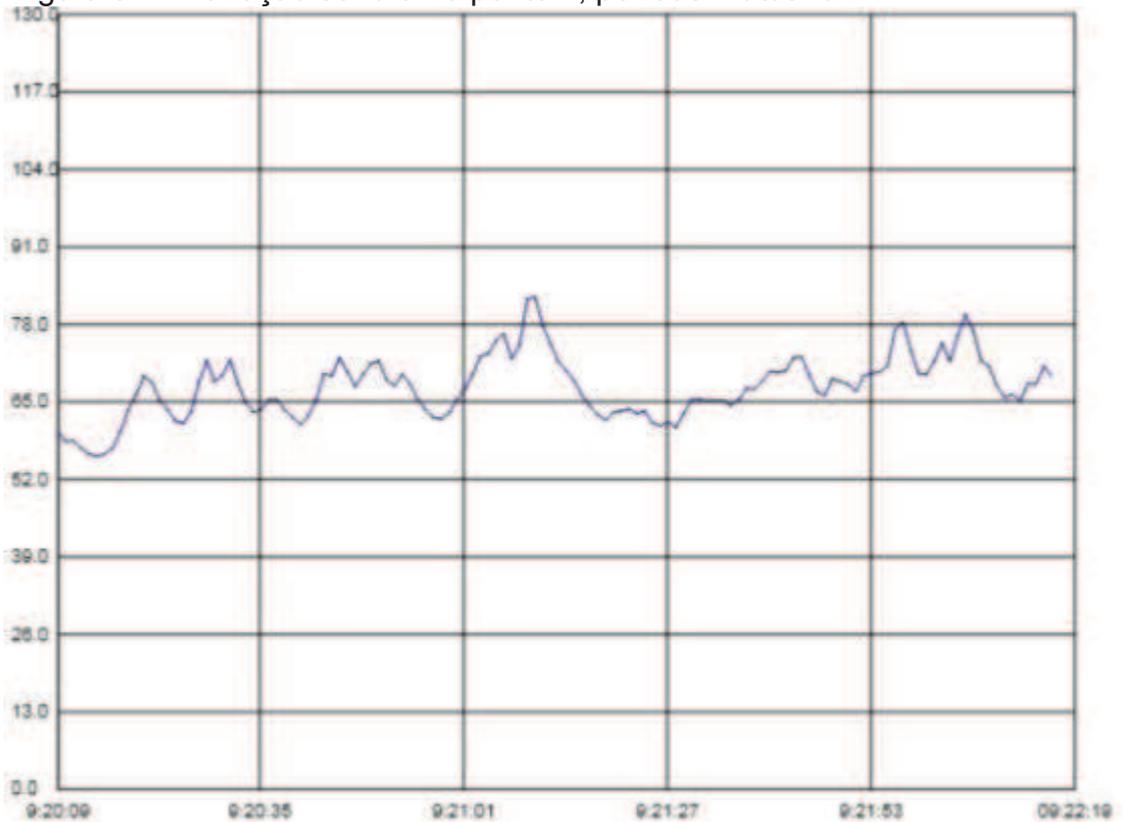
Fonte: Da autora, 2013.

A média obtida para a área foi de 57dB(A) para o menor nível e 80dB(A) para o maior nível de ruído no período matutino, enquanto que para o período do entardecer/noite obteve-se a média de 59dB(A) e 80dB(A), respectivamente. Observa-se que as médias para os dois períodos mantiveram-se similares. Justifica-se tal fato pela constante movimentação de veículos na área monitorada, em razão de localizar-se em uma zona comercial e importante acesso para outros bairros e BR-101. Além disso, atividades comerciais, como o mercado que se localiza em frente à escola, estendem suas atividades até as 21h.

O ponto está localizado nas proximidades de uma escola, local este que admite um limite de 50dB(A) para o período diurno. Assim, percebeu-se que os valores encontrados ultrapassam os propostos pela norma. Ressalta-se que, de acordo com a Lei Municipal Complementar nº 011 de 2005, o ponto 04 é uma zona sensível a ruído, devendo obedecer aos limites estabelecidos pela NBR 10.151.

O local muitas vezes ultrapassa o limite de 70dB(A), o qual, de acordo com a OMS, pode ser responsável por estresse degenerativo e, conseqüentemente, aumento do risco de enfarto, infecções, entre outros. Um estudo realizado por Garavelli e Eniz (2006) que abordou a contaminação acústica de ambientes escolares devido aos ruídos urbanos, afirma que em um ambiente escolar as crianças em fase de aquisição de linguagem e escrita são mais vulneráveis aos efeitos da poluição sonora, pois acabam nem sempre compreendendo a explicação dos professores. A variação dos níveis de ruído deste ponto em uma das medições pode ser visualizada na figura 31.

Figura 31 – Variação sonora no ponto 4, período matutino.



Fonte: Da autora, 2013.

Observa-se, através da figura 31, que os níveis de ruído neste ponto sofrem grandes variações em decorrência do tráfego constante de veículos. Os níveis aumentam, principalmente, em decorrência de motocicletas.

Inserido em Zona comercial, o ponto de número 5 localiza-se nos arredores da Escola Henrique Fontes. Os valores das medições realizadas no local estão dispostos na tabela 12.

Tabela 12 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades da E.E.B. Henrique Fontes (ponto 5)

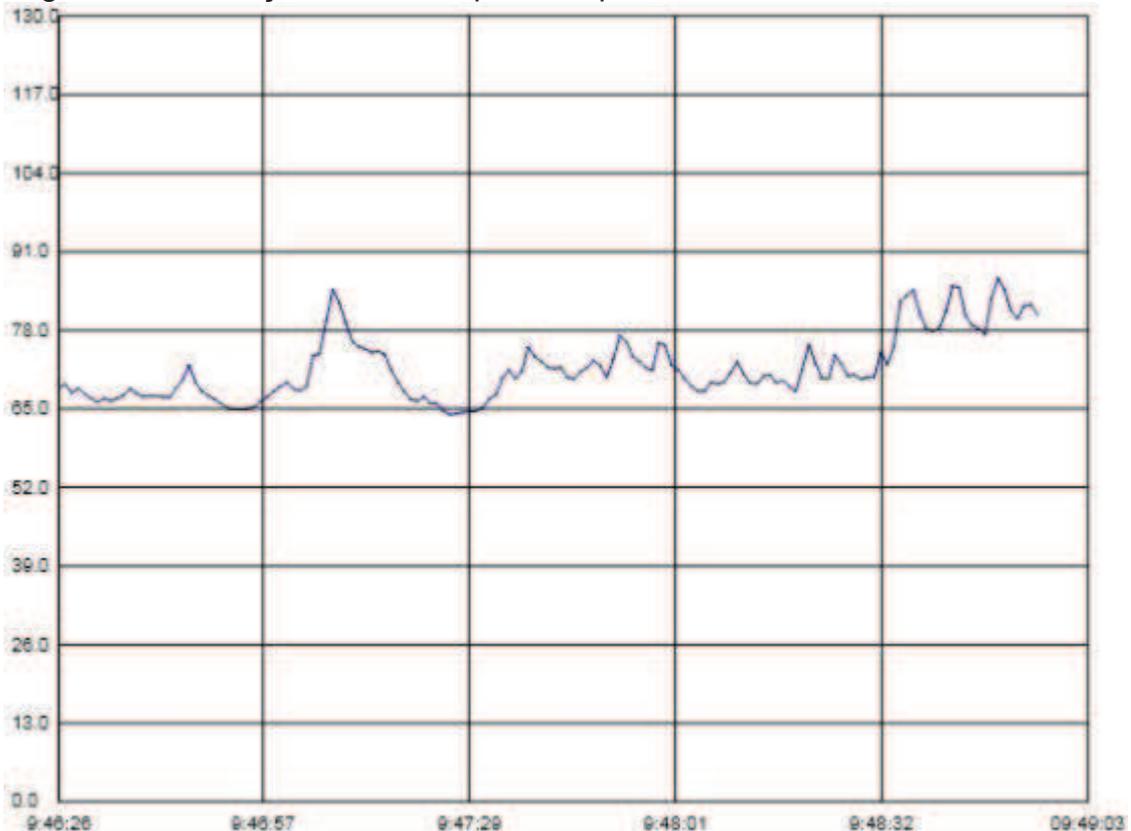
Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	64-82	68-82	62-83	62-80	60-81
	63-85	64-86	63-88	65-86	64-76
	64-84	64-82	64-87	58-84	62-86
	64-84	60-80	60-89	63-86	63-86
17h às 21h	61-80	65-93	64-85	58-89	67-85
	65-87	62-79	66-82	62-85	64-86
	61-75	65-85	61-86	58-84	65-89
	66-78	66-87	64-85	65-81	64-85

Fonte: Da autora, 2013.

O ponto 5 revelou-se o mais grave do município, uma vez que está localizado em uma das principais avenidas de Tubarão, apresentando constantemente valores acima dos 80dB(A). O local apresenta tráfego intenso e constante de veículos e inúmeras atividades comerciais. Entre estas atividades, destaca-se uma distribuidora de bebidas, a qual é ponto de passagem de caminhões que são responsáveis por altos níveis de ruídos. Ainda, destaca-se que, segundo Nunes et al (2000) apud Nagem (2004), em mapeamentos urbanos, vem sendo comprovado que um dos maiores poluidores sonoros é o tráfego rodoviário.

Em relato não oficial de moradores e de um professor da escola Henrique Fontes, o ruído é um problema apontado e qualificado como insuportável, sendo motivo de afastamento e mudança de residência, além de interferir nas aulas. Pinto e Furck (1988) apud Gavarelli e Eniz (2006), afirmam que a mudança de comportamento, desinteresse, dores de cabeça, entre outros, são efeitos visíveis em crianças e adolescentes expostos a ruídos elevados. A variação do ruído neste local pode ser visualizada na figura 32.

Figura 32 – Variação sonora no ponto 5, período matutino.



Fonte: Da autora, 2013.

Ressalta-se que os níveis raramente estão abaixo dos 65dB(A), alcançando, muitas vezes, níveis acima dos 80dB(A). Ademais, a área de medição encontra-se a poucos metros da Escola Henrique Fontes, sendo considerada uma zona sensível a ruídos. Desta forma, segundo a norma, o ruído deveria estar entre 50dB(A) no período diurno, o qual fica entre às 7h e 22h para dias úteis. Entretanto, a média dos menores níveis de ruído calculado igualou-se a 63dB(A) e 85dB(A) para a média dos maiores níveis de ruído, ambos no período da manhã; enquanto que no período entardecer/noturno os resultados foram de 64dB(A) e 86dB(A), respectivamente.

O hospital Nossa Senhora da Conceição, inserido também em Zona Comercial, e considerado como uma zona sensível pela Lei Municipal Complementar nº 011 de 2005, sofre influência de diversas fontes de ruído como obras e tráfego intenso. Os valores obtidos podem ser observados na tabela 13.

Tabela 13 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nas proximidades do HNSC (ponto 6)

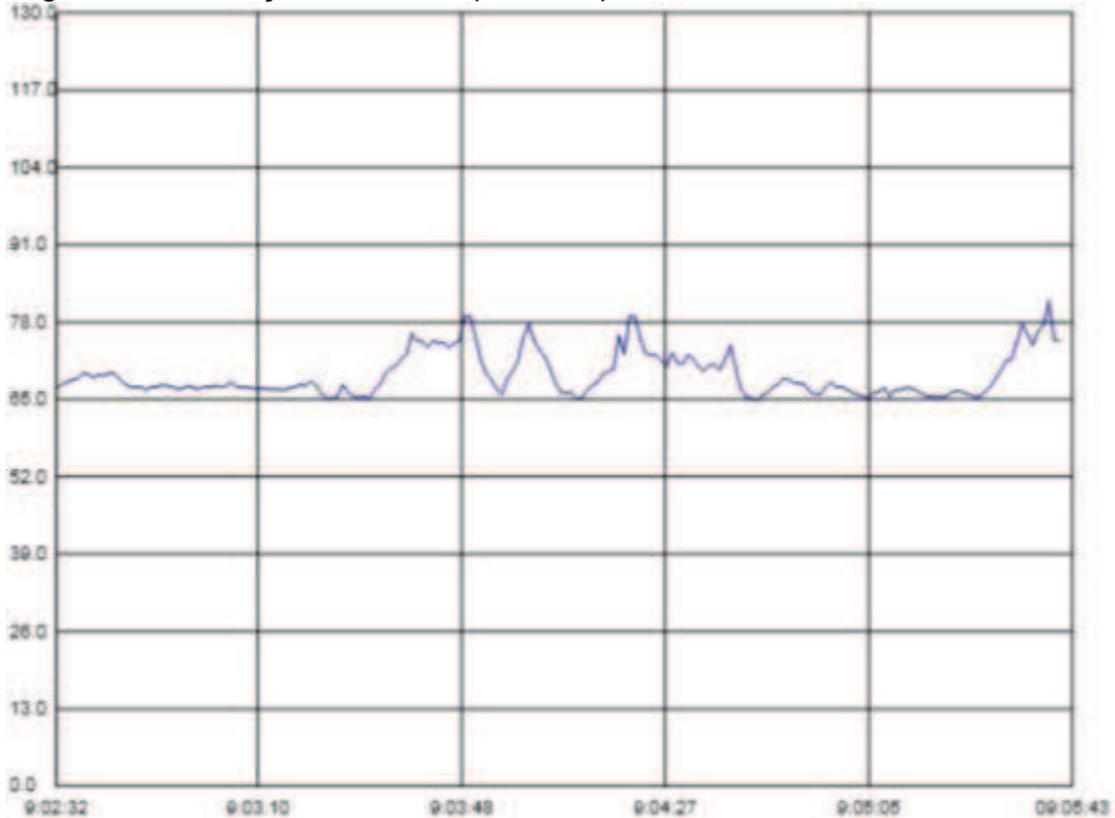
Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	66-85	59-82	59-85	63-84	62-82
	62-81	62-76	61-80	59-85	64-78
	62-81	65-81	65-83	60-77	67-85
	60-76	66-82	62-78	63-86	62-80
17h às 21h	63-80	65-80	61-82	65-84	62-89
	67-85	64-84	60-78	62-80	65-85
	63-79	66-85	64-76	63-78	65-72
	64-79	62-82	68-87	62-79	63-79

Fonte: Da autora, 2013.

O ponto 6 localiza-se na zona central da cidade, em uma das principais avenidas do município e é cercado por diversos tipos de atividades comerciais. Além disso, conta com a influência de ruídos provenientes fluxo constante e intenso de veículos, além de uma construção nas proximidades. Em muitos momentos, ruídos provenientes da obra não permitiram que os valores medidos fossem mais baixos. Os valores muitas vezes passam dos 80dB(A), porém, durante o maior período do tempo, permanecem em, aproximadamente, 75dB(A). As médias calculadas para o local foram de 63 dB(A) para o valor mais baixo e 83dB(A) para o valor mais alto, no

período matutino. Para o entardecer/noite, as médias resultaram em 64dB(A) e 83dB(A). Um exemplo da variação dos níveis de ruído neste ponto de medição pode ser visualizado na figura 33.

Figura 33 – Variação sonora no ponto 6, período matutino.



Fonte: Da autora, 2013.

Analisando a figura, observa-se que há, no local, uma grande variação nos níveis de ruído, uma vez que são provenientes do tráfego constante de veículos. Os níveis mais baixos e com menor variação no primeiro minuto da medição podem ser explicados pelo fato de o ponto estar próximo a uma sinaleira e, neste momento, os carros estarem parados.

A área próxima ao hospital é considerada, pela Lei Municipal Complementar nº 011 de 2005, como zona sensível, devendo obedecer aos limites estabelecidos pela NBR 10.151/2000. Para esta área, tais limites seriam de 50dB(A) para o período diurno, que compreende os horários das 7h às 22h. Já a Lei nº 1.811 de 1994, que institui o código de postura do município, veda a instalação de casas de diversões ou jogos ruidosos em locais compreendidos em áreas dentro de um raio de até 300m de hospitais. Observa-se que esta medida é respeitada, considerando-se que a casa noturna mais próxima localiza-se a 310m do hospital.

Apesar do cumprimento em relação a esta legislação, a exposição a ruídos pode comprometer o tratamento e melhora dos pacientes internados no hospital, visto que segundo Tsiou et al (1998) apud Otenio et al (2007), “pacientes submetidos a internações em UTI podem apresentar distúrbios comportamentais, que são exacerbados pela privação do sono e gerados por condições ambientais, como a exposição a ruídos”.

A igreja São José Operário, localizada no bairro Oficinas, é afetada por ruídos provenientes, basicamente, do tráfego rodoviário, atividades comerciais e atividades recreativas no período do entardecer/noite. Os valores encontrados na área estão representados na tabela 14.

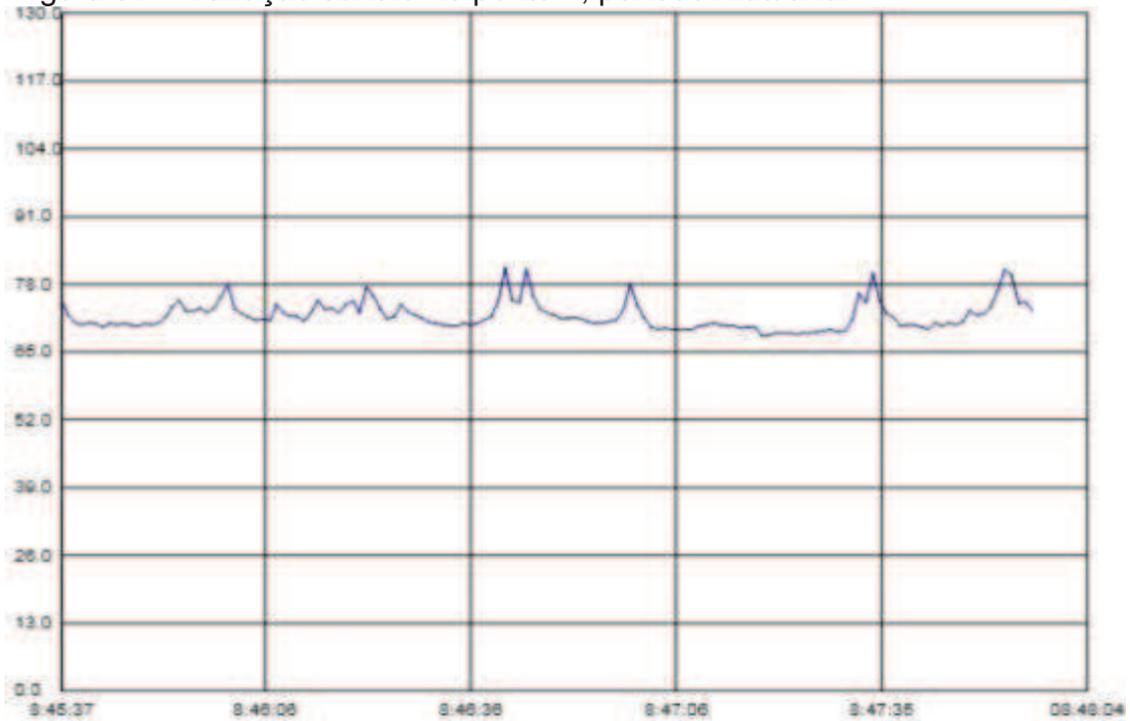
Tabela 14 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nos arredores da Igreja São José Operário (ponto 7)

Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	60-78	64-76	57-96	50-74	58-79
	60-82	55-72	56-84	53-78	57-79
	52-78	58-72	53-76	53-74	58-83
	64-76	55-69	55-82	56-79	58-74
17h às 21h	51-73	59-74	63-79	58-78	58-72
	58-74	57-77	57-82	52-71	61-78
	49-74	55-72	47-74	53-71	61-82
	52-77	60-77	55-76	50-73	60-77

Fonte: Da autora, 2013.

O local também é caracterizado como Zona Comercial e suas médias de ruído para a manhã são iguais a 58dB(A) e 84dB(A) e, para o entardecer/noite, 58dB(A) 77dB(A). A Lei Municipal Complementar nº 011 de 2005 diz que áreas próximas a igrejas são consideradas como zona sensível, devendo obedecer aos limites estabelecidos pela NBR 10.151. Entretanto, pode-se observar que os valores encontrados ultrapassam os propostos, que é de 60dB para o período diurno e 55dB para o período noturno. A variação dos níveis de ruído pode ser visualizada na figura 34.

Figura 34 – Variação sonora no ponto 7, período matutino.



Fonte: Da autora, 2013.

Ressalta-se que a igreja também é fonte de ruídos, uma vez que o movimento na região aumenta em horários de missa e o tocar do sino emitiu o maior ruído para o local: 96dB(A). Este fato pode ser corroborado segundo estudos de Guedes (2005) apud Nardi (2008) que afirmam que é possível identificar nas cidades ruídos oriundos de alarmes, sirenes, comércio, serviços e templos religiosos.

O próximo ponto analisado localiza-se em uma Zona Residencial, assim classificada pelo Plano Diretor, no bairro Vila Moema. O local é afetado por ruídos provenientes da movimentação de veículos, embora esta não seja muito intensa. Os valores obtidos encontram-se na tabela 15.

Tabela 15 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos na Zona Residencial (ponto 8)

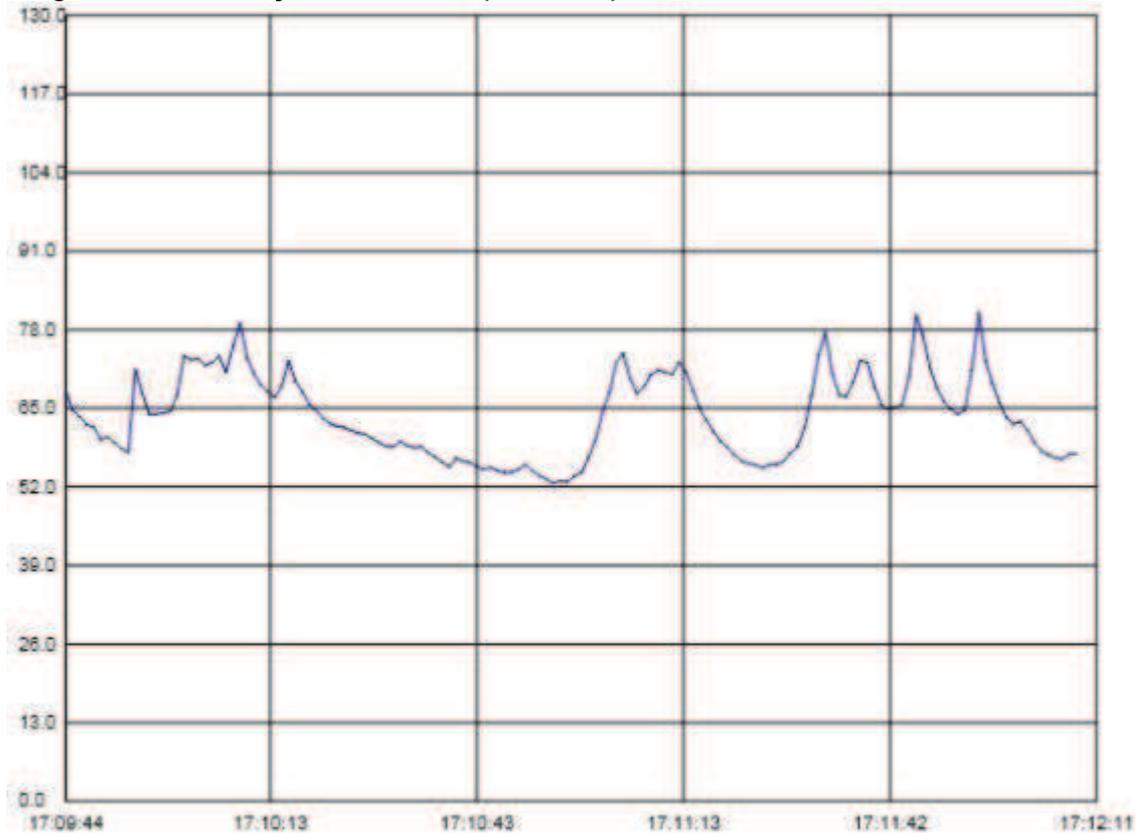
Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	61-69	52-74	71-80	50-80	53-73
	68-82	56-77	64-81	52-77	52-76
	61-77	52-80	66-84	51-74	52-64
	52-74	49-76	65-85	53-77	51-78
17h às 21h	52-78	50-95	52-80	54-77	53-75
	57-81	47-73	58-83	61-82	51-75
	52-78	50-82	54-84	60-83	52-77
	61-87	49-78	55-80	61-78	53-80

Fonte: Da autora, 2013.

A média para este local foi de 62dB(A) para os menores níveis de ruído e 79dB(A) para os maiores valores no período da manhã; e 56dB(A) e 84dB(A), menor e maior valor, respectivamente, para o período do entardecer/noite. A região é, na maior parte do tempo, tranquila, com valores que ficam em torno dos 55dB(A), sendo este o nível estabelecidos para áreas residenciais, de acordo com a NBR.

Existe, nas proximidades, uma construção que influenciou nas medições, pois ruídos oriundos de caminhões, conversas e da própria atividade eram constantes. Observou-se também nas proximidades uma atividade comercial que, por sua vez, não é fonte geradora de ruídos elevados. Ressalta-se que o valor de 95dB(A) foi atingido em virtude do latido de um cão próximo ao decibelímetro. Ainda, medições que não tiveram grande variação, como a primeira no período matutino de segunda-feira – 61dB(A) e 69dB(A) –, podem ser explicadas pelo fato de que havia, na obra próxima, um caminhão ligado, influenciando nos valores obtidos. Na figura 35, é possível observar a variação do ruído em uma das medições.

Figura 35 – Variação sonora no ponto 8, período do entardacer/noturno



Fonte: Da autora, 2013.

Observa-se que, pelo fato de se tratar de um horário de pico, há uma maior variação nos níveis sonoros em razão do aumento do movimento de veículos no local. Ainda, devem ser consideradas atividades da construção próxima ao ponto que também contribui para esta oscilação.

O ponto de análise de número 9 caracteriza-se por ser um local com características estritamente comerciais e é classificado como Zona Comercial no Plano Diretor Municipal. Estudos realizados por Durán (1988) apud Almeida (1999) em diversas áreas urbanas de Havana (Cuba) constataram que o ruído afeta, em grau e magnitude, de formas diferentes. Ainda, foi possível observar que as zonas mais ruidosas foram a comercial, seguida da industrial, região próxima do aeroporto e finalmente as zonas residenciais. Os resultados encontrados seguem na tabela 16.

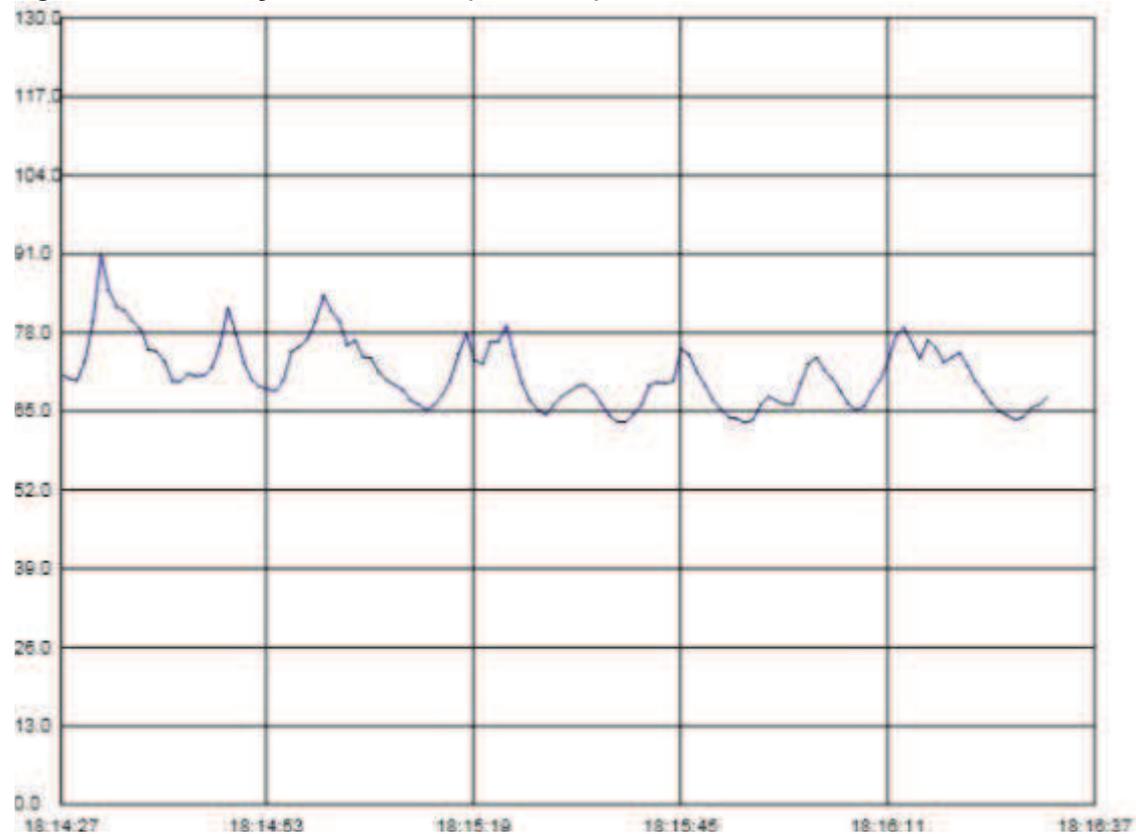
Tabela 16 - Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos na Zona Comercial (ponto 9)

Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	57-87	60-82	58-79	58-83	59-82
	62-91	57-83	57-83	61-83	60-85
	64-86	60-87	57-78	60-91	59-82
	60-82	62-83	57-83	59-83	58-84
17h às 21h	61-83	64-74	64-85	62-74	61-81
	60-82	63-77	64-80	63-79	63-81
	58-81	69-81	63-90	63-81	65-90
	58-88	63-83	63-82	62-71	63-82

Fonte: Da autora, 2013.

A área relativa a este ponto recebe ruídos provenientes de atividades comerciais, como hotéis, bancos e lojas de diversos tipos. Ainda, existe nas proximidades um terminal rodoviário, o qual possui movimentação constante de ônibus. A variação dos níveis de ruído no local está disposta na figura 36.

Figura 36 – Variação sonora no ponto 9, período do entardecer/noturno



Fonte: Da autora, 2013.

Pode-se perceber que ocorreu uma grande variação, pois a movimentação neste ponto, seja de veículo ou no comércio, é constante. Ainda, destaca-se que a medição acima foi realizada em um dos períodos mais movimentados, sendo considerado horário de pico.

A média para o local igualou-se a 60dB(A) e 85dB(A), menores e maiores valores, respectivamente, para o período matutino. Já para o entardecer/noite, a média dos menores valores obtido foi de 63dB(A), enquanto que para o maiores valores foi de 84dB(A). De acordo com a NBR 10.151 de 2000, os valores aceitáveis para zonas comerciais é de 60dB(A) para o período diurno. Observa-se, portanto, que os limites da norma são ultrapassados, uma vez que os valores encontrados são maiores do que 60dB(A).

Ressalta-se que ruídos elevados podem causar, segundo Garavelli e Eniz (2006), fadiga, falta de concentração, estresse, ansiedade e irritação. Ainda, de acordo com Silva (2012), problemas de saúde mental podem também estar relacionados ao ruído, uma vez que este pode ser um acelerador ou intensificador do problema.

O próximo ponto a ser analisado localiza-se nas proximidades do hospital Socimed, o qual é caracterizado como zona sensível, segundo a Lei Municipal Complementar nº 011 de 2005, devendo obedecer a NBR 10.151. Ainda, o local é classificado como Zona Residencial de acordo com o Plano Diretor. Os resultados obtidos estão dispostos na tabela 17.

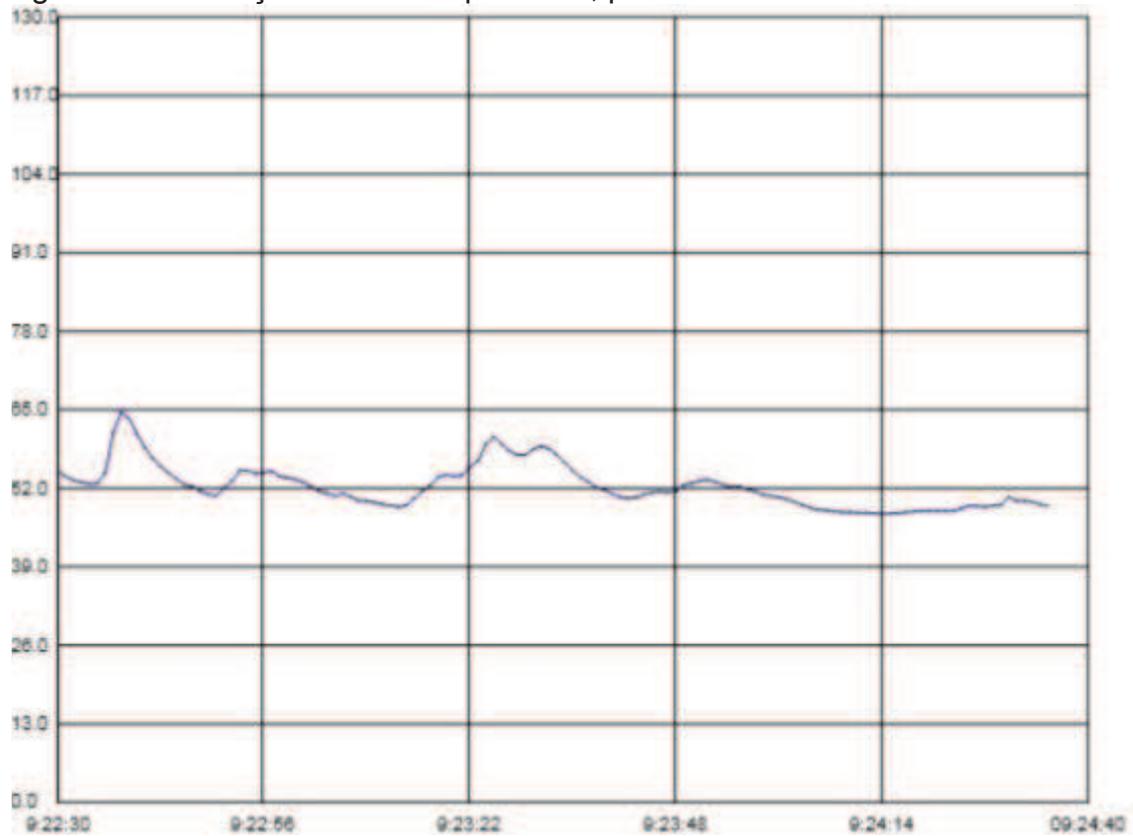
Tabela 17 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos nos arredores da Socimed (ponto 10)

Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	49-64	48-64	41-67	53-63	48-67
	49-65	52-71	49-67	52-65	49-68
	51-73	50-65	47-74	50-74	48-72
	50-65	48-66	48-66	49-63	46-70
17h às 21h	49-68	54-74	50-69	51-67	50-68
	57-64	53-63	50-81	50-71	49-67
	50-80	53-68	51-70	49-68	51-64
	50-68	53-65	50-71	49-66	53-73

Fonte: Da autora, 2013.

A área pode ser considerada, junto com a Zona Residencial, como a mais tranquila dentre as analisadas, uma vez que os níveis sonoros tendem a ser baixos. Os valores mais altos obtidos foram provenientes de veículos que passaram esporadicamente no local, principalmente motos. Ressalta-se que o hotel existente nas redondezas contribui pouco na geração de ruídos, levando em consideração que não há muita movimentação no local. Não há outras fontes sonoras além do tráfego, exceto por pássaros que algumas vezes influenciaram na medição. A variação dos níveis sonoros na área pode ser visualizada na figura 37.

Figura 37 – Variação sonora no ponto 10, período matutino



Fonte: Da autora, 2013.

As médias obtidas para a manhã foram de 49dB(A) e 69dB(A), para menores e maiores níveis de ruído, respectivamente. Para o período do entardecer/noturno foi de 52dB(A) e 73dB(A). Observa-se que os níveis tendem a se manter baixos e aumentam quando há a passagem de algum veículo. A área é considerada, pela Lei Municipal Complementar nº. 011 de 2005, como zona sensível, devendo obedecer aos limites estabelecidos pela norma NBR 10.151, que é de 50dB para o período diurno e 45dB para o período noturno.

O último ponto está localizado na Av. Pedro Zappellini, próximo a um estádio de futebol. O local é caracterizado como Zona Comercial e, a menos de 100m do ponto de medição, pode-se visualizar a E.E.B. Aderbal Ramos da Silva. Os resultados encontrados estão dispostos na tabela 18.

Tabela 18 – Maiores e menores níveis de pressão sonora obtidos na Avenida Pedro Zappellini, proximidades do estádio Anibal Costa (ponto 11)

Horário de coleta	2ª feira dB(A)	3ª feira dB(A)	4ª feira dB(A)	5ª feira dB(A)	6ª feira dB(A)
8h às 12h	56-85	52-88	55-83	55-83	55-79
	56-80	52-81	60-88	55-86	56-78
	56-81	60-82	57-87	56-89	58-83
	52-88	57-82	55-79	55-76	60-82
17h às 21h	59-79	63-82	62-78	60-78	66-88
	60-81	60-78	54-81	64-81	58-74
	60-82	61-90	62-81	59-77	57-85
	58-82	64-90	58-76	58-89	61-85

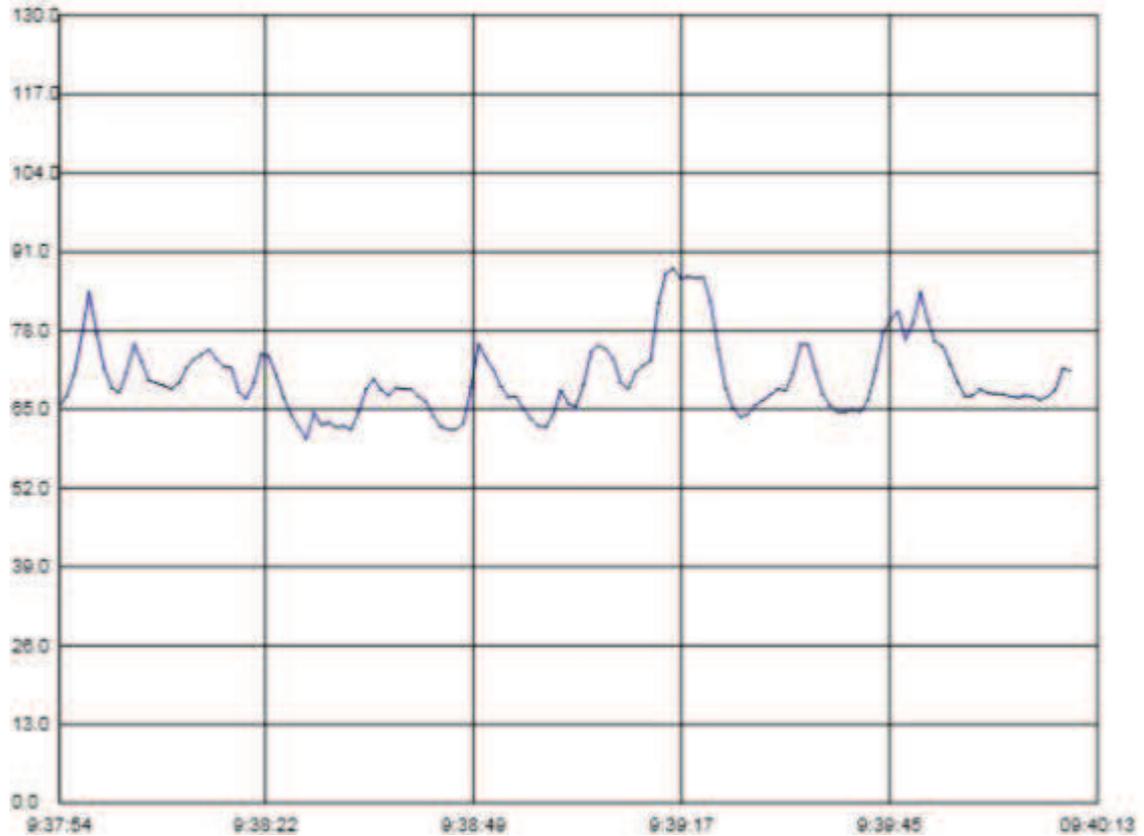
Fonte: Da autora, 2013.

O décimo primeiro ponto de medição revelou-se como um dos mais graves do município, uma vez que apresenta, com frequência, valores acima das 80dB(A). Moradores, através de conversas não oficiais, chegaram a investir em janelas antirruído para tentar amenizar o problema. Ainda, em outro relato não oficial, uma professora da escola informou que muitas vezes o ruído interfere nas aulas, principalmente no período da tarde.

As médias calculadas foram de 57dB(A) e 84dB(A) no período da manhã e de 61dB(A) e 84dB(A) para o entardecer/noite. De acordo com a Lei Municipal nº 011 de 2005, áreas próximas a escolas são consideradas como zona sensível, e o ruído não deve ultrapassar os 50dB(A) no período diurno.

Destaca-se que a fonte principal de ruídos no local é o tráfego intenso de veículos, principalmente motos e caminhões. Há, ainda, inúmeras atividades comerciais, a ser destacada a grande quantidade de restaurantes no decorrer da avenida, os quais influenciam no movimento, principalmente no período entardecer/noite. Na figura 38, é possível observar a variação sonora de uma das medições neste ponto.

Figura 38 – Variação sonora no ponto 11, período matutino



Fonte: Da autora, 2013.

Ao analisar a figura, percebe-se que constantemente os níveis ultrapassam os 80dB(A). Ainda, há uma grande variação dos níveis sonoros devido ao tráfego intenso de veículos, considerando-se que motocicletas e caminhões, principalmente, são responsáveis pelos valores mais altos obtidos.

Considerando os altos níveis de ruído observados no local, algumas consequências citadas por Jaroszewski et al (2007) são a possibilidade de “desenvolver dificuldades em escrever, ler, manter atenção e concentração, resultando em problemas disciplinares”.

A partir das análises pontuais em cada ponto monitorado, buscou-se realizar uma análise integrada do nível de pressão sonora na área urbanizada do município de Tubarão. A tabela 19 compreende um resumo das médias finais de ruído monitorado em cada ponto, bem como, possibilita comparar tais valores com os limites estabelecidos na principal norma federal e legislação municipal relacionados à temática.

Tabela 19 – Comparação da média final de ruído dos pontos monitorados com as principais normas e legislações relacionadas.

Ponto de monitoramento	Média final dB(A)	NBR 10.151/00 Diurno dB(A)	Lei nº 3.859/13 Diurno dB
1 – Abrigo dos Velinhos	81	60	70
2 – Biblioteca UNISUL	61	50	70
3 – BR-101	89	60	70
4 – E.E.B Gallotti	77	50	70
5 – E.E.B Henrique Fontes	83	50	70
6 – HNSC	80	50	70
7 – Igreja São José	79	60	70
8 – Zona Residencial	79	55	70
9 – Zona Comercial	82	60	70
10 – Socimed	69	50	70
11 – Estádio Anibal Costa	81	50	70

Fonte: Da autora, 2013.

Conforme já mencionado, os valores médios foram comparados com a norma NBR 10.151/2000, que descreve o procedimento de avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade; e Legislação Municipal nº 3.859/2013, a qual estabelece o Código Ambiental do município, fixando que os níveis máximos de som são de 70dB nos períodos compreendidos das 07 às 22 horas e 60dB das 22 às 07 horas.

De forma geral, todos os pontos possuem níveis de ruído que ultrapassam os estabelecidos pela NBR 10.151/2000. O local que apresentou a menor média final foi o ponto 3, situado nas proximidades da Biblioteca da UNISUL. Zonas próximas a escolas, como pontos 4, 5 e 11, ultrapassam os níveis estabelecidos, sendo que o mais grave é aquele localizado nas proximidades da escola Henrique Fontes.

Por outro lado, percebe-se que a legislação municipal estabelece limites diurnos generalizados, sem levar em consideração as zonas sensíveis próximas a escolas, asilos e hospitais. Esta legislação é conflitante com a Lei Municipal nº 011 de 2005, a qual estabelece zonas sensíveis e diz que os limites dos níveis de ruídos devem obedecer à NBR 10.151/2000. Ao analisar o Código Ambiental do município,

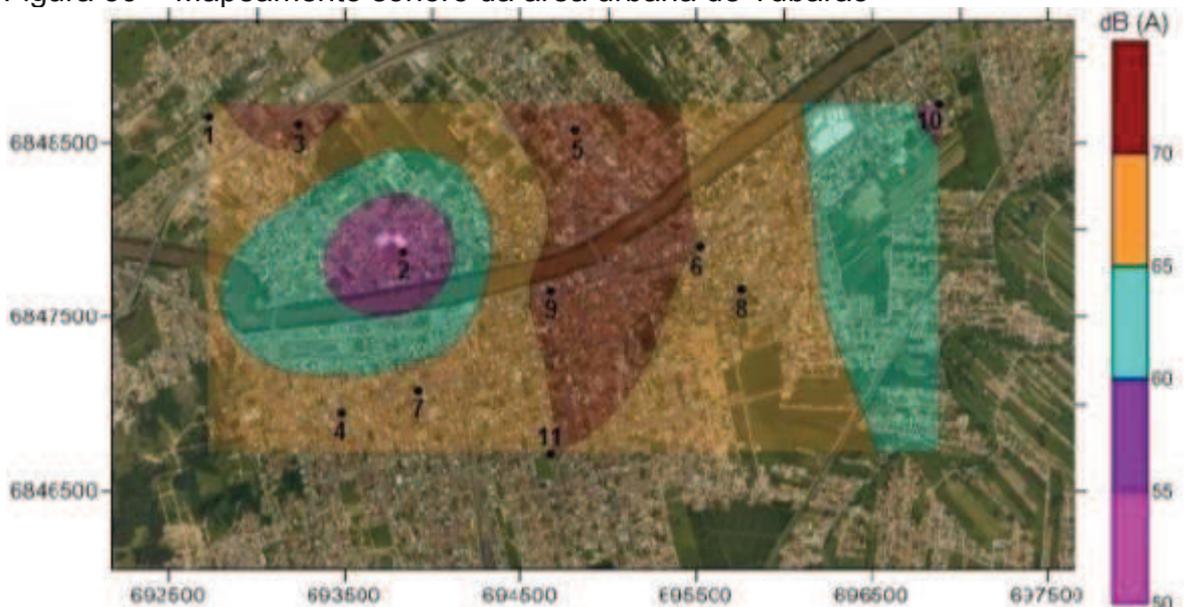
percebe-se que somente dois pontos não ultrapassam ao estabelecido pela Lei, ou seja, 70dB. Estes pontos são as proximidades do Hospital Socimed e arredores da Biblioteca Unisul, os quais, de fato, apresentam menor movimentação e índices ruidosos mais baixos.

4.1 MAPEAMENTO SONORO DO CENTRO URBANO DO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SC

Como já exposto, Santos (2006) afirma que a elaboração de mapas de ruído serve como ferramenta para monitorar e propor planos de redução, mostrando de forma ilustrativa os níveis de ruído em ambiente externo. Moreno e Pinto (2008) também ressaltam que o mapeamento de ruído é uma ferramenta que expõe a informação de forma visual do comportamento acústico de uma área geográfica, devendo ser considerados como instrumento de planejamento urbano, visando melhorar ou preservar a qualidade do ambiente sonoro.

O mapeamento desenvolvido no município de Tubarão levou em consideração as zonas sensíveis estabelecidas previamente pela legislação, como escolas, asilos e hospitais. Além disso, foram considerados os limites da NBR 10.151/2000, por estabelecer limites mais específicos e restritivos. O mapa pode ser visualizado na figura 39 e mais detalhadamente no Apêndice A.

Figura 39 – Mapeamento sonoro da área urbana de Tubarão



Fonte: Da autora, 2013.

Ao observar o mapa, pode-se perceber que as áreas com os piores níveis sonoros são representadas pela cor vermelha, onde estão localizados os pontos 3, nas proximidades da BR-101; ponto 5, na Av. Patrício Lima, próxima à E.E.B. Henrique Fontes; ponto 9, localizado na esquina do Hospital Nossa Senhora da Conceição e ponto 11, o qual está inserido na Av. Pedro Zappelini, próximo ao estádio Anibal Costa. Através da análise do mapeamento e das medições *in loco* é possível afirmar que de fato estas são as piores áreas do município em relação aos níveis de ruído. Além disso, é importante destacar que próximos a essas áreas estão inseridas escolas e o HNSC.

Ainda, percebe-se que grande parte do município está inserida em áreas cujos valores encontrados são de, aproximadamente, 65dB(A). A partir deste nível, de acordo com a UNESP (2012), o organismo começa a reagir ao ruído, podendo sofrer de diminuição da resistência imunológica, aumento do colesterol no sangue e liberação de endorfina.

Os locais com menores níveis de ruído foram os arredores do hospital Socimed (ponto 10), representado no mapa pela cor roxa, e as proximidades da biblioteca da UNISUL (ponto 2), representado no mapa pela cor rosa. Estes pontos apresentam baixos níveis sonoros em grande parte das medições, uma vez que não há movimentação constante e intensa de veículos.

Em suma, todos os pontos analisados ultrapassam os valores sugeridos pela NBR 10.151, que variam de 50 a 60 dB(A). Com o desenvolvimento do mapa é possível visualizar os locais com maior gravidade, buscando propor e direcionar ações que possam abrandar o problema, possibilitando um melhor planejamento urbano para o município.

4.2 ANÁLISE DO MAPEAMENTO SONORO COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL E PROPOSTAS DE MELHORIA

Baseando-se nas medições desenvolvidas nas diversas áreas do município, foi possível observar que a principal fonte de ruídos é o tráfego intenso de veículos. Ainda, devem ser citadas as atividades comerciais, responsáveis por ruídos como alto-falantes. Ressalta-se que ruídos provenientes de atividades industriais não foram avaliados, uma vez que esta atividade não se destaca no município.

Através dos resultados obtidos, foi possível observar que o ruído nas proximidades de escolas e hospitais, por exemplo, estão muito acima dos limites estabelecidos pela NBR 10.151/2000. Uma vez que já estão estabelecidos, torna-se inviável o deslocamento desses locais para áreas mais silenciosas. Desta forma, a proposta de medidas de planejamento, controle e fiscalização são as melhores maneiras de amenizar a problemática acerca do ruído no município.

Para reduzir os problemas envolvendo a poluição sonora, Vesilind e Morgan (2011) afirmam que o melhor caminho para alcançar tal objetivo é a redução das fontes ruidosas. No município de Tubarão, tal solução seria possível direcionando investimentos para o transporte público, seja na frota ou na construção de corredores de ônibus. Além disso, planejar a cidade para abrigar ciclovias, incentivando o uso deste transporte, contribuiria na redução de ruídos provocados pelo uso de carros. Adotando essas medidas, juntamente a atividades de conscientização, a população seria motivada a fazer o uso dos transportes alternativos.

Outra forma de amenizar os problemas sonoros em uma cidade seria investir em planejamento, desenhando vias expressas que impedem o acúmulo de veículo nos centros urbanos (BRAGA et al, 2003). Segundo Lima e Mendonça (2001), a organização do espaço de um município é tema central do planejamento na gestão pública, uma vez que minimiza a geração de problemas oriundos da falta de planejamento.

Em Tubarão, é possível perceber que as atividades, desde lojas até serviços de saúde, estão muito concentradas em uma área central, acumulando todo o fluxo de comércio veículos em um só local. Ainda, o centro da cidade é um importante ponto de ligação entre os bairros do município. Desta forma, a descentralização da cidade, distribuindo entre bairros todos os serviços, juntamente com o desenho de ruas alternativas, distribuiria o tráfego de veículos dentro da cidade, diminuindo a intensidade do ruído no perímetro urbano.

Ao se tratar da absorção de ruídos em ambientes externos reduzindo os níveis sonoros até chegar a seu receptor, Gerges (2000) afirma que a vegetação é um fator que pode contribuir para a diminuição do ruído. O mesmo autor ainda afirma que zonas arborizadas, com folhagens, gramas, floresta, entre outras, são utilizadas no abrandamento do ruído na comunidade.

Segundo dados da Prefeitura Municipal de Tubarão (2011), o município possui uma área de aproximadamente 300 km², onde apenas 0,55 km² são de cobertura vegetal. Ainda, analisando imagens aéreas e imagens de satélite (Figuras 40 A e B), é possível observar que grande parte da vegetação (sinalizada em vermelho) encontra-se na área rural.

Figura 40 – Imagem aérea de Tubarão (A) e imagem de satélite (B)



Fonte: SDS, 2012; Google Earth, 2013.

Desta forma, considerando a concentração da vegetação em áreas rurais, utilizá-la como forma de amenização do ruído em ambientes externos na área urbana não é uma alternativa palpável, atualmente, no município. Entretanto, poderia ser elaborado um projeto a ser aplicado em longo prazo, o qual abordaria a proposta de arborização do município e da construção de áreas verdes, contribuindo com a redução dos níveis sonoros e promovendo a melhoria da qualidade de vida da população.

Vesilind e Morgan (2011) sugerem que o uso de barreiras ou paredes antirruído no decorrer de estradas é mais uma forma de amenizar o problema. Entretanto, tal alternativa seria aplicável somente às margens da BR-101, uma vez que seria o único local com área o suficientemente grande para a construção destas barreiras. Esta informação é confirmada segundo os mesmos autores, que afirmam que este método não é aplicável em centros urbanos, uma vez que, na maioria das vezes, estas áreas carecem de espaço para a construção das barreiras.

Ainda, é válido ressaltar que a Fundação Municipal de Meio Ambiente – FUNAT – tem como competência, segundo o artigo 93 do Código Ambiental Municipal, a elaboração de um zoneamento acústico do município; estabelecimento de um programa de controle dos ruídos urbanos e exercer o poder de controle e

fiscalização das fontes de poluição sonora; e impedir a localização de estabelecimentos industriais, fábricas, oficinas ou outros empreendimentos que produzam ou possam vir a produzir ruídos em zonas residenciais ou em zonas sensíveis a ruídos.

Analisando as competências do órgão municipal, pode-se afirmar que a efetividade dessas ações pode ser um fator contribuinte para a redução dos níveis sonoros, uma vez que a fiscalização, por exemplo, ajuda a identificar e, posteriormente, punir aqueles que não obedecem à legislação.

5 CONCLUSÃO

A partir do desenvolvimento do presente trabalho, incluindo medições, análises e mapeamento sonoro, é inegável que a falta de planejamento urbano prejudica a qualidade de vida e do meio ambiente no município de Tubarão, SC. A partir de medições realizadas no decorrer de 5 semanas, durante dias úteis, em 11 áreas do município, foi possível observar que todos os pontos medidos apresentam níveis ruidosos acima do que é estabelecido pela NBR 10.151/2000. Ressalta-se que, por motivos de segurança, as medições foram realizadas somente no período diurno, uma vez que a norma regulamentadora considera como noturno o período após as 22h.

Em relação às normas legais municipais analisadas, destacam-se, principalmente, duas Leis que abordam o tema ruído. A primeira, Lei Municipal Complementar nº 011 de 2005, que estabelece as zonas sensíveis, como áreas próximas a hospitais, escolas, etc. e institui que os níveis de ruído devem obedecer àqueles estabelecidos pela NBR 10.151/2000. Por outro lado, o Código Ambiental Municipal, criado em 2013, define limites de ruídos de forma generalizada, sem considerar zonas sensíveis e diferentes dos que constam na NBR. Desta forma, observou-se um conflito de legislações, uma vez que o Código Ambiental não revoga a Lei nº 011/05.

Visando a identificação das áreas que ultrapassam os limites estabelecidos legalmente, construiu-se um mapa de ruídos diurno utilizando-se a versão demo do software Surfer 11, desenvolvido pela empresa Golden Software. O mapeamento teve como principal objetivo a visualização dos pontos com maiores níveis sonoros, facilitando o direcionamento de ações de melhoria. As conclusões obtidas a partir da análise do mapa corroboram àquelas obtidas com as medições, ou seja, todos os pontos estudados ultrapassam os valores limitados pela NBR.

Ao analisar o mapa e os resultados em geral, percebeu-se que os locais com maiores níveis ruidosos são os pontos 3, (BR-101), ponto 5 (E.E.B. Henrique Fontes), ponto 6 (HNSC), ponto 9 (Zona Comercial) e ponto 11 (Estádio Anibal Costa). Tais áreas, por serem acessos importantes dentro do município, são afetadas diretamente pelo tráfego intenso de veículos, o que explica a gravidade do problema. Além disso, ressalta-se que 3 dos 5 pontos mais graves são considerados como zonas sensíveis, uma vez que estão localizados próximo a escolas e do

hospital. Por outro lado, como pontos mais tranquilos, citam-se os arredores da biblioteca UNISUL, a qual está localizada em uma Zona Residencial, com menor movimentação de veículos; e proximidades do Hospital Socimed, que se situa mais afastado da zona central da cidade.

Com o objetivo de amenizar a situação acerca dos níveis sonoros e levando-se em consideração que valores elevados de ruído podem prejudicar a audição, causar stress, falta de concentração, etc., foram propostas mudanças relacionadas à organização do município, visando um planejamento urbano mais eficiente. Dentre as opções apresentadas, destacam-se a descentralização da cidade, investimento em transporte público, ciclovias e projetos de arborização, bem como o reforço da fiscalização por parte do órgão ambiental municipal.

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se a intensificação do monitoramento nos pontos escolhidos, monitoramento em áreas de expansão urbana, bem como a análise do ruído de forma periódica, visando a obtenção de dados para controle e fiscalização. Ainda, com o objetivo de complementar a análise dos níveis sonoros no município, propõe-se a criação de um mapeamento sonoro do período noturno, auxiliando nas propostas de melhoria para o mesmo.

Ressalta-se que a reorganização de um ambiente urbano é de extrema dificuldade, pois se refere a uma área já consolidada, além de haver conflitos de interesses, uma vez que toda a população é envolvida. Entretanto, pode-se concluir que a organização de um município, abordando técnicas de planejamento urbano, ainda é a melhor forma de contribuir com a mitigação dos problemas apresentados.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151:** Acústica – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, visando o Conforto da Comunidade: Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.152:** Níveis de Ruído para o Conforto Acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ALMEIDA, C. **Sobre a poluição sonora.** Rio de Janeiro: Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, 1999. Disponível em <<http://www.cefac.br/library/teses/8a4877ecf41c2409afbbc06b2cc89a15.pdf>> Acesso em 29 out 2013.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2003, 2ª ed. 305 p.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução CONTRAN nº 35,** de 21 de maio de 1998. “Estabelece método de ensaio para medição de pressão sonora por buzina ou equipamento similar a que se referem os arts. 103 e 227, V do Código de Trânsito Brasileiro e o art. 1º da Resolução 14/98 do CONTRAN. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>>. Acesso em 23 ago 2013.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 22 ago. 2013.

BRASIL. **Lei nº 6.938** de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 22 ago. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Instrumentos de planejamento.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-urbano/instrumentos-de-planejamento>>. Acesso em: 18 out 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 001, de 1990a. “Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruído das atividades industriais”. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0190.html>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 002, de 1990b. “Dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – SILÊNCIO” Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0290.html>>. Acesso em: 23 ago 2013.

BUARQUE, S. **Metodologia de planejamento do desenvolvimento local e municipal sustentável**. Brasília, 1999. Disponível em: <<http://www.iica.org.br/Docs/Publicacoes/PublicacoesIIICA/SergioBuarque.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

CORDEIRO, E. **Avaliação da propagação do ruído industrial na poluição sonora**. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/18297>>. Acesso em: 24 ago. 2013.

DBLAB, LABORATÓRIO DE ACÚSTICA E VIBRAÇÕES. **Mapa de ruído para o Plano Pormenor do Conjunto Turístico do Casal do Chafariz, Torres Vedras**. Portugal, 2011. Disponível em: <http://cmtvdata.info/ficheiros/urbanismo-pp/Internet_2011-DP-PPCTCC/02-Elem_acompanham/01-Pecas_Escritas/Estudo_Acustico/2011-PPCTCC-Relatorio_acustico.pdf>. Acesso em: 05 set. 2013.

GARAVELLI, S.; ENIZ, A. **A Contaminação acústicas de ambientes escolares devido aos ruídos urbanos no Distrito Federal, Brasil**. Brasília, v.6, n.2, p.137, 2006.

GERGES, S. **Ruído: Fundamentos e Controle**. Florianópolis: NR Editora, 2000. 676p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**, 2013. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=421870&search=santa-catarina|tubarao>>. Acesso em: 28 ago. 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades: Frota**, 2012.

Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/grafico_cidades.php?codmun=421870&idtema=110>. Acesso em: 05 set. 2013.

JAROSZEWSKI, G; Zeigelboim, B; Lacerda, A. **Ruído escolar e sua implicação na atividade de ditado**. São Paulo, v.9, n.1, p.122-132, jan-mar, 2007.

LACERDA, A. et al. Ambiente Urbano e Percepção da Poluição Sonora. **Revista Ambiente & Sociedade**. Curitiba, Vol.8, nº. 2, jul./dez. 2005. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v8n2/28606.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2013.

LEITE, J. et al. **Nível de ruído**: Uma medida de qualidade nas bibliotecas. In: 19º Congresso brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003, Natal.

Natal: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.

Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/ruído.pdf>>. Acesso em 08 set 2013.

LIMA, C; MENDONÇA, F. Planejamento urbano-regional e crise ambiental: Região metropolitana de Curitiba. **São Paulo em perspectiva**. São Paulo. vol.15 no.1 Jan-Mar. 2001

LISBOA. Direção municipal de ambiente urbano. **Mapa de ruído da cidade de Lisboa**. Lisboa, 2000. Disponível em: <<http://home.fa.utl.pt/~camarinhas/r.pdf>>.

Acesso em: 30 ago. 2013.

MACHADO, A. **Poluição sonora como crime ambiental**. Disponível em:

<http://www.mpba.mp.br/atuacao/ceama/material/doutrinas/poluicao/poluicao_sonora_como_crime_ambiental.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2013.

MATOS, M. et al. **Ruído: Riscos e Prevenção**. São Paulo: Editora Hucitec, 1999. 157p.

MORAES, E. et al. **Mapa de ruídos da zona Comercial de Belém, uma parcela do mapa de ruídos da cidade de Belém – Brasil**. Belém, 2003. Disponível em:

<<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/CienciasdoAmbiente/Semestre20101/Mapaderruidos-Geoprocessamento.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2013.

MORENO, M; PINTO, N. **Mapa de ruído de bairros densamente povoados – Exemplo de Copacabana, Rio de Janeiro – Brasil.** In: XXI Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, 2008, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.dees.ufmg.br/sobrac2008/documentos/artigos/backup/artigo_71_1.doc> Acesso em: 25 set 2013.

NAGEM, M. **Mapeamento e análise do ruído ambiental: Diretrizes e Metodologia.** Campinas: 2004. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000318370>>. Acesso em 28 ago. 2013.

NARDI, A. **Mapeamento Sonoro em Ambiente Urbano.** Estudo de Caso: Área central de Florianópolis. Florianópolis, 2008. Disponível em: <http://www.gaama.ufsc.br/articles/dissertacao_aline.pdf>. Acesso em: 15 set. 2013.

NASCIMENTO, R. et al. Avaliação da poluição sonora na UNICAMP. **Revista Ciências do Ambiente On-Line.** v. 3, n. 1, fev. 2007.

OLENIKE, J. et al. **Estudo sobre arrecadação de IPVA e sua proporcionalidade em relação à frota de veículos e à população brasileira.** Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário, 2011. Disponível em: <<https://www.ibpt.org.br/img/uploads/novelty/estudo/65/EstudoSobreIPVAApontaPossivelMigracaoDeContribuintes.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2013.

OTENIO, M. et al. **Intensidade de ruído em hospital de 222 leitos na 18ª Regional de Saúde – PR.** São Paulo, v.73, n.2, Mar.-Abr. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rboto/v73n2/a16v73n2.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2013.

ROSA, R. **Ruído urbano: Estudo De Caso Da Cidade De Sapucaia Do Sul, RS.** Ijuí, 2007. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/2010/03/TCC-Rodrigo-Silva-da-Rosa.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2013.

ROSSETTO, A. **Proposta de um sistema integrado de gestão do ambiente urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de cidades.** Florianópolis: UFSC, 2003. Disponível em: <<http://www.grupoge.ufsc.br/publica/adriana.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2013.

SANTA CATARINA. Lei nº 14.675 de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=85&Itemid=188>. Acesso em 23 ago. 2013.

SANTOS, L. **Apresentação do mapa de ruído do município do Seixal**. Seixal, 2006. Disponível em: <http://www.cm-seixal.pt/NR/rdonlyres/651998F5-6E7A-4835-BACE-5BFD4D00F02D/1127/1_mapa_ruído_municipio_seixal1.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2013.

SCARIOT, E. et al. **O uso de geotecnologias na elaboração de mapas de ruído**. Campo Grande, v.17, n.1, Jan-Mar 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n1/v17n1a09.pdf>>. Acesso em: 30 out 2013.

SILVA, M. **Medição e avaliação do ruído ambiente**: Estudo dos fatores que condicionam a determinação dos níveis de pressão sonora. Portugal: Instituto Politécnico de Viseu, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/1510/1/Marcelo%20Silva_Medi%C3%A7%C3%A3o%20e%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20Ru%C3%ADdo%20Ambiente.pdf>. Acesso em: 30 ago 2013.

TEIXEIRA, T. **Ruído urbano**: Estudo de caso na cidade de Araranguá, SC. Criciúma, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/handle/1/1281/Tayn%C3%A1%20da%20Rosa%20Teixeira.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

TUBARÃO. **Lei nº 1.811** de 04 de janeiro de 1994a. “Dispõe sobre o código de postura do município de tubarão e dá outras providências.” Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a1/sc/t/tubarao/lei-ordinaria/1994/181/1811/lei-ordinaria-n-1811-1994-dispoe-sobre-o-codigo-de-postura-do-municipio-de-tubarao-e-da-outras-providencias-1994-01-04.html>>. Acesso em 24 ago. 2013.

TUBARÃO. **Lei nº 1.813** de 05 de janeiro de 1994b. “Dispõe sobre o desenvolvimento urbano do município de tubarão, institui o plano diretor de desenvolvimento físico territorial urbano de tubarão e dá outras providências.” Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a/sc/t/tubarao/lei-ordinaria/1994/181/1813/lei-ordinaria-n-1813-1994-dispoe-sobre-o-desenvolvimento-urbano-do-municipio-de-tubarao-institui-o-plano-de-diretor-de-desenvolvimento-fisico-territorial-urbano-de-tubarao-e-da-outras-providencias-2013-05-21.html?wordkeytxt=Plano%2520diretor>>. Acesso em 24 ago. 2013.

TUBARÃO. **Lei nº 3.859** de 12 de julho de 2013. Institui o Código Ambiental do Município de Tubarão (SC) e dá Outras Providências. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a1/sc/t/tubarao/lei-ordinaria/2013/385/3859/lei-ordinaria-n-3859-2013-institui-o-codigo-ambiental-do-municipio-de-tubarao-sc-e-da-outras-providencias.html?wordkeytxt=C%F3digo%20ambiental>>. Acesso em 20 set. 2013.

TUBARÃO. **Lei Complementar nº 011** de 29 de dezembro de 2005. “Dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem estar e do sossego público”. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a1/sc/t/tubarao/lei-complementar/2005/1/11/lei-complementar-n-11-2005-dispoe-sobre-ruídos-urbanos-e-protecao-do-bem-estar-e-do-sossego-publico-2005-12-29.html>>. Acesso em: 26 ago. 2013.

TUBARÃO, PREFEITURA MUNICIPAL. **A cidade**. Tubarão, 2007b. Disponível em: <<http://www.tubarao.sc.gov.br/f/a-cidade/Historia-da-Cidade.pdf>> Acesso em: 25 ago. 2013.

TUBARÃO, PREFEITURA MUNICIPAL. **História**. Tubarão, 2007a. Disponível em: <<http://www.tubarao.sc.gov.br/a-cidade/historia>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

TUBARÃO, PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano Diretor**. Tubarão, 2010. Disponível em: <<http://www.tubarao.sc.gov.br/secretarias/urbanismo/diagnostico-preliminar>>. Acesso em: 28 ago. 2013.

TUBARÃO, PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano de Saneamento: Planejamento e características gerais do plano de saneamento básico de Tubarão**. Tubarão, 2011. 25p.

UGEDA, J. **Urbanização brasileira, planejamento urbano e planejamento da paisagem**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-151.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2013.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Curso CIPA**. São Paulo, 2012. Disponível em: <www.bauru.unesp.br/curso_cipa/4_doencas_do_trabalho/4_ruido.htm>. Acesso em: 20 ago. 2013.

VESILIND, P.; MORGAN, S. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.456p.

WWF BRASIL. **O que é desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/>. Acesso em: 26 ago. 2013.

ANEXO(S)

ANEXO A – Certificado de calibração do decibelímetro DEC-490





Certificado de Calibração

2007/12

Contratante: EQUIPA EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO LTDA
 Solicitante: FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE CIVIL - TUBARÃO
 Endereço: RUA DOCTOR OTTO FEUERSCHEITTE, 370 - VILA MOEMA - TUBARÃO - SC - CEP 89708-020
 Item Calibrado: Calibrador de Nivel Sonoro
 Marca: INSTRUTHERM
 Modelo: CAL-4000
 Nº de Patrimônio: —
 Nº de Série: 12059122
 Nº de Identificação: —
 OSC Nº: 5451/13
 Data de Calibração: 28/07/13

Condições Ambientais Aplicadas à Calibração

Temperatura durante a calibração: (22,0 ± 2,0)°C
 Umidade durante a calibração: (48 ± 22)%r

Metodologia de Calibração

Método de Ensaio: PCA-001 Rev. C - Após a conexão dos padrões reconhecidos abaixo no calibrador, são retirados as medidas para o nível de amplitude no calibrador e para a frequência.

Padrões Utilizados

Padrão de Trabalho: 079 – Calibrador Acústico B&K Tipo 4226
 Certificado de Calibração: DIMC/2006/2011 – IMÉTRO
 Validade do Padrão: 06/12

Resultados Obtidos

Nível Sonoro

Frequência Nominal	Valor Nominal	Valor Verificado	Erro	Incerteza
(Hz)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)
1000	114,0	113,8	-0,2	0,20

Frequência

Frequência Nominal	Valor indicado no instrumento em Teste	Erro	Incerteza
(Hz)	(Hz)	(%)	(%)
1000	1001	0,10	0,08

Notas

1. A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,0$ determinado nas tabelas, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação NIT-DICLA-021.
 2. Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente ao item calibrado e às condições acima mencionadas. O presente certificado somente pode ser reproduzido na sua forma e conteúdo íntegros e sem alterações. Não pode ser utilizado para fins promocionais.

Data de Emissão: 28/07/13

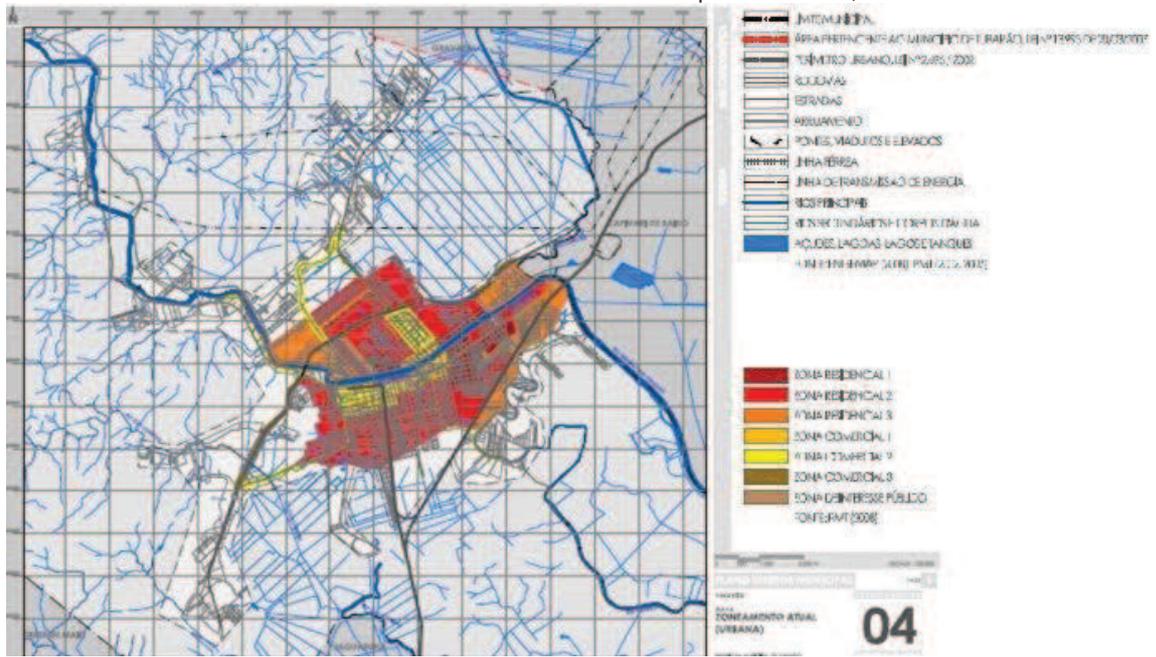

 Wagner da S Rocha
 Téc. Especialista


 Eng. José Stanfencius
 Signatário Autorizado

Inter-Metro Serviços Especiais Ltda.

R. Tel: (51) 3316-0771 - 3768

ANEXO B – Zoneamento urbano do município de Tubarão, SC.



Fonte: Tubarão, 2008.

APDÉNDICE(S)

APÊNDICE A – Mapa Sonoro de Tubarão, SC

MAPEAMENTO SONORO DO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SC

