

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

**RUÍDO URBANO LÍMITROFE À PROPRIEDADE DE HOTEL EM CAMPOS
DO JORDÃO: SUA ATENUAÇÃO EM FUNÇÃO DE VEGETAÇÃO
EXISTENTE**

JOSÉ LUIS SALVATTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté, para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Taubaté - SP

2006

RUÍDO URBANO LIMÍTROFE À PROPRIEDADE DE HOTEL EM
CAMPOS DO JORDÃO: SUA ATENUAÇÃO EM FUNÇÃO DE
VEGETAÇÃO EXISTENTE

JOSÉ LUIS SALVATTO

Tecnólogo em Processamento de Dados

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ GERALDO QUERIDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ciências Ambientais da Universidade
de Taubaté, para obtenção do título de Mestre em
Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Taubaté – SP

2006

**RUÍDO URBANO LIMÍTROFE À PROPRIEDADE DO GRANDE HOTEL
SENAC CAMPOS DO JORDÃO: SUA ATENUAÇÃO EM FUNÇÃO DE
VEGETAÇÃO EXISTENTE**

JOSÉ LUIS SALVATTO

Dissertação aprovada em : 24/03/2006.

Comissão Julgadora:

Membro	Instituição
Prof. Dr. José Geraldo Querido	Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/ UNITAU
Prof. Dr. Marcio Joaquim Estefano de Oliveira	Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/ UNITAU
Profa. Dra. Iria Fernandes Vendrame	Instituto Tecnológico de Aeronáutica – Dep. Infra- estrutura Aeronáutica

Prof. Dr. JOSÉ GERALDO QUERIDO

Orientador

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu Pai José Ernesto (in memorian) e meu Avô José Leonardo (in memorian), que mesmo sem poder estudar e se formar, pelo trabalho tornaram-se meus exemplos de vida.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Adriana pela paciência e cooperação

À minha mãe Olga por me estimular ao estudo

Ao meu Prof Dr Querido pelo conhecimento transmitido

Ao Grande Hotel SENAC Campos do Jordão pela disponibilidade

À faculdade SENAC Campus Campos do Jordão por acreditar neste trabalho

À equipe do Corpo de Bombeiros pelo apoio para realização da pesquisa

Aos colegas do Mestrado turma X pela força

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
SIGLAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA	5
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1 ÁREA EM ESTUDO	13
3.2 ÁREA LIMÍTROFE	13
3.2.1 Descrição da área limítrofe	13
3.2.2 Descrição do entrono da propriedade do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão	15
3.2.3 Fonte geradora de ruído para amostras	16
3.2.4 Caracterização do meio atenuador	16
3.2.5 Comparativo sem meio atenuador	17
3.2.6 Procedimentos de medições	20
3.2.7 Descrição e procedimento da equipe	23
3.2.7.1 Materiais utilizados pela equipe de campo	23
3.2.8 Equipamento utilizado na medição do ruído	24
4 - RESULTADOS	25
5 - DISCUSSÃO	35
6 - CONCLUSÃO	38
7 - SUGESTÕES	40
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	47

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: localização da propriedade do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão e seu entorno	14
Figura 02: avenida Frei Orestes Girard próximo ao numero 4100, ponto de início das medições de NPSp	15
Figura 03: delimitação de 100 m ² da mata no local do levantamento de densidade e volume	18
Figura 04: localização do Grande Hotel e fontes de ruído	19
Figura 05: localização dos pontos de medição do ruído a partir das fontes	22
Figura 06: equipe responsável pela coleta de dados, durante as leituras pela mata	23
Figura 07: equipamento utilizado nas medições Digital Sound Level Meter – Radio Shack, Cat. Nº 33-2055	24
Figura 08: distribuição de dados coletados a partir do quartel do CB até a área de lazer do Grande Hotel SENAC	27
Figura 09: distribuição de dados coletados a partir da Boate até a área de lazer do Grande Hotel SENAC	29
Figura 10: distribuição de dados coletados na avenida Frei Orestes Girard	31
Figura 11: diferença entre ruído atenuado pela mata e ruído propagado na avenida Fonte: Salvatto (2005)	32
Figura 12: ruído medido a partir do Posto de Bombeiros de Campos do Jordão em direção ao Grande Hotel e o ruído propagado na avenida Frei Orestes Girard	33

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 01: levantamento de dados medidos em dB(A), coletados a partir do Posto de Bombeiros de Campos do Jordão	26
Tabela 02: levantamento de dados medidos em dB(A), coletados a partir da Boate	28
Tabela 03: levantamento de dados medidos em dB(A), coletados na avenida Frei Orestes Girard	30
Tabela 04: determinação do volume de caule (altura do peito, ou seja, 1,30 m) da vegetação na área em estudo	34

SIGLAS

SENAC	- Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
NBR	- Norma Brasileira de Regulamentação
dB	- Decibel
dB(A)	- Decibel com ponderação “A”
Da	- Densidade absoluta
Laeq	- nível de pressão sonora equivalente
CONAMA	- Conselho Nacional de Meio Ambiente
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos naturais renováveis
CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
UTM	- Universal Transverse Mercator
NPSp	- Nível de Pressão Sonora provocado
DAP	- Diâmetro a Altura do Peito a 1,30 metros de altura
NPSa	- Nível de Pressão Sonora ambiente

**RUIDO URBANO LIMÍTROFE À PROPRIEDADE DE HOTEL EM CAMPOS
DO JORDÃO: SUA ATENUAÇÃO EM FUNÇÃO DE VEGETAÇÃO
EXISTENTE**

Autor: JOSÉ LUIS SALVATTO

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ GERALDO QUERIDO

RESUMO

O estudo apresentado objetivou realizar medições em meio a vegetação para determinar a atenuação do ruído a partir de fonte pontual em direção ao Hotel. O Grande Hotel SENAC Campos do Jordão é caracterizado por manter no entorno de sua área de lazer e hospedagem uma área verde composta por uma mata ombrófila mista em formato de cinturão separando os possíveis receptores das fontes pontuais de ruído urbano (avenida, boate e quartel do Corpo de Bombeiros). Para coletar os dados foi realizado o estudo “in loco” sendo acionado a sirene da viatura de resgate do Corpo de Bombeiros como fonte pontual de ruído, para as medições em meio a mata a cada 10 metros até atingir 150 metros. Também foram realizadas as medições pela avenida Frei Orestes Girard com o intuito de demonstrar a diferença entre o som propagado sem obstruções ou barreiras e o som atenuado pela mata (meio atenuador). A densidade volumétrica da mata foi medida para determinar o meio atenuador, apresentando 24,15 m³/are. A atenuação apresentou-se constante a partir de 50 metros onde a diferença entre o ruído propagado pela avenida permaneceu em torno de 6 dB(A) superior em relação ao ruído atenuado pela mata, a atenuação apresentada mostrou que é salutar manter o entorno das propriedades arborizadas para manutenção do ambiente acústico confortável, funcionando como meio atenuador e forma de afastamento das fontes geradoras de ruído e os receptores.

Palavras chave: atenuação de ruído, ruído urbano, Grande Hotel SENAC, atenuação de ruído na mata.

**URBAN NOISE BORDERING TO “GRANDE HOTEL SENAC” PROPERTY IN
CAMPOS DO JORDÃO CITY: ITS ATTENUATION IN THE FACE OF THE
EXISTENTE VEGETATION.**

Author: JOSÉ LUIS SALVATTO
Adviser: JOSÉ GERALDO QUERIDO

ABSTRACT

The objective of this study was to present measures in the middle of the vegetation so as to determine the attenuation of the noise by having a punctual source towards the hotel. The “Grande Hotel SENAC Campos do Jordão is characterized by keeping its leisure area and hospitality surrounded by green area which is composed by wood shaped like green belt that separates possible receptors of punctual urban noise like (avenues, disco and the fire brigade). In order to collect the data, the study was held, *in loco* by setting the siren of the fire brigade rescue vehicle as a source of punctual noise to measure in the middle of the wood every 10 meters until reach 150 meters. It was also held measures by Frei Orestes Girardi Avenue with the aim at showing the difference between the sounds which were spread without any blocks or obstructions and the sounds which were attenuated by the wood (considering it as an attenuating element). The volumetric density of the wood was measured to determine the attenuating area, representing 24, 15 m³/are. The attenuation showed constant from the point of 50 meters where the difference between the spread sounds by the avenue remained around 6dB (A) considered superior in relation to the attenuating sounds by the wood. By means of this, the attenuation presented, showed that, is salutary to keep the property surrounded by woods in order to keep the maintenance of the comfort that the acoustic ambient offers and it also works as an attenuating area by keeping away sources of noise and its receptors.

Key-words: noise attenuation, urban noise, “Grande Hotel SENAC”, noise attenuation in the wood.

1 INTRODUÇÃO

A poluição do ar, da água, do solo e a sonora provocam a insatisfação das pessoas, principalmente em grandes centros urbanos, as quais em seu período de descanso, normalmente procuram aliviar a tensão gerada no dia-a-dia através de atividades que promovam principalmente condições de relaxamento, sendo que uma das principais formas de descanso é dirigir-se a local onde a qualidade de vida esteja em situação favorável (CAMPOS, 2003).

Contraditoriamente o afluxo destas pessoas à procura de tranqüilidade e silêncio gera turbulência ou agitação e o conseqüente aumento do ruído ou a perda do silêncio almejado nas localidades para as quais se dirigiram à procura do sossego. Existe uma contraposição do ruído gerado em cidades onde o sossego é o principal atrativo turístico (YAZIGI, 2001, p. 269).

Sewell (1978) afirma que o ruído é inseparável do resto do ambiente na produção de estados psicológicos, sendo que estas sensações e lembranças estarão ligadas intimamente ao ambiente acústico. Num local destinado ao descanso, se houver a interferência danosa do ruído será marcada pela péssima qualidade ambiental, contudo as pessoas não reagem da mesma forma quando expostas ao ruído.

Campos do Jordão é caracterizada pelo clima de montanha e sua vegetação composta por floresta ombrófila mista que traz destaque para a região da serra da Mantiqueira como destino turístico, juntamente com a localização ao leste da Capital de São Paulo, no médio vale do Paraíba (22° 44" S; 45° 30' W). distante 167 km de São

Paulo, 342 km do Rio de Janeiro e 586 km de Belo Horizonte. Entre trechos de mata nativa preservada ou em recuperação observa-se a presença de espécies não nativas como o *platanus*, *pinus elliot* entre outros, que já fazem parte da paisagem da cidade. Campos do Jordão no período de férias, em julho, é marcado pela temporada de inverno e pelas baixas temperaturas, que transforma a cidade com vários eventos culturais, esportivos, de entretenimento e musicais; conseqüentemente acontece a geração de ruído em grande escala. O afluxo de público ao festival de inverno traz consigo o ruído indesejado das grandes cidades tornando o ambiente desconfortável. As fontes pontuais de ruído estão localizadas no bairro Capivari, onde se encontram: boates, avenidas e quartel do Corpo de Bombeiros, sendo estes localizados na divisa do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão.

O Grande Hotel SENAC Campos do Jordão tem como principal vocação a demanda de turismo de lazer e negócios, sendo que em temporadas de inverno seu público caracteriza-se por eventos de lazer para famílias. A vegetação que envolve a área externa do Grande Hotel tem características de floresta ombrófila mista, formando um cinturão verde em torno das áreas de hospedagem, lazer e serviços. A arborização oferece aos hóspedes um ambiente acolhedor e confortável, promovendo o isolamento do ambiente externo contra a poluição visual e sonora.

Os efeitos danosos do ruído na atividade hoteleira, (ANDRADE, 2001) está ligado a localização. A proximidade de grandes avenidas, rodovias entre outras atividades “barulhentas” depõe contra a imagem do hotel, pois dos fatores de poluição ambiental este é o que marca a má qualidade dos serviços de hospitalidade.

Segundo Bordini et al. (2003) o Grande Hotel SENAC Campos do Jordão tem uma política qualidade, sendo pioneiro em seu programa de ecoeficiência, realizando em sua área um processo de reflorestamento através do plantio de mudas nativas em locais onde há vazios na paisagem, com o objetivo da recuperação da paisagem natural característica da Serra da Mantiqueira.

Manter áreas verdes no entorno de hotéis é uma prática comum, principalmente naqueles vocacionados ao turismo de lazer compondo uma paisagem agradável e diminuindo a interferência da poluição sonora (ANDRADE, 2001).

Segundo Viana (2004) é de fundamental importância a aplicação da NBR 10151/00, por pessoal capacitado a fiscalizar e monitorar as fontes de ruído fazendo com que seja mantido o ambiente acústico em níveis aceitáveis pela norma e confortável ao cidadão. A aplicação da norma facilita o entendimento da importância da criação de barreiras que absorvam ou atenuem o efeito nocivo do ruído.

De acordo com estudo realizado por Zannin e Szeremetta (2003) no jardim botânico de Curitiba – Paraná, os níveis de ruído medidos ultrapassaram os limites de tolerância disposto na legislação local em vigor, mas apesar destas medições apontarem valores acima do exigido pela lei municipal nº 8.583 da Secretaria Municipal de Meio Ambiente a resposta das pessoas que usam o jardim botânico foi que o local apresenta boa qualidade acústica, explicada pelo efeito da barreira vegetal formando uma barreira visual entre a fonte geradora do ruído e o usuário do parque, sendo que o efeito de absorção do som não se apresentou muito eficaz.

Durante o processo de revisão bibliográfica e a busca por literatura que justificasse o tema proposto ficou claro que os autores divergem no quesito atenuação do nível de pressão sonora por vegetação. O estudo de artigos técnicos divulgados por instituições européias demonstram claramente a preocupação com a criação de critérios de conforto acústico para auxiliar nos planos de uso de solo. O trabalho segue aplicando a metodologia de criar uma fonte de ruído pontual para demonstrar se há atenuação de ruído por floresta ombrófila na área de estudo.

O conforto acústico é estudado com muita frequência para abordar a situação ocupacional na indústria, sendo que o estudo proposto é necessário para determinar a situação acústica e a utilização de área com vegetação nativa conservada como meio de manutenção do conforto acústico ambiental.

Como pressuposto os locais favoráveis ao descanso são aqueles em que a degradação ambiental ainda não tenha chegado por completo e a paisagem contemple um ambiente arborizado facilitando o relaxamento físico e mental. Particularmente, para pessoas provenientes de grandes centros o ruído é um dos fatores de maior estresse e insatisfação no dia-a-dia (YAZIGI, 2001).

Dadas as características do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão por estar como visto, circundado por vegetação que além do efeito paisagístico, tem apresentado condições de atenuação de ruído é que se estabeleceu o objetivo do presente trabalho: a realização de medições para determinar a atenuação do ruído a partir da fonte pontual em direção ao hotel por vegetação existente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Oliveira (1999) o som é produzido por fontes (os elementos emissores de ruídos, tendo uma geometria e propriedades que variam para cada caso), modificado por obstáculos (barreiras à propagação do som, absorvendo-o ou refletindo-o em várias percentagens), dependendo da sua natureza e sua posição nas proximidades de fontes, e percebido por receptores (os elementos que são perturbados pelos ruídos, isto é, construções, instalações e pessoas, ou uma combinação entre elas). Sendo que uma das principais formas de barreiras naturais está na manutenção de cinturões verdes ao redor de propriedades em que a atenuação do ruído é pretendida.

Sewell (1978, p.199) faz uma comparação entre som e o ruído que fisicamente não tem diferenças entre si, mas na percepção das pessoas quanto ao efeito “indesejado”, e o que parece ruído para uns pode ser música a outros. A análise dual é necessária para determinar a melhor análise do som ou do dano causado pelo ruído, como exemplo. Os níveis de ruído em uma “discoteca” provocariam na indústria ações de proteção ao trabalhador ou até mesmo a interdição pelos órgãos públicos do trabalho.

A ameaça do ruído, segundo Odum (1997), constitui a razão que compele o homem a preservar um *lebenraum* (espaço vital) maior que o espaço necessário para as suas necessidades fisiológicas e psicológicas de todos os dias. Para suprir esta necessidade são criados espaços densamente plantados com vegetação que tem a capacidade de atenuar o ruído e afastar o receptor da fonte de ruído.

Registrar a objeção do ruído pela coletividade, segundo Sewell (1978, p. 205) é difícil, pois, criar leis que visam o controle do ruído, são medidas impopulares e pela

complexidade do assunto com muitas de baixo valor, demonstram que há grande necessidade de catalogação da objeção ao ruído pelo ser humano para que sejam criados mecanismos de controle e ou absorção do ruído através de políticas públicas.

No estudo realizado por Souza et al. (2005) concluiu-se que a tolerância ao ruído está na percepção subjetiva da tolerância acústica e a perda da sensibilidade causada pela exposição contínua. Esta conclusão demonstrou que algumas pessoas classificam um ruído como tolerável mesmo sendo ofensivo. Na intenção de diminuir a sensação de “barulho” verifica-se uma maior utilização de equipamentos de som para música, provocando um acréscimo do nível de pressão sonora ambiental.

A minimização do ruído através da interceptação do som pode ser feita através de barreiras naturais como o plantio de árvores ao longo de rodovias ou a construção de prédios altos margeando avenidas “barulhentas” (SEWELL, 1978, p. 211).

Também ocorre variação do som de acordo com o afastamento da fonte, na relação do quadrado da distância, a pressão sonora é reduzida à metade, sendo decrescido de seis dB a cada vez que a distância da fonte sonora é dobrada (MOTA, 1999).

A vegetação urbana contribui para a estabilidade microclimática, para melhoria da qualidade do ar, para a redução da poluição sonora e visual e, conseqüentemente, para a melhoria da saúde física e mental da população (LIRA et al., 2004).

Segundo Merlim (2005) a região de Campos do Jordão é marcada pelo encontro de três regiões florísticas principais a mata de araucárias – podocarpos, campos do Brasil central e mata latifoliada da encosta atlântica, sendo marcada pela grande densidade de *podocarpos Lambertii Klotz.* e de *araucária angustifolia Bert. O. Ktze.*

Manter uma propriedade arborizada demonstra não só a preocupação com o meio ambiente, mas também com o “bem estar” das pessoas oferecendo um ambiente

confortável que vai além da paisagem harmoniosa que provoca a sensação de conforto ambiental. A arborização é um mecanismo que oferece o controle da temperatura e umidade e também a atenuação do ruído e conseqüentemente torna-se uma barreira natural para a propagação do ruído e harmonização do ambiente (ZANNIN et al., 2002).

Segundo Minhoto (2001) o efeito da arborização urbana, além de proporcionar a proteção contra as radiações solares pelo sombreamento, também age diminuindo a poluição sonora, atmosférica e visual, determinando bom índice de qualidade de vida humana com ação sobre o aspecto físico e mental aprimorando o senso estético urbanístico contribuindo com a paisagem e estimulando o turismo.

A vegetação tem sido indicada como um meio que pode absorver o barulho, não havendo, no entanto, uma opinião formada definitiva sobre isto. Alguns autores consideram o efeito de absorção das árvores enquanto outros consideram que as áreas verdes têm a função apenas de afastamento na criação de uma barreira visual entre a fonte de barulho e os receptores. A Organização Mundial de Saúde, no relatório técnico nº 297, de 1965, considerou os cinturões verdes entre áreas industriais como um meio de proteção contra a indesejável propagação de ruído. Ainda Branch (apud MOTA, 1999) afirma que densas filas de árvores ou arbustos grandes plantados nas margens de uma auto-estrada pode reduzir o barulho em cerca de 1dB(A), para cada 1,20 metro de espessura, além de evitarem a visão direta, indesejável, do tráfego.

Foresti e Hambúrguer (1997) descrevem trabalhos com o objetivo de indexar a vegetação para estimar sua qualidade e a quantidade a partir de parâmetros de cobertura vegetal em ambientes urbanos, a setorização a partir de dados de vegetação permite inferências sobre níveis diferenciados de qualidade de vida da população. O efeito psicológico de “bem estar” provocado pela vegetação em maciços urbanos demonstra a necessidade de se manter um ambiente arborizado no entorno de construções para que além de manter bons índices de umidade relativa do ar ainda ofereça diminuição da poluição visual e sonora.

Em áreas urbanas, a manutenção de vegetação em formato de cinturão e espaços abertos podem oferecer um grande valor de melhoria nas condições de ruído e purificação do ar. Uma densa barreira de vegetação pode atenuar 10 dB(A) durante processos ruidosos, e a plantação de espécies baixas no sentido da fonte de ruído e as mais altas no sentido do ouvinte, realizam tanto o efeito de atenuação quanto o efeito de rebatimento ou desvio deste ruído. Uma faixa de 15 metros de largura com uma banda interior de arbustos densos e uma exterior de árvores pode ser bastante eficiente (ODUM, 1997, p. 713).

Segundo Wood (1976 apud MOTA, 1999), é considerado que a vegetação tem efeito, principalmente, em termos de afastamento, para ele, o gramado produz alguma absorção de sons, enquanto superfícies pavimentadas tendem a refletir ruído. Uma densa barreira vegetal necessita ter 50 metros de largura para proporcionar uma redução de 10 dB(A). Para Assunção (1979 apud MOTA, 1999) a distância necessária para que o nível de ruído alto, da ordem de 110 dB, seja atenuado para um valor satisfatório para o período diurno que deve ser de 55 dB, é de aproximadamente 1.125 metros, considerando a fonte pontual sem obstáculos. Para uma fonte de 90 dB, essa distância, nas mesmas condições, cairia para 112 metros.

Como fonte pontual de ruído realizado pelo exército americano e para coleta de amostras White et al. (2003) utilizaram carga explosiva C-4 sendo detonada em formato de linha para determinar a atenuação do ruído em meio a floresta de *pinus* e *hardwood*.

Ferreira Neto (2001) discute sobre as barreiras vegetais que dependendo da espessura e tipo de vegetação podem fornecer alguma atenuação devido a absorção e dispersão. Sendo a redução máxima em 10 dB em florestas densas. As folhas produzem o efeito de mascaramento devido ao vento. Mesmo sendo pequena a atenuação do ruído obtido pela vegetação ela proporciona efeito psicológico favorável servindo como isolador visual do receptor.

De acordo com estudo de Gomes et al. (2004) a qualidade da mata se dá através do estudo de sua densidade determinando densidade absoluta (Da) com a coleta de informações através de delimitação de áreas para coleta de amostras e cálculo de volume total demonstrando que os parâmetros volumétricos interferem no meio atenuador do ruído.

De acordo com estudo realizado por Burguer e Delitti (1999) a determinação do volume da mata nativa por método indireto e não destrutivo deve ser aplicado para se ter valores estimados baseados em relações alométricas entre peso das árvores e dimensões lineares.

Os modelos preditivos aplicados por Burguer e Delitti (1999) conseguiram provar a eficiência da medição do estrato arbóreo sem o corte da mata, resultando na demonstração do volume de fitomassa encontrando para folhas representando aproximadamente 5% e a fitomassa encontrada no lenho 95%.

Segundo Martens (1981) que realizou estudo em dois tipos de formação vegetal sendo: vegetação rasteira e floresta fechada que resultou em atenuação de 10 dB a 100 m, concluindo que a plantação de árvores em linha perpendicular com faixas de 12 metros podem ser a solução contra os efeitos nocivos da poluição sonora.

Para o efeito de abatimento da poluição sonora deve haver densas barreiras de vegetação sendo o principal efeito o psicológico, pois o efeito da absorção física do som é pequeno (MINHOTO, 2001). Considerando a necessidade de manter um ambiente arborizado no entorno de propriedades pode refletir na melhora da qualidade de vida nas cidades.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas determinou os “níveis de ruído para conforto acústico” através da Norma Brasileira de Regulamentação (NBR)

10152/87. Esta norma fixa níveis compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos. Os valores da medição do ruído nos ambientes deve obedecer a critérios dispostos na NBR 10151/00. Após a avaliação deverá ser utilizada a tabela 1 da NBR 10152/87 para a comparação dos resultados.

O principal objetivo da NBR 10151/00 “avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento” é a determinação de exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente da existência de reclamações, especificando um método para medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos se o ruído apresentar características especiais e uma comparação dos níveis corrigidos com um critério que leva em conta vários fatores sendo que o método de avaliação envolve as medições do nível de pressão sonora equivalente (L_{aeq}) em decibéis ponderados em “A”, comumente chamado dB(A). Os resultados devem levar em conta o período de medição (dia ou noite).

A resolução CONAMA 001/03 e 002/03 (BRASIL, 2004) tem como principal objetivo referenciar e regulamentar os níveis de ruído e conforto acústico nos centros urbanos e implantar o programa silêncio que deverá ser administrado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). As ações sugeridas não permeiam todas as situações de poluição sonora, mas dão referência para que as empresas possam agir em prol do conforto acústico. Durante o planejamento das ações preventivas da poluição sonora deve-se levar em conta o estudo do “*layout*” das áreas de convívio, mas de igual importância é o tratamento do ruído nas áreas destinadas aos funcionários que devem além de procurar o conforto acústico deve manter o ambiente seguro evitando o risco à saúde ocupacional. A abrangência desta resolução se dá através do estudo da emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.

A Lei municipal de Campos do Jordão 2.094 de maio de 1994 dispõe sobre sons urbanos, fixando níveis e horários em que será permitida a sua emissão nas diferentes zonas de uso e atividades (CAMPOS DO JORDÃO, 1994). Em seu artigo primeiro determina que a emissão de ruídos por quaisquer atividades industriais, comerciais, deve obedecer ao interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidas nesta Lei demonstrando a real preocupação na manutenção da saúde pública, sendo usado como parâmetro a norma CETESB nº L 11.032 (determinação do nível de ruído em ambientes internos e externos de áreas habitadas) propondo níveis de ruído aceitáveis ao sossego público. Quanto à emissão de ruídos produzidos por veículos automotores o artigo 4º determina que deverão ser utilizadas normas estabelecidas pelo CONAMA resoluções nº 01 e 02 de fevereiro de 1993, definindo que estes parâmetros fazem parte da Lei 2.094/94. A Companhia de Tecnologia de Saneamento ambiental (CETESB) é autorizada no artigo 7º a proceder medições e avaliações dos níveis de ruído que se tornar necessário à aplicação desta Lei.

A Lei nº 2.094/94 leva em conta somente à situação da emissão do ruído e não a criação de barreiras acústicas que possam atenuar o ruído urbano nas diferentes áreas da cidade, sendo que o uso de arborização urbana pode se tornar um fator de diferenciação na propagação e difusão do ruído (YAZIGI, 2001).

De acordo com estudo realizado por Zannin e Szeremetta (2003) no jardim botânico de Curitiba – Paraná, os níveis de ruído medidos em 47,6 % dos pontos de medição ultrapassaram 65 dB(A) sendo superior aos limites de tolerância disposto na legislação local em vigor e 90,5% dos pontos medidos apresentam níveis acima de 55 dB(A), limite máximo para uma área verde. Mas apesar destas medições apontarem valores acima do exigido pela lei municipal nº 8.583 da Secretaria Municipal de Meio Ambiente a resposta das pessoas que usam o jardim botânico foi que o local apresenta boa qualidade acústica, explicada pelo efeito da barreira vegetal formando uma barreira visual entre a fonte geradora do ruído e o usuário do parque, sendo que o efeito de absorção do som não se apresentou muito eficaz.

Para Miller (1997 apud MINHOTO, 2001) a absorção da energia sonora se faz através dos galhos, ramos e folhas das árvores e arbustos e também há reflexão da energia nas barreiras de árvores.

Durante o processo de revisão bibliográfica observou-se que existem contradições sobre a afirmação que a vegetação tem ou não a capacidade de atenuar o ruído, portanto a aplicação de método de verificação “in loco” será utilizado para determinar se há atenuação do ruído em função de vegetação existente na área limítrofe do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão como segue no capítulo de metodologia.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA EM ESTUDO

O Grande Hotel SENAC Campos do Jordão localizado entre as coordenadas Norte = 7.487.329.152 e Este = 440.821.670 (coordenadas U.T.M., Universal Transverse Mercator), Latitude = 22 43'11.960" e Longitude = 45 34'34.468" (coordenadas geodésicas) dados obtidos a partir de levantamento feito pela empresa de topografia NOSOR – Planejamento projetos e construção civil M.E., sendo 396.839,30 m² de terreno total da propriedade do Grande Hotel e 19.609,04 m² de área construída entre as áreas de lazer, hospedagem e serviços.

3.2 ÁREA LIMÍTROFE

3.2.1 Descrição da área limítrofe

Da área total do Grande Hotel aproximadamente 200.000 m² são cobertos por floresta ombrófila mista, constituindo um mosaico em formato de cinturão em torno da área de hospedagem e lazer do Grande Hotel (figura 01), após aproximadamente 60 anos de atividades hoteleiras sem retirada comercial de madeira. O Grande Hotel foi reformado e reinaugurado no ano de 1998 para dar início as operações em serviços de hospedagem do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão.

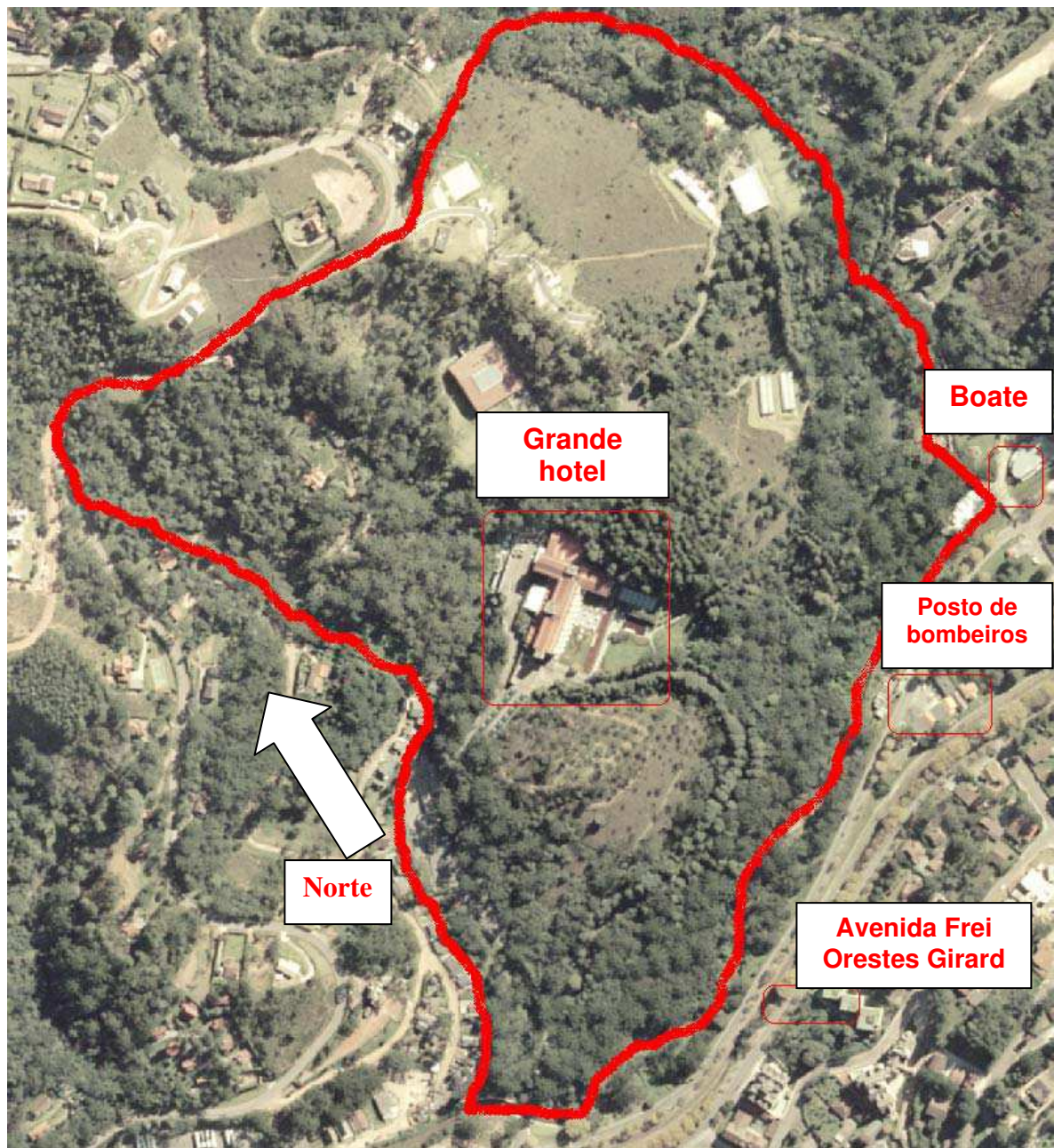


Figura 01: localização da propriedade do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão e seu entorno

3.2.2 Descrição do entorno da propriedade do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão

São relevantes como fontes de ruído no entorno da propriedade do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão a Avenida Frei Orestes Girard que dá acesso do bairro Capivari ao bairro Jaguaribe, perfazendo o eixo de retorno no fluxo de veículos circulantes na cidade.(figura 02); O quartel do Corpo de Bombeiros de Campos do Jordão localizado ao sul da propriedade do Grande Hotel SENAC a aproximadamente vinte metros da divisa limítrofe; a boate “Target”, localizada na divisa leste do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão (figura 01), sendo separada da área de hospedagem e lazer por um cinturão vegetal composto pela floresta ombrófila mista.



Figura 02: avenida Frei Orestes Girard próximo ao número 4100, ponto de início das medições de NPSp

3.2.3 Fonte geradora de ruído pontual para amostras

Como fonte de ruído pontual foi utilizada a sirene Bitonal da viatura de resgate do Corpo de Bombeiros.

O som gerado para a coleta de amostras do ruído se deu pelo sistema sonoro de advertência (sirene eletrônica) das viaturas de emergência do Corpo de Bombeiros conforme item 5.3.5.3 da NBR-14096 (POLICIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2000), com controle que permite os seguintes tipos de sons: manual, contínuo, intermitente, intermitente rápido e simulação de buzina a ar. A unidade amplificadora possui capacidade de 200 (duzentos) Watts e as duas unidades sonofletoras possuem potência de 100 (cem) Watts cada instaladas e dirigidas à frente da viatura a uma distância de mais ou menos um metro do piso e o sistema sonoro adicional (sirene pneumática) sirene bitonal, fã -dó pneumática, acionada por motor elétrico de 12V, com cornetas metálicas que são instaladas no pára-lamas dianteiro esquerdo do veículo. A sirene bitonal atinge 115 dB(A) quando acionada a um metro de distância, sendo esta última utilizada para a realização do experimento como sendo fonte de ruído provocado, para determinar NPSp (Nível de Pressão Sonora provocada).

3.2.4 Caracterização do meio atenuador

O cinturão verde que envolve as áreas de hospedagem, lazer e serviços do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão foi caracterizada como floresta ombrófila mista, onde se encontra a espécie *araucária augustifolia* (pinheiro do Brasil). A medição da densidade e volume da mata foi através da metodologia proposta por Burguer e Delitti (1999) e por Machado e Figueiredo Filho (1999). Para a determinação da densidade da floresta foi realizado o levantamento “in loco” dos diâmetros e alturas das árvores. sendo delimitada área de 100 m². As medições de diâmetro das espécies arbóreas da mata foram realizadas nos troncos na altura do peito (DAP = 1,30 metro),

sendo dividido em classes: 3 a 5 cm, de 5 a 10 cm, de 10 a 20 cm, de 20 a 30 cm, de 50 a 60 cm e de 60 a 70 cm. Foi delimitado uma parcela de dez por dez metros, perfazendo 01 *are*, na mata localizada na trajetória por onde foram realizados os ensaios do ruído (figura 03)

Determinação do volume (v em m^3)

$$v = (d^2 \times \pi / 4) \times h$$

v = volume em metros cúbicos

d = diâmetro a altura do peito (DAP a 1,30 metro de altura) em metros

h = altura em metros

O volume total (vt) da mata nativa em estudo foi determinado por 95% referente ao lenho e 5% referente a folhas (BURGER e DELITTI, 1999).

3.2.5 Comparativo sem meio atenuador

Para a avaliação do ruído sem meio atenuador foram realizadas medições pela avenida Frei Orestes Girard que se apresenta em linha reta no trecho na altura do número 4100, não havendo curvas ou obstruções. As medições foram realizadas de acordo com a metodologia apresentada posteriormente, sendo tomada de amostras a cada dez metros em linha reta a partir da fonte geradora do ruído (sirene do Corpo de Bombeiros), (figura 04) até atingir cento e cinquenta metros, sendo registrado o NPSa e logo após a leitura do NPSp.



Figura 03: delimitação de 100 m² da mata no local do levantamento de densidade e volume



Figura 04: localização do Grande Hotel e fontes de ruído

3.2.6 Procedimento de medições

O procedimento de medição baseou-se na NBR 10151/00 para a obtenção das amostras e a determinação do nível de ruído do local, sendo: Nível de Pressão Sonora ambiente (NPSa) e Nível de Pressão Sonora provocado (NPSp) e o registro em planilha para confecção de gráficos de dados comparáveis.

O levantamento foi realizado de acordo com o seguinte procedimento:

- No levantamento, os níveis de pressão sonora foram medidos em dB(A), com equipamento decibelímetro (figura 07), externamente à edificação do Grande Hotel em meio a mata nativa que está entre a fonte e os possíveis receptores na área de lazer do Grande Hotel;
- Os posicionamentos das medições foram determinados pela existência de fontes fixas de ruído próximas, sendo: boate junto a divisa, Posto de Bombeiros (viatura de resgate) e avenida (tráfego de veículos) a vinte metros da divisa, da propriedade; (figura 05)
- Para a viabilização dos ensaios utilizou-se como fonte pontual de ruído a sirene bitonal do Corpo de Bombeiros;
- Não foram efetuadas medições na existência de interferências audíveis advindas de fenômenos da natureza (por exemplo: trovões, chuva forte, ventos fortes, etc.);
- Para cada medição foi acionada a fonte pontual de ruído (sirene da viatura de resgate do CB) durante o tempo de 10 segundos de forma a permitir a caracterização do nível de pressão sonora provocado (NPSp) em questão; Após cada medida foi realizada a medida de nível de pressão sonora ambiental (NPSa);
- Para a obtenção das amostras foi posicionada a viatura de Resgate do Corpo de Bombeiros a 10 metros da divisa da propriedade do Grande Hotel Campos do Jordão, nos pontos equivalentes a localização das fontes (figura 05);

- O ensaio envolveu uma seqüência de medições, iniciando-se junto a divisa, sendo este processo repetido a cada 10 metros em direção aos possíveis receptores na área de lazer do Grande Hotel (figura 05);
- Foi traçada a trajetória em linha reta, que o ruído faz através da mata nativa, a partir da fonte de ruído (sirene da viatura de resgate do Corpo de Bombeiros) até chegar na área de hospedagem e lazer do Grande Hotel SENAC (figura 05);
- Para verificação do ruído em local aberto sem obstruções foram realizadas medições, conforme procedimento citado acima, na avenida Frei Orestes Girard, no trecho anteriormente descrito (figura 02).

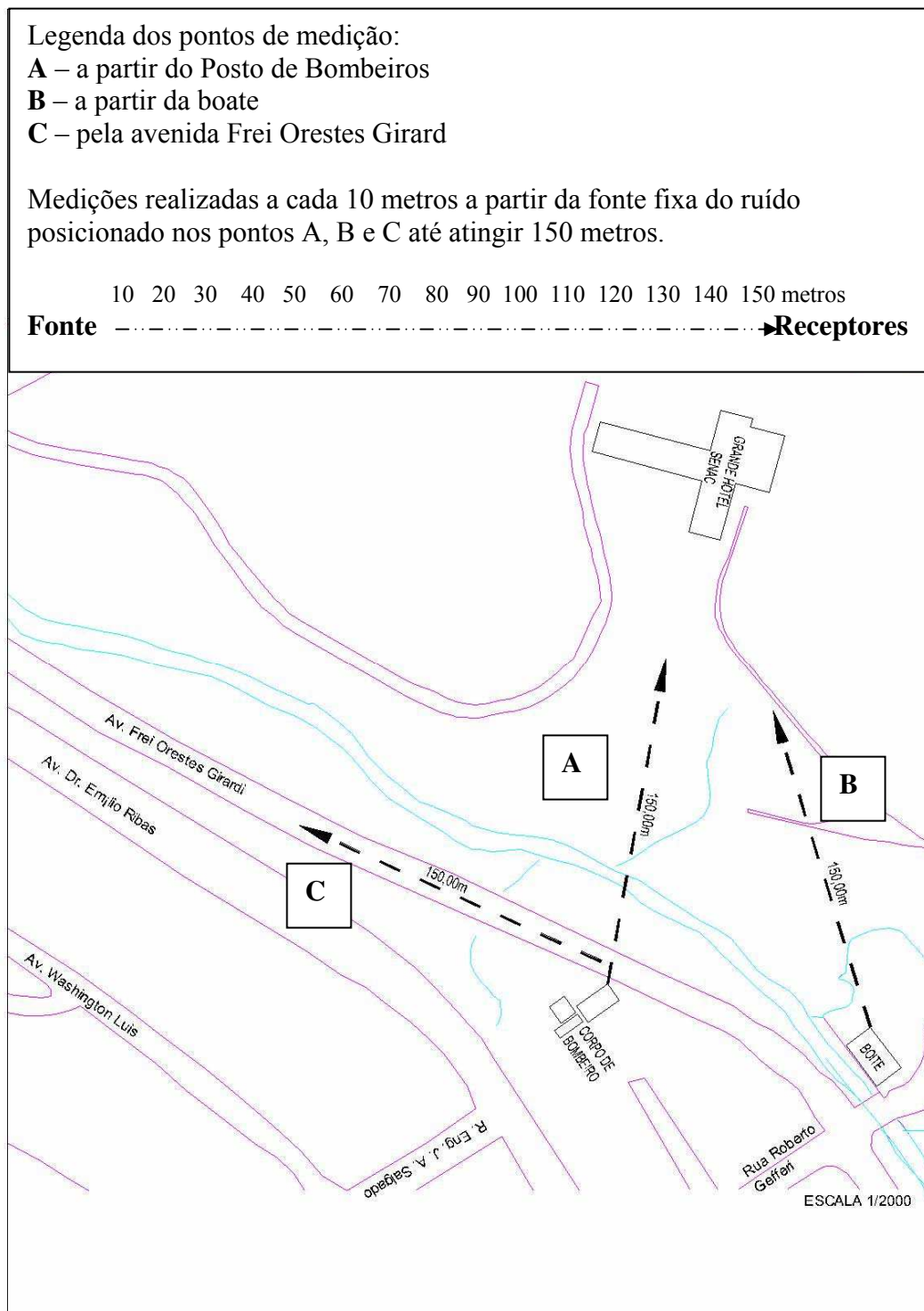


Figura 05: localização dos pontos de medição do ruído a partir das fontes

3.2.7 Descrição e procedimento da equipe

As medições foram realizadas com o auxílio da equipe do Corpo de Bombeiros de Campos do Jordão, (figura 06), que participou da coleta de dados, medições e o acionamento da sirene para amostras.

3.2.7.1 Materiais utilizados pela equipe de campo

- Sirene bitonal da Viatura de Resgate do Corpo de Bombeiros, acionada de forma contínua por dez segundos;
- Trena com dez metros;
- Equipamento decibelímetro (figura 07)
- Radio comunicador tipo “Hand Talk”
- Câmera fotográfica digital.



Figura 06: equipe responsável pela coleta de dados, durante as leituras pela mata

Durante o levantamento “in loco” a equipe foi composta por quatro bombeiros sendo distribuída por funções como segue: um responsável pela leitura do decibelímetro (figura 07), um responsável pela medição e trajeto a ser percorrido, um responsável pela anotação dos dados colhidos (figura 06) e um responsável pelo acionamento da sirene da viatura de resgate.

3.2.8 Equipamento utilizado na medição do ruído

Foi utilizado o equipamento decibelímetro (Digital Sound Level Meter – Radio Shack, Cat. N° 33-2055). Capaz de medir sons entre 50 e 126 dB, sendo que as amostras foram captadas em resposta rápida (0,2 segundos). Em escala de ponderação “A”



Figura 07: equipamento utilizado nas medições Digital Sound Level Meter – Radio Shack, Cat. N° 33-2055

Os métodos e técnicas aplicados foram capazes de produzir amostras que possibilitam a avaliação da atenuação do ruído pela mata.

4 RESULTADOS

O levantamento ambiental realizado “in loco” possibilitou a verificação da atenuação do ruído por barreira representada pela vegetação, mata ombrófila mista, presente na área em estudo; e os valores da atenuação do ruído obtidos em área sem barreiras, verificado ao longo do trecho indicado na avenida.

Os gráficos foram elaborados em *software Excel*, sendo traçada linha de tendência logarítmica para leitura dos resultados e a discussão destes resultados. A determinação dos valores limite superior e inferior foram definidos a fim de manter um intervalo representativo para a leitura.

Os registros foram feitos de acordo com a metodologia anteriormente descrita a partir das fontes de ruído existente (Quartel do Corpo de Bombeiros e Boate) e pela avenida Frei Orestes Girard, separadamente sendo todos agrupados em uma tabela para análise de resultados.

Durante o levantamento realizado a partir do Quartel do Corpo de Bombeiros não foram verificadas interferências advindas do tráfego intenso ou de outras fontes de ruído importante que de qualquer forma apresentasse erros de leitura.

A medição realizada a partir da frente do quartel do Corpo de Bombeiros em direção a área de lazer do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão (figura 05) apresentou os seguintes resultados.

Tabela 01: levantamento de dados medidos em dB(A), coletados a partir do Posto de Bombeiros de Campos do Jordão

Data:17ABR05 Hora: 08:30h Dia da semana: DOMINGO			
Localização: de frente ao Posto de Bombeiros até a área de lazer do Grande Hotel SENAC.			
Pontos de medida do ruído em metros	Nível de Ruído ambiente medido em dB(A) NPSa	Ruído medido em dB(A) NPSp	Observações:
1	50	115	
10	64	94	
20	55	88	
30	66	85	
40	55	80	
50	60	73	
60	55	77	
70	55	72	
80	60	74	
90	57	75	
100	66	73	
110	62	65	
120	50	63	
130	54	63	
140	54	60	
150	50	64	
Obs: Ruído médio ambiente: 57,06 dB(A).			

Fonte: Salvatto (2005)

Os dados colhidos na tabela 01 foram utilizados para inserção do gráfico da figura 08 para análise dos resultados obtidos.

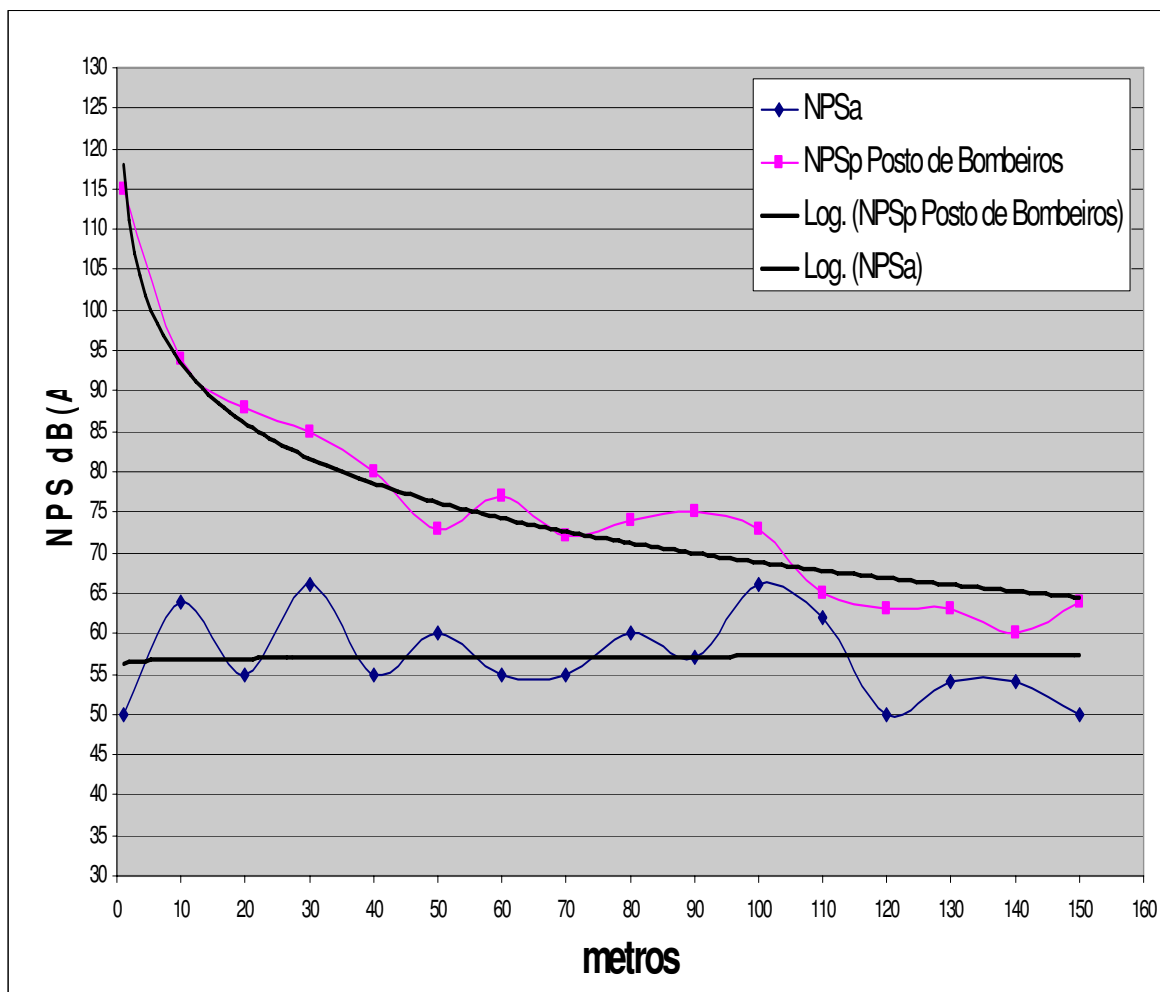


Figura 08: distribuição de dados coletados a partir do quartel do CB até a área de lazer do Grande Hotel SENAC

Os dados colhidos a partir do quartel do Corpo de Bombeiros foram registrados no gráfico representado pela figura 08, sendo traçado uma linha logarítmica para NPSp e NPSa a fim de suavizar as linha das amostras, possibilitando a análise dos resultados nas mesmas condições de ponderação.

A medição do ruído que foi realizada a partir da boate em direção a área de lazer do Grande Hotel SENAC Campos do Jordão (figura 05) apresentou os seguintes resultados.

Tabela 02: levantamento de dados medidos em dB(A), coletados a partir da Boate

Data:07MAI05 Hora: 08:20h Dia da semana: DOMINGO			
LOCALIZAÇÃO: de frente a boate em direção a área de lazer do grande hotel			
Pontos de medida do ruído em metros	Nível de Ruído ambiente medido em dB (A) NPSa	Ruído medido em dB (A) NPSp	Observações:
1	55	115	
10	60	95	
20	50	87	
30	55	80	
40	60	85	
50	57	80	
60	58	73	
70	60	75	
80	63	70	
90	62	72	
100	50	71	
110	57	65	
120	55	64	
130	60	60	
140	57	62	
150	58	60	
Ruído ambiente médio 56,69 dB(A)			

Fonte: Salvatto (2005)

A coleta de dados da tabela 02 resultou no gráfico representado pela figura 09:

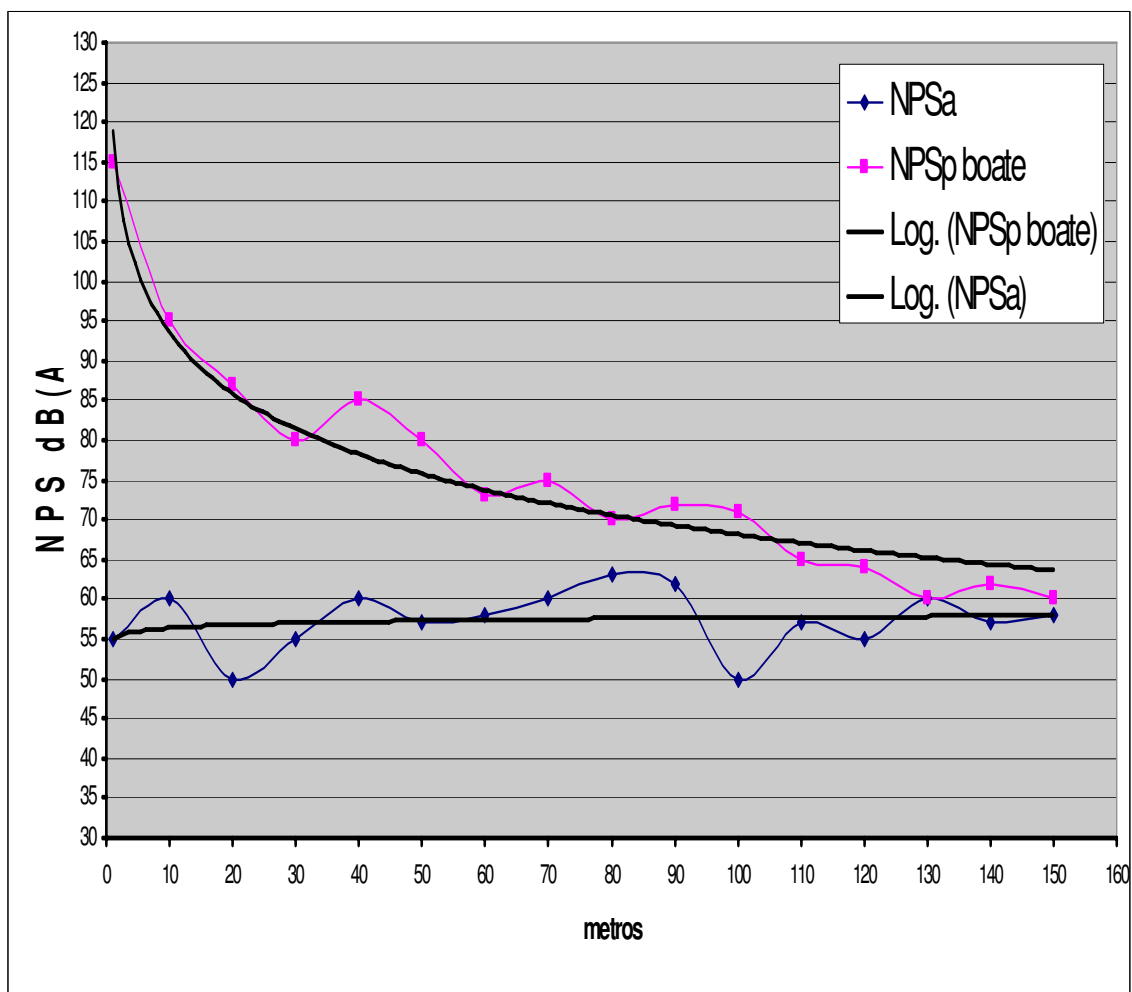


Figura 09: distribuição de dados coletados a partir da Boate até a área de lazer do Grande Hotel SENAC

Os dados colhidos na tabela 02 foram agrupados em forma de gráfico e traçada a linha de tendência logarítmica para estabelecer igualdade na análise qualitativa da atenuação do ruído em meio a mata ombrófila mista.

As medições realizadas pela avenida Frei Orestes Girard (figura 02) foram realizadas sem a interferência do trânsito de veículos pesados ou outras fontes pontuais de ruído. As medições apresentaram os seguintes resultados.

Tabela 03: levantamento de dados medidos em dB(A), coletados na avenida Frei Orestes Girard

Data:07MAI05 Hora: 10:35 h Dia da semana: DOMINGO			
LOCALIZAÇÃO: Av Frei Orestes Girard			
Pontos de medida do ruído em metros	Nível de Ruído ambiente medido em dB (A)	Ruído medido em dB (A)	Observações:
1	60	115	
10	60	98	
20	64	90	
30	62	90	
40	64	87	
50	65	85	
60	55	81	
70	60	85	
80	55	78	
90	60	75	
100	60	76	
110	61	75	
120	54	74	
130	60	74	
140	63	72	
150	63	66	
Ruído ambiente médio 60,37 dB(A)			

Fonte: Salvatto (2005)

Durante o procedimento de medição não foram coletadas amostras sob a influência de trânsito de veículos no trecho em estudo (avenida Frei Orestes Girard altura do número 4100, representado na figura 02). Local de início das medições do NPSp da avenida e do Quartel do Corpo de Bombeiros.

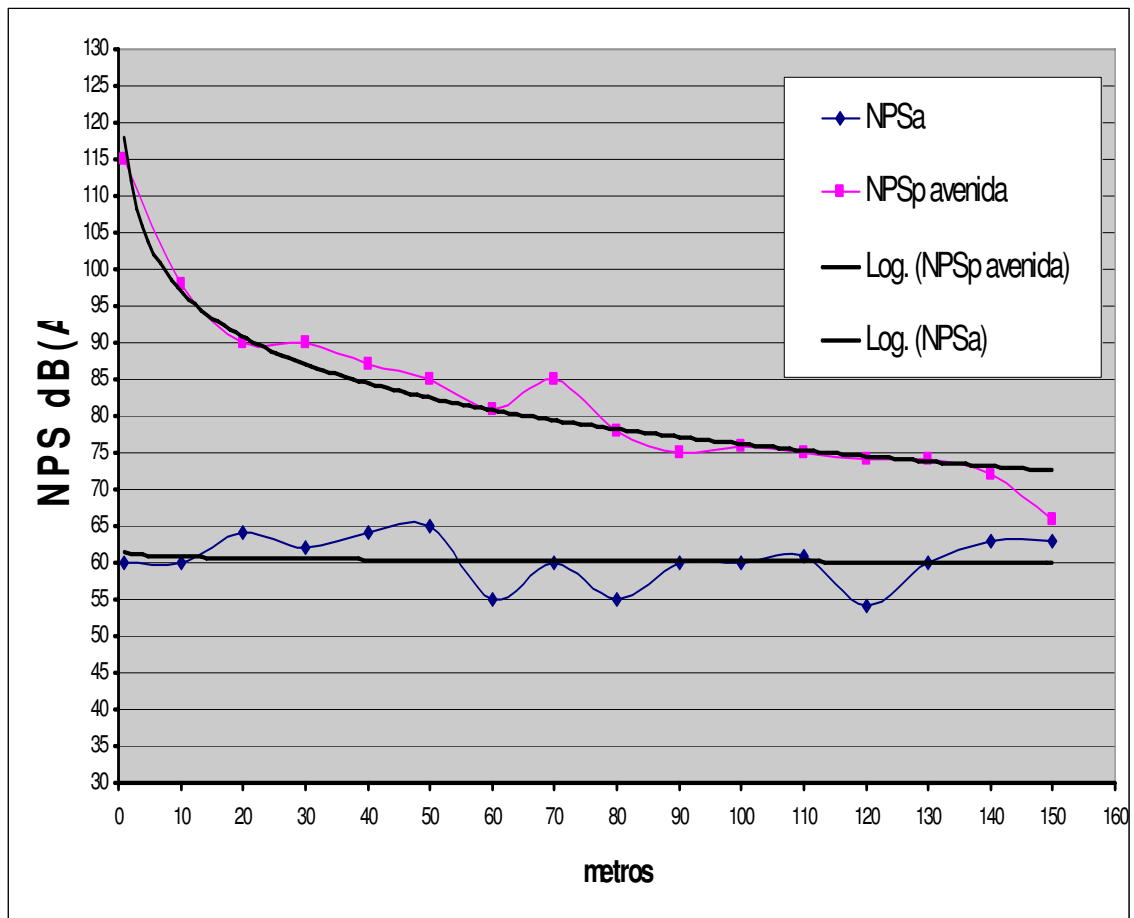


Figura 10: distribuição de dados coletados na avenida Frei Orestes Girard

O registro das amostras na tabela 03 foram agrupados em forma de gráfico e traçado linha de tendência logarítmica que possibilitou o entendimento do processo de atenuação do ruído por localidade onde não havia obstruções e piso de pavimentação asfáltica.

Quadro comparativo entre o ruído provocado a partir do Quartel do Corpo de Bombeiros e boate em relação ao ruído provocado na avenida Frei Orestes Girard				
Distâncias em metros	NPSp a partir do quartel do Corpo de Bombeiros	NPSp a partir da boate	NPS médio na mata	NPSp pela avenida Frei Orestes Girard
1	115	115	115	115
10	94	95	94.5	98
20	88	87	87.5	90
30	85	80	82.5	90
40	80	85	82.5	87
50	73	80	77.5	85
60	77	73	75.0	81
70	72	75	73.5	85
80	74	70	72.0	78
90	75	72	73.5	75
100	73	71	72.0	76
110	65	65	65.0	75
120	63	64	63.5	74
130	63	60	61.5	74
140	60	62	61.0	72
150	64	60	62.0	66

Figura 11: diferença entre ruído atenuado pela mata e ruído propagado na avenida

Fonte: Salvatto (2005)

O quadro representado pela figura 12, possibilitou a comparação do ruído medido pela mata e o ruído na avenida a partir da fonte pontual de ruído.

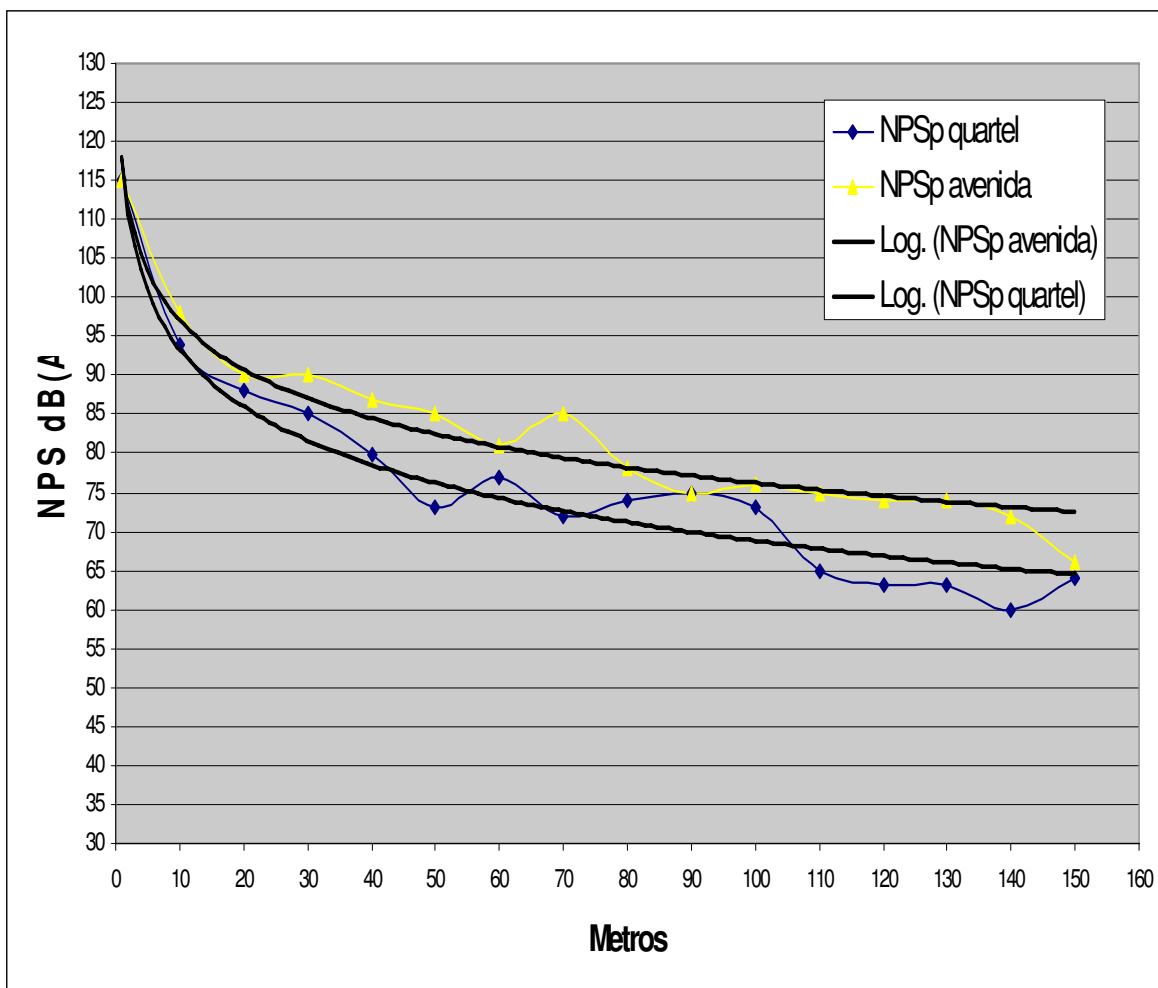


Figura 12: Ruído medido a partir do Posto de Bombeiros de Campos do Jordão em direção ao Grande Hotel e o ruído propagado na avenida Frei Orestes Girard

Para o entendimento do efeito atenuador na propagação pela floresta em relação ao efeito de propagação pela avenida foram agrupados dados em forma de gráfico (figura 12).

A determinação da densidade volumétrica da mata (tabela 04) obteve resultados que devem ser levados em conta durante a discussão por se tratar de determinação de valores que interferem na atenuação ou absorção do ruído na mata nativa, que

apresentou aspecto de mata sem a presença de espécies exóticas como exemplo: *pinus elliot*, característico em muitas regiões da Serra da Mantiqueira.

A área em estudo apresentou o seguinte resultado de densidade absoluta (Da) e volume total (vt):

Tabela 04: determinação do volume de caule (altura do peito, ou seja, 1,30 m) da vegetação na área em estudo

Diâmetro do tronco a altura do peito (DAP)	Numero de indivíduos	Altura média (h)	Volume individual (Vi)	Volume total parcial (vtp)
Metros				
0,05 m	44	4 m	0,0019625 m ²	0,3454 m ³
0,10 m	6	8 m	0,00785 m ²	0,3768 m ³
0,20 m	11	10 m	0,0314 m ²	3,454 m ³
0,30 m	3	10 m	0,07065 m ²	2,1195 m ³
0,40 m	0	0	0	0
0,50 m	0	0	0	0
0,60 m	1	25 m	0,2826 m ²	7,065 m ³
0,70 m	1	25 m	0,38465 m ²	9,61625 m ³
Densidade				
absoluta (Da)	66 indivíduos		volume total (vt)	22,97695 m³

Fonte: Salvatto (2005)

A coleta de dados “in loco” demonstrou densidade absoluta (Da) 66 indivíduos por *are*, o volume total (vt) 22,97695 m³ destacando a presença de duas árvores *araucária augustifolia* com 60 e 70 cm de diâmetro se impondo sobre as demais espécies.

5 DISCUSSÃO

A coleta de dados foram realizadas aos domingos, que demonstrou ter a incidência de um ruído ambiental médio constante entre 50 e 66 dB(A) e a ausência de trânsito de caminhões pesados e a influência de outras fontes de ruído de tráfego e a ausência de equipamentos sonoros de promoção ou ruído gerado por boate ou festas populares.

O NPSa calculado determinou variação de 65 a 50 dB(A) sendo média aritmética 60,37 dB(A) , que representa nível inferior ao aceito pela NBR 10151/00 que determina 65 dB(A) para ambiente externo de edificações de área mista com vocação recreacional.

Os resultados apurados para NPSa, durante as medições demonstraram estar dentro dos parâmetros da CETESB/L11.032 que determina 60 dB(A) no período das 07:00 às 19:00 h em áreas com uso diversificado (residência, comércio ou indústria). Também atende a recomendação da NBR 10151/00 (Anexo E) que determina 65 dB(A) para período diurno.

As oscilações apresentadas durante a coleta de dados (figuras 8, 9 e 10) demonstram que o ruído se propaga de forma desigual considerando a distância de cento e cinquenta metros em relação a fonte pontual de ruído, sofrendo interferências do meio propagador (ar, umidade relativa, calor ou frio), mesmo não havendo a presença de intempéries da natureza como chuva, vento forte e trovões. Sendo que para a leitura da amostragem em questão foi utilizado um modelo ponderador através de curva logarítmica.

Os resultados das medições demonstraram que a atenuação do ruído no sentido Posto de Bombeiros – Grande Hotel SENAC e boate – Grande Hotel SENAC são semelhantes, constatando que há homogeneidade na mata.

Segundo Burguer e Delitti (1999) assumindo que o volume total encontrado na mata ombrófila mista em estudo está representado por 95% de lenho sendo de aproximadamente 23 m³ de fitomassa por are e 5% de folhagens sendo 1,15 m³ de fitomassa por are totalizando 24,15 m³ por are.

Com a medição pela avenida verificou-se o decaimento do nível de ruído em área sem barreiras (mata nativa ou barreiras construídas) demonstrando similaridade ao decaimento do ruído medido pela mata (figura 10), porém a mata funciona como um absorvedor de ruído atenuando em média 6 dB(A) ao longo do percurso.

Mais importante que a espessura da área da mata no entorno é a compacidade da barreira vegetal. No caso demonstrado a mata possui volume total (vt) 24,15 m³, representando a densidade ou compacidade da mata.

Segundo Bishop & Schomer (1998) o ruído produzido por fonte típica pontual é atenuado em 10 dB (A) a 300 m afastando-se da fonte. Por esta afirmação a demonstração da atenuação do ruído em mata ombrófila mista, de forma logarítmica apresenta redução acentuada a partir de 10 metros (figura 11).

A pesquisa de campo realizada na mata ombrófila mista na propriedade do Grande Hotel SENAC em Campos do Jordão demonstrou que o efeito de atenuação do ruído é percebido, porém a redução destacou-se no efeito psicoacústico causado pelo isolamento entre a fonte geradora do ruído (sirene da viatura de resgate do Corpo de Bombeiros) e o possível receptor na área de lazer do Grande Hotel através de leituras a cada 10 metros até atingir 150 metros onde o ruído gerado pela sirene da viatura do Corpo de Bombeiro aproximou-se do NPSa médio 58 dB(A).

Também ocorre variação do som de acordo com o afastamento da fonte na relação do quadrado da distância. A pressão sonora é reduzida sendo decrescido de 6 dB(A) a cada vez que a distância da fonte sonora é dobrada (MOTA, 1999). O decréscimo do NPSp na coleta de dados a partir do quartel do Corpo de Bombeiros demonstrou maior intensidade dobrando a distância a partir da fonte pontual de ruído.

A característica da mata em estudo demonstrou ser capaz de atenuar o ruído em torno de 6 dB(A) (figura 11), sendo levado em conta o percurso de 150 metros.

O mesmo experimento foi realizado na avenida que apresenta asfalto e não possui obstruções ou curvas e a distância da coleta de dados por 150 metros demonstrou que a distância de onde o som emitido pela sirene (NPSp) atinge nível equivalente ao NPSa médio.

Os ensaios levados a efeito na mata em comparação com os ensaios na avenida indicam atenuação pela mata ao longo de todo o percurso medido em torno de 6 dB(A), podendo ser melhor visualizado na figura 11.

Os resultados obtidos através do levantamento “in loco” possibilitou a conclusão do trabalho como segue.

6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do trabalho demonstrou que é real a atenuação do nível de pressão sonora com a utilização de barreiras vegetais como fator atenuador do ruído, sendo associado ao afastamento da fonte geradora de ruído.

Pode-se notar também que a atenuação está relacionada com a densidade volumétrica da mata, o que se evidencia na comparação entre as medidas obtidas ao longo da mata (barreira atenuadora) e nas medidas obtidas ao longo da Avenida (propagação livre sem barreiras).

A atenuação a partir de cinquenta metros toma uma tendência a constância onde é observado que o ruído pela mata e o ruído pela avenida caminham de forma parecida no percurso estudado.

A área estudada é caracterizada por se tratar de local onde há preservação de mata ombrófila mista, justificando a necessidade de sua conservação tanto para a manutenção de um ambiente estável de temperatura e umidade, mas também manter o ambiente acústico estável e confortável.

Apesar de não constar nos objetivos do trabalho a aferição do efeito psicoacústico causado pela vegetação durante a medição “in loco” a equipe teve a percepção que o efeito psicoacústico provocado pela barreira vegetal é de vital importância para a qualidade de vida dos usuários do Grande Hotel SENAC. A arborização provoca nos usuários do local uma sensação de “bem estar”.

A atenuação do ruído na mata nativa teve destaque, pois houve atenuação a partir de 10 metros com valores que se apresentaram expressivos se comparados com a diminuição ocorrida na avenida.

A impressão da equipe sobre a redução do nível de ruído pela barreira vegetal é perceptível a partir de 50 metros onde o som gerado pela sirene é perfeitamente audível, porém nota-se a redução na percepção do ruído, mesmo que a medição demonstre que o nível de pressão sonora permaneça em torno de 80 dB(A). A partir de 110 metros novamente há uma diferença do nível de pressão sonora que na mata nativa cai em torno de 10 dB(A) em comparação com a propagação no local sem a vegetação nativa.

7 SUGESTÕES

Os resultados obtidos e a falta de literatura técnica específica demonstraram a necessidade da retomada deste estudo para determinar a atenuação do Nível de Pressão Sonora (NPS) em outros tipos de vegetação como exemplo: floresta de *pinus elliot* , gramados, campos de altitude entre outras e que apresentem outras densidades volumétricas e compacidade.

Em futuros trabalhos sejam verificados atenuação para outros tipos de vegetação e diferentes densidades das mesmas. Também torna-se interessante um estudo do ruído por faixas de frequência.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Nelson Andrade; BRITO, Paulo Lúcio; JORGE, Wilson Edson. **Hotel: Planejamento e Projeto**. 2. ed. São Paulo: SENAC, 2001.

BORDINI, Anderson Alux et al. **Um estudo do turismo no setor de serviço comparativo Grande Hotel Campos do Jordão Hotel escola SENAC**. In: XXIII ENEGEP – Ouro Preto, MG, Brasil, 22 a 24 de Outubro de 2003. Anais... Minas Gerais: UNIFEI, Minas Gerais, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA: N° 001** Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos, das atividades industriais. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em 17 de junho de 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA: N° 002** Dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora - SILÊNCIO. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em 17 de junho de 2004.

BURGUER, Débora Moreira; DELITTI, Wellington B. C. **Fitomassa epígea da mata ciliar do rio Mogi-Guaçu, Itapira – SP**. Revista Brasil Botânica, São Paulo, v. 22, n. 3, p 429 – 435, Dezembro de 1999.

CAMPOS, José Rui Veloso. **Estudo de viabilidade de projeto hoteleiro**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2002.

CAMPOS DO JORDÃO. **LEI nº 2.094/94 de 25 de maio de 1994**; dispõe sobre a proteção e defesa das árvores da arborização urbana. Capítulo IV, artigo 220. Prefeitura Municipal da Estância de Campos do Jordão, 1994.

FERREIRA NETO, M. F. **Estudo de barreiras acústicas ao ar livre, sob a perspectiva de eficiência e qualidade sonora**. Dissertação (mestrado). Faculdade de engenharia civil, UNICAMP, Campinas, 2001. 51f.

GOMES, Ana Patrícia Cota; SOUZA, Agostinho Lopes; MEIRA NETO, João Augusto Alves. **Alteração estrutural de uma área florestal explorada convencionalmente na bacia do Paraíba do Sul, Minas Gerais, nos domínios de floresta atlântica**. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v. 28, n.3, p. 407-417, 2004.

LIRA, Ronny Soffiantini et al. **Diagnóstico paisagístico do parque da criança em Campina Grande , PB**. Revista de biologia e ciências da terra. Volume 4 – número 1 – 1 semestre, 2004. disponível em: www.ihendrix.br/biologia/revista/paisagismo.pdf (acesso em 10/01/06 às 14:00h).

MACHADO, Sebastião do Amaral; FIGUEIREDO FILHO, Afonso. **Dendrometria**. Curitiba: A. Figueiredo Filho, 2003.

MARTENS, M. J. M. **Noise abatement in Plant Monocultures and Communities**. Applied Acoustics. Vol. 14, n. 3, p. 167-189. 1981. disponível em: www.csa.com/partners/viewrecord , acessado em 04/02/2006, 22:00 h.

MERLIM, Anely de Oliveira. **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados no parque estadual de Campos do Jordão, SP**. ESALQ (dissertação de mestrado), Piracicaba – São Paulo – Brasil, Janeiro 2005.

MINHOTO, Eder Salim. **Arborização viária na área central e bairro Jardim das Nações – Taubaté - São Paulo**, Dissertação (Mestrado ciências ambientais) UNITAU – SP, PPGCA, 2001.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

ODUM, Eugene P. **Fundamentos de ecologia**. Fundação Calouste Gulbenkian: 5 ed. Lisboa – Portugal, 1997. (tradução: Antonio Manuel de Azevedo Gomes).

OLIVEIRA, Maria da Piedade Gomes de; MEDEIROS, Eduardo Bauzer; DAVES Jr, Clodoveu Augusto. **Planejando o meio ambiente acústico urbano: uma abordagem baseada em SIG** – Artigo baseado no trabalho: “planning the acoustic urban environment: a GIS – centered approach, planing advances in geographic information system (ACM GIS’99). Estados Unidos, 1999.

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, Comando do Corpo de Bombeiros. **Especificação técnica n.º dodc-001/323/2000** (veículo Auto Bomba Salvamento Rápido): São Paulo, 2000.

SEWELL, Granville Hardwick, **Administração e controle do ruído ambiental**. Tradução Gildo Magalhães dos santos filho. EPU: Editora da Universidade de São Paulo: CETESB, 1978.

SOUZA, Lea et al. **Percepção do usuário e níveis de pressão sonora em vias urbanas**. UNESP, Bauru. Disponível em: <http://www.ia.csic.es/Sea/publicaciones/4366ba003.pdf>. (acessado em 25/03/05, 22:00 h)

VIANA, Dulce Maria José. **Avaliação da aplicação da norma de ruído ambiental em municípios da região de São João da Boa Vista**. Dissertação (Mestrado), UNICAMP, Campinas, 2004.

WHITE, Michael J. et al. **Attenuation of blast sound by a mixed stand of pine and hardwood**. The Journal of the Acoustical Society of America, October 2003 – volume 114, issue 4, p. 2441. disponível em: www.scitation.aip.org/servlet (acessado em 05/02/2006, 22:30 h).

YAZIGI, Eduardo. **A Alma do lugar: turismo, planejamento e cotidiano em litorais e montanhas**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2001. (coleção turismo contexto)

ZANNIN, P. H. T.; DINIZ, F. B.; BARBOSA, W. A.. **Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brasil**. *Applied Acoustics*, 63:351-358, 2002.

ZANNIN, Paulo Henrique Trombeta; SZEMERETTA, Bani. **Avaliação da poluição sonora do parque jardim botânico de Curitiba, Paraná, Brasil**. Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro, mar-abr, 2003.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ASTETE, Martin G. Wells KITAMURA, Satishi. **Manual prático de avaliação do barulho industrial**, 1 ed. São Paulo: Fundacentro, 1978. (Série técnica H6)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2000.

BISHOP, Dwight E. ; SCHOMER, Paul D. **Manual de medidas acústicas y control del ruído**. Capítulo 50 - Mediciones del ruido comunitario, 3ed. McGraw-Hill: Espanha, 1998.

COELHO, J. L. Bento. **The european challenge for a better acoustic environment.** Acústica. Guimarães – Portugal, 2004.

COSTA, Patrícia Cortez. **Unidades de Conservação.** São Paulo: Aleph, 2002. (Série Turismo).

FERREIRA, Aurélio B. de Holanda. **Dicionário da língua portuguesa.** 2 ed, Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1988.

FERNANDES, João Candido. **Acústica e Ruído.** Apostila, UNESP – Bauru, 2002.

HARRIS, Cyril M; WINZER, George E. **Manual de medidas acústicas.** 3 ed. Madri: Mc Graw-Hill, 1995.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro.** 11 ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

MARTOS, Henry Lesjak; MAIA, Nilson Borlina. **Indicadores Ambientais.** Divisão de sistema e documentação – Campus “Luis de Queiros” USP. Sorocaba, 1997.

MEIO AMBIENTE INDUSTRIAL, Revista. **Selo ruído,** São Paulo, Ano IV , Edição 22, nº 21 , p. 14. nov/dez. 1999.

NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL, **Procedimento Técnico.** NHO 01: Fundacentro, 1999.

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

SANQUETA, Carlos Roberto; CÔRTE, Ana Paula Dalla; EISFELD, Rosane de Loyola. **Crescimento, Mortalidade e Recrutamento em duas florestas de araucárias**

(araucária angustifolia (Bert.)O. Ktze.) no estado do Paraná, Brasil. Revista ciências exatas e naturais, vol 5, nº1, Jan-Jun 2003.

SALIBA, Tufi Messias. **Manual prático de avaliação e controle do ruído: PPRA.** 2. ed. São Paulo: LTr, 2001.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo.** São Paulo, 2000.

ANEXOS

A - RESOLUÇÃO/CONAMA/N.º 001 de 08 de março de 1990

Publicada no D.O.U, de 02/04/90, Seção I, Pág. 6.408O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o Inciso I, do § 2º, do Art 8º do seu Regimento Interno, o Art 1º da Lei 7.804 de 15 de julho de 1989, e

Considerando que os problemas dos níveis excessivos de ruído estão incluídos entre os sujeitos ao Controle da Poluição de Meio Ambiente;

Considerando que a deterioração da qualidade de vida, causada pela poluição, está sendo continuamente agravada nos grandes centros urbanos;

Considerando que os critérios e padrões deverão ser abrangentes e de forma a permitir fácil aplicação em todo o Território Nacional, RESOLVE:

I - A emissão de ruídos, em decorrência de qualquer atividade industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.

II - São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior aos ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10.152 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

III - Na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações para atividades heterogêneas, o nível de som produzido por uma delas não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela NBR 10.152 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

IV - A emissão de ruídos produzidos por veículos automotores e os produzidos no interior dos ambientes de trabalho, obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho.

V - As entidades e órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) competentes, no uso do respectivo poder de política, disporão de acordo com o estabelecido nesta Resolução, sobre a emissão ou proibição da emissão de ruídos produzidos por qualquer meios ou de qualquer espécie, considerando sempre os local, horários e a natureza das atividades emissoras, com vistas a compatibilizar o exercício das atividades com a preservação da saúde e do sossego público.

VI - Para os efeitos desta Resolução, as medições deverão ser efetuadas de acordo com a NBR 10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da ABNT.

VII - Todas as normas reguladoras da poluição sonora, emitidas a partir da presente data, deverão ser compatibilizadas com a presente Resolução.

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

José Carlos Carvalho Fernando César de Moreira Mesquita
RETIFICAÇÃO. No D.O.U, de 02.04.90, pág. 6.408, Seção I, no item II, da Resolução/conama/nº 001 de 08.03.90, onde se lê: NBR 10.152, LEIA-SE: NBR 10,151.

. No D.O.U. de 02.04.90, pág. 6.408, Seção I, no item III, da Resolução/conama/nº 001 de 08.03.90, onde se lê: ... Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade..., LEIA - SE: ...níveis de Ruído para conforto acústico...

B - RESOLUÇÃO/CONAMA/N.º 002 de 08 de março de 1990

Publicada no D.O.U, de 02/04/90, Seção I, Pág. 6.408

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o inciso I, do § 2º, do Art. 8º do seu Regimento Interno e inciso I, do Art. 8º, da Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981, e

Considerando que os problemas de poluição sonora agravam-se ao longo do tempo, nas áreas urbanas, e que som em excesso é uma séria ameaça a saúde, ao bem-estar público e a qualidade de vida;

Considerando que o homem cada vez mais vem sendo submetido a condições sonoras agressivas no seu Meio Ambiente, e que este tem o direito garantido de conforto ambiental;

Considerando que o crescimento demográfico descontrolado, ocorrido nos centros urbanos acarretam uma concentração de diversos tipos de fontes de poluição sonora;

Considerando que é fundamental o estabelecimento de normas, métodos e ações para controlar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem-estar da população, RESOLVE:

Art 1º - Instituir em caráter nacional o programa Nacional . Educação e Controle da Poluição Sonora - "SILÊNCIO" com os objetivos de:

- 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 política civil e militar para receber denúncias e tomar providências de combate 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.

Art. 2º - O Programa SILÊNCIO, será coordenado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e deverá contar com a participação de Ministérios do Poder Executivo, órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, e demais entidades interessadas.

Art. 3º - Disposições Gerais

. Compete ao IBAMA a coordenação do Programa SILÊNCIO;

. Compete aos Estados e Municípios o estabelecimento e implementação dos programas estaduais de educação e controle da poluição sonora, em conformidade com o estabelecido no Programa SILÊNCIO;

. Compete aos Estados e Municípios a definição das sub-regiões e áreas de implementação prevista no Programa SILÊNCIO;

. Sempre que necessário, os limites máximos de emissão poderão ter valores mais rígidos fixados a nível Estadual e Municipal.

. Em qualquer tempo este Programa estará sujeito a revisão tendo em vista a necessidade de atendimento a qualidade ambiental

Art. 4º - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

C - CETESB/L11.032

TABELA 1 – Níveis admissíveis de ruído em áreas urbanas

Classificação da área	Período	Nível de ruído, em dB(A)			
		Ambiente externo	Ambiente interno		
			Janelas abetas	Janelas simples fechadas	Janelas duplas * fechadas
Estritamente residencial	Das 07:00 às 19:00	50	40	35	30
	Das 19:00 às 22:00	45	35	30	25
	Das 22:00 às 07:00	40	30	25	20
Predominantemente residencial	Das 07:00 às 19:00	55	45	40	35
	Das 19:00 às 22:00	50	40	35	30
	Das 22:00 às 07:00	45	35	30	25
Diversificada (residências, comércio, indústrias)	Das 07:00 às 19:00	60	50	45	40
	Das 19:00 às 22:00	55	45	40	35
	Das 22:00 às 07:00	50	40	35	30
Predominantemente industrial	Das 07:00 às 19:00	65	55	50	45
	Das 19:00 às 22:00	60	50	45	40
	Das 22:00 às 07:00	55	45	40	35
Estritamente industrial	Das 07:00 às 19:00	70	60	55	50
	Das 19:00 às 22:00	70	60	55	50
	Das 22:00 às 07:00	70	60	55	50

* 2 vidros separados por uma camada de ar

D - Tabela 1 – NBR 10152/87. Valores dB(A) e NC

Valores de referencia para ruído em diversas edificações e suas ocupações

Locais	dB(A)	NC
Hospitais		
Apartamentos, enfermaria, berçário, centros cirúrgicos	35-45	30-40
Laboratórios, áreas de uso público	40-50	35-45
Serviços	45-55	40-50
Escolas		
Bibliotecas, salas de música, salas de desenho	35-45	30-40
Salas de aula, laboratórios	40-50	35-45
Circulação	45-55	40-50
Hotéis		
Apartamentos	35-45	30-40
Restaurantes, salas de estar	40-50	35-45
Portaria, recepção, circulação	45-55	40-50
Residências		
Dormitórios	35-45	30-40
Salas de estar	40-50	35-45
Auditórios		
Salas de concertos, teatros	30-40	25-30
Salas de conferência, cinemas, salas de uso múltiplo	35-45	30-35
Restaurantes	40-50	35-45
Escritórios		
Salas de reunião	30-40	25-35
Salas de gerência, sala de projetos e de administração	35-45	30-40
Salas de computadores	45-65	40-60
Salas de mecanografia	50-60	45-55
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40-50	35-45
Locais para esporte		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45-60	40-55

E - Tabela 1 da NBR 10151/00– Nível de Critério de Avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Áreas estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Áreas mistas, 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