

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

TAYNÁ DA ROSA TEIXEIRA

RUÍDO URBANO: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE ARARANGUÁ, SC

CRICIÚMA

2011

TAYNÁ DA ROSA TEIXEIRA

RÚIDO URBANO: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE ARARANGUÁ, 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.

Orientador(a): Prof^a. Msc. Nadja Zim Alexandre

CRICIÚMA

2011

TAYNÁ DA ROSA TEIXEIRA

RUÍDO URBANO: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE ARARANGUÁ, SC

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

Criciúma, 02 de dezembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Nadja Zim Alexandre - Mestre - (UNESC) - Orientador

Prof. Márcio Carlos Just – Mestre – (UNESC)

Prof^a. Paula Tramontim Pavei - Mestre - (UNESC)

Dedico este trabalho aos meus pais Joacir e Edna e meu irmão Tiago. Porque família é tudo!

AGRADECIMENTOS

À minha família, onde encontro amor, apoio, compreensão, cuidado, bases sólidas e bons exemplos, por tudo que fizeram e fazem por mim, pelo que representam em minha vida.

Por suas inúmeras contribuições neste trabalho, agradeço meu namorado Rafael. Sua atenciosa colaboração nas medições dos níveis de ruído, suas sugestões, companhia e incentivo foram essenciais para realização deste trabalho.

À minha orientadora, Nadja Zim Alexandre, por ter aceitado o desafio de orientar este trabalho, cujo tema é inédito no curso de Engenharia Ambiental da UNESC. Pela disponibilidade dispensada, pela atenciosa orientação e todas suas sugestões que foram preciosas para a concretização deste trabalho.

Aos professores Paula Tramontim Pavei e Márcio Carlos Just por aceitarem compor a minha banca examinadora.

Ao Tadeu Santos e Leonardo Tiscoski, por disponibilizarem informações que permitiram um melhor trabalho.

Aos profissionais, João Oto S. Junior e Luis Gustavo R. Vito, que muito contribuíram com suas experiências e conhecimentos em suas respectivas áreas.

Por fim, agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado e principalmente por ter colocado todas essas pessoas em minha vida.

**“A preferência pelo ruído encontra-se na
razão inversa da inteligência do homem.”**

Schopenhauer

RESUMO

Considerado como o maior problema na sociedade moderna, principalmente urbana, a poluição sonora ganha evidência, visto como a mais difundida forma de poluição. O excesso de ruído influencia a saúde humana como problemas auditivos, hormonais e estresse. A cidade de Araranguá, cenário deste estudo, apresenta um quadro preocupante a respeito do ruído urbano, sendo que diversas fontes sonoras vêm perturbando a tranquilidade de muitos moradores que são submetidos diariamente ao convívio do ruído. Dessa forma, este trabalho tem como finalidade avaliar os níveis de pressão sonora na área urbana do município de Araranguá – SC. Doze pontos foram selecionados para medir os níveis sonoros. As medições foram realizadas de acordo com as recomendações prescritas pela norma NBR 10151 em período diurno e noturno. Os resultados obtidos foram comparados com as normas vigentes, bem como alimentaram o *software Surfer* gerando um Mapa de Ruído Diurno e um Mapa de Ruído Noturno para a cidade de Araranguá com indicação das áreas críticas e a alternância dos níveis sonoros analisados. Avaliou-se com as medições que a grande maioria dos pontos monitorados se encontra com valores acima dos limites estabelecidos pela norma regulamentadora, tanto no período diurno quanto noturno. Sendo que somente dois pontos, P1 no período diurno e P8 no período noturno, se apresentaram dentro dos limites exigíveis. A partir dos mapas de ruído, percebeu-se que os maiores níveis de pressão sonora incidem nas principais vias de Araranguá, principalmente no eixo da BR-101, estendendo-se para as avenidas centrais da cidade. Desta forma, o tráfego de veículos é a maior fonte de poluição sonora na área urbana de Araranguá. A partir da não conformidade dos níveis sonoros na cidade com os limites exigíveis, provoca a necessidade de ações voltadas para a redução de ruído, tais como medidas de gestão veicular, barreiras acústicas, planejamento urbano e a implantação do Programa Silêncio Padrão do MPSC. Para trabalhos futuros sugere-se uma avaliação dos níveis de pressão sonora equivalente após implantação do Novo Plano Diretor e do novo traçado da BR-101, com objetivo de investigar se essas medidas, depois de adotadas, trouxeram resultados positivos à cidade em relação à poluição sonora.

Palavras-chave: Ruído urbano. Planejamento urbano. Mapa de ruído.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Transmissão de ondas sonoras com a presença de obstáculos	14
Figura 2 – Curvas que indicam o nível de pressão sonora variáveis com a frequência	16
Figura 3 – Representação gráfica do ruído contínuo	17
Figura 4 – Representação gráfica do ruído intermitente.....	18
Figura 5 – Representação gráfica do ruído de impacto.....	18
Figura 6 – Nível de ruído estimado nas vizinhanças de rodovias hipotéticas.....	21
Figura 7 – Localização do município de Araranguá	31
Figura 8 – Vista aérea do centro urbano de Araranguá.....	32
Figura 9 – Mapa de zoneamento do município de Araranguá.....	33
Figura 10 – Posicionamento dos pontos de medição.....	35
Figura 11 – Vista da estação de medição P1	36
Figura 12 – Vista da estação de medição P2.....	36
Figura 13 – Vista da estação de medição P3.....	37
Figura 14 – Vista da estação de medição P4.....	38
Figura 15 – Vista da estação de medição P5.....	38
Figura 16 – Vista da estação de medição P6.....	39
Figura 17 – Vista da estação de medição P7.....	40
Figura 18 – Vista da estação de medição P8.....	40
Figura 19 – Vista da estação de medição P9.....	41
Figura 20 – Vista da estação de medição P10.....	42
Figura 21 – Vista da estação de medição P11.....	42
Figura 22 – Vista da estação de medição P12.....	43
Figura 23 – Ilustração do <i>software</i> do decibelímetro utilizado e um gráfico gerado pelo mesmo em tempo real.....	45
Figura 24 – Ilustração do <i>software Surfer 8</i>	46
Figura 25 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 1 (P1), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	49
Figura 26 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 2 (P2), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	50
Figura 27 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 3 (P3), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	51

Figura 28 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 4 (P4), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	52
Figura 29 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 5 (P5), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	53
Figura 30 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 6 (P6), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	54
Figura 31 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 7 (P7), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	55
Figura 32 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 8 (P8), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	56
Figura 33 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 9 (P9), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	57
Figura 35 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 11 (P11), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	59
Figura 36 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 12 (P12), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno.....	60
Figura 37 – Nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), valor máximo e mínimo (dB) obtidos no período diurno nas 12 estações de monitoramento de ruídos. Araranguá, SC	61
Figura 38 – Nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), valor máximo e mínimo (dB) obtidos no período noturno nas 12 estações de monitoramento de ruídos. Araranguá, SC.....	63
Figura 39 – Mapa Temático de Ruído Urbano Diurno elaborado para a cidade de Araranguá, SC.....	65
Figura 40 – Mapa Temático de Ruído Urbano Noturno elaborado para a cidade de Araranguá, SC.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação entre intensidade acústica e nível de intensidade sonora para diferentes fontes emissoras.....	15
Tabela 2 – Nível de critério de avaliação para ambientes externos, em dB(A)	29
Tabela 3 – Níveis de ruídos compatíveis com o conforto acústico	29
Tabela 4 – Níveis de pressão sonora equivalente.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMESC	Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense
Av.	Avenida
dB	Decibel
dB(A)	Decibel na escala compensada "A"
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DETRAN/SC	Departamento de Trânsito de Santa Catarina
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
EIA/RIMA	Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental
FAMA	Fundação Ambiental do Município de Araranguá
I	Intensidade acústica
I_0	Intensidade de referência
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
IEC	International Electrotechnical Commission
IPAT	Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas
L_{Aeq}	Nível de pressão sonora equivalente
L_i	Nível de pressão sonora, em dB(A), lido em resposta rápida
n	Número total de leituras
NBR	Norma Brasileira
NCA	Nível de critério de avaliação
NI	Nível de intensidade acústica
NPS	Nível de pressão sonora
NPS_r	Nível de pressão sonora a uma distância r da fonte
NPS_0	Nível de pressão sonora na fonte
P	Pressão sonora medida
P_0	Pressão sonora de referência
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONG	Organização Não Governamental
r	Distância a partir da fonte
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense
UNISUL	Universidade do Sul de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Ruído.....	13
2.2 Poluição Sonora	18
2.3 Interferência da Poluição Sonora no Homem.....	22
2.3.1 Efeitos auditivos	24
2.3.2 Efeitos não auditivos	24
2.4 Aspectos legais e normativos.....	26
3 METODOLOGIA.....	31
3.1 Área de estudo	31
3.2 Pontos de Avaliação dos Níveis de Ruídos.....	34
3.3 Medição dos Níveis de Ruídos.....	43
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	47
4.1 Mapa Temático de Ruído Urbano	64
5 CONCLUSÃO.....	68
REFERÊNCIAS.....	70
ANEXO(S)	74
ANEXO A – Certificado de calibração do decibelímetro e do calibrador emitido pelo Laboratório de Calibração Instrutherm	75

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade urbana e industrial, devido à falta de planejamento, intensificou todos os tipos de degradação ambiental, inclusive ocasionou o surgimento da poluição sonora. Considerado como o maior problema na sociedade moderna, principalmente urbana, a poluição sonora ganha evidência, visto como a mais difundida forma de poluição.

Por muito tempo o ruído foi considerado comum dentro da sociedade, algo resultante das atividades humanas. Porém, a partir de vários estudos científicos que revelaram sua influência sobre a saúde humana, o ruído tornou-se alvo de crescentes preocupações.

A cidade de Araranguá, cenário deste estudo, apresenta um quadro preocupante a respeito do ruído urbano. Se tratando de uma cidade pólo na região da Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense (AMESC), diversas fontes sonoras vêm perturbando a tranquilidade de muitos moradores que são submetidos diariamente ao convívio do ruído.

É comum ruídos no município proveniente de atividades industriais, construções, casas noturnas, propagandas comerciais ou por simples divertimento das pessoas, como sons automotivos e festas familiares. Além disso, há o intenso tráfego de veículos automotores que é um potente contribuinte para a poluição sonora.

Em Araranguá, a poluição sonora cresceu em paralelo ao incômodo gerado da população, fazendo com que o número de reclamações a respeito das perturbações sonoras aumentasse, bem como serviu de temática para diversos artigos lançados pela ONG Sócios da Natureza e alvo de diversos movimentos contra a poluição sonora no município.

No que diz respeito aos movimentos realizados, destaca-se o debate para alterar o traçado da duplicação da Rodovia BR-101. A população, junto com várias entidades, reivindicou que a nova Rodovia passasse por fora do perímetro urbano de Araranguá, abordando como uma das principais razões a poluição sonora, indicada pelo estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA) como uma das mais altas do trecho entre Palhoça – SC e Osório – RS.

Apesar de o movimento ter tido como desfecho a aprovação da proposta, desviando a duplicação da BR – 101 por fora da cidade de Araranguá, não foram o

suficiente para acabar com as queixas referentes à poluição sonora. Pode ser verificado junto aos órgãos policiais que ainda é alto o registro de denúncias de moradores por causa das perturbações sonoras que violam os direitos humanos ao sossego e bem-estar.

Diante da situação apresentada, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar os níveis de pressão sonora na área urbana do município de Araranguá – SC.

Já como objetivos específicos consubstanciaram-se: a) Identificar os pontos para medições dos níveis de ruído; b) Realizar medição de ruído nos pontos determinados conforme Normas Regulamentadoras; c) Averiguar se os níveis dos ruídos monitorados ultrapassam os padrões estabelecidos pela Norma Regulamentadora; d) Elaborar um mapa de ruído diurno e noturno.

Com os objetivos atingidos, este trabalho constituirá uma ferramenta de apoio ao planejamento urbano, permitindo a visualização de condicionantes das regiões por quesitos de qualidade do ambiente acústico.

Por fim, este trabalho também é subsidiado pela relevância em função de ser inédito no curso de Engenharia Ambiental da UNESC, assim servindo de objeto para novos estudos que venham a contribuir para uma melhor qualidade de vida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ruído

O som é caracterizado por flutuações de pressão em um meio compressível, contudo, não são todas as flutuações de pressão que realizam a sensação de audição quando chegam ao ouvido humano. Essa sensação de som só irá ocorrer quando a amplitude destas flutuações e a frequência com que elas se repetem estiverem dentro de certos limites de valores. Sendo assim, flutuações de pressão com amplitudes inferiores a certos limites mínimos não serão perceptíveis a audição, assim como ondas de níveis altos podem produzir uma sensação de dor, ao invés de som (GERGES, 2000).

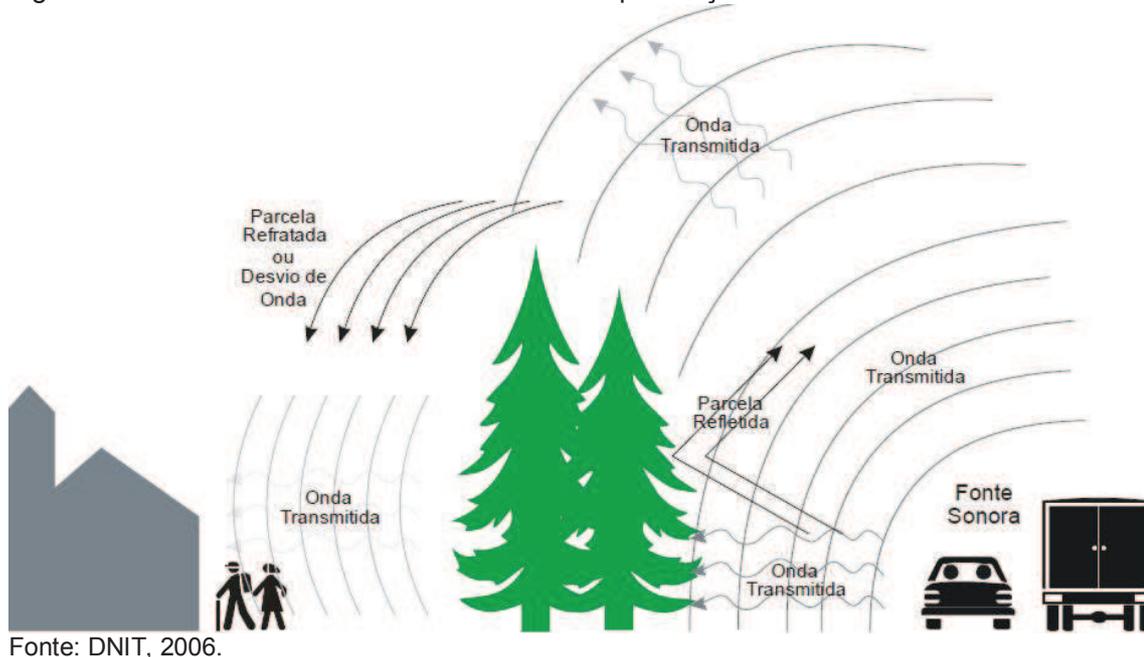
O som é transmitido de forma ondulatória que parte de uma fonte pontual. No entanto, a velocidade dessa transmissão depende das características do meio pelo qual a onda se propaga (SALIBA, 2000).

Para Gerges (2000), a dificuldade de propagação se deve a presença de obstáculos na trajetória de propagação e, em campo aberto, a não uniformidade no meio, devido à presença de ventos e gradientes de temperaturas.

Se uma onda sonora encontra um obstáculo com dimensões menores do que o seu comprimento de onda, o efeito não é perceptível, ocorrendo o oposto se a dimensão do obstáculo for comparável ao comprimento de onda do som. Portanto, para impedir a passagem de som, barreiras devem ser colocadas perto da fonte ou do receptor, e suas dimensões devem ser três a cinco vezes o comprimento de onda do som envolvido (GERGES, 2000, p. 5).

A Figura 1 ilustra como ocorre a transmissão sonora com a presença de obstáculos.

Figura 1 – Transmissão de ondas sonoras com a presença de obstáculos



As principais características do som são descritas por Santos (1999, p. 7):

Intensidade é a quantidade de energia vibratória que se propaga nas áreas próximas a partir da fonte emissora. Pode ser expressa em termos de energia (watt/m^2) ou em termos de pressão (N/m^2 ou Pa).

Frequência é representada pelo número de vibrações completas em um segundo, sendo sua unidade de medida expressa em Hertz (Hz).

A intensidade acústica que o ouvido humano pode compreender é um intervalo muito amplo, mas por ser expresso em unidades de pressão dificulta sua medição. No entanto, foi adotada uma escala logarítmica para expressar o som numa unidade chamada decibel (dB), que conseguiu uma melhor representação da percepção das variações de pressão sonora pelo ouvido humano. O nível de intensidade acústica (NI) é dado por (GERGES, 2000):

$$NI = 10 \log I/I_0$$

Onde:

- I é a intensidade acústica em watt/m^2
- I_0 é a intensidade de referência = $10^{-12} \text{ watt/m}^2$

A intensidade acústica é proporcional ao quadrado da pressão acústica, logo o nível de pressão sonora (NPS) é expresso pela seguinte equação (GERGES, 2000):

$$NPS = 10 \log P^2/P_0^2$$

Onde:

- P é a pressão sonora medida, em Pa;
- P_0 é a pressão sonora de referência, correspondente ao limiar da audição em 1000 Hz.

Através da efetuação das equações anteriores é possível obter valores de intensidade em watts/m^2 e nível sonoro na escala logarítmica em dB, na qual a tabela 1 apresenta a relação entre ambos (SANTOS, 1999).

Tabela 1 – Relação entre intensidade acústica e nível de intensidade sonora para diferentes fontes emissoras

Intensidade (Watt/m ²)	Nível de Intensidade Sonora (dB)	Fontes Emissoras
10 ⁴	160	Avião a jato
10 ³	150	Navio acionado por hélice
10	130	Orquestra
1	120	Mecânicas
10 ⁻¹	110	Piano
10 ⁻³	90	Automóvel
10 ⁻⁵	70	Conversação
10 ⁻¹²	0	Nível de referência limiar

Fonte: Santos, 1999.

Sabe-se que o som se propaga de forma uniforme, contudo a cada duplicação da distância da fonte emissora do som, sua intensidade é reduzida. “O nível de pressão sonora é proporcional a $1/r^2$, onde r é a distância central a partir da fonte” (VESILIND; MORGAN, 2011, p. 378).

Vesilind e Morgan (2011) expressam a diminuição da intensidade em relação à distância na seguinte equação:

$$NPS_r = NPS_0 - 10 \log r^2$$

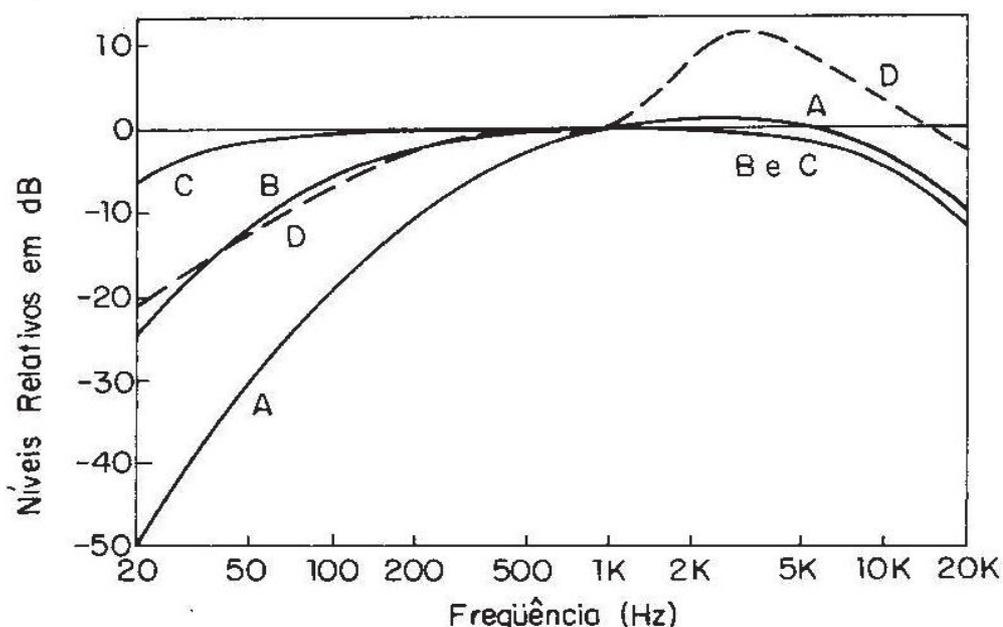
Onde:

- NPS_r é o nível de pressão sonora a uma distância r da fonte, em dB;
- NPS_0 é o nível de pressão sonora na fonte, em dB;
- r é a distância a partir da fonte, em metro.

Devido ao ouvido humano não possuir a mesma perceptibilidade para diferentes frequências de vibrações das ondas, foi desenvolvido uma curva balanceada que tem como finalidade aproximar a medição das características perceptíveis ao sistema de audição em diversas frequências. Esta medição é chamada de filtros de ponderação e são encontrados em quatro tipos: A, B, C e D. No entanto, a mais utilizada é o filtro A que apresenta resposta mais próxima ao ouvido humano (SANTOS, 1999).

A figura 2 apresenta “uma família de curvas que indicam o nível de pressão sonora necessário, em função da frequência, para dar a mesma audibilidade (fones) aparente que um tom de 1000 Hz” (GERGES, 2000, p. 53).

Figura 2 – Curvas que indicam o nível de pressão sonora variáveis com a frequência



Fonte: Gerges, 2000.

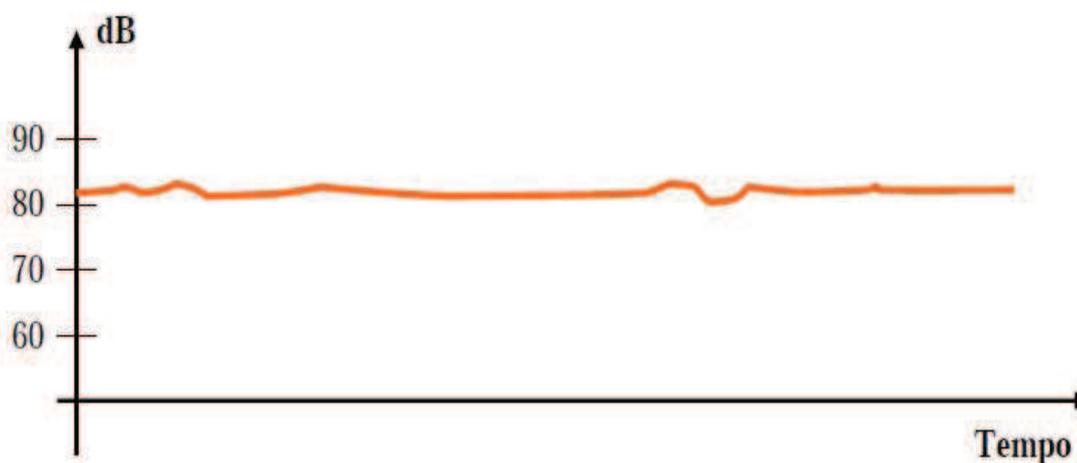
Gerges (2000) diz que o som está presente constantemente na vida das pessoas, como por exemplo, uma música, um choro de criança, uma conversa, uma batida na porta, e outros tantos. Todas estas fontes podem emitir sons em diferentes frequências, mas é importante perceber quando este se torna indesejado e desagradável, caracterizando num ruído.

Carmo (1999, p. 14) afirma que “não existe diferença em termos físicos entre som e ruído”. No entanto, o som passa a ser ruído a partir do momento em que se torna desagradável ao homem. Sendo assim, o conceito de ruído é muito relativo, pois o incômodo causado pelo som pode variar de pessoa para pessoa (BRAGA et al, 2002).

Conforme a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Brasileira (NBR) 10.151 o ruído pode ser manifestado de diversas formas, logo pode ser classificado conforme sua variação do nível sonoro com o tempo (ABNT, 2000):

- **Ruído Contínuo:** é aquele que durante o período de observação apresentou variações dos níveis insignificantes, conforme figura 3.

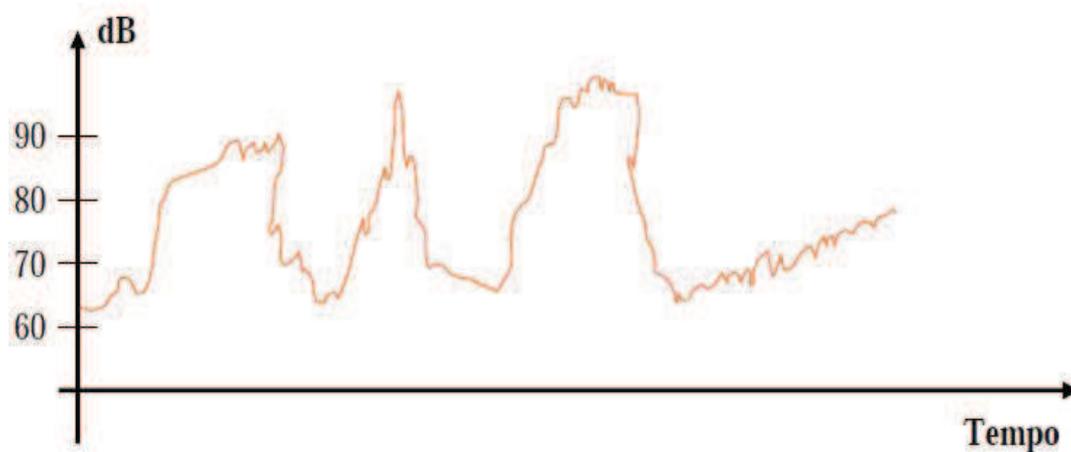
Figura 3 – Representação gráfica do ruído contínuo



Fonte: Fernandes (2002) apud Rosa, 2007.

- **Ruído Intermitente:** é aquele cujo nível varia de forma sequente de um valor considerável durante um período de observação, conforme figura 4.

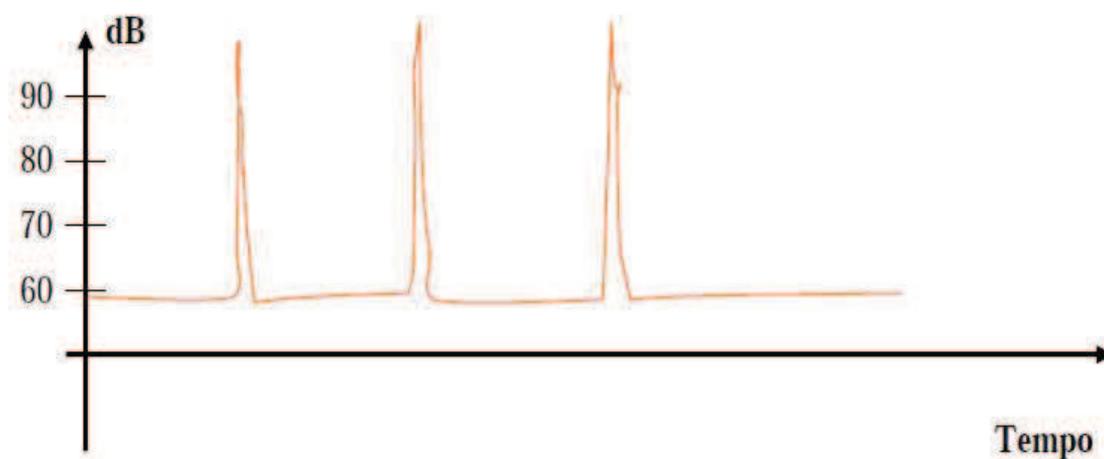
Figura 4 – Representação gráfica do ruído intermitente



Fonte: Fernandes (2002) apud Rosa, 2007.

• **Ruído de Impacto:** definido como o ruído com picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, conforme figura 5.

Figura 5 – Representação gráfica do ruído de impacto



Fonte: Fernandes (2002) apud Rosa, 2007.

2.2 Poluição sonora

A Lei nº 6.903 de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, define o conceito de poluição, como sendo a degradação da qualidade ambiental proveniente de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população (BRASIL, 1981).

Esta definição abrange a questão da poluição sonora, que é entendida como todo o ruído que passe a perturbar e prejudicar a saúde humana e o bem-estar de um maior número de pessoas, segundo Braga et al (2002).

A expressão “bem-estar” concerne ao estado de sossego, descanso e tranquilidade, que constituem objeto da proteção pela lei penal, ou seja, não podendo ser tolerado por alguém que se ponha perturbar outra pessoa, gerando revide perigoso à ordem e tranquilidade públicas (CARNEIRO, 2004).

A perturbação à tranquilidade e ao bem-estar pode ser determinada como conforto acústico. Para Rosa (2007, p. 23) “definição de conforto mostra a grande quantidade de variáveis que interferem no seu julgamento, portanto conforto acústico nada mais é que uma sensação de bem-estar relacionado aos níveis sonoros”.

Então, Carmo (1999, p. 36) considera “a poluição sonora como sendo a perturbação que envolve maior número de incomodados, e diante dos danos dramáticos causados, ocupa a terceira prioridade entre as doenças ocupacionais”.

Com os níveis máximos de emissão de ruído estabelecidos é possível garantir o conforto acústico e evitar danos à saúde das pessoas. A poluição sonora é considerada como a terceira fonte de poluição ambiental mais importante, somente superada pela poluição do ar e da água, sendo, portanto, uma questão importante de Saúde Pública (DNIT, 2006).

No Brasil “constata-se um elevado crescimento da população, a qual tem se concentrado nas áreas urbanas” afirma Mota (1997, p. 61). De fato, os dados do Censo 2010 comprovam uma diminuição da população rural. Observa-se que em 1991, 75,5% dos brasileiros moravam na área urbana, enquanto que no ano de 2010, este número atingiu 84,4% (IBGE, 2010).

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) relata que o crescimento dos núcleos urbanos se deve ao longo das rodovias construídas nas décadas de 60 a 70, levando a ocupação e uso desordenado do solo, além do congestionamento do tráfego rodoviário nos perímetros urbanos brasileiros. Tal fato resultou um dos problemas ambientais mais graves nos grandes centros urbanos brasileiros, o ruído urbano (DNIT, 2006).

São diversas as atividades antrópicas geradoras de ruído, entre as principais fontes sonoras em uma cidade, destacam-se:

[...] o trânsito de veículos, com o ruído dos motores, buzinas e sirenes; o tráfego aéreo; as obras de construção de edificações, além da abertura e recuperação de vias e outros espaços públicos; as atividades industriais, com ruídos internos e externos, desde as sirenes até o maquinário que utilizam; o comércio e os serviços que funcionam em espaços sem proteção acústica; as máquinas e os equipamentos de maneira geral, usadas nas diversas atividades, inclusive os eletrodomésticos e brinquedos; as academias de ginástica e dança, templos religiosos, dentre outros (RODRIGUES, 2010, p. 17).

Segundo Rodrigues (2010), o ruído procedente do espaço urbano é bastante complexo e difícil de ser classificado conforme sua variação do nível sonoro com o tempo, já que este pode tanto adquirir valores constantes durante as medições, como também pode cair até o valor do ruído de fundo por várias vezes durante a medição.

Contudo, a partir da classificação dos ruídos, Rodrigues (2010, p. 18) determina que “de forma geral, o ruído proveniente dos centros urbanos adapta-se melhor à definição de ruído intermitente, apresentando em momentos isolados alguns picos”.

A principal parcela do ruído presente nos centros urbanos é proveniente do tráfego veicular. O aumento do número de veículos particulares, de transporte público e de transporte de cargas nas vias, gera rotineiramente congestionamentos nas vias que compõem o sistema viário das cidades (RODRIGUES, 2010).

Em geral, é difícil encontrar atualmente nas cidades de médio e grande porte, áreas que estejam com os níveis de ruído dentro dos limites estabelecidos. Neste contexto, Maria (2005) levantou dados sobre os níveis de ruído nos anos de 2003 e 2005, na cidade de Tubarão – SC. Segundo a autora, o trânsito é o maior contribuinte para a poluição sonora na cidade, sendo que os quatro pontos monitorados no estudo apresentaram níveis de pressão sonora entre 70 e 89 dB, em 2003, e 70 e 81dB no ano de 2005, enquanto os níveis recomendados seriam 60 dB para o período diurno.

Outros autores desenvolveram estudos no intuito de mensurar os níveis de ruído em centros urbanos, tais como Rosa (2007) em Sapucaia do Sul – RS, Renner (2007) em Entre-Ijuís – RS, Cantieri et al (2010) em Curitiba - PR e Nardi (2008) em Florianópolis – SC, que apresentaram conclusões preocupantes. Em geral, todas as cidades pesquisadas mostraram que os níveis de ruído estão acima do que é permitido, seja por legislações específicas, seja por normas técnicas.

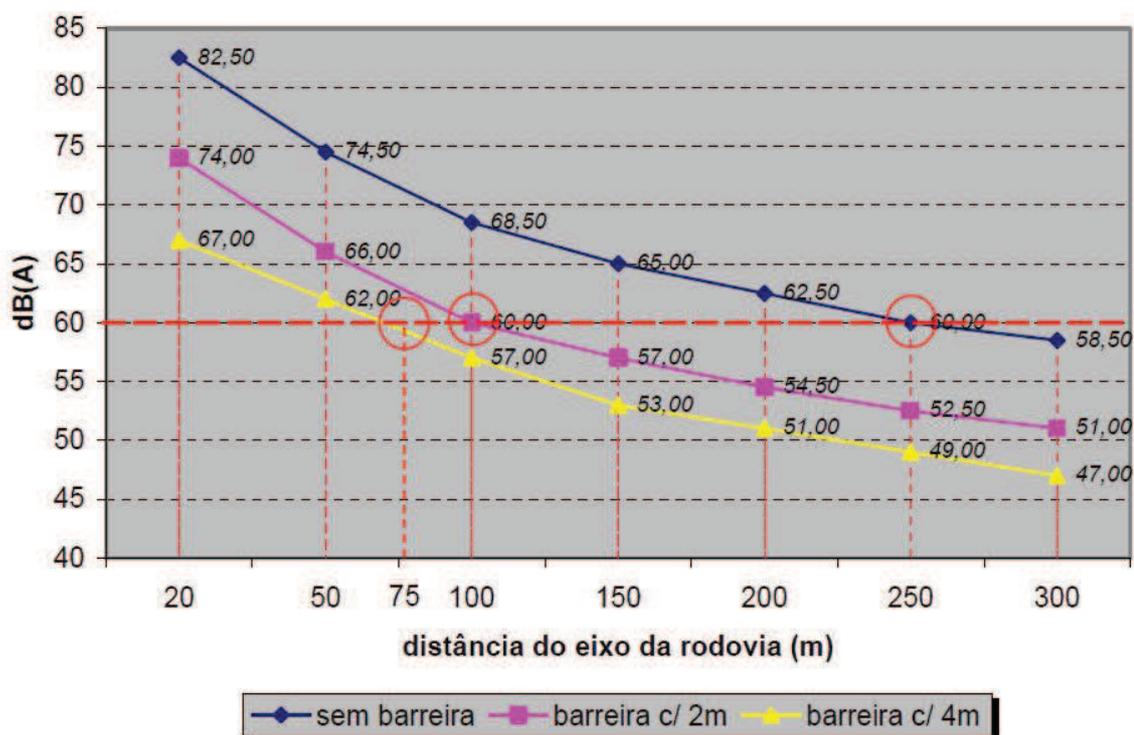
Objetivando a redução do desconforto auditivo dos centros urbanos ocasionado pelos ruídos originados pelo tráfego rodoviário ou por qualquer outra fonte, o DNIT (2006) define um tratamento ambiental acústico a partir da implantação de barreiras vegetais ou artificiais.

A eficácia da redução dos níveis de ruído foi comprovada com um estudo realizado pelo DNIT (2006), que usou como exemplo uma rodovia hipotética típica.

Para efeito comparativo, foram calculados os níveis de ruído em função da distância do eixo central da rodovia, para as hipóteses de instalação de duas barreiras a distância de quinze metros do eixo da mesma, uma baixa com dois metros de altura e uma alta com quatro metros de altura, comparados com a condição de propagação do ruído sem barreira (DNIT, 2006, p. 4).

A figura 6 mostra o quanto podem ser eficientes a implantação de barreiras acústicas próximas a fontes emissoras de ruído.

Figura 6 – Nível de ruído estimado nas vizinhanças de rodovias hipotéticas



Fonte: DNIT, 2006.

Dois aspectos importantes que podem ser observados, a redução natural dos níveis sonoros com a distância e a diminuição do nível de ruído a partir da

instalação de barreiras. Enquanto para se atingir o padrão legal de 60 dB(A) é necessário 270 metros sem a instalação de barreiras, com uma barreira de quatro metros a distância chega apenas a 75 metros. Esses resultados obtidos estão relacionados com ruídos provenientes do tráfego veicular, sendo que um ruído com outras características, como a intensidade, pode não obter o mesmo resultado (DNIT, 2006).

2.3 Efeitos da poluição sonora no homem

Braga et al (2002) afirma que para compreender melhor os impactos causados pela exposição ao ruído, é importante uma pequena descrição do sistema auditivo humano.

Segundo Santos (1999, p. 25) “o ouvido humano está contido no osso temporal e tem como funções principais o equilíbrio e a audição”. Já Gerges (2000, p. 42) o define como “um sistema bastante sensível, delicado, complexo e discriminativo. Ele permite perceber e interpretar o som.”

O ouvido pode ser dividido em três partes: o ouvido externo, médio e o interno (SANTOS, 1999).

O ouvido externo é formado pelo pavilhão auricular, mais conhecido como orelha e conduto auditivo. O pavilhão auricular tem como função coletar sons e dirigi-los para o conduto auditivo. Já o conduto auditivo é um canal cilíndrico que transmite os sons captados até o tímpano (SANTOS, 1999).

Segundo Gerges (2000, p. 44) “o ouvido médio atua como um amplificador sonoro, aumentando as vibrações do tímpano através de ligações deste com três ossos [...]”. O martelo, a bigorna e o estribo formam um sistema de alavancas que transferem a energia das ondas sonoras vindas da orelha externa (ROSA, 2007).

Quanto ao ouvido interno, Rosa (2007) coloca que sua finalidade é transformar as ondas de compressão em impulsos nervosos, através da cóclea. Esses impulsos são enviados ao cérebro para serem interpretados.

Sendo o sistema de audição tão frágil, os efeitos nocivos à saúde humana provenientes da poluição sonora não são apenas um problema comum de desconforto acústico. Diversos estudos, principalmente na área da endocrinologia e neurologia, colocam em evidência os efeitos dos ruídos excessivos na saúde

humana, comprometendo órgãos e funções do organismo (ALMEIDA, 1999; CARMO, 1999).

Para Santos (1999, p. 43) “a extensão e o grau do dano mantêm relação direta com a intensidade da pressão sonora, a duração do tempo, a frequência e a suscetibilidade individual”.

Segundo Mota (1997), a exposição do homem aos ruídos pode causar-lhe danos à saúde, dependendo de vários fatores:

- Intensidade: quanto mais alta, mais danosa;
- Faixa de Frequência: quanto mais elevada, maior o dano;
- Período de exposição: pessoas que permanecem muito tempo expostas a ruídos sofrem mais os seus efeitos;
- Intermitência ou continuidade: ruídos contínuos prejudicam a audição; ruídos intermitentes interferem no sistema nervoso, sendo que esses efeitos podem ocorrer em conjunto;
- Características de cada indivíduo: susceptibilidade; lesões anteriores no aparelho auditivo.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) (apud VIEIRA, 2010) indica a relação entre os níveis de pressão sonora e o impacto que possa provocar à saúde humana. Segundo ela, níveis de até 55 dB asseguram conforto acústico, de 55 a 65 dB o organismo começa a reagir, diminuindo a concentração, a produtividade e causa dor de cabeça, cansaço e eleva a pressão arterial. Expostos a níveis sonoros entre 65 e 70 dB, o organismo humano começa a agir para se adaptar ao ambiente, sendo que as defesas do corpo são abaladas. Valores acima de 70 dB podem provocar nível inicial de desgaste do organismo, surgindo estresse, hipertensão e infecções. Os níveis entre 80 e 85 dB são responsáveis por problemas auditivos, enquanto valores acima de 85 dB provocam riscos sérios à saúde humana.

O ruído afeta o organismo humano de diversas maneiras, causando prejuízos não só ao funcionamento do sistema auditivo como também o comprometimento da atividade física, fisiológica e mental do indivíduo a ele exposto, explica Carmo (1999). Para melhor compreender, a autora utiliza para a classificação dos efeitos nocivos do ruído os termos auditivos e não-auditivos.

2.3.1 Efeitos auditivos

Entre os principais efeitos auditivos danosos, Almeida (1999) destaca: a perda auditiva, os prejuízos na comunicação oral, o recrutamento, os zumbidos e a otalgia.

Conforme Bistafa (2006 apud ROSA, 2007, p. 18) há dois tipos de perda auditiva causados por ruído intenso:

Perda de Audição Temporária: Com o próprio nome diz, tem por característica a recuperação da audição após certo período de exposição. Nesse caso as células ciliadas se recuperam, voltando ao estado normal.

Perda de Audição Permanente: Tem como causa a lesão permanente das células ciliadas, até seu desaparecimento. Não há recuperação natural dessas células lesionadas, e sua reposição por meios naturais ainda não existe.

Okano (2004) considera como um grande problema da perda auditiva os seus efeitos não imediatos, só sendo percebidos em longo prazo. O primeiro sintoma inicia com um “zumbido” nos ouvidos, passando então a dificuldade de escutar determinadas frequências até a surdez cujos danos ao ouvido são irreversíveis, isto é, não há cura para pessoas afetadas.

Contudo, a perda da audição imediata pode ocorrer devido a um trauma acústico, ou seja, exposição a um ruído muito intenso, como por exemplo, tiros e explosões, destaca Santos (1999).

Quanto aos prejuízos da comunicação oral, está relacionado com a perda auditiva, já que podem ter redução na capacidade de distinguir detalhes dos sons de fala em condições ambientais desfavoráveis, bem como “pela presença de sons que competem pela atenção do ouvinte” (BRAGA et al, 2002, p. 213).

Outros efeitos como o recrutamento, zumbidos e a otalgia são decorrentes de excessivos ruídos, provocando nos indivíduos incômodos, dificuldades para perceber sons agudos e perturbação no sono (ALMEIDA, 1999).

2.3.2 Efeitos não auditivos

Estudos comprovam que os indivíduos, principalmente os residentes em áreas urbanas, são afetados pela exposição diária ao ruído, seja de forma direta ou

indireta. Além dos sintomas auditivos, o ruído exerce ação geral sobre várias funções orgânicas (CARMO, 1999).

Santos (1999) explica que o estímulo auditivo, antes de chegar a córtex cerebral, atinge várias estações subcorticais, em particular as das funções vegetativas que promovem os efeitos não auditivos induzidos pelo ruído.

Gerges (2000) alerta que um longo tempo de exposição ao ruído alto, pode resultar na sobrecarga do coração capaz de causar secreções anormais de hormônios e tensões musculares.

O efeito destas alterações aparece em forma de mudanças de comportamento, tais como: nervosismo, fadiga mental, frustração, prejuízo no desempenho no trabalho, provocando também altas taxas de ausência no trabalho. Existem queixas de dificuldades mentais e emocionais que aparecem como irritabilidade, fadiga e mal-ajustamento em situações diferentes e conflitos sociais entre operários expostos ao ruído (GERGES, 2000, p 51).

Em ambientes de trabalho, Mota (1997) relata que os ruídos excessivos propiciam fadiga aos operários, fazendo com que a produção reduza e acidentes sejam provocados.

Conforme Carmo (1999), o estresse urbano, o incômodo, a perturbação do ritmo biológico e a irritação geram como consequência alguns transtornos:

- Transtornos da Habilidade de executar atividades;
- Transtornos Neurológicos;
- Transtornos Vestibulares;
- Transtornos Digestivos;
- Transtornos Cardiovasculares;
- Transtornos Hormonais;
- Transtorno do Sono;
- Transtornos Comportamentais.

“A poluição sonora resulta, portanto, em prejuízos à saúde e bem-estar do homem, com efeitos que podem ser físicos, psicológicos, sociais ou econômicos” (MOTA, 1997, p. 165). Carmo (1999) ainda ressalta que o único tratamento eficaz para as doenças relacionadas à exposição ao ruído é a prevenção.

2.4 Aspectos legais e normativos

Atualmente a importância da regulamentação da poluição sonora para a saúde e o bem-estar das pessoas é fundamental, sendo certo que o ruído constitui um dos principais fatores de degradação da qualidade de vida da população (NARDI, 2008).

Segundo Nardi (2008), o cenário da poluição sonora pode ser avaliado e regulamentado, através de normas e legislações existentes, que especificam parâmetros a serem medidos, bem como indicam como configurar os equipamentos de medição e manipular os fatores envolvidos.

No Brasil, as legislações específicas sobre poluição sonora são ainda inexistentes, contudo ainda vigora no país a Lei das Contravenções Penais, Decreto Lei nº. 3.688 que em seu artigo 42 postula como crime:

Art. 42 - Perturbar alguém, o trabalho ou o sossego alheios:
I - com gritaria ou algazarra;
II - exercendo profissão incômoda ou ruidosa, em desacordo com as prescrições legais;
III - abusando de instrumentos sonoros ou sinais acústicos;
IV - provocando ou não procurando impedir barulho produzido por animal de que tem guarda:
Pena - prisão simples, de 15 (quinze) dias a 3 (três) meses, ou multa (BRASIL, 1941, p. 7).

Na ausência de leis federais para combater a poluição sonora, cabe aos estados e municípios aprovarem a sua. No estado de Santa Catarina, por exemplo, a Lei nº. 14.675, de 13 de abril de 2009, que institui o Código Estadual do Meio Ambiente, determina que os padrões de emissão de ruídos para veículos em uso devem seguir as normas federais, bem como a inspeção e o controle desse tipo de emissão devem ser realizadas pelo Departamento de Trânsito de Santa Catarina (DETRAN/SC), em parceria com o Órgão Estadual de Meio Ambiente (SANTA CATARINA, 2009).

Também em Santa Catarina, o Ministério Público instituiu o Programa Silêncio Padrão que existe desde agosto de 2001, quando foi implantado em Florianópolis. O Programa visa estabelecer uma parceria entre o Ministério Público e as instituições públicas e privadas para realizar ações preventivas e corretivas que minimizem a poluição sonora. Entre as prescrições, estão previstas a regularização

do funcionamento e a adequação acústica dos estabelecimentos que emitam ruídos, a apreensão de veículos e multa para os proprietários quando for constatado abuso na emissão de sons em locais públicos (MPSC, 2007).

Quando se trata de ruído urbano na cidade de Araranguá, área deste estudo, a legislação a ser seguida deverá ser a Lei Municipal nº. 1481 de 15 de abril de 1994 que dispõe sobre a poluição sonora, e ainda a Lei nº. 2015 de 22 de novembro de 2000 que dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem-estar e do sossego público. As referidas leis determinam os limites de ruído em decorrência de quaisquer atividades, bem como o método a ser utilizado para a medição e avaliação desses ruídos, de acordo com as normas NBR 10.151 e NBR 10.152 (ARARANGUÁ, 2000; ARARANGUÁ, 1994).

Este modelo de regulamentação municipal é adotado também em outros municípios da Federação, entre este Curitiba (CURITIBA, 2002), Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2008), São Paulo (SÃO PAULO, 1996) e Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 1999), que possuem suas próprias legislações sobre a poluição sonora e a emissão excessiva de ruídos. Essas leis municipais estão fundamentadas nas NBRs 10.151 e 10.152.

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução nº. 001 de 08 de março de 1990 estabelece critérios e padrões de emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades (BRASIL, 1990a).

Na mesma data que a referida resolução, entra em vigor a resolução CONAMA nº. 002 que dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – “SILÊNCIO”. O Programa tem como principais objetivos:

- a) Promover cursos técnicos para capacitar pessoal e controlar os problemas de poluição sonora nos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais em todo o país;
- b) Divulgar junto à população, através dos meios de comunicação disponíveis, matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído.
- c) Introduzir o tema "poluição sonora" nos cursos secundários da rede oficial e privada de ensino, através de um Programa de Educação Nacional;
- d) Incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído quando de sua utilização na indústria, veículos em geral, construção civil, utilidades domésticas, etc.
- e) Incentivar a capacitação de recursos humanos e apoio técnico e logístico dentro da polícia civil e militar para receber denúncias e tomar providências de combate a poluição sonora urbana em todo o Território Nacional;

f) Estabelecer convênios, contratos e atividades afins com órgãos e entidades que, direta ou indiretamente, possa contribuir para o desenvolvimento do Programa SILÊNCIO (BRASIL, 1990b, p. 1).

Atendendo um dos objetivos do Programa Silêncio, foi lançada em 1994 a Resolução CONAMA nº. 020 que institui o Selo Ruído, de uso obrigatório para aparelhos eletrodomésticos que geram ruído no seu funcionamento. O Selo Ruído é informativo e indica o nível de potência sonora produzido por aparelhos eletrodomésticos, fabricados no país e importados (BRASIL, 1994).

Conciliando a necessidade de minimizar os níveis de emissão sonora nos grandes centros urbanos com o fato de que os veículos rodoviários automotores são as mais evidentes fontes de ruído urbano, há ainda que citar a resolução CONAMA nº. 418, de 25 de novembro de 2009, que estabelece limites máximos de ruído emitidos por veículos automotores (BRASIL, 2009).

As Normas Regulamentadoras estabelecem requisitos técnicos e legais sobre os aspectos de avaliação de ruído. A Norma NBR 10.151, “Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento”, fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades. Esta norma ainda determina uma metodologia para a medição de ruído e a aplicação de correções nos níveis medidos, caso o ruído apresente características especiais, como ruído com características de impactos e componentes tonais (ABNT, 2000).

No caso de ruído sem estas características, o nível corrigido é determinado pelo nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), que é o nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com a ponderação A) referente a todo o intervalo de medição. Alguns medidores de nível de pressão sonora possuem a função de medir automaticamente o L_{Aeq} , mas para os equipamentos que não executam tal função a ABNT (2000) sugere um método alternativo para o cálculo do L_{Aeq} .

$$L_{Aeq} = 10 \log 1/n \sum 10^{Li/10}$$

Onde:

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

- n é o número total de leituras.

Para a avaliação do ruído, o método proposto pela ABNT (2000) baseia-se em uma comparação entre o nível de pressão sonora corrigido e o nível de critério de avaliação (NCA), conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2 – 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 ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT, 2000.

De acordo com os hábitos da população as autoridades responsáveis podem definir limites de horário para o período diurno e noturno apresentados na tabela 2. Porém, a ABNT (2000) sugere que o período noturno não deve começar depois das 22:00 horas e não deve terminar antes das 7:00 horas do dia seguinte. Caso o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9:00 horas.

Em caso de ambientes internos, o nível de critério de avaliação deve seguir a tabela 2 com a correção de menos 10 dB(A) para janela aberta e menos 15 dB(A) para janela fechada (ABNT, 2000).

A NBR 10.152 (ABNT, 1987) fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos, mencionando ambientes comuns do cotidiano da população, como mostra a tabela 3.

Tabela 3 – Níveis de ruídos compatíveis com o conforto acústico

LOCAIS	NÍVEIS 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, Salas de Estar	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	30 – 40
Salas de reunião	35 – 45
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	45 - 65
Salas de computadores	50 – 60
Salas de mecanografia	
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40 – 50
Locais para esporte	
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 – 60

Fonte: ABNT, 1987.

Verifica-se que a Tabela 4 indica dois valores para níveis que assegurem o conforto acústico, sendo que o valor inferior apresentado representa o nível sonoro para conforto, enquanto o valor superior representa o nível sonoro aceitável para a finalidade. Esses níveis superiores estabelecidos pela norma são considerados de desconforto, mas não necessariamente acarreta dano à saúde, explica Rosa (2007).

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

Localizado no litoral sul do Estado de Santa Catarina, região sul do Brasil, o município de Araranguá dista aproximadamente 210 km de Florianópolis, capital do Estado (figura 7).

Figura 7 – Localização do município de Araranguá

Fonte: DETRAN (2008) apud Rosa, 2008.

Com território de 303,907 Km² e população de 61.310 habitantes, trata-se de um município predominantemente residencial, com topografia bastante regular e relevo relativamente plano, com pequenas elevações que chegam ao máximo a 60m de altura.

O sistema viário de Araranguá é bem planejado, com grande número de avenidas que facilitam o fluxo dos veículos e o sistema de transporte coletivo transita pela mesma via dos veículos particulares. O trânsito apresenta um adensamento moderado e com poucas áreas susceptíveis a congestionamento, que tendem ao agravamento em pontos definidos, como é o caso da Avenida Sete de Setembro, principal avenida da cidade.

Antes de sua emancipação Araranguá pertencia ao município de Laguna. Seus primeiros colonizadores dedicavam-se à agricultura e a indústria canvieira. Porém, a partir da década de 80 indústrias de alimento, vestuário, calçado, metal-mecânico e moveleira se constituíram como setor base da economia de Araranguá (UNESC, 2004).

Como resultado do crescimento industrial deu-se o crescimento populacional e conseqüentemente a expansão urbana. Dos 61.310 habitantes de Araranguá, apenas 10.784 residem na área rural, restando assim, 50.526 habitantes ocupantes da área urbana, ou seja, aproximadamente 82% da população (IBGE, 2010).

A hidrografia do município formada principalmente pelo rio Araranguá, propiciou a formação do centro urbano em seu entorno, conforme mostra a figura 8 (ARARANGUÁ, 2010).

Figura 8 – Vista aérea do centro urbano de Araranguá



Fonte: ONG Sócios da Natureza, s.d.

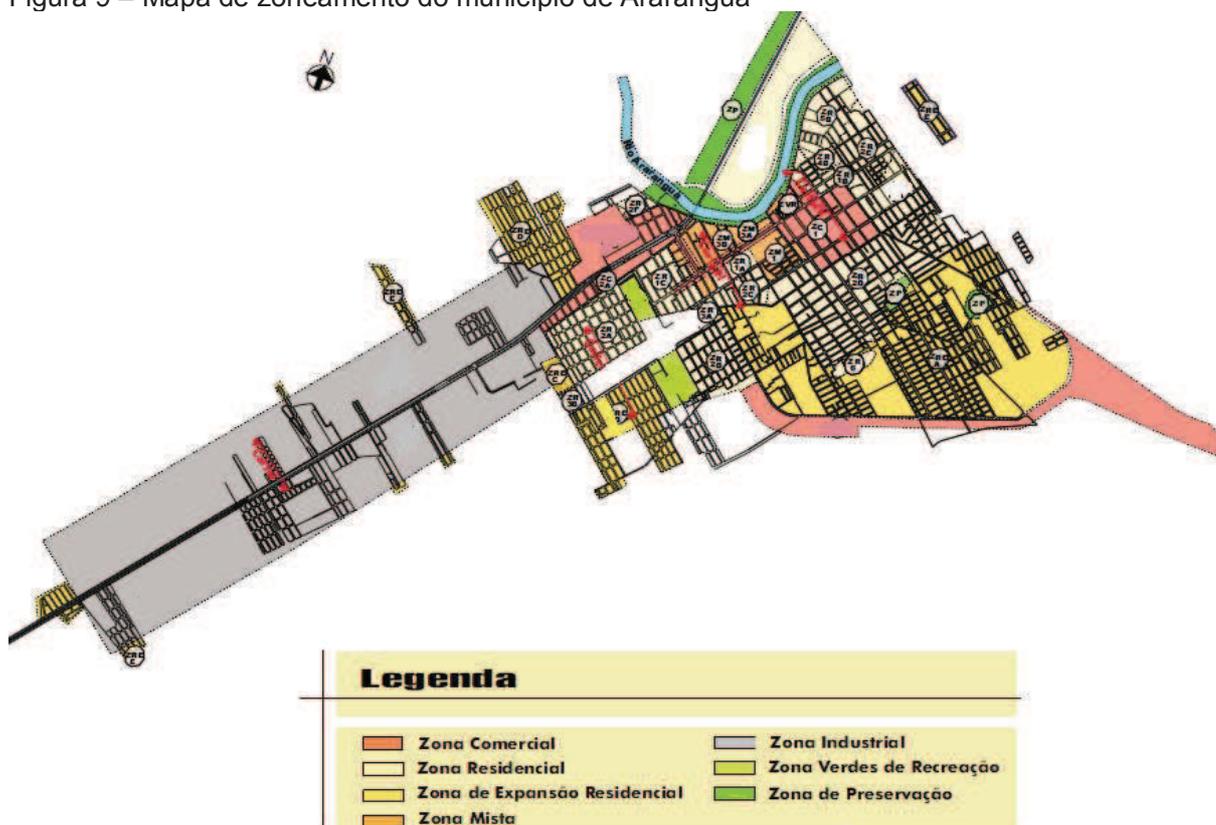
Outro “fator determinante na expansão urbana em Araranguá foi a ampliação do sistema rodoviário nacional, no final da década de 50 que fez com que a BR-101 chegasse ao município” (ARARANGUÁ, 2010, p. 25), permitindo o

escoamento de grande parte da produção da região, e ainda facilitando o acesso a outros municípios.

Neste período a frota de veículos em Araranguá começa a ganhar ritmo crescente resultando em adensamento veicular. A frota veicular do município é constituída, conforme 19ª Delegacia Regional da Polícia, por aproximadamente 40.788 veículos, sendo predominantemente composta por automóveis, motocicletas e motonetas.

Em meio a seu crescimento sucessível, Araranguá está elaborando o novo Plano Diretor Municipal, um instrumento básico de planejamento municipal que garante a melhoria da qualidade de vida da população. Em fase de elaboração, o Plano Diretor de Araranguá não dispõe de um zoneamento municipal atual, sendo que o mapa de zoneamento oficial do planejamento, apresentado na figura 9, ainda é de 2002 quando o município tentou implantar um Plano Diretor, mas foi reprovado.

Figura 9 – Mapa de zoneamento do município de Araranguá



Fonte: Araranguá, 2002.

O novo Plano Diretor do município de Araranguá tem como proposta no Código de Postura, que ainda será discutido, determinar zonas de silêncio obrigatório, mas estas zonas ainda não estão delimitadas em mapa.

O fato de ser praticamente o município que recebe através do rio Araranguá o montante de carga poluente gerada nos demais municípios da bacia hidrográfica, sobressaindo-se aquela originada na região carbonífera, despertou desde cedo o interesse da população na defesa das causas ambientais. Nesse sentido, a ONG Sócios da Natureza, criada em 1980, tem como principal objetivo a preservação da Natureza e uma melhor qualidade de vida para a população de Araranguá e toda região.

Com relação aos órgãos responsáveis pelo controle de poluição, foi criada por lei municipal em 2007 a Fundação Ambiental do Município de Araranguá (FAMA). Com base na resolução do CONAMA 237/1997 que atribui aos municípios da Federação o poder de licenciar atividades de impacto ambiental local, desde que a FAMA foi criada tem como objetivo executar a política ambiental municipal garantindo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental.

O presente estudo desenvolveu-se na área urbana de Araranguá, a fim de avaliar um dos impactos decorrentes das significativas transformações na cidade, a poluição sonora.

3.2 Pontos de avaliação dos níveis de ruídos

Com a finalidade de avaliar os níveis de ruído no município de Araranguá foi realizada, inicialmente, uma consulta ao coordenador da ONG Sócios da Natureza, Sr. Tadeu dos Santos; e à Secretaria de Planejamento, Indústria e Comércio de Araranguá na pessoa do engenheiro Leonardo Tiscoski. Nesta consulta obtiveram-se informações a respeito dos pontos onde se localizam as principais fontes emissoras de ruído da cidade.

Em seguida os pontos sugeridos pela ONG e pela Secretaria Municipal, foram vistoriados e levando-se em consideração o perímetro urbano de Araranguá, selecionaram-se 12 locais ou estações de medição para a avaliação dos níveis de ruído. Os locais selecionados para avaliação encontram-se demarcados na figura 10.

Figura 10 – Posicionamento dos pontos de medição



Fonte: Dados do autor, 2011.

Destaca-se que as medições se deram nas principais vias do município, sendo que a maior concentração de pontos se dá onde há maior incidência de pressão sonora, conforme informado pela ONG e pela Secretaria Municipal.

O primeiro local selecionado para leitura (P1) localiza-se entre a Av. Marginal e a rodovia BR-101, conforme mostra a figura 11. Por se tratar de uma rodovia federal o tráfego de veículos é intenso. Conforme o Mapa de Zoneamento do Município, esta estação encontra-se em zona industrial e localiza-se nas coordenadas geográficas 49°30'36" O e 28°57'12" S.

Figura 11 – Vista da estação de medição P1



Fonte: Dados do autor, 2011.

A estação de medição P2 (figura 12) localiza-se no trevo principal que dá acesso ao centro urbano de Araranguá, interligando-o à rodovia federal BR-101, no sentido norte-sul e à rodovia SC-449, no sentido leste-oeste.

Figura 12 – Vista da estação de medição P2



Fonte: Dados do autor, 2011.

A localização da estação P2 para avaliação dos níveis de pressão sonora se deu em função de se tratar do acesso mais utilizado pelos motoristas que chegam ou saem da cidade, causando congestionamentos em horários de pico. Esta estação com coordenadas geográficas $49^{\circ}29'51''$ O e $28^{\circ}56'22''$ S encontra-se em zona comercial.

O terceiro ponto selecionado (P3) localiza-se na rótula entre a rodovia estadual SC-449 e a Avenida Sete de Setembro. Conforme o Mapa de Zoneamento do Município, esta estação com coordenadas geográficas $49^{\circ}29'36''$ O e $28^{\circ}56'34''$ S encontra-se em zona comercial. A figura 13 mostra a estação de medição do terceiro ponto, bem como dá uma ideia do movimento de veículos no local e também das atividades comerciais.

Figura 13 – Vista da estação de medição P3



Fonte: Dados do autor, 2011.

O quarto ponto de medição (P4) localiza-se no início da Av. Sete de Setembro, nas proximidades do campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (figura 14). Com coordenadas geográficas $49^{\circ}29'55''$ O e $28^{\circ}57'00''$ S, o P4 está inserido em zona residencial, segundo zoneamento municipal.

Figura 14 – Vista da estação de medição P4



Fonte: Dados do autor, 2011.

O quinto ponto de medição (P5) localiza-se na rótula na Av. Sete de Setembro, com coordenadas $49^{\circ}29'13''$ O e $28^{\circ}56'09''$ S (figura 15). Na principal avenida da cidade, este ponto foi escolhido por ser susceptível ao congestionamento, inserindo-se na zona comercial.

Figura 15 – Vista da estação de medição P5



Fonte: Dados do autor, 2011.

O sexto ponto (P6) localiza-se na zona central de Araranguá, como mostra a figura 16, com coordenadas $49^{\circ}29'07''$ O e $28^{\circ}56'04''$ S. Este ponto foi selecionado em função do trânsito intenso, e ainda por ser uma zona predominantemente comercial, segundo zoneamento municipal. Apresenta também um grande fluxo de pedestres.

Figura 16 – Vista da estação de medição P6



Fonte: Dados do autor, 2011.

O P7 localizado nas proximidades do Terminal Rodoviário de Araranguá, com coordenadas $49^{\circ}29'12''$ O e $28^{\circ}55'58''$ S e inserido em zona comercial, foi selecionado por se tratar de uma área onde predomina o fluxo de transporte coletivo (figura 17).

Figura 17 – Vista da estação de medição P7



Fonte: Dados do autor, 2011.

O oitavo ponto de medição (P8) localiza-se na rótula entre a Av. Sete de Setembro e a Rua Caetano Lummerz, na área central da cidade (figura 18).

Figura 18 – Vista da estação de medição P8



Fonte: Dados do autor, 2011.

Conforme o mapa de zoneamento a estação P8 se encontra em zona comercial, com coordenadas $49^{\circ}29'02''$ O e $28^{\circ}56'00''$ S. Trata-se de local com trânsito intenso e com concentração de atividades comerciais, o que faz com que haja constante fluxo de pedestres.

O nono ponto de medição (P9) localiza-se na rótula final do calçadão na Av. Getúlio Vargas, como mostra a figura 19. Além de iniciar uma avenida que se prolonga até a rodovia SC-449, a escolha deste local para avaliar os níveis de ruído também se deu por estar localizado próximo de uma escola. Conforme o zoneamento do município este ponto está inserido em zona comercial com coordenadas geográficas $49^{\circ}28'59''$ O e $28^{\circ}56'08''$ S.

Figura 19 – Vista da estação de medição P9



Fonte: Dados do autor, 2011.

O P10 localiza-se no final da Av. Getúlio Vargas em encontro com a SC-449. A escolha desta estação para medição se deu pelo trânsito intenso e veículos pesados e ainda por servir de acesso para regiões litorâneas. Apresenta também proximidade com a Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) (figura 20). Com coordenadas geográficas $49^{\circ}27'52''$ O e $28^{\circ}57'04''$ S está inserido entre zona comercial e zona de expansão residencial.

Figura 20 – Vista da estação de medição P10



Fonte: Dados do autor, 2011.

O décimo primeiro ponto (P11) localizado na Av. Quinze de Novembro (figura 21), com coordenadas $49^{\circ}29'17''$ O e $28^{\circ}56'29''$ S, foi selecionado por se tratar de uma zona predominantemente residencial, conforme o mapa de zoneamento do município.

Figura 21 – Vista da estação de medição P11



Fonte: Dados do autor, 2011.

O décimo segundo ponto (P12) localiza-se na Rua Perimetral Sul. Este ponto foi escolhido para compor uma situação distinta dos demais pontos, ou seja, se trata de um ponto adicional que apresenta baixo fluxo veicular que transitam em baixa velocidade (figura 22). Com coordenadas 49°28'55" O e 28°57'31" S este ponto se encontra em zona residencial, segundo mapa de zoneamento municipal.

Figura 22 – Vista da estação de medição P12



Fonte: Dados do autor, 2011.

3.3 Medição dos níveis de ruídos

Para avaliar o ruído foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora, também chamado de decibelímetro, da marca Instrutherm e modelo DEC-490, de propriedade do Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas (IPAT). O equipamento utilizado possui uma precisão de ± 1.4 dB e encontra-se em conformidade com a norma da International Electrotechnical Commission (IEC) 61672 que substitui e cancela a IEC 60651 e IEC 60804 para tipo 2, além de dispor da função automática para cálculo do nível de pressão sonora equivalente, não sendo necessário realizar o cálculo através da fórmula sugerida pela NBR 10.151.

Para verificação e ajuste do decibelímetro foi utilizado um calibrador acústico, do mesmo fabricante, modelo CAL-3000. Tanto o decibelímetro quanto o

calibrador utilizados possuem certificado de calibração emitido pelo Laboratório de Calibração Instrutherm (ANEXO A).

O decibelímetro foi programado para coletar dados em resposta lenta (*slow*), utilizando a curva de ponderação “A”. Como sugere a norma NBR 10.151 (ABNT, 2000), o mesmo foi aferido antes e após cada medição, para assegurar a obtenção de dados confiáveis.

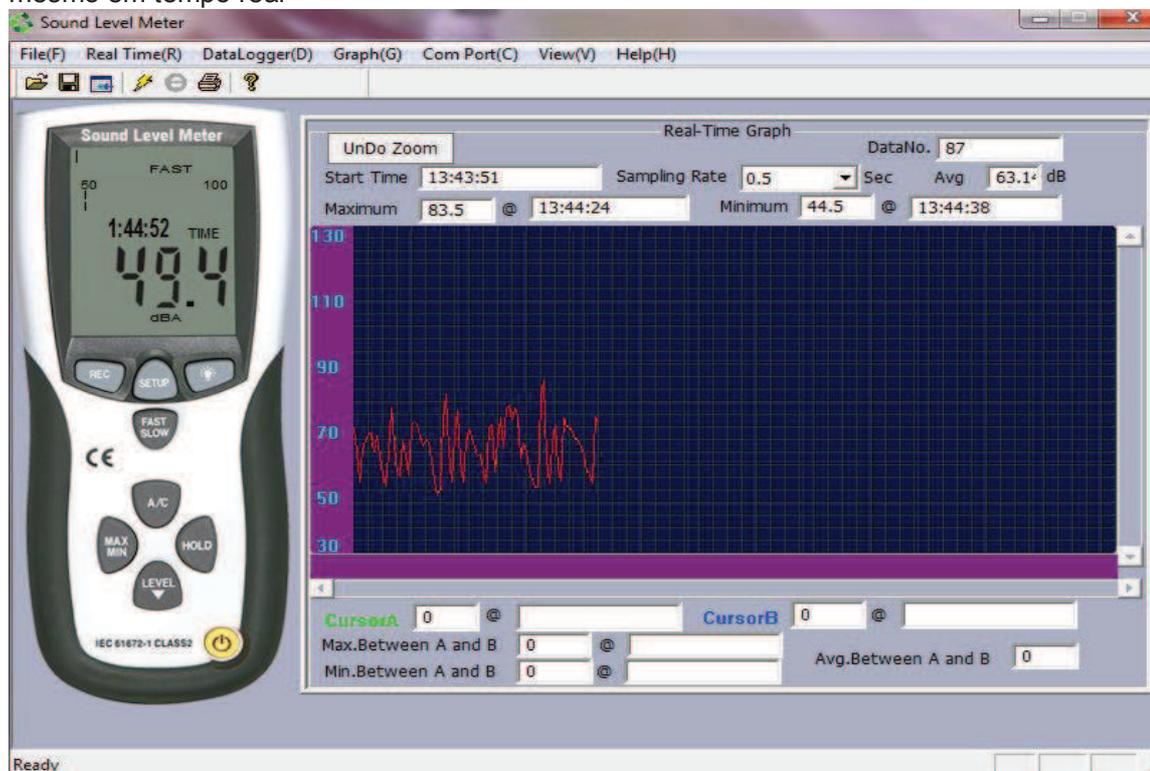
As medições ocorreram em dia útil, no intuito de revelar as condições típicas do município. Quanto ao horário, as medições foram efetuadas no período diurno e noturno, sendo que no período diurno as medições foram realizadas a partir das 8:00 horas, enquanto no período noturno as medições se deram depois das 22:00 horas. A medição envolveu uma única amostragem por período (diurno e noturno) em cada um dos doze pontos selecionados (P1 a P12).

Quanto ao período de observação, utilizou-se a metodologia adotada pelo IPAT que considera suficiente 5 minutos para medição em cada ponto, sendo que não há nenhuma norma regulamentadora que determina o tempo ideal de medição.

Com o *software* específico do equipamento, o *Sound Level Meter*, foi possível carregar os dados em tempo real para um *notebook*, facilitando a operação. Este *software* reúne os dados coletados pelo aparelho e os apresenta em forma de gráficos com indicação do valor máximo e mínimo observado durante a medição, bem como o nível de pressão sonora equivalente.

A figura 23 ilustra a página com os dados do *software Sound Level Meter*, exemplificando o gráfico que é reproduzido em tempo real.

Figura 23 – Ilustração do *software* do decibelímetro utilizado e um gráfico gerado pelo mesmo em tempo real



Fonte: Dados do autor, 2011.

O decibelímetro utilizado foi fixado em um tripé a uma altura de 1,20 m e posicionado a uma distância mínima de 2 m de superfícies refletoras, conforme recomendações da norma NBR 10.151 (ABNT, 2000).

Durante as medições evitaram-se condições climáticas extremas como a ocorrência de trovões, chuvas fortes, e ainda fatores físicos como vento e vibrações, uma vez que estes podem interferir nos resultados.

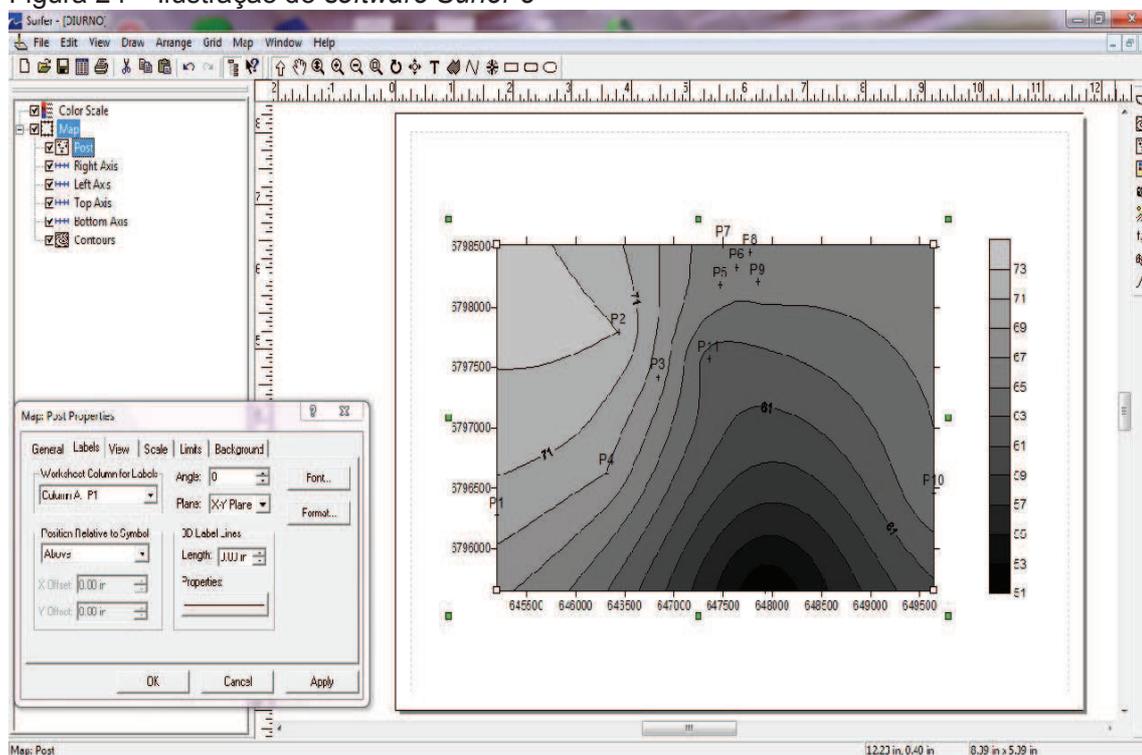
Também foram feitos registros fotográficos e ainda anotadas todas as informações e eventualidades percebidas no intervalo de tempo da medição, para posterior análise dos resultados obtidos.

Com o auxílio de um GPS, marca Garmin, foi possível adquirir as coordenadas geográficas de cada ponto, possibilitando a elaboração dos mapas de ruído e a continuidade desta pesquisa.

Para a elaboração do mapeamento sonoro da área utilizou-se o *software Surfer*, que permite a visualização do comportamento espacial dos resultados obtidos. No setor de cartografia do IPAT, a partir do *software Surfer* da versão 8.0, foram construídos o Mapa de Ruído Diurno e o Mapa de Ruído Noturno

apresentando a variação dos níveis sonoros através da escala gradual de cores. A figura 24 ilustra a página do *Surfer 8* quando executado.

Figura 24 – Ilustração do software *Surfer 8*



Fonte: Dados do autor, 2011.

Os resultados obtidos foram avaliados conforme a norma NBR 10.151, que estabelece níveis de critério de avaliação para ambientes externos levando em consideração o zoneamento de usos de áreas proporcionado pelo Mapa de Zoneamento do município de Araranguá.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados dos níveis de pressão sonora obtidos nas 12 estações de medição e considerando o período diurno e noturno são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Níveis de pressão sonora equivalente

Estação	Localização	Zoneamento	Nível de ruído Diurno (dB(A))	Nível de ruído Noturno (dB(A))
P1	Entre Av. Marginal e a rodovia BR-101	Zona industrial	70	63
P2	Trevo de Araranguá	Zona comercial	73	67
P3	Entre a rodovia SC-449 e a Av. Sete de Setembro	Zona comercial	68	64
P4	Início da Av. Sete de Setembro	Zona residencial	69	61
P5	Rótula na Av. Sete de Setembro	Zona comercial	66	65
P6	Centro de Araranguá	Zona comercial	65	61
P7	Próximo ao Terminal Rodoviário	Zona comercial	65	56
P8	Entre a Av. Sete de Setembro e a Rua Caetano Lummertz	Zona comercial	67	54
P9	Início da Av. Getúlio Vargas	Zona comercial	66	58
P10	Final da Av. Getúlio Vargas em encontro com a SC-449	Entre zona comercial e zona de expansão residencial	65	54
P11	Av. Quinze de Novembro	Zona residencial	65	57
P12	Rua Perimetral Sul	Zona residencial	65	47

Fonte: Dados do autor, 2011.

Para fins de análise dos dados obtidos, compararam-se os níveis sonoros nas 12 estações de medição localizadas na área urbana da cidade de Araranguá aos limites estabelecidos na norma NBR 10.151, avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade. Esta norma apresenta níveis de critério de avaliação para ambientes externos por critérios de usos do zoneamento municipal.

Considerando a questão do zoneamento, ressalta-se que para áreas residenciais os limites máximos permitidos para o período diurno é de 50 dB(A) e noturno de 45 dB(A), já para áreas comerciais são 60 e 55 dB(A), área mista predominantemente residencial são 55 dB(A) e 50 dB(A), enquanto em área industrial é de 70 e 60 dB(A), respectivamente, período diurno e período noturno (ABNT, 2000).

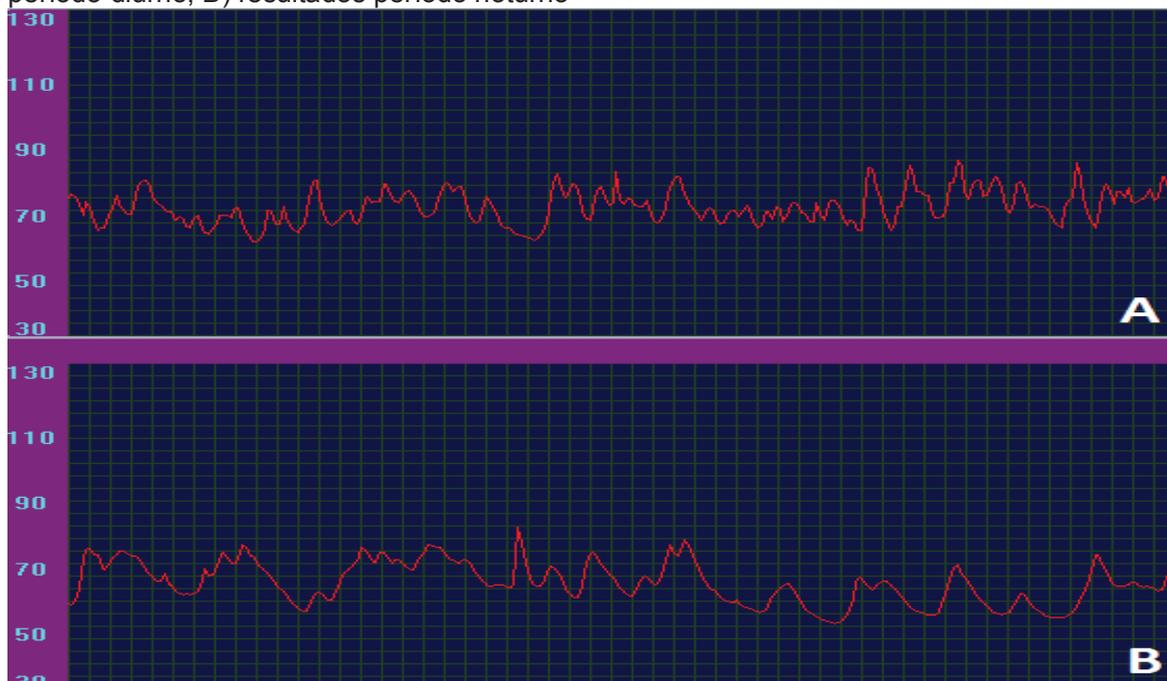
Como relatado no capítulo de metodologia, o decibelímetro foi programado para coletar dados em resposta lenta (*slow*) e adotando tempo de medição em cada ponto de 5 minutos.

O *software* específico do equipamento reúne os dados coletados pelo aparelho e os apresenta em forma de gráficos onde o eixo x representa o tempo de medição (5 minutos) e o y os níveis de ruído em dB. O decibelímetro ainda dispõe de função automática para cálculo do nível de pressão sonora equivalente, que é o nível sonoro médio resultante da integração ao longo de um intervalo de tempo, bem como registra o maior e menor valor obtido.

De forma geral, os gráficos resultantes das medições realizadas no período diurno e noturno mostram níveis sonoros que variam de forma sequente apresentando em alguns momentos picos, o que caracteriza o ruído avaliado como intermitente, de acordo com a abordagem de Rodrigues (2010) que assim define todo ruído proveniente de centros urbanos.

A figura 25 (A e B) apresenta os resultados da medição realizada no P1, respectivamente, período diurno e noturno.

Figura 25 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 1 (P1), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

Os resultados do P1 mostram que há maior variação nos níveis de ruído durante o dia, o que pode ser observado pelo maior número de picos na figura 25 (A).

Durante a medição nesta estação, tanto no período diurno quanto noturno, não se ocorreu nenhum episódio que pudesse interferir no resultado, como por exemplo, sirenes e buzinas. Desta forma, os valores obtidos se referem ao tráfego normal de veículos da rodovia BR-101 e o nível sonoro emitido por uma empresa próxima a estação de medição, que exerce atividade nos períodos diurnos e noturnos.

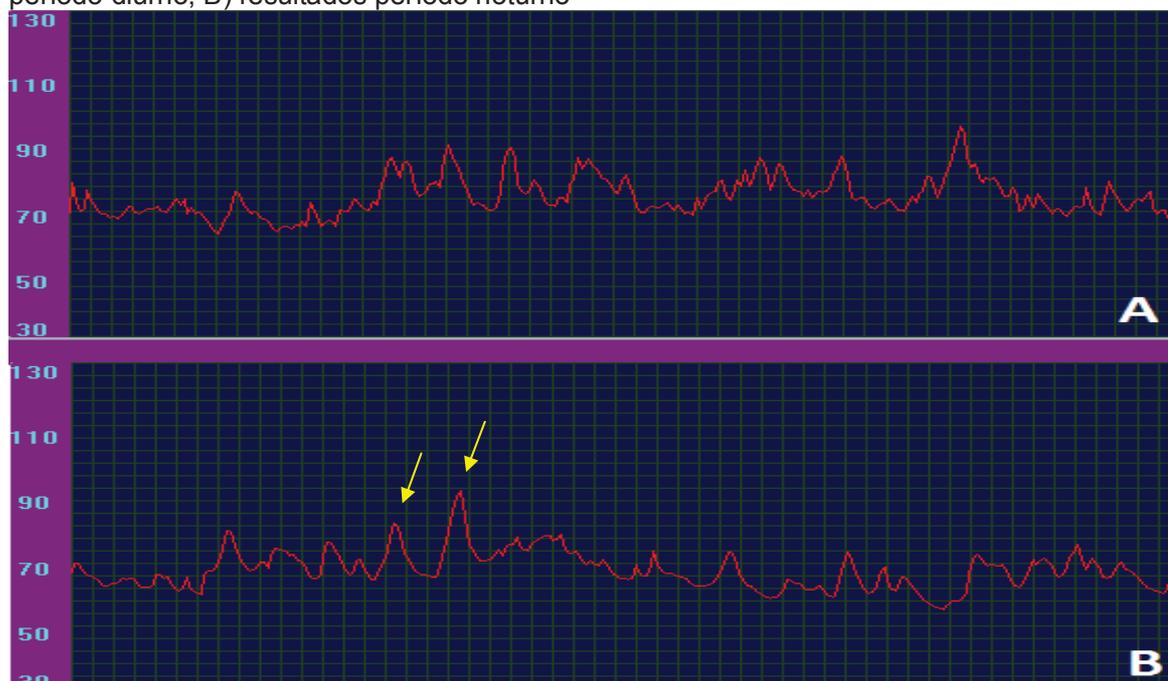
O nível de pressão sonora para o período diurno é equivalente a 70 dB(A), enquanto para o período noturno permaneceu em 63 dB(A). Considerando que esta estação localiza-se em área industrial, conforme mapa de zoneamento do município de Araranguá, verifica-se que o resultado da medição diurna encontra-se no limite máximo permitido pela NBR 10.151, enquanto à noite os níveis de pressão sonora ultrapassam 60 dB(A) recomendados pela norma.

Dentre a variação dos níveis sonoros registrou-se para o período diurno um valor máximo de 84 dB(A) e mínimo de 59 dB(A), a noite o valor máximo foi mais

significativo do que o registrado no período diurno, 95 dB(A) e um mínimo de 55 dB(A).

A estação P2 localiza-se em zona comercial, onde de acordo com a NBR 10.151, os níveis de pressão sonora neste ponto não poderia exceder 60 dB(A) no período diurno e 55 dB(A) nas medições realizadas durante a noite. A figura 26 (A e B) apresenta os gráficos obtidos durante a medição da estação P2.

Figura 26 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 2 (P2), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

Avaliando a figura 26 verifica-se tratar de ruído intermitente e com níveis sonoros elevados em ambos os períodos, registrando nível de pressão sonora equivalente diurno de 73 dB(A) e 67 dB(A) noturno.

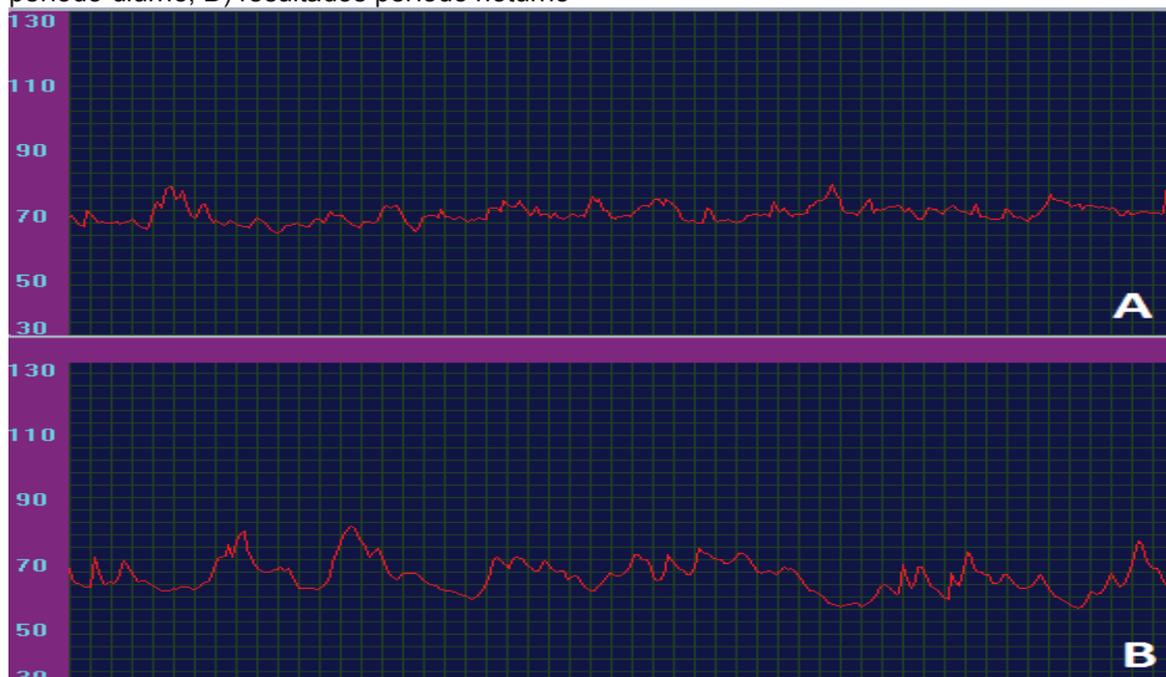
As principais fontes de poluição que interferem nesta estação de medição também estão relacionadas ao tráfego, sendo constante a movimentação de veículos. No período diurno, os picos registrados refletem a travessia de veículos pesados. Já à noite, os níveis sonoros foram influenciados pela presença de ônibus universitários e ainda pela passagem de um som automotivo o que justifica a presença de picos como mostra a figura 26B.

O P2 foi a estação que apresentou maiores níveis sonoros, se comparado com os outros pontos, no período diurno, sendo registrado um valor máximo de 95

dB(A) e mínimo de 62 dB(A). Quanto ao período noturno o valor máximo foi de 91 dB(A) e o mínimo 55 dB(A).

Os dados obtidos na estação P3 encontram-se representados na Figura 27, onde são apresentados os níveis sonoros medidos no período diurno e noturno.

Figura 27 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 3 (P3), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

Durante o dia o P3 não apresentou grande oscilação em seus valores, embora classificado como intermitente esta estação apresentou-se com características mais próximas ao ruído contínuo, vales curtos e variação de níveis insignificantes. Mesmo assim, o nível de pressão sonora equivalente registrado foi de 68 dB(A), quando o permitido seria 60 dB(A) para o período diurno, uma vez que a estação encontra-se em zona comercial. A noite o nível equivalente foi de 64 dB(A), diferença pequena com o resultado obtido durante o dia, excedendo 9 dB(A) do estabelecido por norma.

Com variação entre valor máximo de 78 dB(A) e mínimo de 62 dB(A) é importante destacar que durante as medições diurnas, constatou-se a limpeza de ruas nas proximidades da estação com utilização de máquinas e equipamentos. Quanto a noite as variações ocorreram entre 54 e 80 dB(A).

Na figura 28 (A e B) são apresentados os resultados obtidos durante a medição do P4.

Figura 28 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 4 (P4), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

Analisa-se pelos gráficos obtidos no P4 que os níveis sonoros registrados durante o dia oscilam e se mantém numa faixa de valores altos, resultante do intenso trânsito veicular. À noite as variações entre níveis altos e baixos se apresentam de forma significativa, conforme figura 28B. Os picos que se destacam durante a medição noturna são provenientes de sons automotivos e ainda da circulação de ônibus universitários, já que o ponto fica próximo a UFSC.

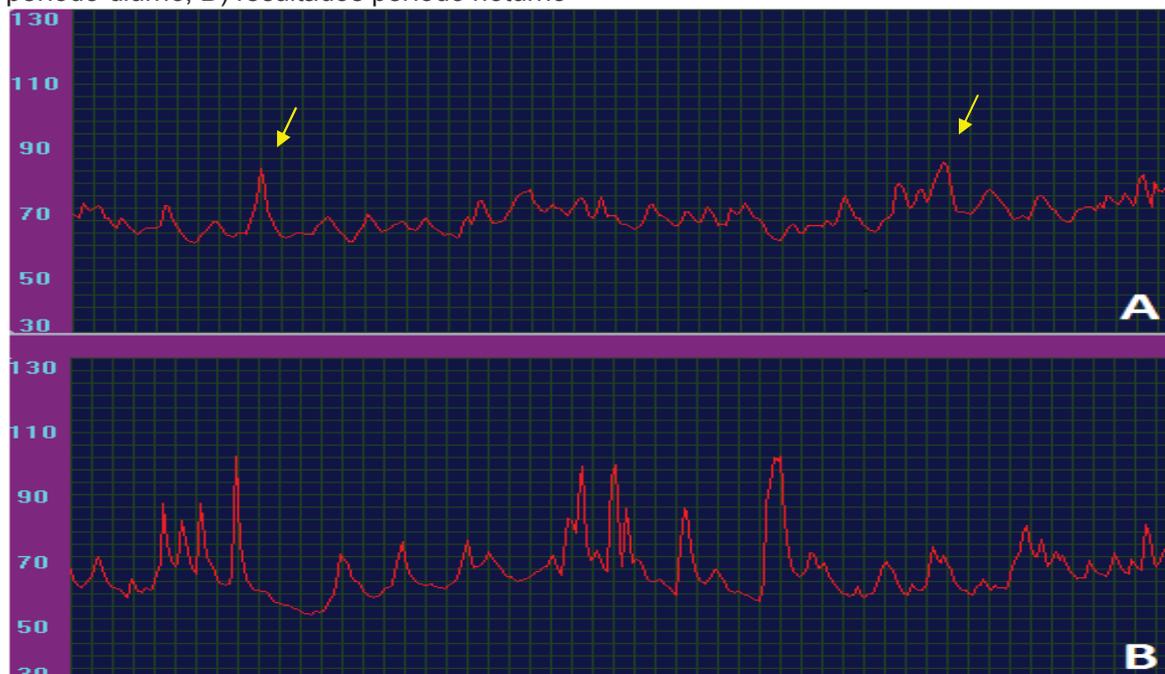
Tratando-se de uma zona predominantemente residencial, conforme zoneamento municipal, onde está inserida uma universidade, os níveis de pressão sonora no ponto P4 não deveriam ultrapassar os valores de 50 dB(A) e 45 dB(A), respectivamente, diurno e noturno, conforme estabelecido pela NBR 10.151.

Contudo, a leitura no ponto P4 registrou 69 dB(A) para o dia e para noite 61 dB(A), verificando portanto valores significativamente acima do que permitido pela norma.

No período diurno o valor máximo registrado foi de 87 dB(A) e mínimo de 54 dB(A), já a noite obteve-se um nível máximo de 88 dB(A) e mínimo de 49 dB(A).

A figura 29 (A e B) apresenta resultados da medição realizada no P5, respectivamente, período diurno e noturno.

Figura 29 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 5 (P5), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

Analisando os resultados obtidos no P5 percebe-se que a medição realizada no período diurno apresenta oscilações onde níveis sonoros variam de forma sequente de um valor considerável durante o período de medição. A presença dos picos é resultante da atividade de propagandas sonoras do comércio local, assim como buzinas de automóveis e trânsito de motocicletas com irregularidades no escapamento, provocando maior intensidade sonora em destaque na figura 29A.

Já no período noturno, verifica-se elevados níveis de ruído apontando diversos picos no campo de medição. Esses picos se dão por atividade noturna de sons automotivos e pela passagem de veículos em alta velocidade.

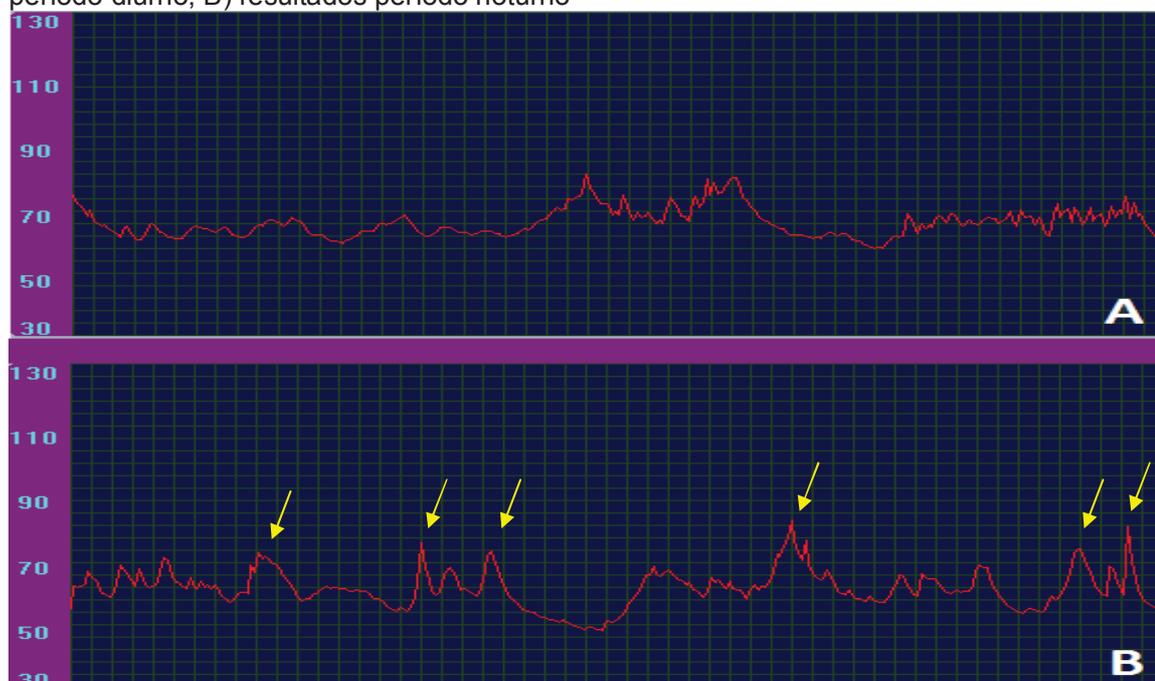
Apesar de o período noturno apresentar em vários momentos do período de observação valores mais significativos do que os avaliados no período diurno, nesta estação os níveis de pressão sonora equivalente de ambos os períodos se diferenciaram por apenas 1 dB(A), sendo 66 dB(A) avaliados durante o dia e 65 dB(A) no período noturno. Por tratar-se de zona comercial, onde são estabelecidos 60 dB(A) como nível equivalente para o período diurno e 55 dB(A) para o noturno,

pode se dizer que os valores registrados encontram-se em desacordo com o que estabelece a NBR 10.151.

O P5 apresentou variações entre nível máximo e mínimo de 83 e 58 dB(A), respectivamente. A noite os valores foram muito mais significativos chegando a uma diferença de 49 dB(A), sendo o valor máximo de 100 dB(A) e mínimo de 51 dB(A).

A estação P6 está localizada na área central do município, onde há intenso tráfego de veículos e ônibus. A figura 30 (A e B) mostra a variação dos níveis sonoros avaliados durante as medições no ponto P6 no período diurno e noturno.

Figura 30 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 6 (P6), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

Os resultados relativos à medição no ponto P6 mostram que durante o dia os níveis sonoros não estão sujeitos a grandes variações (figura 30A), somente apresentando pico máximo de 80 dB(A) durante a passagem de um trator seguido de outros veículos pesados. Quanto aos valores mais baixos, esta estação apresentou um mínimo de 58 dB(A).

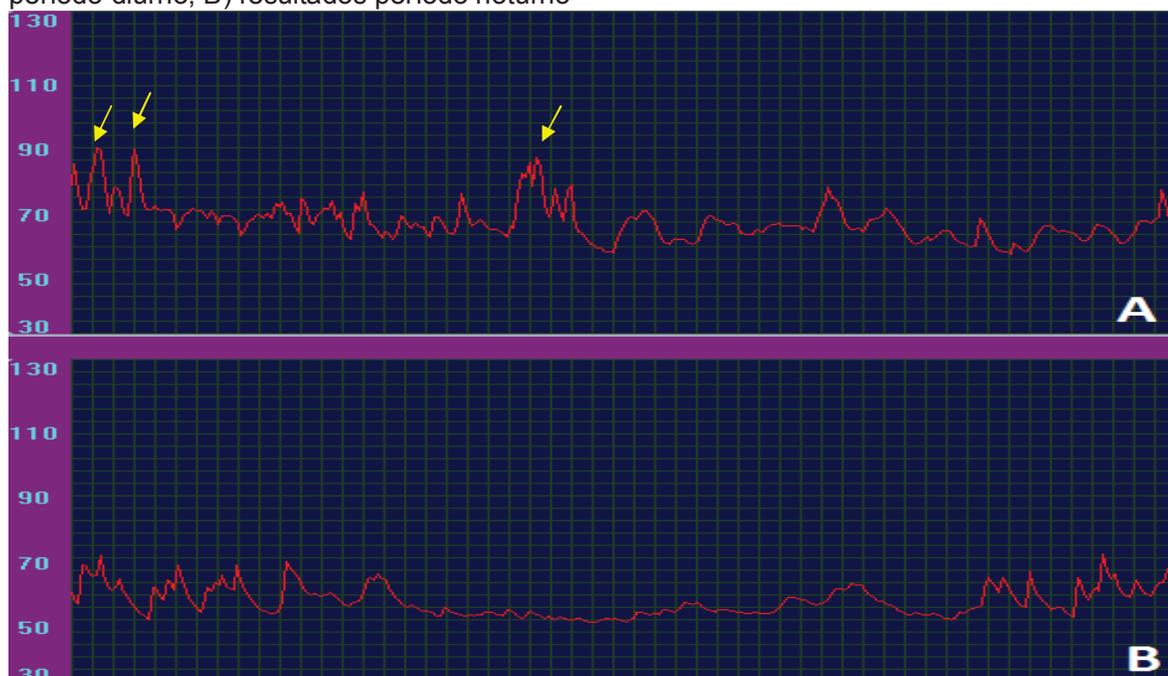
No período noturno as variações nos níveis de pressão sonora aconteceram de forma mais significativa, oscilando entre valor máximo de 82 dB(A) e mínimo de 48 dB(A). Os picos, presentes durante a medição, são resultantes da

passagem de veículos em alta velocidade, sendo que seis deles com sons automotivos, destacados com setas amarelas na figura 30B.

Apesar de este ponto estar localizado no centro do município onde recebe a influência do tráfego de veículos, os níveis de pressão sonora equivalente, diurno e noturno, foi menor que outros pontos como o P3, P4 e P5. Contudo, o P6 apresentou um nível médio de 65 dB(A) no período diurno e a noite 61 dB(A), onde o nível aceitável pela norma seria de 60 dB(A) e 55 dB(A) respectivamente, para zona comercial onde o P6 está inserido.

Na figura 31 (A e B) apresenta os resultados da medição realizada no P7 no período diurno e noturno.

Figura 31 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 7 (P7), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

A medição realizada no período diurno na estação P7 apresentou níveis sonoros mais significativos se comparados com os valores obtidos no período noturno.

No período diurno o valor máximo registrado foi de 88 dB(A) e mínimo de 55 dB(A), já a noite obteve-se um nível máximo de 70 dB(A) e mínimo de 49 dB(A).

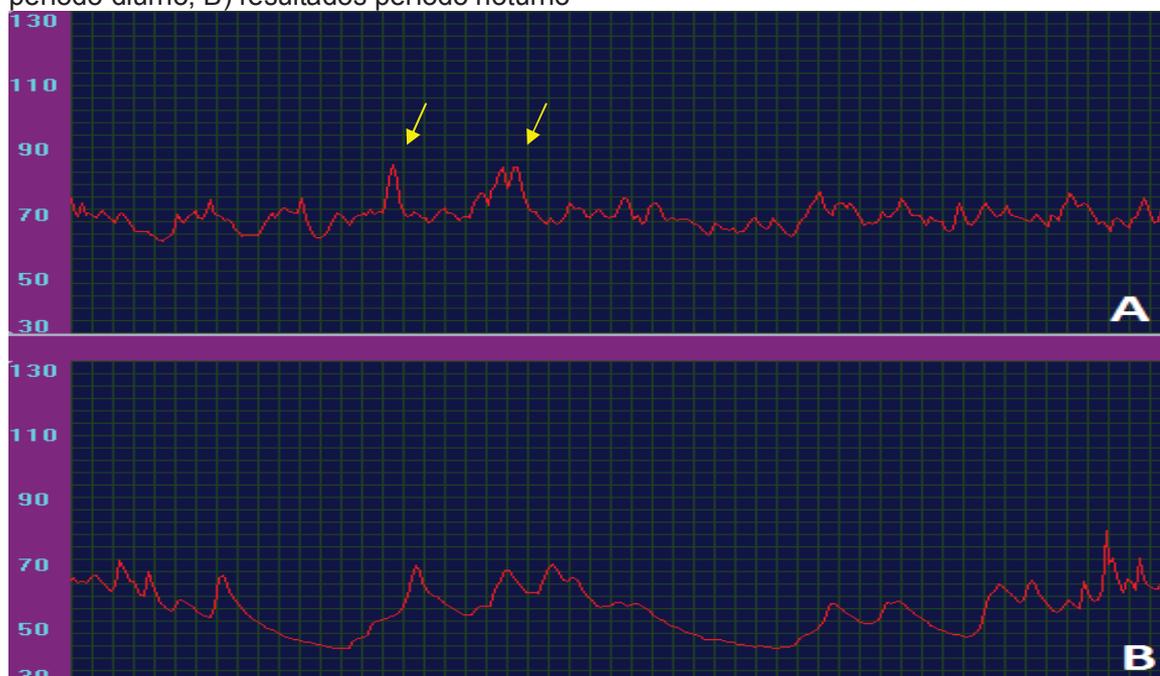
Os maiores picos registrados no P7 se referem à chegada e saída de ônibus (destacados na figura 31A), visto que este ponto se localiza nas

proximidades do Terminal Rodoviário de Araranguá. Também se sabe que durante o dia a circulação de ônibus é mais frequente do que a noite, o que justifica os picos e as variações apresentadas no gráfico de medição diurna.

Com a estação localizada em zona comercial, o ponto P7 deve apresentar nível máximo de pressão sonora equivalente de 60 dB(A) e 55 dB(A), diurno e noturno respectivamente, contudo foram obtidos valores de 65 e 56 dB(A).

O oitavo ponto de medição (P8) após medição realizada apresenta os resultados para período diurno e noturno, como mostra figura 32 (A e B).

Figura 32 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 8 (P8), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

Percebe-se que a medição diurna na estação P8 apresenta níveis de pressão sonora com pouca variância, se comparado com o gráfico noturno (figura 32B). Apenas em dois momentos os níveis se intensificam, explicados pela passagem de motocicletas e de som automotivo, destacados na figura 32A. Durante a noite, percebe-se uma considerável oscilação, apresentando níveis de pressão sonora ora muito baixos, ora relativamente elevados quando da passagem de veículos automotores.

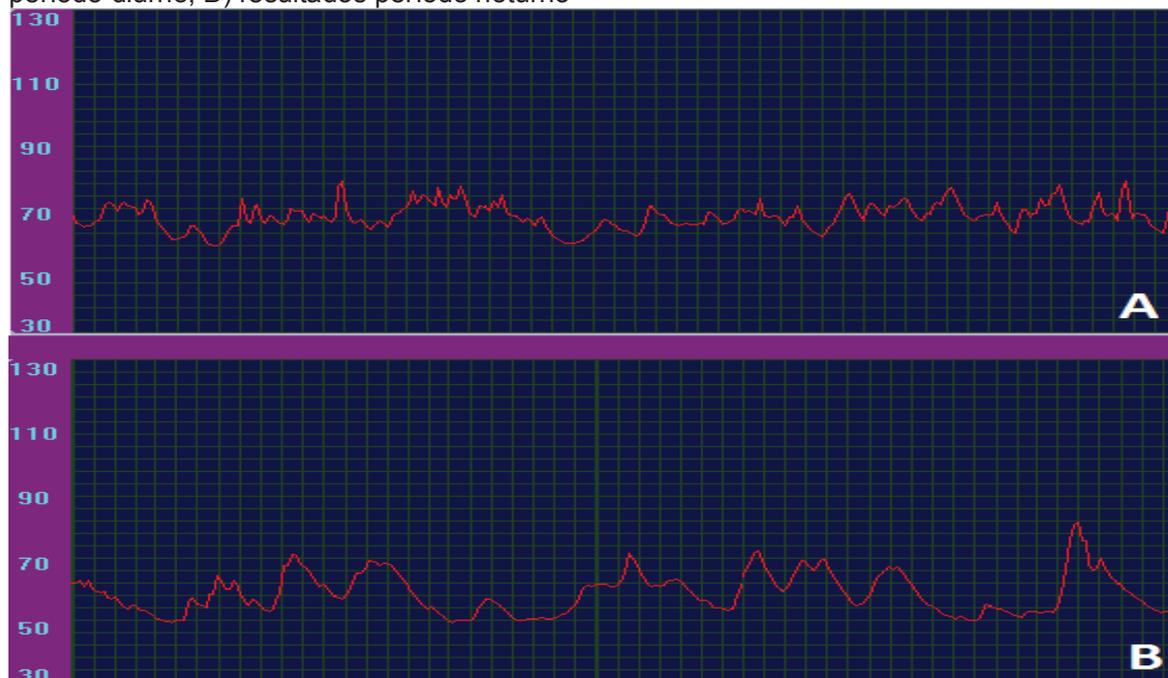
Desta forma, observa-se uma maior amplitude entre os níveis de pressão sonora equivalente do período diurno e do período noturno, chegando a uma

diferença de 13 dB(A). Durante o dia o nível médio sonoro foi de 67 dB(A) e a noite de 54 dB(A). Se tratando de zona comercial, observou-se então que os valores se encontram acima do recomendado pela NBR 10.151 no período diurno, 60 dB(A); mas em conformidade com os valores recomendados para o período noturno, que é de 55 dB(A).

Quanto aos valores máximos e mínimos registrados, o período diurno apresentou oscilação entre 83 e 59 dB(A), enquanto o período noturno entre 78 e 41 dB(A).

A estação de medição P9 se encontra em zona comercial, segundo zoneamento municipal. Para estes casos, a NBR 10.151 recomenda que o nível de pressão sonora deva ser inferior ou igual a 60 dB(A) no período diurno, e 55 dB(A) no período noturno. A figura 33 (A e B) apresenta os resultados da medição realizada no P9, respectivamente, período diurno e noturno.

Figura 33 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 9 (P9), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

Analisando-se os resultados obtidos em P9 verifica-se que oscilações estão presentes em ambos os períodos, mas durante o dia percebe-se maior movimentação de tráfego e níveis sonoros que variam entre máximo de 79 dB(A) e mínimo de 54 dB(A). No período noturno a diferença de níveis sonoros aferidos é

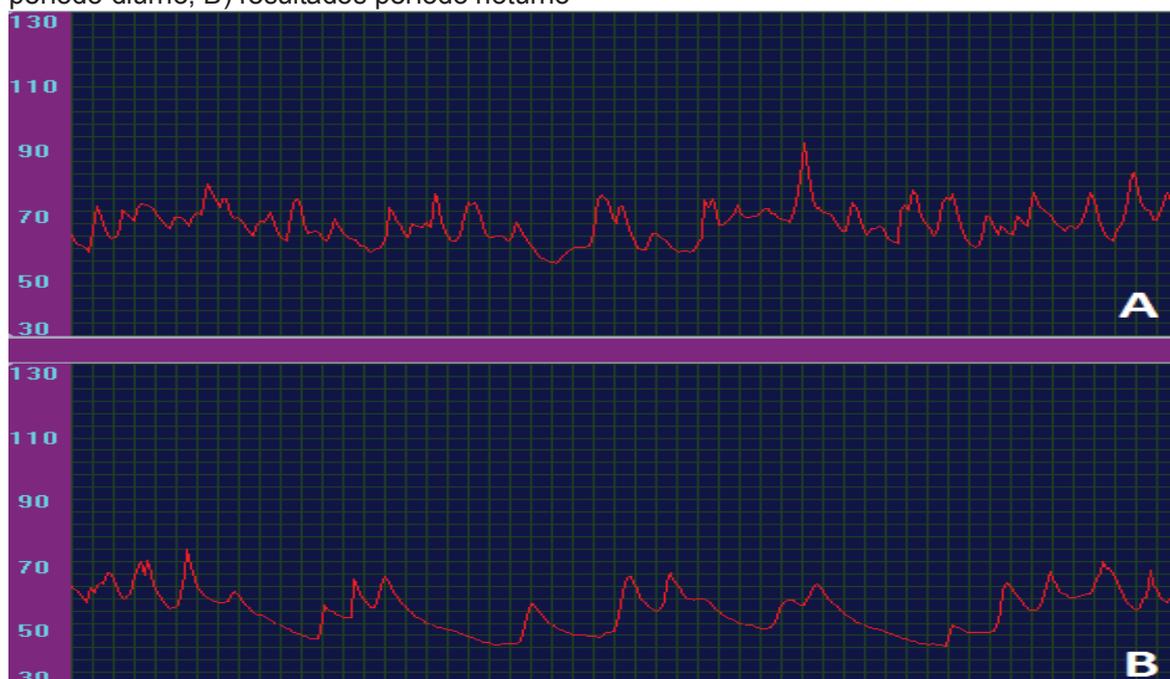
maior, apresentando picos e vales de forma aleatória e ainda valor máximo de 80 dB(A) e mínimo de 49 dB(A).

Contudo destaca-se a proximidade com uma escola, o que requer níveis sonoros menores do que o recomendado, segundo a norma 10 dB(A) a menos do que o limite para zona comercial.

Apesar dos valores estabelecidos por norma, o nível de pressão sonora para o período diurno foi equivalente a 66 dB(A), enquanto para o período noturno permaneceu em 58 dB(A). Verifica-se, portanto que os resultados ultrapassam os limites máximos permitidos pela NBR 10.151, tanto para área comercial quanto para área de escola.

A estação P10 localiza-se entre zona comercial e zona de expansão residencial, conforme zoneamento de Araranguá. Assim, é recomendado que os níveis de pressão sonora no local sejam avaliados conforme os limites estabelecidos para zona mista, predominantemente residencial. Neste caso, a NBR 10.151 estabelece os níveis máximos de pressão sonora de 55 dB(A) e 50 dB(A), diurno e noturno respectivamente. A figura 34 mostra os resultados das medições realizadas na estação P10.

Figura 34 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 10 (P10), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

A partir dos gráficos obtidos na estação P10 pode-se notar entre as medições, que o período diurno obteve níveis sonoros variados de forma sequente durante sua medição, explicados pela passagem constante de veículos pesados. No período noturno verifica-se também uma variação, porém esta entre valores mais consideráveis, se comparados com a medição diurna.

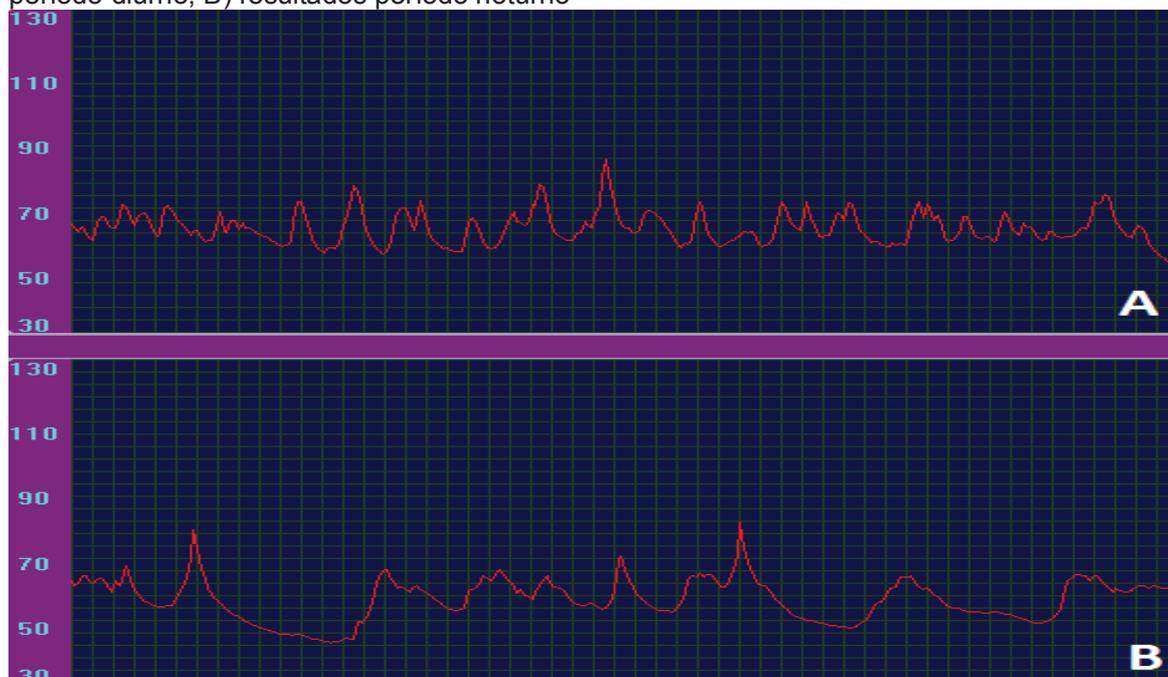
Destaca-se que a noite os picos são provenientes da passagem de veículos automotores e ônibus universitários devido à proximidade com a UNISUL.

Durante o dia os valores obtidos variam entre máximo de 90 dB(A) e mínimo de 53 dB(A), enquanto a noite registrou-se valor máximo de 75 dB(A) e mínimo de 43 dB(A).

O nível de pressão sonora equivalente para o período diurno foi de 65 dB(A), já o período noturno registrou 54 dB(A). Verifica-se que os resultados de ambas as medições estão acima dos valores permitidos pela norma. Mas se esta estação fosse avaliada a partir da zona comercial, o nível sonoro aferido no período noturno se encontraria dentro do limite de 55 dB(A) permitido.

A figura 35 (A e B) apresenta os resultados da medição realizada no P11, no período diurno e noturno.

Figura 35 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 11 (P11), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

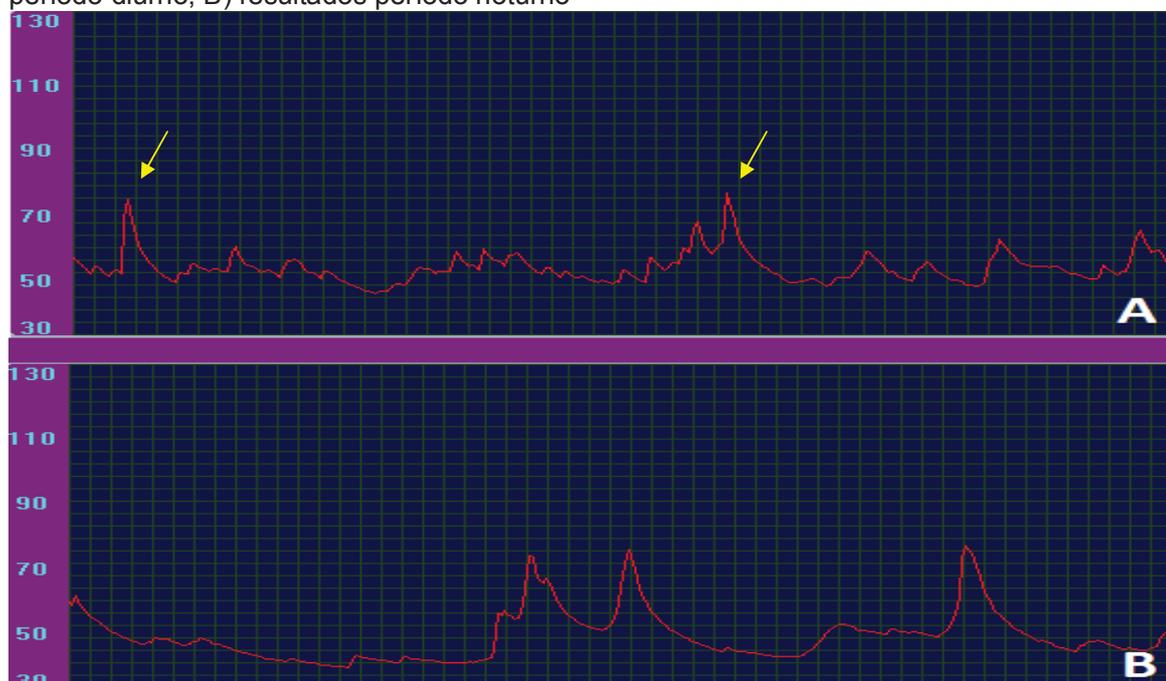
Verifica-se a partir dos gráficos do P11 uma diferença significativa entre a medição diurna e noturna. Enquanto durante o dia a presença de picos e uma sequente variação permanecem constantes, durante o período de observação noturno os níveis sonoros avaliados se encontram em uma faixa de nível mais baixa e com vales mais significativos do que os picos.

Durante a medição diurna observou-se um valor máximo de 84 dB(A) e mínimo de 51 dB(A), enquanto no período noturno o máximo registrado foi 80 dB(A) e mínimo de 53 dB(A).

Registrando nível de pressão sonora equivalente no período diurno de 65 dB(A) e 57 dB(A) noturno, este ponto não poderia exceder 50 dB(A) e 45 dB(A), respectivamente, já que se trata de uma zona residencial, conforme o zoneamento do município.

O Ponto 12 (P12) após medição realizada apresenta os resultados para período diurno e noturno, conforme figura 36 (A e B).

Figura 36 – Níveis de pressão sonora registrados no Ponto 12 (P12), onde: A) resultados período diurno; B) resultados período noturno



Fonte: Dados do autor, 2011.

Visualiza-se através dos gráficos obtidos no P12 que os níveis de pressão sonora se mantiveram em uma faixa baixa, em ambos os períodos. Entretanto durante o período de medição alguns picos foram observados como mostra a figura

36A, resultantes do trânsito local, o que fez com que os níveis de pressão sonora equivalente aumentassem, principalmente no período diurno em que registrou 65 dB(A), enquanto a noite 47 dB(A).

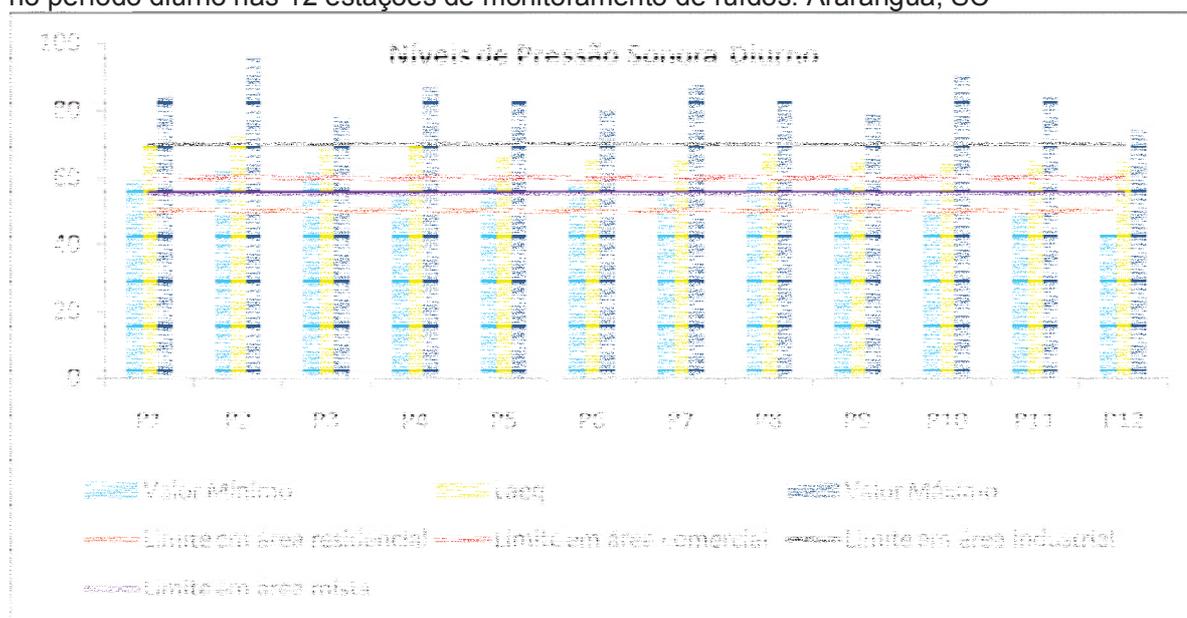
A estação P12, escolhida como ponto adicional, não compôs uma situação distinta dos demais pontos como esperado, já que o níveis sonoros equivalente obtidos em ambas as medições ultrapassaram os 50 dB(A) e 45 dB(A), respectivamente, diurno e noturno, estabelecidos para áreas residenciais, segundo zoneamento municipal.

A variação diurna esteve entre o valor máximo de 74 dB(A) e o mínimo de 43 dB(A), já a noite uma variação maior foi observada, sendo valor máximo também de 74 dB(A) e mínimo de 37 dB(A).

Para avaliar o comportamento dos níveis de pressão sonora na área urbana do município de Araranguá, os dados obtidos foram reunidos considerando-se o período diurno e noturno. Nestas figuras encontram-se representados os níveis de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), valores máximos e mínimos registrados e os limites estabelecidos pela NBR 10.151 em conformidade com o zoneamento do uso do solo.

A figura 37 apresenta os resultados obtidos na medição diurna nas 12 estações de medição.

Figura 37 – Nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), valor máximo e mínimo (dB) obtidos no período diurno nas 12 estações de monitoramento de ruídos. Araranguá, SC



Fonte: Dados do autor, 2011.

O nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) obtido na estação P1 no período diurno encontra-se em conformidade com a NBR 10.151, uma vez que esta estação localiza-se em área de uso industrial.

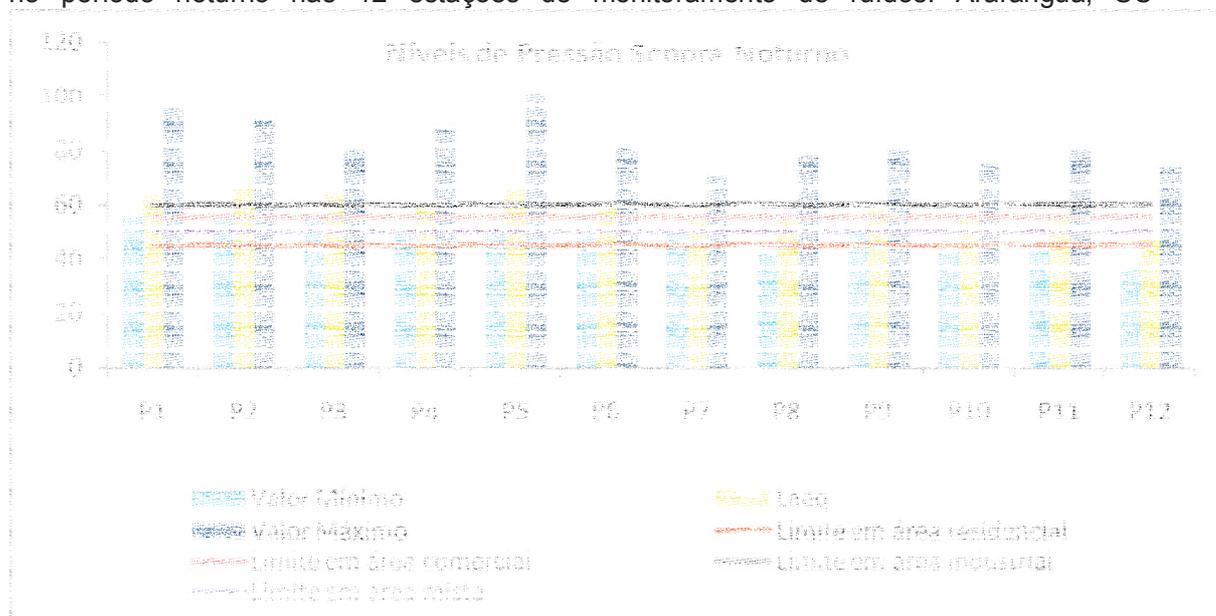
Por outro lado, os níveis de pressão sonora registrados no período diurno nos demais pontos avaliados excederam os limites estabelecidos pela norma regulamentadora, lembrando que as estações P4, P10, P11 e P12 localizam-se em área de uso residencial; enquanto que P2, P3, P5, P6, P7, P8 e P9 estão em área comercial.

Os registros diurnos nas áreas residenciais ultrapassaram inclusive o limite recomendado para as áreas de uso comercial, sendo a estação mais crítica a P4, cujo nível de pressão sonora equivalente aproxima-se do limite estabelecido para as áreas industriais. Ainda com relação aos níveis de ruídos nas áreas residenciais, destaca-se que até mesmo os valores mínimos de pressão sonora registrados durante a medição encontram-se acima do limite permitido, exceto no P12.

Ainda com relação ao nível de pressão sonora registrado durante o dia, pode ser inferido à estação P2, localizada no trevo da cidade, como aquela cujos resultados dos níveis de ruído equivalente, mínimo e máximo são os maiores da área urbana de Araranguá.

A figura 38 apresenta os resultados obtidos na medição diurna nas 12 estações de medição.

Figura 38 – Nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), valor máximo e mínimo (dB) obtidos no período noturno nas 12 estações de monitoramento de ruídos. Araranguá, SC



Fonte: Dados do autor, 2011.

No gráfico de níveis de ruído noturno (figura 38) verifica-se que apenas o P8 se encontra em conformidade com os limites recomendados para áreas de uso comercial. A estação P10 se avalia em função do uso comercial, atenderia os limites regulamentados para o período noturno. No entanto, deve ser considerado que além da população que já reside no local, esta área é destinada para expansão urbana. Neste caso, cabe lembrar os dizeres de Carmo (1999) que alerta que o único tratamento eficaz para as doenças relacionadas à exposição ao ruído é a prevenção.

As demais estações de medição apresentaram os níveis de pressão sonora equivalente superiores aos limites máximos regulamentados pela NBR 10.151 e com base no enquadramento territorial. Em termos de maior criticidade sonora, no período noturno também a estação P2 apresentou maior nível de pressão sonora.

4.1 Mapa temático de ruído urbano

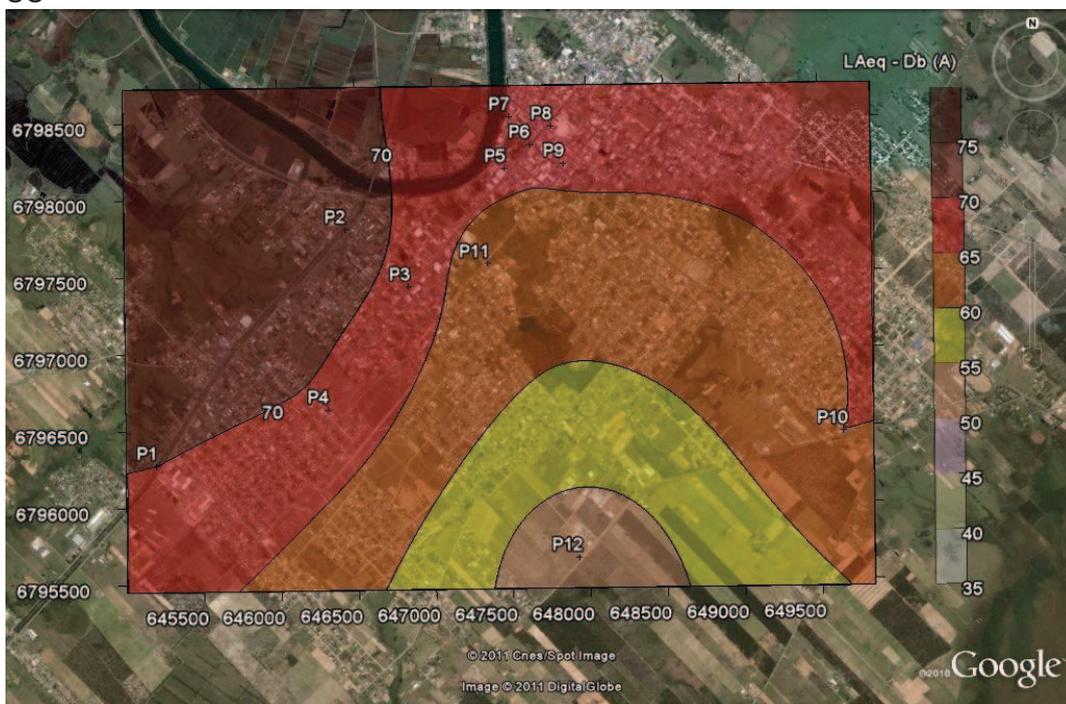
Com base nos níveis de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), georreferenciamento das estações de medição e com auxílio do *software Surfer 8*, gerou-se o mapa temático de ruído urbano diurno e noturno para a cidade de Araranguá.

Os níveis de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) de cada estação foram interpolados pelo método de curvatura mínima no programa *Surfer 8*, gerando isolinhas suaves onde a superfície é fiel aos dados originais. Contudo, este programa computacional não considera a existência de barreiras que possam interferir na propagação das ondas sonoras.

Como a área urbana do município é relativamente plana, sem alterações bruscas no relevo, a interferência com relação ao resultado apresentado está relacionada apenas às edificações e vegetação de maior porte. Além disso, o fato de não ter sido locado uma estação para medição dos níveis de ruído na margem direita da BR-101, sentido Sul, distorce a imagem obtida pelo *Surfer* na extremidade Noroeste do polígono representado nos mapas. Ou seja, como o programa faz a interpolação dos dados para gerar as isolinhas, a ausência de informação faz com que o valor do P2 seja extrapolado em direção Noroeste da área de estudo.

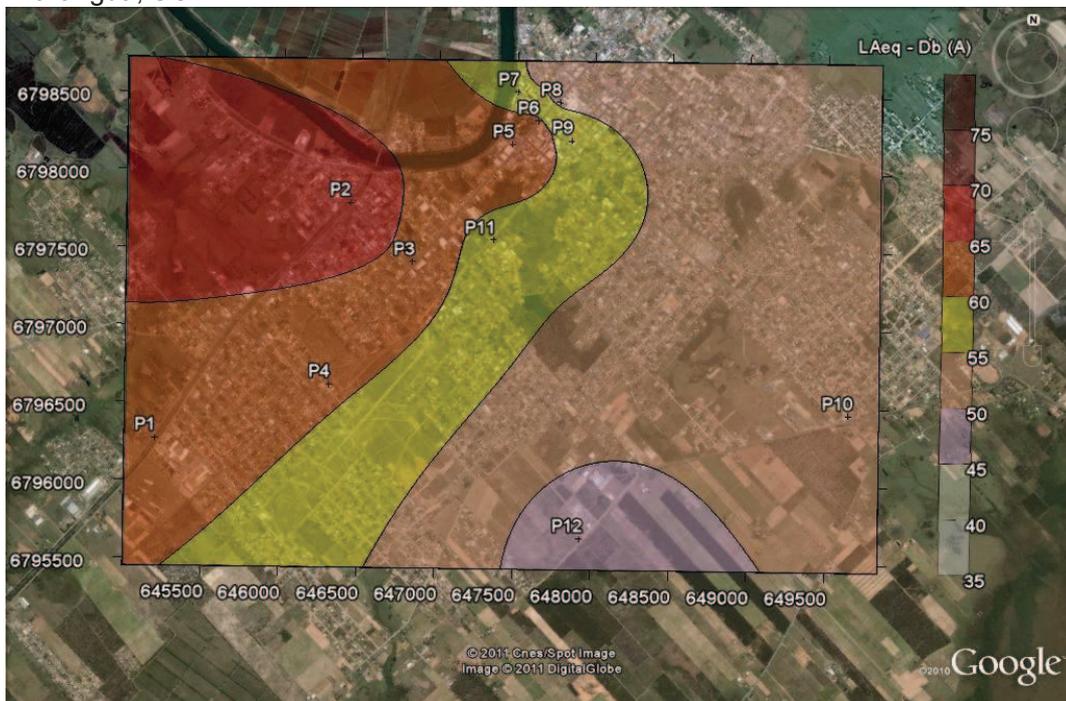
Mesmo assim, o uso desta ferramenta serve para ilustrar como o ruído se distribui na área de estudo, identificando as zonas mais críticas com relação à poluição sonora como demonstra a figura 39 que apresenta o Mapa Temático de Ruído Urbano Diurno e a figura 40 que mostra o Mapa Temático de Ruído Urbano Noturno.

Figura 39 – Mapa Temático de Ruído Urbano Diurno elaborado para a cidade de Araranguá, SC



Fonte: Dados do autor, 2011.

Figura 40 – Mapa Temático de Ruído Urbano Noturno elaborado para a cidade de Araranguá, SC



Fonte: Dados do autor, 2011.

Percebe-se quando se analisam os Mapas Temáticos que os maiores níveis de pressão sonora incidem nas principais vias de Araranguá, principalmente no eixo da BR-101, estendendo-se para as avenidas centrais da cidade. Desta forma, o tráfego de veículos é a maior fonte de poluição sonora na área urbana de Araranguá, corroborando com Rodrigues (2010).

A rodovia federal BR-101 apresenta os maiores níveis sonoros equivalentes em toda sua extensão, caracterizados principalmente pelo intenso tráfego de veículos. No período diurno (figura 39) os valores nas proximidades desta rodovia ultrapassam 70 dB(A), enquanto que no período noturno (figura 40) os níveis ficam entre 60 e 70 dB(A). Estes valores são considerados elevados e segundo a OMS (apud VIEIRA, 2010) podem causar desde reações no organismo, como diminuição da concentração, da produtividade, dores de cabeça, estresse e hipertensão.

O tráfego intenso na principal avenida da cidade de Araranguá, a Av. Sete de Setembro, também registra elevados níveis de pressão sonora equivalente, resultando no desconforto acústico e impactos na saúde da população residente no seu entorno. Esta situação se agrava nas proximidades da estação P4, uma vez que esta se localiza em área de uso residencial.

Apesar de se encontrarem em desacordo com o que estabelece a NBR 10.151 para uso residencial, as áreas com menor nível de ruído se encontram a Sudeste do centro do município, em direção à estação P10 (trecho final da Av. Getúlio Vargas) e P12 (Rua Perimetral Sul). Esta situação é mais bem evidenciada no Mapa Noturno (figura 40), comparativamente com o Mapa Diurno (figura 39).

A comparação entre os dois mapas permite também avaliar a influência que os ruídos gerados na área onde se concentram as estações P5 a P9 (Norte do polígono estudado) exercem no modelo. A diferença entre os níveis sonoros gerados durante o dia e durante a noite nas estações P7, P8 e P9 é o fator preponderante para diferenciar distribuição das isolinhas.

Cabe destacar ainda que a estação P12 foi acrescentada com objetivo de servir como referência do ruído urbano para a cidade de Araranguá, uma vez que esta se encontra afastada do centro da cidade e da BR-101. Esta estação apresenta os níveis sonoros mais baixos da cidade, contudo, o nível de pressão sonora registrado encontra-se acima do valor estabelecido pela NBR 10.151 para áreas de

uso residencial. Além disso, o ruído registrado durante o período diurno é similar a vários outros pontos monitorados (P5 ao P11).

A análise dos mapas de ruído serve para demonstrar que nos limites da área de estudo não há região com níveis sonoros equivalentes abaixo de 45 dB(A).

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho propôs avaliar os níveis de pressão sonora na área urbana do município de Araranguá, situado na região sul de Santa Catarina. Através dos resultados apresentados, avaliou-se que a grande maioria dos pontos monitorados se encontra com valores acima dos limites estabelecidos pela norma regulamentadora, tanto no período diurno quanto noturno. Sendo que somente dois pontos, P1 no período diurno e P8 no período noturno, se apresentaram dentro dos limites exigíveis.

Em um segundo momento, confeccionou-se os mapas de ruído para ambos os períodos a partir do *software Surfer 8*, de modo a ter uma melhor visualização da distribuição do ruído em toda a área de estudo. Desta forma, através do mapeamento sonoro puderam-se identificar as zonas mais críticas com relação à poluição sonora na cidade de Araranguá.

A partir dos mapas de ruído, pôde-se concluir que a maior fonte de poluição sonora na cidade é o tráfego urbano, isso porque os maiores níveis de pressão sonora ocorrem nas suas principais vias, principalmente no eixo da BR-101, estendendo-se para as avenidas centrais da cidade.

A não conformidade dos níveis sonoros avaliados na cidade de Araranguá com os limites exigíveis provoca a necessidade de ações voltadas para as políticas públicas para o enfrentamento da poluição sonora, tais como o desenvolvimento de estratégias municipais de redução de ruído, com medidas de gestão de tráfego veicular, barreiras acústicas e medidas de planejamento urbano. Mas muito mais importante que medidas que visem à redução do ruído são as ações preventivas, como por exemplo, a implantação do Programa Silêncio Padrão do MPSC no município de Araranguá.

Destaca-se, no entanto, que o controle do ruído nos centros urbanos não é atividade simples. A interferência em uma área consolidada, como é na maioria dos centros urbanos, requer atenção especial e estratégias em longo prazo. As atividades cotidianas de uma cidade não podem ser desordenadas de forma integral.

Possivelmente haverá mudanças em relação à poluição sonora em Araranguá. A elaboração do Novo Plano Diretor que prevê um novo zoneamento municipal e que tem como proposta a delimitação de zonas de silêncio obrigatório e ainda o novo traçado da duplicação da rodovia federal BR-101, em que passará por

fora do perímetro urbano do município, são medidas que contribuirão no controle da poluição sonora, bem como no possível enquadramento as normas regulamentadoras.

Sugerem-se para trabalhos futuros desenvolver uma avaliação dos níveis de pressão sonora após a implantação do Novo Plano Diretor e do novo trecho da BR-101, com objetivo de investigar se essas medidas, depois de adotadas, trouxeram resultados positivos à cidade.

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 Conforto Acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ALMEIDA, C. de Moraes. **Sobre a Poluição Sonora.** 1999. 25 f. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica). Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <<http://www.cefac.br/library/teses/8a4877ecf41c2409afbbc06b2cc89a15.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2011.

ARARANGUÁ, PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano Diretor de Araranguá 2002:** Mapa de Zoneamento. 2002. Disponível em: <http://www.ararangua.net/arquivos/diagnostico/Mapa_de_Zoneamento_Atual.pdf>. Acesso em: 13 set. 2011.

ARARANGUÁ, PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano Diretor Municipal:** análise, diagnose e prognose. 2010. 79 p. Disponível em: <http://www.ararangua.net/arquivos/PRODUTO_F2_ARARANGUA.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2011.

ARARANGUÁ. **Lei nº. 1481**, de 15 de abril de 1994. Dispõe sobre a poluição sonora de qualquer natureza e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/602096/lei-1481-94-ararangua-sc>>. Acesso em: 19 ago. 2011.

ARARANGUÁ. **Lei nº. 2015**, de 22 de novembro de 2000. Dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem estar e do sossego público. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/598517/lei-2015-00-ararangua-sc>>. Acesso em: 19 ago. 2011.

BELO HORIZONTE. **Lei nº. 9505**, de 23 de janeiro de 2008. Dispõe sobre o controle de ruídos, sons e vibrações no município de Belo Horizonte e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/236034/lei-9505-08-belo-horizonte-mg>>. Acesso em: 18 ago. 2011.

BRAGA, Benedito, et al. **Introdução à engenharia ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2002. p. 210 – 214.

BRANCO, Samuel M; MURGEL, Eduardo. **Poluição do Ar.** 2.ed. São Paulo: Moderna, 1995. 87 p.

BRASIL. **Lei das Contravenções Penais.** Decreto-Lei nº. 3.688, de 3 de outubro de 1941. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del3688.htm>. Acesso em: 18 ago. 2011.

BRASIL. **Lei nº. 6.903**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1981/6938.htm>>. Acesso em: 27 jul. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº. 001**, de 08 de março de 1990a. “Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos, das atividades industriais”. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=98>>. Acesso em: 16 ago. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº. 002**, de 08 de março de 1990b. “Dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – SILÊNCIO”. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=99>>. Acesso em: 16 ago. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº. 020**, de 07 de dezembro de 1994. “Dispõe sobre a instituição do Selo Ruído de uso obrigatório para aparelhos eletrodomésticos que geram ruído no seu funcionamento”. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=161>>. Acesso em: 19 set. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº. 418**, de 25 de novembro de 2009. “Dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de manutenção de veículos em uso”. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=618>>. Acesso em: 22 ago. 2011.

CANTIERI, Eduardo, et al. Elaboração de um Mapa de Ruído para a Região Central da Cidade de Curitiba – PR. In: **Revista Produção On Line**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 25, mar. 2010. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/239>>. Acesso em: 09 ago. 2011.

CARMO, Livia I. C. **Efeitos do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas**. 1999. 45 f. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, Goiânia, 1999. Disponível em: <http://acd.ufrj.br/consumo/vidaurbana/Monografia_goiania.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2011.

CARNEIRO, Waldir de A. M. **Perturbações Sonoras nas Edificações Urbanas**. 3. ed. Ver. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004. 330 p.

CURITIBA. **Lei nº. 10.625**, de 19 de dezembro de 2002. Dispõe sobre ruídos urbanos, proteção do bem estar e do sossego público. Disponível em: <<http://domino.cmc.pr.gov.br/contlei.nsf/4661c5926d05cf08052568fc004fc17f/866e67c345e747a203256cc40064984f?OpenDocument>>. Acesso em: 18 ago. 2011.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 076/2006 – ES**: tratamento ambiental acústico das áreas lindeiras da faixa de domínio: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006.

FLORIANÓPOLIS. **Lei Complementar nº. 003**, de 05 de julho de 1999. Dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem estar e do sossego público. Disponível em: <http://www.canasvieiras.com.br/lei_poluicao_sonora_003_99.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2011.

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Censo 2010**. 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/index.php>>. Acesso em: 04 ago. 2011.

MARIA, Maristela Nunes. **Poluição sonora**: estudo de caso no ano de 2003 e 2005 na cidade de Tubarão – SC. 49 f. Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Naturais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2005.

MOTA, Suetônio. **Introdução à Engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES. 1997. p. 59-167.

MPSC – MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA. **Programa Silêncio Padrão será implantado em Curitibaanos**. 2007. Disponível em: <http://portal.mp.sc.gov.br/portal/webforms/Interna.aspx?campo=2068&secao_id=164>. Acesso em: 29 ago. 2011.

NARDI, Aline S. L. V. **Mapeamento Sonoro em Ambiente Urbano estudo de caso**: área central de Florianópolis. 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado em arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <http://www.gaama.ufsc.br/articles/dissertacao_aline.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2011.

OKANO, S. Massafumi. **Avaliação dos poluentes atmosféricos e ruído emitidos por uma caldeira flamotubular a óleo combustível BPF 2A**. 2004. 115 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2004. Disponível em: <<https://sistemas.ufms.br/sigpos/portal/trabalhos/download/34/cursold:33>>. Acesso em: 11 ago. 2011.

ONG SÓCIOS DA NATUREZA. Fotografia de Tadeu Santos. Araranguá, s.d.

RENNER, Gilberto. **Ruído Urbano**: o caso da rua integração na cidade de Entre-Ijuís, RS. 2007. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí,

2007. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/2010/03/TCC-Gilberto-Renner.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2011.

RODRIGUES, Frederico. **Metodologia para investigação de relação entre ruído de tráfego e condições operacionais do fluxo em centros urbanos**. 2010. 261 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/.../TeseFrederico-1101112.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2011.

ROSA, Rodrigo Silva da. **Ruído Urbano: estudo de caso da cidade de Sapucaia do Sul, RS**. 2007. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí, 2007. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/2010/03/TCC-Rodrigo-Silva-da-Rosa.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2011.

ROSA, Jonatan Piazzoli da. **Estimativa de emissões dos poluentes atmosféricos gerados por veículos automotores licenciados no município de Araranguá, SC**. 2008. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Ruído: PPRA**. São Paulo: LTR, 2000. 112 p.

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.sc.gov.br/downloads/Lei_14675.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2011.

SANTOS, Ubiratan de Paula. **Ruído: riscos e prevenção**. 3. ed. São Paulo: Hucitec, 1999. 157 p.

SÃO PAULO. **Decreto nº. 35.928**, de 06 de março de 1996. Disponível em: <<http://www.leispaulistanas.com.br/sites/default/files/c057929de4f84c0d546acda9227f8edb.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2011.

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE Núcleo de Pesquisas e Estudos Sócio Econômicos. **Diagnóstico socioeconômico do município de Araranguá**. Criciúma, SC: UNESC, 2004. 87 p.

VESILIND, P. Aarne; MORGAN, Susan M. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p 375 – 390.

VIEIRA, Elaine. Os ruídos do dia a dia que podem causar perda da audição. **Gazeta Online**. 17 set. 2010. Disponível em: <http://gazetaonline.globo.com/_conteudo/2010/09/669410-os-ruídos-do-dia-a-dia-que-podem-causar-perda-da-audição.html#>. Acesso em: 10 nov. 2011.

ANEXO(S)

ANEXO A – Certificado de calibração do decibelímetro e do calibrador emitido pelo
Laboratório de Calibração Instrutherm



LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM

Certificado de Calibração

Nº 23649/11
Folha 01/01

Cliente: FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE CRICIÚMA - FUCRI
Endereço: AVENIDA UNIVERSITÁRIA, 1105 Bairro: UNIVERSITÁRIO Cep: 88806-000 CRICIÚMA - SC
Item Calibrado: DECIBELÍMETRO. Nº Código de barras/Nº Série: 10020300576205 / 09113682
Marca: INSTRUTHERM Modelo: DEC-490
O.S. Nº: 91554 Data da Calibração: 16/06/2011

Condições Ambientais Aplicáveis à Calibração

Temperatura durante a calibração: 23± 3°C Umidade relativa durante a calibração: 45 a 65% (U.R.)

Metodologia de Calibração

Procedimento de Calibração: PCI - 002 - Rev.0 - Foi realizada a calibração através do processo de comparação com um padrão rastreado.

Padrões Utilizados

Instrutherm MDB-450 nº de série 16138 - Certificado de Calibração nº 137206 - RBC - CAL 0024 Validade até 10/2011
Instrutherm FD-800 nº de série 070300357 - Certificado de Calibração nº F0194/2011 RBC - CAL 0024 Validade até 05/2012
Instrutherm DEC-416 nº de série R147579 - Certificado de Calibração nº A0282/2010 - RBC - CAL 0024 Validade até 08/2011
Agilent 33220A nº de série MY44038468 - Certificado de Calibração nº F0193/2011 - RBC - CAL 0024 Validade até 05/2012
Instrutherm CAL-1000 nº de série 030704008 - Certificado de Calibração nº A0002/2011 RBC - CAL 0024 Validade até 01/2012

Resultados Obtidos

Escala	Valor Indicado no Instrumento Calibrado (dB)	Valor Verdadeiro Convencional (dB)	Erro (dB)	Incerteza (±dB)	k
Slow A	93.7	93.6	0.1	0.4	2,00
Fast A	93.7	93.6	0.1	0.4	2,00
Slow A	113.2	113.4	0.2	0.4	2,00
Fast A	113.2	113.4	0.2	0.4	2,00
Slow C	93.9	93.6	0.3	0.4	2,00
Fast C	93.9	93.6	0.3	0.4	2,00
Slow C	113.6	113.4	0.2	0.4	2,00
Fast C	113.6	113.4	0.2	0.4	2,00

Ajuste

Valor anterior:	94.0 dB
Após ajuste:	93.7 dB
Frequência de ajuste:	1,00 kHz

Valor anterior:	113.5 dB
Após ajuste:	113.2 dB

Notas

A incerteza expandida relatada é baseada em uma incerteza padronizada combinada e multiplicada pelos fatores de abrangência "k" informados na tabela, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente ao item calibrado e às condições supra mencionadas. Os serviços de calibração são realizados e controlados pela INSTRUTHERM - Instrumentos de Medição Ltda. O presente certificado somente pode ser reproduzido na sua forma e conteúdo integrais e sem alterações. Não pode ser utilizado para fins promocionais.

Data de Emissão do Certificado: 16/06/2011

Rodrigo Antero de Souza
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM

Rodrigo Antero de Souza
CREA - 5062258117

INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA.

Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ó - São Paulo - SP - CEP 02911-060

Assist. Técnica: (11) 2144-2800 Fax: (11) 2144-2801 E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br Site: www.instrutherm.com.br

INSCRIÇÃO NO CNPJ Nº 53.775.862/0001-52

INSCRIÇÃO ESTADUAL Nº 111.093.664.118

INSCRIÇÃO NO CCM Nº 9.155.648-1

INSTRUTHERM**LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM****Certificado de Calibração****Nº 23640/11**

Folha 01/01

Cliente: FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE CRICIÚMA - FUCRI
Endereço: AVENIDA UNIVERSITÁRIA, 1105 Bairro: UNIVERSITÁRIO Cep: 88806-000 CRICIÚMA - SC
Item Calibrado: CALBRADOR Nº Código de barras/Nº Série: 09042000510180 / N414270
Marca: INSTRUTHERM Modelo: CAL-3000
O.S. Nº: 91555 Data da Calibração: 16/06/2011

Condições Ambientais Aplicáveis à Calibração

Temperatura durante a calibração: 23± 3°C **Umidade relativa durante a calibração:** 45 a 65% (U.R.)

Metodologia de Calibração

Procedimento de Calibração: PCI - 001 - Rev.0 - Foi realizada a calibração através do processo de comparação com um padrão rastreado.

Padrões Utilizados

Instrutherm MDB-450 nº de série 16138 - Certificado de Calibração nº 137206 - RBC - CAL 0024 Validade até 10/2011
 Instrutherm FD-900 nº de série 070300357 - Certificado de Calibração nº F0194/2011 RBC - CAL 0024 Validade até 05/2012
 Instrutherm DEC-416 nº de série R147579 - Certificado de Calibração nº A0282/2010 - RBC - CAL 0024 Validade até 08/2011
 Agilent 33220A nº de série MY44038488 - Certificado de Calibração nº F0193/2011 - RBC - CAL 0024 Validade até 05/2012
 Instrutherm CAL-1000 nº de série 030704008 - Certificado de Calibração nº A0002/2011 RBC - CAL 0024 Validade até 01/2012

Resultados Obtidos

Valor Indicado no Instrumento Calibrado (dB)	Valor Verdadeiro Convencional (dB)	Erro (dB)	Incerteza (±dB)	k
93.9	94.0	0.1	0.4	2,00
114.2	114.0	0.2	0.4	2,00

Ajuste

Valor anterior:	94.5 dB
Após ajuste:	93.9 dB
Frequência do ajuste:	1,00 kHz

Valor anterior:	114.8 dB
Após ajuste:	114.2 dB

Notas

A incerteza expandida relatada é baseada em uma incerteza padronizada combinada e multiplicada pelos fatores de abrangência "k" informados na tabela, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente ao item calibrado e às condições supra mencionadas. Os serviços de calibração são realizados e controlados pela INSTRUTHERM - Instrumentos de Medição Ltda. O presente certificado somente pode ser reproduzido na sua forma e conteúdo integrais e sem alterações. Não pode ser utilizado para fins promocionais.

Data de Emissão do Certificado: 16/06/2011

Rodrigo Antero de Souza

LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM
 Rodrigo Antero de Souza
 CREA - 5062258117

INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA.

Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ó - São Paulo - SP - CEP 02911-060

Assist. Técnica: (11) 2144-2800 Fax: (11) 2144-2801 E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br Site: www.instrutherm.com.br

INSCRIÇÃO NO CNPJ Nº 53.775.862/0001-52

INSCRIÇÃO ESTADUAL Nº 111.093.664.118

INSCRIÇÃO NO CCM Nº 9.155.648-1