

PATRICIA SATIE MOCHIZUKI

**ZONEAMENTO ACÚSTICO URBANO E
MAPEAMENTO DE NÍVEIS SONOROS NA ZONA
CENTRAL DE RIO CLARO (SP):
DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DO RUÍDO
INTEGRADO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL
URBANO**

Monografia apresentada à Comissão do Trabalho de Formatura do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Unesp, Campus de Rio Claro (SP), como parte das exigências para o cumprimento da disciplina Trabalho de Formatura no ano letivo de 2007.

Orientador: Prof. Dr. Helmut Troppmair
Co-orientador: Msc. Sérgio Luís Antonello

Rio Claro (SP)
2007

ZONEAMENTO ACÚSTICO URBANO E MAPEAMENTO DE NÍVEIS
SONOROS NA ZONA CENTRAL DE RIO CLARO (SP):
DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DO RUÍDO INTEGRADO AO
PLANEJAMENTO AMBIENTAL URBANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Rio Claro, para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental.

PATRICIA SATIE MOCHIZUKI

Orientador: Prof. Dr. HELMUT TROPPEMAIR

Co-orientador: Msc. SÉRGIO LUÍS ANTONELLO

Rio Claro (SP)
2007

534 Mochizuki, Patrícia Satie
M688z Zoneamento acústico urbano e mapeamento de níveis sonoros na zona central de Rio Claro (SP) : diretrizes para o gerenciamento do ruído integrado ao planejamento ambiental urbano / Patrícia Satie Mochizuki. – Rio Claro: [s.n.], 2007
50 f. : il., figs., tabs., gráfs., mapas

Trabalho de conclusão (Engenharia Ambiental)
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Helmut Troppmair
Co-orientador: Sérgio Luís Antonello

1. Acústica. 2. Poluição sonora. 3. Mapeamento acústico. I. Título

AGRADECIMENTOS

Ao meu estimado orientador, Helmut Troppmair, pelo apoio e pelos preciosos ensinamentos proporcionados durante a realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador, Sérgio Luís Antonello, pela significativa contribuição dada à elaboração do presente estudo.

Aos meus pais, Yukio Mochizuki e Terezinha de Fátima e Silva Mochizuki, pelos imensos esforços despendidos para que eu concluísse a graduação.

Aos meus irmãos, Fábio Yukihiro Mochizuki e Flávio Kendy Mochizuki, por assumirem determinadas responsabilidades nos momentos que precisei estar ausente.

Ao Adriano Bressane, pelo insubstituível amor que compartilhamos, pelo incentivo e apoio contínuos e pela contribuição dada, não somente a este estudo, mas a todos que desenvolvemos juntos nestes últimos quatro anos.

À família Bressane, pelo carinho e acolhida.

Ao Renato Barboza dos Anjos, diretor do Departamento de Planejamento Ambiental da Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Rio Claro, por supervisionar o estágio desenvolvido na referida instituição, visando contribuir com a elaboração deste estudo.

Zoneamento acústico urbano e mapeamento de níveis sonoros na zona central de Rio Claro (SP): diretrizes para o gerenciamento do ruído integrado ao planejamento ambiental urbano. Patrícia Satie Mochizuki. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP – Rio Claro (SP)

RESUMO

Considerando o progressivo aumento da poluição sonora em áreas urbanas, a qual contribui, entre outros fatores, para a degradação da qualidade de vida em tais locais, o presente estudo teve como objetivo central a discussão e implementação de ferramentas de gerenciamento do ruído urbano que podem ser integradas ao planejamento ambiental do município de Rio Claro (SP). Para tanto, foram desenvolvidas revisões bibliográficas e normativas, que viabilizaram a discussão das diretrizes de controle e prevenção do ruído urbano, bem como para a definição dos procedimentos técnicos de avaliação de níveis sonoros e, sobretudo, dos critérios aplicáveis à elaboração de uma metodologia de zoneamento acústico urbano. Entre os principais resultados obtidos destacam-se: (1) síntese e discussão da legislação aplicável ao gerenciamento do ruído urbano; (2) desenvolvimento de uma metodologia de zoneamento acústico urbano e (3) sua implementação a determinadas áreas de Rio Claro (SP) com a (4) respectiva representação cartográfica; (5) mapeamento de níveis sonoros na zona central de Rio Claro (SP), (6) obtenção e análise de descritores de ruído (L_{Aeq} , $L_{máx}$, L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{min} e TNI) e posterior (7) elaboração de mapas acústicos para os principais descritores.

Palavras-chave: poluição sonora; legislação aplicável; zoneamento acústico; mapeamento de níveis sonoros; Rio Claro (SP).

Urban acoustic zoning and mapping of sound levels in the central zone of Rio Claro (SP): directives for the management of noise integrated to urban environmental planning.

ABSTRACT

Considering the growing degradation of the urban environmental quality resulting from the progressive sound pollution increase, as well as the consequent harmful effects about the human health, the present study had its central objective the argument and management tools implementation of the urban noise that can be integrated to the environmental planning in the city of Rio Claro (SP). Therefore, normative and bibliographical revisions were developed, that made feasible the directives of control argument and prevention of the urban noise, as well as the technical procedures of sound levels and evaluation's definition and especially about the criteria applicable for the elaboration of an urban acoustic zoning methodology. Among the main results obtained detach: (1) the applicable legislation to the management of urban noise's synthesis and argument; (2) the methodology of urban acoustic zoning development and (3) its implementation to determined areas of Rio Claro (SP) with the (4) respective cartography representation; (5) the mapping of sound levels in the central zone of Rio Claro (SP), (6) the obtaining and analysis of noise describers (L_{Aeq} , $L_{m\acute{a}x}$, L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{min} and TNI) and the subsequent (7) acoustic maps elaboration for the main describers.

Key-words: sound pollution; applicable legislation; acoustic zoning; sound levels mapping; Rio Claro (SP).

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	06
2. OBJETIVOS.....	07
3. MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO.....	08
3.1 Fundamentação teórica	08
3.2 Áreas de estudo	08
3.3 Equipamentos e recursos utilizados	10
3.4 Procedimentos metodológicos empregados	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 Legislação aplicável ao gerenciamento do ruído urbano	14
4.2 Zoneamento acústico como instrumento de gerenciamento do ruído Integrado ao planejamento ambiental urbano	26
4.3 Desenvolvimento do método de zoneamento acústico urbano	28
4.4 Aplicação do método de zoneamento acústico urbano à determinadas áreas de Rio Claro (SP)	32
4.5 Mapeamento e análise do ruído urbano como instrumentos de planejamento	33
4.6 Efeitos do ruído sobre os sistemas auditivos e extra-auditivos	35
4.7 Resultados obtidos com o levantamento dos níveis sonoros na área delimitada no centro urbano de Rio Claro (SP) e análise dos respectivos mapas acústicos	36
5. CONCLUSÕES.....	42
6. REFERÊNCIAS.....	45
APÊNDICE A – Mapa de zoneamento acústico urbano de Rio Claro (SP).....	50

1. INTRODUÇÃO

O crescimento e adensamento urbanos, relacionados ao modelo de desenvolvimento tecnológico-industrial adotado pelas sociedades modernas, atingem, no início do século XXI, uma proporção jamais verificada na história. Atualmente quase metade da população mundial vive em áreas urbanas (SOUZA, 2004). Decorrente desse intenso processo de urbanização, associado à crescente industrialização e expansão dos sistemas de transportes, verifica-se o aumento progressivo da poluição sonora, outro fenômeno intensificado no século XXI, observado principalmente em grandes concentrações urbanas e que, segundo Troppmair (2002), vem ocorrendo também em cidades médias e pequenas, contribuindo, entre outros fatores, para a degradação da qualidade de vida em tais áreas ao atingir níveis insalubres.

Conforme a NBR 7.731 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1983), o ruído pode ser definido fisicamente como uma composição de sons cujas frequências não seguem nenhuma lei precisa, constituindo, segundo o American National Standards Institute (ANSI) (1994 apud NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH), 1998) e Fernandes (2002), um som altamente complexo, com oscilação errática, intermitente, ou estatisticamente aleatória, resultante da superposição desarmônica de sons gerados por diversas fontes. Subjetivamente, o ruído ainda pode ser descrito como um som indesejável.

Tais sons, capazes de produzir a percepção acústica no aparelho auditivo, são caracterizados por flutuações de pressão com frequências entre cerca de 20 a 20kHz em um meio compressível (GERGES, 2000).

Devido a ampla faixa de níveis audíveis, bem como pela resposta do ouvido humano ser proporcional ao logaritmo do estímulo acústico, os níveis sonoros são avaliados segundo uma escala logarítmica, expressa em decibels (dB), onde os níveis de 0 dB(A) e de 130 a 140 dB(A) correspondem, respectivamente, aos limiares da audição e da dor. A audição possui sensibilidades diferentes conforme a frequência sonora sendo, portanto, empregados filtros de ponderação, entre os quais o “A” (dB(A)) é o mais empregado por melhor se aproximar à resposta do ouvido humano (SILVA, 2003).

Em função dos altos níveis de ruído e de desconforto registrados nas últimas décadas a poluição sonora urbana passou a ser analisada como questão de saúde pública desde o Congresso Mundial sobre Poluição Sonora, em 1989, na Suécia (FERNANDES, 2002).

Em áreas industriais, nas proximidades de aeroportos, estações rodovias e ferroviárias, em cruzamentos de importantes vias de circulação, em alguns templos religiosos e carros de som

os níveis de ruído costumam ultrapassar significativamente 70 dB(A), nível médio verificado em centros urbanos durante o dia (TROPMAIR, 2006).

Segundo Pimentel-Souza (2007), quando exposto a níveis de aproximadamente 65 dB(A) o organismo começa a sofrer estresse degradativo com desequilíbrio bioquímico, aumentando os riscos de infarto, derrame cerebral e infecções. Acrescenta, ainda, que a exposição à 80 dB(A) acarreta a liberação de morfina, causando sensação de prazer, e à níveis da ordem de 100 dB(A) pode levar a danos e/ou perda imediata da audição.

Quanto ao incômodo provocado pela exposição à poluição sonora em áreas urbanas, proveniente das diversas fontes existentes, Oliveira, Medeiros e Davis Jr. (2007) ressaltam que o ruído constitui uma das principais causas de perturbação e, em geral, nas grandes cidades representa cerca de 70% das reclamações junto aos órgãos de controle ambiental.

Assim, em função do progressivo aumento do número de pessoas expostas aos adversos efeitos da poluição sonora, tanto diretos e cumulativos, como sócio-culturais e econômicos, cresce cada vez mais a preocupação em diminuir ou disciplinar a emissão de ruídos, reduzindo o grau de exposição das populações através de intervenções reguladoras ou normatizadoras, bem como da implementação de instrumentos capazes de subsidiar políticas públicas de gerenciamento, tais como o mapeamento e zoneamento acústicos, integrando o controle e a prevenção do ruído às diretrizes de planejamento ambiental urbano.

2. OBJETIVOS

Pelo exposto, o objetivo central do presente trabalho consiste em discutir e implementar ferramentas de gerenciamento do ruído urbano que possam ser integradas ao planejamento ambiental do município de Rio Claro (SP), contribuindo, dessa forma, para a compatibilização entre as funcionalidades de tais áreas e a manutenção da saúde, bem-estar e sossego públicos, no que se refere às suas condições sonoras.

Para tanto, podem ser destacados os seguintes objetivos específicos: (1) levantar e discutir instrumentos legais Federais, no âmbito do Estado de São Paulo e municipais aplicáveis ao gerenciamento do ruído urbano; (2) desenvolver um método de zoneamento acústico urbano, (3) aplicá-lo à determinadas áreas urbanas de Rio Claro (SP) e (4) elaborar a respectiva representação cartográfica; (5) mapear os níveis sonoros de pontos de amostragem localizados em uma área delimitada na zona central de Rio Claro (SP); (6) obter e analisar descritores de ruído e (7) elaborar mapas acústicos para a malha de amostragem; e (8) discutir

a aplicabilidade dos instrumentos desenvolvidos (mapeamento e zoneamento acústicos urbanos), visando orientar a adoção de medidas de gerenciamento do ruído, no contexto do planejamento ambiental municipal, nas áreas abrangidas pelo estudo.

3. MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO

3.1 Fundamentação Teórica

Visado obter a fundamentação teórica relacionada ao desenvolvimento dos diferentes tópicos do presente trabalho, foi realizado um levantamento de normas aplicáveis à poluição sonora urbana através de consultas às bases legislativas oficiais dos Governos Federal, do Estado de São Paulo e de secretarias e instituições relacionadas (BRASIL, 2006a; BRASIL, 2007a; BRASIL, 2007b), bem como revisões bibliográficas de estudos acadêmicos correlatos, a partir dos quais foram definidos os preceitos, diretrizes e procedimentos metodológicos utilizados.

3.2 Áreas de Estudo

3.2.1 Elaboração do Mapa de Zoneamento Acústico Urbano de Rio Claro (SP)

O município de Rio Claro localiza-se a leste do Estado de São Paulo, a 173 km da capital, na região administrativa de Campinas, sob as coordenadas 22° 24' 41" S e 47° 33' 41" W (RIO CLARO, 2005). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 2007c) a população estimada em abril de 2007 era de 185.421 habitantes em uma área total de aproximadamente 498 km². Com um grau de urbanização de 97,78% e índice de desenvolvimento humano municipal de 0,825 (SÃO PAULO, 2007), o município possui 106 unidades educacionais, das quais 75 são públicas, e 75 estabelecimentos de saúde, sendo 25 públicos municipais (BRASIL, 2007c).

Assim, o zoneamento acústico e sua respectiva representação cartográfica contemplaram a totalidade da área urbana que compreende a sede do município de Rio Claro, bem como a área isolada denominada Fontes e Bosques Alam-Grei, ambas delimitadas pelos

perímetros urbanos propostos pelo Projeto de Lei nº. 92 de 2006 que revisa o Plano Diretor Municipal (RIO CLARO, 2006), conforme apresentado na Figura 1. Por constituírem estabelecimentos sensíveis ao ruído, para a delimitação das zonas acústicas, foram consideradas as unidades públicas de saúde e educação localizadas nas referidas áreas.

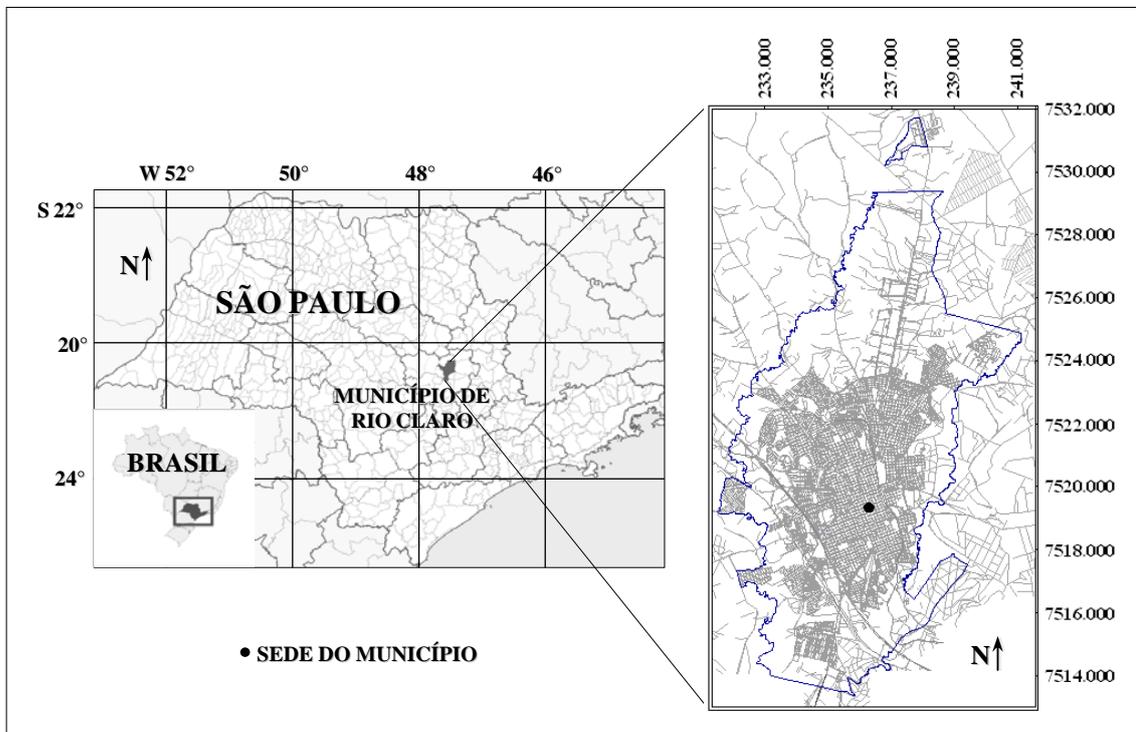


Figura 1. Localização do município de Rio Claro (SP). Em detalhe: localização das áreas delimitadas para o desenvolvimento do zoneamento acústico urbano. Fonte: elaboração própria.

3.2.2 Mapeamento e Análise do Ruído na Zona Central de Rio Claro (SP)

Em 2004 o setor comercial e de serviços do município de Rio Claro (SP) compreendia 5994 empreendimentos (BRASIL, 2007c), sendo a zona central urbana caracterizada pela grande diversidade e concentração de estabelecimentos dessa natureza e, conseqüentemente, pelos elevados níveis de ruído. Destarte, para a execução do mapeamento acústico foi definida uma área na zona central urbana de Rio Claro (SP), compreendendo a região delimitada pelas ruas 1 e 7 e avenidas 10 e 9, totalizando 53 quarteirões, sendo os pontos de amostragem situados em cruzamentos entre ruas e avenidas, distribuídos regularmente em uma malha triangular, compondo 36 pontos (Figura 2).

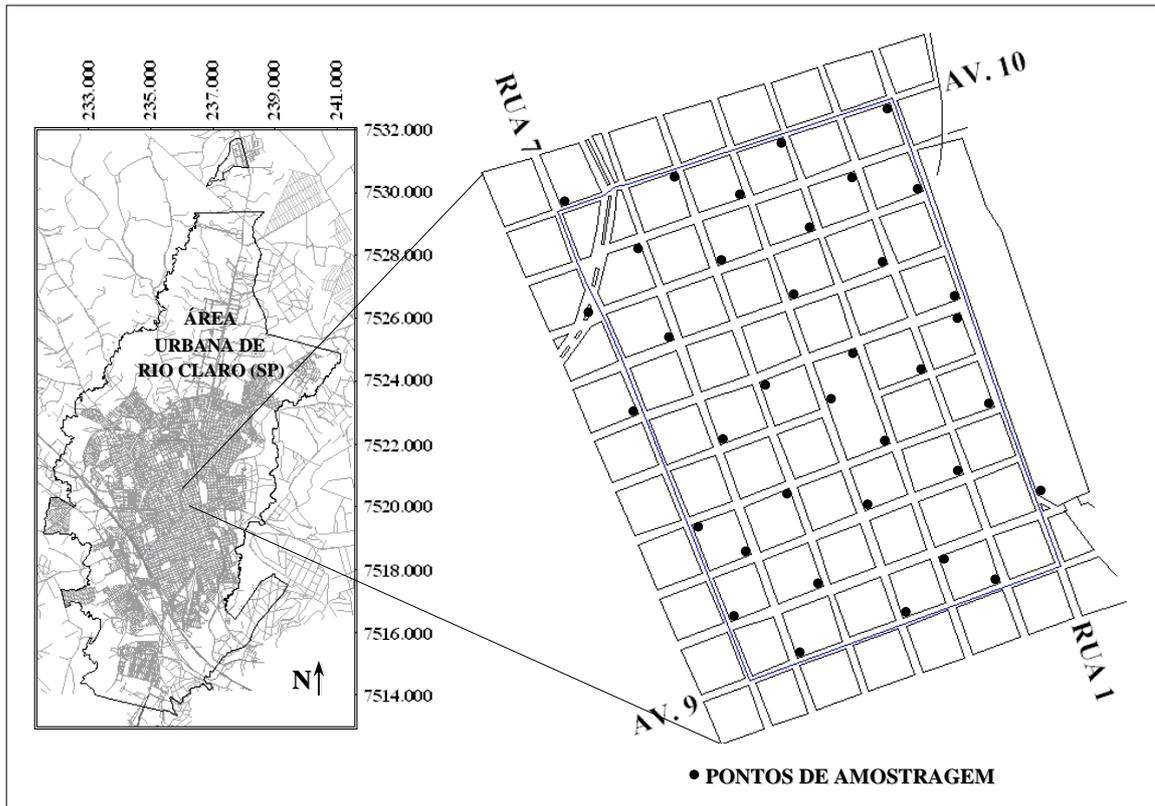


Figura 2. Localização da área delimitada no centro urbano de Rio Claro para o mapeamento de níveis sonoros. Em detalhe: localização e distribuição dos pontos de amostragem. Fonte: elaboração própria.

3.3 Equipamentos e Recursos Utilizados

3.3.1 Elaboração do Mapa de Zoneamento Acústico Urbano de Rio Claro (SP)

Para a elaboração do mapa de zoneamento acústico urbano foram utilizadas cópias da base cartográfica digital da área urbana do município (planta cadastral em escala 1:10.000) e das principais unidades de saúde, ambas cedidas pela Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Rio Claro (SP) (RIO CLARO, 2005). A relação das unidades de ensino, com suas respectivas localizações, foi obtida junto à Secretaria de Educação Municipal, sendo tais unidades representadas no mapa de zoneamento acústico através de ícones específicos.

Foi utilizado também o mapa digital do zoneamento urbano (arquivo em PDF tipo Adobe Acrobat Document) anexo à revisão do Plano Diretor Municipal (RIO CLARO, 2006), a partir do qual foram vetorizadas, sobre a base cartográfica digital de Rio Claro (SP), as zonas urbanas propostas pelo referido Plano.

Os recursos computacionais foram disponibilizados pelo Centro de Análise e

Planejamento Ambiental (CEAPLA) da UNESP, os quais viabilizaram o desenvolvimento do método de zoneamento acústico urbano, sua aplicação a determinadas áreas de Rio Claro e a respectiva representação cartográfica através do software AutoCAD (2000), bem como o tratamento das informações geradas através de softwares do pacote Microsoft Office (2003).

3.3.2 Mapeamento e Análise do Ruído na Zona Central Urbana de Rio Claro (SP)

Em consonância com as recomendações da norma técnica L11.032 da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 1992a), para a avaliação dos níveis de ruído foi utilizado o medidor de nível pressão sonora digital portátil da marca Instrutherm, modelo DEC-470, que atende a norma IEC 651 para equipamentos tipo 2, calibrado e ajustado para operar no circuito de ponderação A, na condição de resposta rápida, além de dispositivo de proteção contra o vento (Figura 3).



Figura 3. Medidor de nível de pressão sonora e dispositivo de proteção contra o vento.

Para a organização, manipulação e tratamento estatístico dos dados coletados foram elaboradas planilhas de cálculo através do software Microsoft Office Excel (2003). Posteriormente, através do software AutoCAD, os mapas acústicos foram elaborados sobre uma imagem híbrida (malha viária sobre uma imagem de satélite de 2007) obtida em ambiente do software livre Google Earth (2007).

3.4 Procedimentos Metodológicos Empregados

3.4.1 Desenvolvimento do Método de Zoneamento Acústico Urbano e Aplicação à Determinadas Áreas de Rio Claro (SP)

Para a definição das zonas acústicas e dos níveis sonoros aceitáveis para as mesmas, foram compatibilizadas as diretrizes e critérios das normas técnicas NBR 10.151 (ABNT, 2000) e L11.032 (CETESB, 1992a), bem como a fundamentação obtida através de estudos acadêmicos, relatórios técnicos e instrumentos normativos correlatos. Posteriormente, as diretrizes e padrões estabelecidos com o desenvolvimento do método de zoneamento acústico urbano, descrito no tópico 4.3, foram conjugados às disposições do Projeto de Lei nº. 92 de 2006 que revisa o Plano Diretor de Rio Claro (SP), sobretudo, no que se refere ao zoneamento urbano proposto pelo referido Projeto.

3.4.2 Mapeamento e Análise do Ruído na Zona Central Urbana de Rio Claro (SP)

3.4.2.1 Definição do Período de Realização das Medições: Pré-Testes

Para o desenvolvimento de mapeamentos acústicos é imprescindível a definição de critérios que determinem os melhores períodos do dia, bem como, os dias da semana nos quais devem ser realizadas as medições. Para tanto, foram realizados pré-testes em um ponto de amostragem sorteado aleatoriamente (esquina da rua 01 com a avenida 02).

Objetivando executar o mapeamento durante o período em que se observam as condições sonoras mais críticas, foram definidos intervalos horários ao longo do dia que contemplassem alguma rotina notável ou eventos que interferissem expressivamente no nível de pressão sonora local. Assim, em concordância com os períodos horários críticos observados em outros estudos (NAGEM, 2004; TROPMAIR, 2002), compatíveis com os períodos disponíveis e viáveis para o desenvolvimento das medições, os pré-testes foram realizados às quintas e sábados das 08:00 às 09:00 h, 11:00 às 12:00 h, 12:00 às 13:00 h, 17:00 às 18:00 h e das 18:00 às 19:00 horas. Complementarmente, aos sábados também foram realizadas medições entre 14:30 e 15:30 horas.

Os valores registrados foram posteriormente manipulados e, de acordo com os resultados obtidos, o período mais crítico foi verificado no sábado, entre as 12:00 e 13:00 horas. Dessa forma, as medições em todos os pontos da malha de amostragem foram desenvolvidas neste período.

3.4.2.2 Medição dos Níveis de Pressão Sonora

As medições foram realizadas segundo as recomendações das normas L11.032 (CETESB, 1992a) e NBR 10.151 (ABNT, 2000). Para tanto, após acoplar o dispositivo de proteção contra o vento ao medidor de nível de pressão sonora, o microfone foi posicionado a aproximadamente 1,20 m do solo.

Na ausência de fontes sonoras atípicas, realizaram-se as medições dos níveis de pressão sonora, registrando-se o nível instantâneo lido a cada 10 segundos, até completar as 30 leituras necessárias para o cálculo do nível equivalente de ruído de cada medição (CETESB, 1992a). Visando uma análise mais consistente dos dados, que atenuasse possíveis desvios decorrentes de atipicidades, realizou-se este procedimento de avaliação duas vezes não consecutivas em cada ponto amostragem. O procedimento descrito também foi adotado para a realização dos pré-testes, porém, para estes últimos o registro das 30 leituras foi repetido 6 vezes, sendo avaliados 5 minutos contínuos de cada 10 transcorridos, obtendo-se um total de 180 leituras para cada período horário previsto.

3.4.2.3 Obtenção dos Descritores de Ruído

Conforme a norma ISO 1996/1 (1982 apud NAGEM, 2004), o nível de pressão sonora equivalente contínuo, também denominado nível equivalente de ruído, ponderado em A (L_{Aeq}), constitui o melhor descritor aplicável à avaliação do ruído ambiental, pois representa o nível de um som contínuo que, em um intervalo de tempo específico, tem a mesma energia sonora do som em estudo, cujo nível varia com o tempo.

Além do L_{Aeq} , outros descritores podem fornecer informações importantes sobre o grau de exposição aos níveis de pressão sonora dB(A), tais como os níveis estatísticos L_{10} , L_{50} e L_{90} (níveis que foram excedidos em 10, 50 e 90 % do intervalo de tempo considerado, respectivamente), empregados usualmente na análise do ruído, sendo o L_{10} freqüentemente aplicado em estudos de ruído ambiental (ruído de trânsito) (GERGES, 2000) e o L_{90} como indicador do ruído de fundo, definido como o nível obtido na ausência da fonte sonora específica que se pretende avaliar (BRÜEL & KJÆR, 2000).

Assim, em ambiente do software Microsoft Office Excel (2003), foram calculados os descritores de ruído (L_{Aeq} , L_{10} , L_{50} e L_{90}) em concordância com os métodos propostos pelas normas L11.032 (CETESB, 1992a), L11.033 (CETESB, 1992b) e NBR 10.151 (ABNT, 2000), bem como obtidos os valores máximo e mínimo ($L_{máx}$ e L_{min}) para cada medição.

Foram calculados, ainda, para cada uma das medições, os valores de TNI (*Traffic Noise Index*), índice desenvolvido no Reino Unido que visa avaliar, mais apropriadamente, o grau de incomodidade gerado pelo tráfego rodoviário (RAIMUNDO, RAPOSO e

VALENTIM, 2004), definido por:

$$TNI = 4 \cdot (L_{10} - L_{90}) + (L_{90} - 30)$$

Como visto, este parâmetro considera os níveis estatísticos L_{10} e L_{90} , sendo associadas, portanto, as características próprias de cada ruído, sobretudo, as flutuações associadas ao valor de pico (L_{10}) e ao ruído de fundo (L_{90}).

Assim, foram obtidos, para cada um dos 36 pontos de amostragem, os valores médios dos referidos descritores e, posteriormente, para os valores de TNI encontrados, a partir dos quais foram desenvolvidos mapas acústicos para a área de estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Legislação Aplicável ao Gerenciamento do Ruído Urbano

Segundo Milaré (2001), a legislação referente ao ruído como elemento perturbador da qualidade ambiental não tem se desdobrado devido ao fato de seu controle não ser complexo em termos técnicos, administrativos e legais.

No entanto, apesar da existência de muitos diplomas aplicáveis, Troppmair (2002) ressalta: “[...] em nosso país a legislação referente à poluição sonora é muito elástica e vaga”.

Ainda, de acordo com Pereira-Jr. (2002, p. 06):

[...] parece-nos claro que, sobre a poluição sonora, a União já legislou até os limites de sua competência, cabendo aos Municípios legislar sobre os aspectos aplicáveis à convivência urbana, tendo como base normas técnicas editadas e atualizadas pelos órgãos normatizadores (ABNT e INMETRO).

Em consonância com Machado (2005):

Entre a vontade de procrastinar a adoção de normas de proteção contra o ruído e a adoção imediata dessas normas, há a obrigação de formularem-se regras imediatas. Não basta que temporalmente existam normas, mas a qualidade dessas exigências tem que evitar, com adequada margem de segurança, os danos da poluição sonora.

Quanto às dificuldades relacionadas à elaboração de diretrizes aplicáveis ao gerenciamento do ruído, Sattler, Rott e Coradini (1995) destacam que apesar dos impactos sobre a qualidade de vida das populações urbanas, a poluição sonora tem sido pouco estudada no Brasil, dificultando a elaboração de diretrizes de uso e ocupação do solo, assim como de documentos normativos e legislações aplicáveis à realidade do país.

Assim, embora vasta e considerada uma das mais avançadas e completas do mundo, a aplicabilidade da legislação brasileira também se prejudica, sobretudo, porque temas novos

são inseridos com grande frequência no cenário do direito ambiental, fazendo com que grande parte da população, e até mesmo o poder público, compreenda de forma fragmentada, parcialmente, ou mesmo desconheça, suas responsabilidades (PINHEIRO-PEDRO, 2006).

4.1.1 Legislação Federal Aplicável ao Gerenciamento da Poluição Sonora Urbana

Em caráter geral, o estudo da legislação federal aplicável pode ser introduzido pelo disposto nos arts. 23 e 24 da Constituição Federal brasileira (CFB) vigente (1988):

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: [...] VI - proteger o meio ambiente e **combater a poluição em qualquer de suas formas**; [...].

Art. 24. Compete à união, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre: [...] VI - [...], proteção do meio ambiente e **controle da poluição**; [...] § 1º. [...] a competência da União limitar-se-á a estabelecer normas gerais (grifo nosso).

Em seu art.182, a CFB (1988) apresenta entre os objetivos da política urbana, o ordenamento do pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e a garantia do bem-estar de seus habitantes, reforçados pelo art. 225 do mesmo diploma:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público [União, Estados, Distrito Federal e Municípios] e à coletividade [todas as pessoas físicas e jurídicas, individual ou coletivamente consideradas, de direito privado, com ou sem fins lucrativos] o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Nesse sentido, a existência de ambientes urbanos excessivamente ruidosos se reporta claramente ao conceito de poluição definido no art. 3º da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei Federal nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981, quando a emissão sonora extrapola os padrões ambientais estabelecidos, prejudicando a saúde, a segurança e o bem estar da população:

Art. 3º. [...], entende-se por: III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; [...] e) **lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos** (grifo nosso).

O estabelecimento de padrões de qualidade ambiental, bem como a avaliação de impactos ambientais e o licenciamento e revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, incluídas as excessivamente ruidosas, constituem instrumentos da PNMA (art. 9º).

Entre os principais documentos legais que versam sobre a poluição sonora urbana estão as resoluções expedidas pelo CONAMA, destacando-se as resoluções nº. 1 e 2 de 1990.

A resolução do CONAMA nº. 1 (1990) dispõe sobre a emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, determinando padrões, critérios e diretrizes. Nesta resolução indica-se a NBR 10.151 (2000) da ABNT: avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade, sendo prejudiciais à saúde e ao sossego público os níveis de ruído superiores aos

limites estabelecidos pela referida norma, decorrentes das atividades mencionadas. Tais padrões serão discutidos no tópico 4.3.

Considerando que a deterioração da qualidade de vida, causada pela poluição, está sendo continuamente agravada nos centros urbanos, onde se destacam os problemas decorrentes dos níveis excessivos de ruído ambiental (Resolução do CONAMA n.º. 1 de 1990), visando controlar seus efeitos sobre a saúde e bem-estar da população, a resolução do CONAMA n.º. 2 (1990) institui o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – Programa Silêncio. Essa resolução prevê, sob a coordenação do IBAMA, o estabelecimento de convênios, contratos e atividades afins com órgãos e entidades que, direta ou indiretamente, possam contribuir para o desenvolvimento do Programa.

A Portaria n.º. 92 de 19 de junho de 1980 do Ministério do Interior dispõe sobre diretrizes, padrões e critérios relativos à emissão e controle de sons e ruídos. Em consonância com o disposto em seu inciso VI, todas as normas reguladoras da poluição sonora deverão ser compatibilizadas com a referida portaria.

Dada a crescente importância que a temática ambiental vem adquirindo, a CFB (1988) avançou na busca da compatibilização entre desenvolvimento sócio-econômico e sustentabilidade ambiental, se destacando no cenário internacional com o advento do disposto no art. 225, reforçando os propósitos da PNMA no que se refere ao controle da poluição, legitimando o poder público a atuar sobre questões ambientais, tais como o ruído urbano.

A Lei Federal n.º. 10.406 (2002), que institui o Código Civil Brasileiro, esclarece que a perturbação, quando justificada por interesse público, pode não ser cerceada, mas, contudo, gerar ao proprietário ou possuidor, causador dela, o ônus do pagamento de indenização cabal, não descartando, ainda, a exigência de redução ou eliminação do incômodo quando possíveis.

De acordo com a resolução do CONAMA n.º. 1 de 1993 e estudos realizados em diversos países, o ruído veicular rodoviário automotor é considerado o maior contribuinte para os níveis sonoros medidos (CUSTÓDIO, 2005; LACERDA, 2005), sobretudo, em função do inadequado ordenamento territorial e da não observância de parâmetros normativos estabelecidos em resoluções correlatas.

O contínuo aumento da frota de veículos agrava ainda mais a emissão de ruídos. Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) (2006), durante o período de janeiro a novembro de 2006 foram produzidos 2,42 milhões de veículos, sendo licenciadas, desse montante, 1 milhão e 720 mil unidades.

Segundo a resolução do CONAMA n.º. 1 de 1990, as emissões de ruídos produzidos por veículos automotores devem obedecer às normas expedidas pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). Todavia, o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), instituído pela Lei

Federal nº. 9.503 de 23 de setembro de 1997, determina em seu art. 104 que os veículos em circulação tenham as condições de controle de emissão de ruído avaliadas mediante inspeção, que será obrigatória, na forma e periodicidade estabelecidas pelo CONAMA.

Nesse contexto, os limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e na condição parado são estabelecidos pela resolução do CONAMA nº. 1 de 1993, para os veículos nacionais e importados, exceto motocicletas, motonetas, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados que, por sua vez, tem seus limites determinados pela resolução do CONAMA nº. 2 de 1993.

A resolução do CONAMA nº. 8 de 1993 complementa a resolução nº. 18 de 1986, também do CONAMA, que institui, em caráter nacional, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), estabelecendo limites de emissão para os motores destinados a veículos pesados novos, nacionais e importados.

Deve ser observada, ainda, a resolução do CONAMA nº. 230 de 1997 que, entre outras providências, dispõe sobre a proibição do uso de “itens de ação indesejável” que reduzam a eficácia do controle da emissão de ruído de veículos automotores.

Por fim, grande destaque deve ser atribuído à recente resolução do CONTRAN nº. 204 de 20 de outubro de 2006, que regulamenta o volume e a frequência dos sons produzidos por equipamentos utilizados em veículos de qualquer espécie nas vias terrestres abertas à circulação e estabelece a metodologia a ser adotada pelas autoridades de trânsito ou seus agentes, a que se refere o art. 228 do CTB, bem como os casos aos quais se aplica.

Segundo Custódio (2005), o silêncio ambiental constitui recurso ambiental juridicamente protegido, sendo os infratores (pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado) responsáveis por qualquer conduta ou atividade lesiva, em desacordo com as determinações legais e regulamentares ao sossego público, sujeitos às sanções administrativas, penais e civis, de acordo com as circunstâncias e as respectivas normas violadas, em consonância com o disposto na CFB de 1988 e nas Leis Federais nº. 6.938 (1981) (PNMA), nº. 9.503 (1997) (CTB) e nº. 9.605 (1998) (Lei dos Crimes Ambientais).

Importante instrumento jurídico instituído pela Lei Federal nº. 7.347 (1985), a Ação Civil Pública atribui ao Ministério Público Federal e Estadual, aos órgãos e instituições da Administração Pública, bem como às associações civis defensoras de interesses difusos ou coletivos, entre os quais se insere o direito ao sossego público, legitimidade para acionar os responsáveis pelos danos causados pela geração de ruídos acima dos níveis permitidos, sendo os recursos obtidos com as condenações judiciais destinados à recuperação ou recomposição dos bens e interesses lesados.

De acordo com Machado (2005), a ação civil pública pode ser aplicada a diversas

ocorrências, como a ausência de análise, no estudo prévio de impacto ambiental, da poluição acústica ou omissão, durante o licenciamento, da análise da poluição sonora potencialmente existente, sendo o ruído responsável por afetar muitas pessoas, freqüentemente indeterminadas. No que se refere à proposição de ações contra a violação do direito ao silêncio e respectivas competências, Custódio (2005) destaca:

[...] enquanto a ação contra a violação ao direito do silêncio individual, como direito privado, [...], no campo dos direitos de vizinhança (Direito Civil), é proposta pessoalmente pela pessoa ou pessoas prejudicadas e consideradas individualmente, a ação contra a violação do direito ao silêncio ambiental, como direito coletivo (social), comum (difuso) ou público assegurado a diversas pessoas [...], no campo do Direito Ambiental (Direito Público), [...], independentemente da zona de uso, até onde alcancem os ruidosos efeitos nocivos, é de competência tanto do Ministério Público, da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios como de autarquias, empresas públicas, fundações, sociedades de economia mista competentes, ou associações regularmente constituídas que incluam, entre suas finalidades institucionais, a proteção do meio ambiente, ao consumidor, ao patrimônio cultural, à ordem econômica. (CF (1988), arts. 129, 225, 23, 216; Lei nº. 6.938 (1981), art. 14; Lei nº. 7.347/1985, com as alterações posteriores).

Segundo o Decreto-Lei Federal nº. 3.688 (1941), Lei das Contravenções Penais, condutas e/ou atividades ruidosas caracterizam contravenções referentes à paz pública, e em seu art. 42 resolve:

Art. 42. Perturbar alguém, o trabalho ou 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 quinze dias a três meses, ou multa.

Observa-se, portanto, que desde então a Lei ampara a sociedade contra os efeitos da poluição sonora, muito antes de se pensar na questão ambiental de forma mais ampla, tal como é abordada atualmente (PEREIRA-JR, 2002).

Recentemente, ao dispor sobre medidas repressivas aos que comprometerem a qualidade ambiental e não cumprirem as ações necessárias à correção dos inconvenientes e danos causados, a Lei Federal nº. 6.938 (1981) (PNMA, art. 14) ainda prevê a tais transgressores penas pecuniárias, restritivas de direito, indenização ou reparo a danos causados e, até mesmo, suspensão da atividade.

A Lei Federal nº. 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, denominada Lei dos Crimes Ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, em seu art. 54, considera crime causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana.

Em concordância com Pereira-Jr (2002), tendo em vista os diversos efeitos negativos decorrentes da poluição sonora sobre a saúde das pessoas, os responsáveis por tais danos, enquadrados no disposto nesse artigo, sujeitar-se-ão à pena de reclusão, de um a quatro anos, e multa. Embora a referida Lei, nº. 9.605 (1998), tenha explicitado a poluição sonora entre os

crimes ambientais, conforme o seu art. 59, este foi vetado sob a justificativa de que a redação do art. 42 do Decreto-Lei Federal nº. 3.688 de 1941, supracitado, já tipificaria a perturbação do trabalho ou do sossego alheio, tutelando juridicamente a qualidade ambiental de forma apropriada e abrangente (CUSTÓDIO, 2005).

No que se refere às sanções previstas no CTB (Lei Federal nº. 9.503 de 1997), o parágrafo único do art. 98 estabelece que os veículos e motores novos ou usados que sofrerem alterações ou conversões são obrigados a atender aos mesmos limites e exigências de emissão de ruído previstos pelos órgãos ambientais competentes e pelo CONTRAN.

De acordo com o §5º do art. 104, do referido Código (CTB), será aplicada a medida administrativa de retenção aos veículos reprovados na inspeção de emissão de ruído. No contexto das infrações de trânsito relativas à emissão de ruído e respectivas penalidades e medidas administrativas, temos os arts. 227 e 229:

Art. 227. Usar buzina: I - em situação que não a de simples toque breve como advertência ao pedestre ou a condutores de outros veículos; II - prolongada e sucessivamente a qualquer pretexto; III - entre as vinte e duas e as seis horas; IV - em locais e horários proibidos pela sinalização; V - em desacordo com os padrões e frequências estabelecidas pelo CONTRAN: Infração - leve; Penalidade - multa.[...]

Art. 229. Usar indevidamente no veículo aparelho de alarme ou que produza sons e ruídos que perturbem o sossego público, em desacordo com as normas fixadas pelo CONTRAN; Infração - média; Penalidade - multa e apreensão do veículo; Medida administrativa - remoção do veículo.

Conforme a resolução expedida pelo CONTRAN nº. 204 de 2006, mencionada anteriormente, a inobservância dos níveis máximos de pressão sonora provenientes de equipamentos de som utilizados em veículos é considerada infração de trânsito, de natureza grave, tal como estabelece o art. 228 do CTB, equivalente ao acréscimo de 5 pontos na Carteira Nacional de Habilitação e multa de 120 UFIRs (arts. 258 e 259 do CTB): “Art. 228. Usar no veículo equipamento com som em volume ou frequência que não sejam autorizados pelo CONTRAN: Infração - grave; Penalidade - multa; e Medida administrativa - retenção do veículo para regularização.”

Dessa forma, os instrumentos normativos apresentados podem contribuir fundamentalmente para o controle da poluição sonora, proporcionando ao Poder Público recursos administrativos e, quando for o caso, subsídios para instaurar processos civis ou penais, visando, principalmente, coibir as infrações e contravenções relacionadas.

4.1.2 Poluição Sonora no Contexto da Legislação Estadual Paulista

O Estado de São Paulo concentra no setor industrial 195.013 estabelecimentos. O comércio, junto a outros serviços coletivos, sociais e pessoais, totaliza mais de 1.520.000 empresas cadastradas (BRASIL, 2007c). De acordo com o Departamento Nacional de

Trânsito (DENATRAN) (BRASIL, 2006b), a frota do Estado compreendia em 2006 mais de 15 milhões de veículos automotores. Logo, em função da alta concentração de atividades urbanas e, sobretudo, do aumento do número de veículos automotores em circulação, torna-se imperativo discutir os diplomas legais aplicáveis ao contexto de desenvolvimento verificado no Estado de São Paulo, referentes à regulamentação do controle da poluição sonora urbana.

Tendo em vista os efeitos negativos sobre o bem-estar físico, mental e social decorrentes da exposição ao ruído, conforme os incisos I e V do art. 180 e o art. 219 da Constituição do Estado de São Paulo (CESP) de 1989:

Art. 180. No estabelecimento de diretrizes e normas relativas ao desenvolvimento urbano, o Estado e os Municípios assegurarão: I - o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e a garantia do bem-estar de seus habitantes; [...] V - a observância das normas urbanísticas, de segurança, higiene e qualidade de vida. [...]
Art. 219. A saúde é direito de todos e dever do Estado.

Nesse sentido, reforçando tais premissas, a Política Estadual do Meio Ambiente (PEMA), Lei Estadual (SP) nº. 9.509 (1997), afirma em seu art. 4º, inciso I, que a mesma visará “a compatibilização do desenvolvimento econômico e social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico”.

Promover a melhoria da qualidade ambiental e garantir condições de saúde, segurança e bem estar públicos, também são princípios expressos pelo Código Sanitário do Estado de São Paulo, instituído pela Lei Estadual (SP) nº. 10.083 (1998) e, em seu art. 12, define:

Art. 12. São fatores ambientais de risco à saúde aqueles decorrentes de qualquer situação ou atividade no meio ambiente, principalmente os relacionados à organização territorial, [...], às fontes de poluição [...] que ocasionem ou possam vir a ocasionar risco ou dano à saúde, à vida ou à qualidade de vida.

Através do estudo da legislação, verifica-se que a degradação ambiental no Estado de São Paulo vem recebendo maior atenção jurídica a partir da década de 70 e, notadamente, com a instituição do sistema de prevenção e controle da poluição nos termos da Lei Estadual (SP) nº. 997 de 31 de maio de 1976, que declara em seu art. 3º: “Fica proibido o lançamento ou liberação de [...] toda e qualquer forma de matéria ou energia que, direta ou indiretamente, cause poluição do meio ambiente [...].” Desde então foram promulgadas leis e, em sua maioria, decretos, visando regulamentar ou mesmo revogar alguns de seus dispositivos, entre eles, o que exigia a fixação dos padrões toleráveis de emissão de poluentes, o que se aplica aos níveis sonoros, bem como a definição do órgão responsável pelo seu atendimento.

Nesse sentido, conforme o Decreto Estadual nº. 8.468 de 8 de setembro de 1976, que regulamenta a Lei Estadual (SP) nº. 997 de 1976, no âmbito dos municípios paulistas a CETESB passa a constituir o órgão responsável por coordenar ações visando o controle (avaliação e fiscalização) de quaisquer formas de poluição, bem como normatizar procedimentos de medição e padrões para os níveis de ruído urbano. Entre as normas técnicas

expedidas pela CETESB que versam sobre o ruído urbano destaca-se a L11.032 de 1992, que dispõe sobre procedimentos de avaliação e níveis de ruído aceitáveis em áreas habitadas do Estado de São Paulo, sendo estes últimos discutidos no tópico 4.3.

Quanto ao ordenamento territorial, a CESP (1989) define, em seu art. 181, o estabelecimento de diretrizes de planejamento e desenvolvimento urbano pelo legislativo local em conformidade com as diretrizes do plano diretor, normas sobre zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo e proteção ambiental.

Vale ressaltar que, embora aparentemente desconhecido ou negligenciado por gestores e planejadores locais, no escopo do art. 181 (§1º) da CESP (1989) verifica-se a obrigatoriedade do Plano Diretor Municipal à todos os municípios paulistas.

De grande importância para o controle da poluição sonora urbana, destaca-se que a CESP (1989), visando o melhor aproveitamento das condições naturais urbanas e de organização espacial, atribui ao Estado, conforme seu art. 183, a incumbência de estabelecer, mediante lei, diretrizes para localização e integração das atividades industriais, considerando aspectos ambientais, locais, sociais, econômicos e estratégicos. Segundo a Lei Estadual nº. 5.597 (1987) a localização de indústrias será definida conforme o grau de risco ambiental de sua atividade, sendo as zonas de uso estritamente industrial destinadas às indústrias que, entre outros fatores, gerem ruídos potencialmente prejudiciais mesmo após a aplicação de métodos adequados de tratamento e controle.

A esse respeito, a Lei Estadual nº. 9.477 (1996) em seu art. 2º adiciona ao art. 14 da Lei Estadual nº. 997 de 1976 o parágrafo único com a seguinte redação:

Art. 14. [...] o órgão ambiental competente poderá ainda exigir que os responsáveis pelas atividades efetiva ou potencialmente poluidoras:
I - apresentem, quando solicitado, o plano completo de desenvolvimento de suas atividades ou de seu processamento industrial, bem como dos sistemas de tratamento existentes, [...], de emissão de ruídos, vibrações, [...].

Entre as competências atribuídas à CETESB pelo Decreto Estadual nº. 8.468 (1976), além de efetuar o cadastramento das fontes de poluição, exercer fiscalização e aplicar as respectivas penalidades, cabe à referida Companhia, conforme o inciso VI do art. 6º: “autorizar a instalação, construção, ampliação, bem como a operação ou funcionamento das fontes de poluição definidas neste regulamento”.

Especialmente no Estado de São Paulo vem ocorrendo acelerada deterioração da qualidade ambiental urbana, devido, em grande proporção, a crescente concentração de veículos, que atualmente representa aproximadamente 33,5% da frota automotiva do país (BRASIL, 2006b), com o conseqüente aumento dos níveis de ruído. A esse respeito, o Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN) é responsável, conforme o Decreto Estadual (SP) nº. 13.325 (1979), entre outras atribuições, pela execução da fiscalização dos níveis de

ruído dos veículos.

Em consonância com as diretrizes de diversas normas, entre as quais a PEMA e o regulamento da Lei Estadual (SP) nº. 997 (1976) aprovado pelo Decreto Estadual (SP) nº. 8.468 (1976) e, em especial, visando regulamentar a resolução do CONAMA nº. 18 (1986) que prevê a implantação, pelas administrações estaduais e municipais, de Programas de Inspeção e Manutenção para Veículos Automotores em Uso, para os quais foram estabelecidas, posteriormente, diretrizes e padrões de emissão pela Resolução do CONAMA nº. 7 (1993), o Decreto Estadual (SP) nº. 38.789 (1994) institui o Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos (I/M), atribuindo à CETESB o estabelecimento de normas complementares, procedimentos de caráter administrativo e operacional e a responsabilidade sobre o planejamento, gerenciamento, divulgação e fiscalização do programa.

Além do controle dos níveis de emissão de ruído dos veículos novos, torna-se necessário também o gerenciamento dos veículos em circulação, devendo ser executadas manutenções periódicas dos mesmos. Assim, a irregularidade de veículos automotores, considerada forte agravante na emissão de poluentes e ruído, deve ser rigorosamente combatida pelo poder público local em parceria com órgãos federais e estaduais competentes, exigindo, com respaldo na legislação, que sejam implementados os programas apresentados.

A CESP (1989), no art. 195, assim como o art. 2º da PEMA (1997), prevê sanções penais e administrativas aos infratores responsáveis por condutas e atividades lesivas ao ambiente. Tais sanções devem ser aplicadas conforme a intensidade do dano, circunstâncias atenuantes ou agravantes, antecedentes do infrator e sua capacidade econômica.

O Código Sanitário do Estado define como infrações de natureza sanitária as violações que comprometam a promoção, prevenção e proteção da saúde. Portanto, penalidades decorrentes de tais infrações são aplicáveis sem prejuízo de sanções de natureza civil ou penal cabíveis, incluindo advertência, prestação de serviços à comunidade, interdição, apreensão, inutilização, suspensão de fabricação ou venda, cancelamento de licença, e/ou multa.

Embora não se observe uma norma específica, de modo geral, quanto às sanções decorrentes de infrações relativas à geração de ruídos, a legislação estadual paulista apresenta um amplo conjunto de dispositivos aplicáveis ao seu controle e prevenção. Dessa forma, o esclarecimento a cerca de tais normas é fundamental para coibir atividades e/ou condutas ruidosas, sobretudo no Estado de São Paulo, dado ao seu alto grau de desenvolvimento econômico que, na grande proporção de seus municípios, está dissociado de programas e ações eficazes que visem a adequada ocupação do espaço urbano e a manutenção de níveis seguros de ruído.

Verifica-se, no entanto, que em âmbito estadual a extensa e fragmentada legislação,

muitas vezes sob a forma de inúmeras alterações e revogações, tem sua aplicabilidade comprometida. Assim, acredita-se que a presente discussão, apesar de introdutória, possa contribuir favoravelmente para a compilação de tais preceitos.

4.1.3 Instrumentos Legais Aplicáveis ao Controle do Ruído Urbano em Âmbito Municipal

Embora existam leis aplicáveis no âmbito da União, bem como do Estado, o ambiente urbano, no qual se insere a poluição sonora, se reproduz no contexto do Município. Dessa forma, o controle efetivo do ruído urbano, de interesse local, está sob o encargo, sobretudo, do Poder Público municipal. Nesse sentido, Machado (2005) ressalta:

[...] deve o Município pesquisar a existência de normas federais e estaduais sobre a poluição sonora e, se existirem, exigir o cumprimento das mesmas. Contudo, pode o município não só complementar essas normas, com outras mais restritivas, como no interesse local, inovar, ou seja, criar normas, quando as existentes forem insuficientes.

Assim, pesquisadores têm avaliado as leis de diversos municípios visando adequar suas diretrizes quanto ao controle da poluição sonora às peculiaridades de cada área urbana, bem como compatibilizar tais diretrizes às tutelas jurídicas federais e estaduais.

De acordo com Lança (2003), quanto à problemática dos ruídos emitidos por fontes fixas como bares, templos e eventos artísticos e culturais:

[...] não basta existirem leis proibitivas, mas sim leis claras, com critérios precisos para aplicabilidade por parte do órgão fiscalizador. Um importante aspecto, [...], trata-se da ausência de leis que prevêm a correta medição dos níveis de som e ruídos urbanos. Muitos dos fiscais, por falta de orientações criteriosas, não apresentam um procedimento adequado de medição levando, muitas vezes, a prejudicar qualquer tipo de argumentação.

Para Muller (2004):

A lei é um instrumento de controle do comportamento social e uma ferramenta eficiente para limitar os níveis excessivos de ruídos [...]. Assim, a instalação de um controle legal eficiente, dinâmico e fundamentado tecnicamente pela legislação específica pode reverter o quadro já instalado, de visível risco à saúde pública.

Considerando tais premissas, o Poder Público local pode implementar instrumentos legais que subsidiem progressivamente a implantação ou regulamentação de uma Política Municipal do Meio Ambiente (PMMA) que incorpore, entre outros aspectos, dispositivos aplicáveis à gestão do ruído urbano. Além do estabelecimento de normas técnicas, bem como de leis municipais específicas aplicáveis ao controle do ruído, determinados dispositivos de ordem urbanística podem subsidiar a PMMA no contexto da poluição acústica, entre os quais destacam-se a lei do Plano Diretor, as leis de ocupação, uso e parcelamento do solo urbano, o código de obras, o código de posturas e o código ambiental (SÃO PAULO, 1992).

Em concordância com a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1992), entre os objetivos da PMMA, que podem variar de município para município, deve encontrar-se o controle da poluição sonora em áreas urbanas, podendo ser aplicados,

com esse propósito, os instrumentos legais urbanísticos mencionados.

Instituído por lei municipal, conforme o §1º do art. 182 da CFB de 1988, o Plano Diretor constitui instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, sendo obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes. Uma vez que a expansão e o desenvolvimento urbanos devem expressar as necessidades fundamentais de ordenação e ocupação, as quais afetam, conseqüentemente, o ambiente acústico urbano, o Plano Diretor constitui, dessa forma, um dos principais instrumentos da PMMA.

Embora a CFB (1988) não mencione expressamente que o Plano Diretor deve prever o zoneamento da cidade, implicitamente pode-se admitir que este esteja contido na “ordenação da cidade”, que deve visar o “pleno desenvolvimento de suas funções sociais” (art. 182).

Torna-se, portanto, extremamente relevante a elaboração de documentos legais relacionados ao plano diretor e, respectivamente, ao zoneamento urbano que disciplinem a geração de ruídos em função das classes de uso e ocupação das zonas urbanas. Nesse sentido, podem ser desenvolvidos zoneamentos acústicos urbanos, sendo estabelecidos, para cada zona acústica, níveis máximos de pressão sonora conforme o período horário, categorias de uso e ocupação do solo e setores da cidade, tal como será discutido no tópico 4.3.

As leis de parcelamento, ocupação e uso do solo urbano, constituem importantes instrumentos, relacionados ao zoneamento, capazes de contribuir para o controle da poluição sonora. Ao orientar a produção dos espaços urbanos, o parcelamento do solo, disciplinado pela Lei Federal nº. 6.766 de 1979, constitui importante fator que repercute na configuração e ordenação das áreas urbanas e, conseqüentemente, nas condições de geração e propagação sonoras, podendo ser instituído através de lei municipal complementar a fim de adequar as normas gerais previstas pela União às necessidades locais, sem, contudo, transgredir o disposto na citada lei.

Sendo de competência exclusiva do município por tratar-se de matéria de interesse local, a lei de uso e ocupação regulamenta a utilização do solo em todo o território municipal, permitindo o controle da densidade populacional, da localização, finalidade, dimensão e volume das construções, podendo incorporar, desse modo, o gerenciamento do ruído através do planejamento adequado das formas e funções das áreas urbanas.

Nesse sentido, entre as medidas aplicáveis ao gerenciamento dos excessivos níveis de ruído gerados por fontes fixas e móveis destaca-se a previsão legal, na lei de uso e ocupação do solo, da localização adequada de pólos geradores de tráfego intenso, inclusive noturno, e de áreas específicas destinadas às atividades que potencialmente ou efetivamente produzam ruídos intensos, distanciando tais fontes dos grandes centros urbanos, de zonas residenciais e de equipamentos sensíveis ao ruído, sobretudo, escolas e hospitais, assim como restringir

determinados usos acusticamente nocivos à vizinhança ou exigir sua regulamentação.

Em consequência da estreita relação entre o uso e ocupação do solo urbano e as diretrizes de parcelamento, tais aspectos podem ser abordados em uma mesma lei municipal. Como exemplo, temos a Lei Municipal nº. 2.676 de 2003 de Paulínia (SP), que dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo urbano e, em seu art. 40, determina:

Art. 40. Serão estabelecidas, por ato do Executivo, as normas específicas aplicáveis às diferentes categorias de uso e às diferentes Zonas de Uso, pertinentes a: I. Limites máximos de tolerância para níveis de ruídos, [...]; [...] III. Processos e dispositivos de medição e fiscalização dos níveis de ruídos [...]; [...] Parágrafo único - Estas normas terão como objetivo, estabelecer condições de sossego e bem-estar públicos, no que tange à poluição sonora, [...].

Assim, para a implementação de um instrumento jurídico municipal específico, que vise o controle da poluição sonora, torna-se fundamental a integração dos diversos instrumentos relacionados, a fim de proporcionar a sua adequada interpretação e aplicação, prevenindo, por conseguinte, conflitos e efeitos jurídicos prejudiciais.

Constituindo um instrumento de limitação administrativa, o Código de Obras Municipal disciplina as edificações, objetivando a preservação das condições mínimas de higiene, saúde e segurança (SÃO PAULO, 1992). No que se refere ao controle da poluição sonora, podem ser fixadas normas técnicas para construções destinadas às atividades que produzam ruídos excessivos exigindo o tratamento acústico adequado, bem como a emissão de laudos técnicos com medições periódicas dos níveis de ruído.

O Código de Posturas Municipal, instrumento legal capaz de regular a utilização dos espaços públicos ou de uso coletivo, pode colaborar para o controle da poluição sonora visando, entre outros propósitos, proibir a perturbação do sossego público por ruídos e sons excessivos, disciplinando o comportamento da sociedade local através do estabelecimento de horários e outras condições específicas para utilização de determinados instrumentos sonoros e para a realização de eventos oficiais, manifestações culturais e outras atividades ruidosas.

Entre os instrumentos legais municipais não específicos que podem contribuir para o gerenciamento dos ruídos urbanos encontra-se o Código Tributário Municipal, o qual pode prever incentivos tributários a fim de estimular ações visando a manutenção da qualidade ambiental, tais como a isenção parcial ou total do valor do Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) para os particulares que transferirem suas atividades e/ou estabelecimentos ruidosos para locais mais apropriados em termos de qualidade ambiental acústica e/ou investirem em tecnologias ou processos menos ruidosos e/ou em tratamento acústico.

Deve-se ressaltar que em função da interdisciplinaridade que permeia as questões ambientais, proporcionada pelas inúmeras relações de dependência estabelecidas entre os diversos fatores do meio, existe uma clara correlação entre os instrumentos da legislação

ambiental que, freqüentemente, instituem diretrizes gerais que requerem complementações e regulamentações posteriores, as quais podem ser estabelecidas de forma integrada através da implementação de um Código Ambiental Municipal.

Um dos principais objetivos do desenvolvimento de um código ambiental municipal é regulamentar as ações do poder público local e da coletividade relacionadas à conservação e controle da qualidade ambiental através de um documento único e sistematizado de disposições legais agrupadas e ordenadas. Assim, uma vez incorporadas as premissas relacionadas ao controle da poluição sonora, na ausência de uma lei municipal específica para este fim, o código ambiental poderá regulamentar o gerenciamento do ruído urbano estabelecendo competências, mecanismos técnicos, operacionais e financeiros necessários, ausentes, fragmentados ou insuficientemente esclarecidos em documentos anteriores.

Objetivando contemplar tais demandas, o Código Ambiental do município de Bauru (SP), disciplinado pela Lei Municipal nº. 4.362 de 1999, em seu art. 103, atribui às secretarias municipais de planejamento (SEPLAN) e de Meio Ambiente (SEMMA) o encargo de aplicar alguns mecanismos de controle do ruído urbano:

Art. 103. [...] I - elaborar a carta acústica para o Município de Bauru; II - estabelecer o programa de controle dos ruídos urbanos e exercer o poder de controle e fiscalização das fontes de poluição sonora; III - aplicar sanções e interdições [...] previstas na legislação vigente; [...] V - impedir a localização de estabelecimentos [...] que produzam ou possam vir a produzir ruídos em unidades territoriais residenciais ou em zonas sensíveis a ruídos [...].

Dessa forma, no que se refere ao planejamento ambiental municipal, a aplicação dos preceitos normativos discutidos pode contribuir para a proposição de diretrizes capazes de orientar o ordenamento do espaço urbano no contexto do gerenciamento da poluição sonora.

4.2 Zoneamento Acústico Como Instrumento de Gerenciamento do Ruído Integrado ao Planejamento Ambiental Urbano

Em consonância com o disposto por Pereira, Fonseca e Lopes (2004), destaca-se que: “A promoção de um ambiente sonoro “confortável” nos espaços urbanos deve, pois, ser uma preocupação no momento da definição das linhas estratégicas do uso do solo.”

Nesse sentido, o objetivo fundamental do zoneamento acústico consiste em integrar o fator ruído nas questões relativas ao planejamento urbano de forma a evitar a coexistência de usos do solo conflituosos, assegurando níveis de exposição adequados a cada zona acústica, uma vez que as mesmas são propostas em função do uso predominante existente ou previsto,

de acordo com sua sensibilidade ao ruído (PEREIRA, FONSECA e LOPES, 2004).

Em 2002 o Parlamento Europeu expediu a Diretiva 49 (Comunidade Européia) relacionada à avaliação e gestão do ruído ambiental, visando complementar diretrizes anteriores relativas à denominada Cartografia Estratégica do Ruído, a qual é amplamente empregada pelo uso de modelos de previsão, avaliações em campo e desenvolvimento de zoneamentos acústicos em municípios europeus (COMUNIDADE EUROPÉIA, 2004).

Como exemplo da evolução européia no tratamento da poluição sonora urbana destaca-se o Regulamento Geral do Ruído (RGR), lei federal portuguesa que passou por progressivas revisões até a elaboração da versão em vigor, de 2007, mais abrangente e criteriosa, também denominada Regime Legal sobre Poluição Sonora (RLPS). Conforme o RLPS, considera-se que o zoneamento acústico deve ser delineado em função do uso e ocupação do solo, atual e/ou planejado, necessitando de enquadramento através da caracterização acústica da situação de referência, na forma de mapas de ruído.

Segundo o atual RLPS de Portugal, promulgado pelo Decreto-Lei nº. 9 de 2007 (PORTUGAL, 2007), compete às câmaras municipais portuguesas a responsabilidade de classificar e delimitar as zonas previstas no mesmo diploma, definidas como sensíveis ou mistas, as quais devem ser disciplinadas e incorporadas nos planos municipais de ordenamento do território, bem como de executar o levantamento de dados sonoros indispensáveis à sustentação do zoneamento acústico. Em concordância com o art. 3º do referido Decreto-Lei português (nº. 9 de 2007, p. 391) a zona sensível é definida como:

Zona sensível: a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, [...] sem funcionamento no período noturno.

De acordo com a mesma norma, as zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruídos superiores a 55 dB(A), expressos pelo indicador L_{den} (indicador de ruído diurno-entardecer-noturno associado ao incômodo global), e superiores a 45 dB(A), expressos pelo indicador L_n (indicador de ruído noturno). As zonas mistas correspondem às áreas cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos, excetuando-se aqueles estabelecidos para as zonas sensíveis, sendo definida, ainda, como zona urbana consolidada a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

Quanto aos condicionantes do zoneamento acústico urbano, a Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano de Portugal (DGOTDU) publicou princípios orientadores para a elaboração de mapas acústicos conforme exigências de diretivas da Comunidade Européia e do RLPS (PORTUGAL, 2001). Entre os aspectos técnicos observados, destaca-se a importância da escala de estudo, a qual deve adequar-se e articular-

se às demais plantas relacionadas aos Planos Diretores Municipais (PDM), não sendo inferior a 1:25.000, funcionando como um instrumento do PDM que se integra à outros fatores no sentido de definir estratégias de usos do solo e de desenvolvimento do território municipal.

Dessa forma, verifica-se que o zoneamento acústico pode contribuir para o delineamento de áreas mais adequadas à concentração de determinadas fontes sonoras, bem como distanciá-las de zonas acusticamente sensíveis que necessitam de proteção, subsidiando, durante o processo de planejamento urbano, a avaliação, aprovação ou restrição de empreendimentos, tanto comerciais, de serviços ou industriais, quanto rodoviários, ferroviários e aeroportuários, constituindo, portanto, uma ferramenta indispensável ao eficaz gerenciamento do ruído.

4.3 Desenvolvimento do Método de Zoneamento Acústico Urbano

Em síntese, o método de zoneamento acústico urbano consiste na reclassificação a nível municipal das zonas urbanas em zonas acústicas, previamente definidas segundo sua sensibilidade ao ruído, para as quais são estabelecidos níveis admissíveis a partir da correlação entre os padrões de exposição propostos à nível federal e estadual paulista.

Como discutido anteriormente, a resolução do CONAMA n.º. 1 de 1990 determina padrões, critérios e diretrizes aos quais deverão ser compatibilizadas todas as normas reguladoras da poluição sonora emitidas por entidades e órgãos públicos competentes, sendo prejudiciais os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela Norma Técnica NBR 10.151 (ABNT, 2000). No âmbito do Estado de São Paulo, os níveis de ruído considerados aceitáveis em áreas urbanas foram estabelecidos pela norma técnica L11.032 de 1992, expedida pela CETESB, intitulada “determinação do nível de ruído em ambientes internos e externos de áreas habitadas: método de ensaio”. Destaca-se, ainda, que em ambas as normas são definidos diferentes períodos de referência para os quais devem ser observados os níveis de critério de avaliação de acordo com os tipos de áreas.

Observa-se, portanto, que os padrões determinados pelas referidas normas pautam-se pela tipologia de uso e ocupação do solo, tal como verificado em diretrizes municipais de zoneamento urbano, tendo como objetivo comum evitar a coexistência de usos conflituosos.

Assim, considerando tais premissas, a compatibilização entre as tipologias de áreas, assim como dos níveis admissíveis e períodos de referência definidos pelos referidos instrumentos normativos (Tabela 1) fundamentou o desenvolvimento de padrões de

zoneamento acústico coerentes com as diretrizes municipais de planejamento territorial estabelecidas adotando-se os critérios mais restritivos observados (Tabela 2), pois ao legislar concorrentemente, em âmbito municipal deve ser sempre respeitado o nível mais restritivo determinado pelas normas federais e, consecutivamente, pelas estaduais (CFB/1988, art. 30).

Obteve-se, dessa forma, um referencial a partir do qual pode ser implementado o método de zoneamento acústico. Em síntese, o método proposto é composto por três fases principais: (1) reclassificação das zonas urbanas em zonas acústicas (definidas de acordo com sua sensibilidade ao ruído) mediante o estudo de suas vocações e restrições de uso e ocupação segundo os tipos de áreas definidos na Tabela 2; (2) criação de zonas acústicas sensíveis no entorno de equipamentos urbanos mais vulneráveis aos efeitos negativos do ruído, tais como unidades de saúde e ensino; e (3) criação de zonas de amortecimento acústico (ZAA), que correspondem a faixas de transição entre zonas acústicas distintas, visando atenuar os níveis sonoros de zonas menos restritivas (como as estritamente industriais) sobre zonas mais sensíveis e, por conseguinte, minimizar os conflitos de vizinhança.

Após a reclassificação das zonas urbanas, quanto à delimitação de zonas sensíveis no entorno de equipamentos urbanos mais vulneráveis ao ruído, em diversas leis municipais observa-se a definição de um raio de 200 metros ao redor dos limites de estabelecimentos que requerem silêncio excepcional, onde os níveis sonoros não devem ultrapassar os padrões definidos para zonas residenciais, independentemente da zona urbana em que se encontram.

Com base em tais considerações e objetivando o estabelecimento de critérios mais consistentes, indica-se a criação de zonas acústicas sensíveis no entorno de equipamentos vulneráveis delimitando-se um raio de 50 metros a partir da quadra em que se situam um ou mais equipamentos sensíveis. Tais áreas (zonas acústicas sensíveis) devem ser reclassificadas em zonas acústicas de alta sensibilidade (correspondentes às áreas urbanas estritamente residenciais), a partir das quais devem ser criadas zonas de amortecimento acústico (envoltórias), discutidas a seguir, com 50 metros de largura.

A proteção de edificações para habitação contra o ruído de tráfego rodoviário, assim como para outras fontes de ruído exteriores, baseia-se fundamentalmente na criação de corredores ou zonas acústicas sensíveis onde a construção seja proibida ou condicionada estritamente. As dimensões desses corredores de proteção são obviamente variáveis em função de aspectos tais como as características do tráfego local, podendo chegar a várias dezenas ou mesmo centenas de metros, sendo sua delimitação uma medida preventiva e pró-ativa no sentido de garantir condições acústicas mais salubres à população (SILVA, 1971).

Segundo Gerges (2000) e Pereira, Fonseca e Lopes (2004), a duplicação da distância do ouvinte à fonte sonora resulta em um decréscimo de 3 a 5 dB(A) para fontes lineares (tal

Tabela 1. Critérios das normas Federal e Estadual Paulista.

Tipos de Áreas	Níveis de Critério de Avaliação					
	NBR 10.151 (ABNT, 2000)		L11.032 (CETESB, 1992a)			
NBR 10.151 (ABNT, 2000)	L11.032 (CETESB, 1992a)	Diurno 7 às 22 hs	Noturno 22 às 7 hs	Diurno 7 às 19 hs	Vespertino 19 às 22 hs	Noturno 22 às 7 hs
Sítios e fazendas	Áreas rurais	40 dB(A)	35 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)
Estritamente residencial / hospitais / escolas	Estritamente residencial	50 dB(A)	45 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)
Mista, predominantemente residencial	Predominantemente residencial	55 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)		
Mista com vocação comercial e administrativa	Diversificada (residências, comércio e indústrias)	60 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)
Mista, com vocação recreacional	-----	65 dB(A)	55 dB(A)	-----	-----	-----
Predominantemente industrial	Predominantemente industrial	70 dB(A)	60 dB(A)	65 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)
-----	Estritamente industrial	-----	-----	70 dB(A)	70 dB(A)	70 dB(A)

Fonte: NBR 10.151 (ABNT, 2000) e L11.032 (CETESB, 1992a).

Tabela 2. Níveis de critério de avaliação estabelecidos para o zoneamento acústico de áreas urbanas a partir da compatibilização entre as normas Federal e Estadual Paulista.

Tipos de Áreas	Zonas Acústicas Propostas	Níveis de Critério de Avaliação		
		Diurno 7 às 19 hs	Vespertino 19 às 22 hs	Noturno 22 às 7 hs
Áreas de sítios, fazendas e de proteção*	Máxima sensibilidade - MXS	45 dB(A)	40 dB(A)	35 dB(A)
Área estritamente residencial urbana	Alta sensibilidade - ALS	50 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)
Área mista, predominantemente residencial	Média a alta sensibilidade - MAS	55 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)
Área mista com vocação comercial e administrativa	Média sensibilidade - MDS	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)
Área mista, sem vocação específica exceto industrial	Média a baixa sensibilidade - MBS	60 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)
Área predominantemente industrial	Baixa sensibilidade - BXS	65 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)
Área estritamente industrial	Mínima sensibilidade - MNS	70 dB(A)	70 dB(A)	70 dB(A)

Fonte: Elaborada a partir da NBR 10.151 (ABNT, 2000) e L11.032 (CETESB, 1992a). *Entende-se por áreas de proteção as destinadas à preservação, manutenção e recuperação do patrimônio histórico, paisagístico, cultural e ambiental.

como o fluxo de veículos em uma via) e de 6 dB(A) para fontes pontuais, sendo que a largura mínima observada para os corredores de proteção acústica a partir de vias rodoviárias é de 50 metros, considerando a condição sonora mais crítica.

Dessa forma, propõe-se que as zonas de amortecimento acústico avancem, continuamente, 50 metros a partir dos limites das zonas acústicas mais restritivas sobre as zonas menos restritivas vizinhas, visando atenuar 5 dB(A) a cada zona criada, até que a diferença entre os níveis admissíveis de emissão para a zona de amortecimento e para a zona acústica adjacente seja de 5 dB(A). A única exceção a essa regra se dará na fronteira da zona acústica de média a baixa sensibilidade, onde a zona de amortecimento adjacente terá o mesmo nível aceitável de emissão (60 dB(A)).

A criação de zonas de amortecimento minimiza a possibilidade de conflitos, porém recorrendo aos conceitos de emissão e imissão sonora, possíveis problemas podem ser plenamente resolvidos. Considerando que o nível total de ruído em uma determinada zona corresponde ao nível total emitido por fontes localizadas em seu interior somado ao ruído total imitado, gerado por fontes externas a esta mesma zona, para as zonas de amortecimento devem ser estabelecidos níveis diferenciados de emissão e imissão, visando assegurar que os níveis de imissão admissíveis em tais zonas sejam iguais (nas proximidades de fronteiras) ou inferiores aos níveis emitidos (gerados) em uma zona acústica ou de amortecimento adjacente, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Níveis admissíveis de emissão e imissão para as zonas de amortecimento acústico.

Zonas de Amortecimento Acústico (ZAA)	Níveis de Emissão dB(A)			Níveis de Imissão dB(A)		
	D	V	N	D	V	N
ZAA de Máxima sensibilidade (ZAA-MXS)	45	40	35	50	45	40
ZAA de Alta sensibilidade (ZAA-ALS)	50	45	40	55	50	45
ZAA de Média a alta sensibilidade (ZAA-MAS)	55	50	45	60	55	50
ZAA de Média sensibilidade (ZAA-MDS)	60	55	50	65	60	55
ZAA de Média a baixa sensibilidade (ZAA-MBS)	60	60	55	65	65	60
ZAA de Baixa sensibilidade (ZAA-BXS)	65	60	55	70	65	60
Períodos: D (Diurno); V (Vespertino); e N (Noturno).						

Vale ressaltar que o fato de os níveis de imissão serem superiores em 5 dB(A) em relação aos de emissão não prejudica as condições sonoras locais, pois antes de serem criadas as zonas de amortecimento acústico os níveis admissíveis para as áreas correspondentes a tais zonas eram ainda menos restritivos que os níveis de imissão.

Em consonância com os critérios e procedimentos apresentados, o método de

zoneamento acústico proposto foi aplicado à determinadas áreas urbanas de Rio Claro (SP), como demonstrado adiante, no tópico 4.4.

4.4 Aplicação do Método de Zoneamento Acústico Urbano à Determinadas Áreas de Rio Claro (SP)

O método de zoneamento acústico foi aplicado, como mencionado anteriormente, à área urbana que compreende a sede do município de Rio Claro, bem como à área isolada denominada Fontes e Bosques Alam-Grei, ambas delimitadas pelos perímetros urbanos propostos pelo Projeto de Lei nº. 92 de 2006 (RIO CLARO, 2006) que revisa o Plano Diretor anterior instituído pela Lei Municipal nº. 2.492 de 1992.

Primeiramente, para a elaboração do mapa de zoneamento acústico urbano, foram vetorizadas sobre a base digital da planta cadastral de Rio Claro (SP) as zonas urbanas inseridas nas áreas de estudo propostas pelo referido Projeto de Lei, para as quais, de acordo com os arts. 8º e 9º, foram definidas regras gerais de uso e ocupação do solo compreendendo as zonas urbanas apresentadas na Tabela 4. Conforme o disposto no art. 10 do mesmo diploma, os usos são classificados em residencial, comercial, para serviços, industrial e institucional, sendo definidas categorias para cada tipo uso, as quais são classificadas como *conformes*, *controladas* e *não conformes* de acordo com a zona em que se situam. Assim, as zonas urbanas foram reclassificadas em zonas acústicas após a correlação entre os critérios de uso e ocupação do solo estabelecidos pelo Projeto de Lei nº. 92 (2006) e as respectivas classes de sensibilidade ao ruído (zonas acústicas) (Tabela 2.), conforme sintetizado na Tabela 4.

Tabela 4. Reclassificação de zonas urbanas em zonas acústicas de acordo com a sensibilidade ao ruído.

Zonas Urbanas	Zonas Acústicas
ZP – Zona de proteção	MXS – Máxima sensibilidade
ZR – Zona residencial	ALS – Alta sensibilidade
ZPR – Zona predominantemente residencial	MAS – Média a alta sensibilidade
ZUD – Zona de uso diversificado	MDS – Média sensibilidade
CAD – Corredor de atividades diversificadas	MDS – Média sensibilidade
ZEI – Zona especial de interesse social	MDS – Média sensibilidade
ZE – Zona de uso especial	MBS – Média a baixa sensibilidade
ZPI – Zona predominantemente industrial	BXS – Baixa sensibilidade
ZI – Zona industrial	MNS – Mínima sensibilidade

Após o levantamento, atualização e digitalização da localização de equipamentos de

ensino e saúde existentes nas áreas de interesse, sobre a base cartográfica fornecida pela Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente de Rio Claro (SEPLADEMA) (RIO CLARO, 2005), em ambiente do software AutoCAD, foram criadas zonas sensíveis no entorno dos referidos equipamentos em concordância com o método de zoneamento acústico proposto. Os equipamentos sensíveis considerados totalizaram 86 unidades, sendo 22 estabelecimentos de saúde, incluindo 6 hospitais, e 64 unidades de ensino.

Consecutivamente, foram delimitadas as zonas de amortecimento de 50 metros a partir dos limites das zonas sensíveis anteriormente criadas, assim como as correspondentes às faixas de transição/atenuação entre zonas acústicas adjacentes.

Por fim, todos os objetos criados foram retrabalhados e agrupados de modo a comporem zonas acústicas contínuas, sendo definida para as mesmas uma gradação de cores, variando de tons claros (áreas menos críticas) a escuros (áreas mais críticas). Posteriormente, foram determinadas as simbologias empregadas e definido o layout final (incluindo configurações de legenda, escala e organização dos objetos), concluindo-se, dessa forma, a elaboração do mapa de zoneamento acústico urbano de Rio Claro (SP), apresentado no Apêndice A.

4.5 Mapeamento e Análise do Ruído Urbano Como Instrumentos de Planejamento

Segundo a DGOTDU de Portugal (2001, p. 3): “um mapa de ruído é uma representação da distribuição geográfica de um indicador de ruído, reportando-se a uma situação existente ou prevista para uma determina da área”.

Conforme verificado em diversos estudos (BORTOLI, 2002; NAGEM, 2004; SILVA, 1971; ZANNIN et al. 2002), devido ao aumento do número e fluxo de veículos e ao percentual de veículos pesados, o tráfego veicular terrestre constitui, indiscutivelmente, a principal fonte de ruído urbano. Além do tráfego rodoviário, as construções e obras públicas e as atividades econômicas, tais como indústrias, comércios e serviços, também representam fontes importantes de ruído urbano (OLIVEIRA, MEDEIROS e DAVIS JR., 2007).

Assim, no que se refere aos mapeamentos acústicos, outro aspecto importante a ser considerado trata-se da complexidade do ruído ambiental (urbano) em função da sobreposição das diversas fontes existentes, que podem ser independentes ou não, constantes ou não, fixas ou móveis, além da variabilidade com que tais fontes são acionadas e os níveis são afetados

por fatores físicos, tais como a umidade do ar, direções dos ventos e temperatura, assim como pela absorção atmosférica e do solo, existência de obstáculos (barreiras, vegetação e edificações) e reflexões (BRÜEL & KJÆR, 2000; CREMONESI, 1984).

Cremonesi (1984) ainda afirma que a perfeita análise física do ruído urbano deveria descrever completamente as amplitudes e os espectros de frequência que o compõem. Porém, esforços têm sido direcionados à redução da complexidade desta análise a um conjunto facilmente manuseável de índices. Nesse contexto, os resultados obtidos com a análise de determinados descritores do ruído, como o L_{Aeq} , L_{10} , L_{50} e L_{90} , podem proporcionar, de forma satisfatória, informações importantes sobre as condições sonoras de determinada área.

De acordo com Pereira, Fonseca e Lopes (2004), o mapeamento e monitoramento dos níveis de ruído a que estão expostas as populações proporcionam informações capazes de orientar uma melhor distribuição dos usos do solo durante o processo de planejamento urbano, podendo, inclusive, levar à reformulação de prioridades e à redefinição de estratégias quanto ao gerenciamento do ruído, além de constituir um elemento indispensável como subsídio ao zoneamento acústico e auxiliar na conscientização da população.

Quanto à importância das cartas acústicas no contexto das questões que permeiam o gerenciamento do ruído urbano:

A redução de ruído em meio urbano não é tarefa simples ou linear. A intervenção numa malha estabelecida exige cuidados particulares e estratégias a prazo. As atividades e vivências urbanas não podem ser perturbadas de forma radical, sobretudo se não houver uma percepção clara por parte do cidadão do seu benefício imediato. Os custos das intervenções também são elevados e devem ter por base uma informação qualitativa e quantitativa que apenas se torna possível através de cartas de ruído e do respectivo zoneamento acústico (LISBOA, 2007, p. 5).

Portanto, o levantamento dos níveis de ruído constitui uma das melhores ferramentas para a implementação de medidas de gerenciamento, a partir do qual podem ser elaborados mapas acústicos, onde são registradas as condições sonoras dos locais amostrados, permitindo avaliar e monitorar a distribuição e magnitude dos níveis levantados, verificar o atendimento dos padrões de emissão estabelecidos pela legislação em função dos usos e funções das zonas urbanas, bem como orientar medidas de redução do ruído em áreas mais críticas.

Nesse sentido, observa-se o expressivo avanço das iniciativas internacionais, em especial a européia, entre as quais verificou-se que a denominada cartografia estratégica do ruído vem sendo amplamente empregada, sendo os mapas acústicos considerados instrumentos privilegiados de diagnóstico, bem como eficiente fonte de informação quando apresentada de forma sistematizada e selecionada aos cidadãos e técnicos de planejamento (COMUNIDADE EUROPÉIA, 2004).

No Brasil, apesar da reduzida disponibilidade de dados sobre a exposição da

população à poluição sonora, de acordo com levantamentos acústicos realizados em algumas cidades, verifica-se que a população é exposta a níveis de ruído elevados (SOUZA, 2004).

4.6 Efeitos do Ruído Sobre os Sistemas Auditivos e Extra-Auditivos

Atualmente os efeitos negativos da poluição sonora sobre a saúde humana são comprovados por diversos estudos desenvolvidos, sobretudo, nos últimos 30 anos (BRAGA et al., 2005; FERNANDES, 2002; GERGES, 2000). No entanto, em função da perturbação sobre o bem estar da população, desde a Idade Antiga são executadas intervenções sobre a geração de ruídos (WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 2001).

Os distúrbios atribuídos à exposição ao ruído variam em função da frequência do ruído (graves, médios e agudos), da intensidade, duração, ritmo, tempo de exposição, suscetibilidade individual (estado psico-fisiológico) e da percepção em relação ao som (MEDEIROS, 1999). Segundo Medeiros (op. cit.), sons contínuos são menos traumatizantes ou perturbadores que sons interrompidos (impulsivos/intermitentes), pois na exposição ao ruído contínuo apenas o primeiro impacto sonoro é recebido sem proteção, sendo os seguintes atenuados por um mecanismo de proteção. Em ruídos interrompidos os impactos não tem atenuação devido ao relaxamento do mecanismo de proteção entre os eventos sonoros.

Tanto no trabalho quanto em áreas urbanas externas, a exposição excessiva ao ruído pode causar danos auditivos temporários ou permanentes (perda neurosensorial) (BRAGA et al., 2005), bem como efeitos extra-auditivos irreversíveis como hipertensão e doenças isquêmicas do coração (WHO, 2001).

Níveis instantâneos excessivos e de alta frequência podem constriuir artérias e vasos sanguíneos, dilatar pupilas, causar tensões musculares, cefaléias, úlceras, aumentar o batimento cardíaco e a pressão arterial, causando tremedeira, parada respiratória e espasmos estomacais (BRAGA et al., 2005). O ruído ainda pode acarretar secreções hormonais anormais (MEDEIROS, 1999), distúrbios do sono e comunicação, efeitos psico-fisiológicos adversos, reduzir o desempenho de atividades cerebrais e, acima de 80 dB, aumentar o comportamento agressivo, constituindo, portanto, um problema de saúde pública cada vez mais importante que vem aumentando com o desenvolvimento econômico (WHO, 2001).

Na Tabela 5, a seguir, são sintetizados os principais impactos sobre a saúde humana em decorrência da exposição a determinados níveis de ruído.

Tabela 5. Impactos da poluição sonora urbana sobre a saúde humana.

L_{Aeq} em dB(A)	Impactos Negativos sobre a Saúde
Até 50	Confortável.
50 – 55 (Áreas ao ar livre)	Aborrecimento (exposição de 16 horas).
55 – 65	Diminuição da concentração e prejuízo da produtividade no trabalho intelectual.
65 – 70	Diminuição da resistência imunológica. Aumento do nível de cortisona e da concentração de colesterol no sangue. Indução da liberação de endorfina, tornando o organismo dependente.
70 (Áreas industriais, comerciais e de tráfego)	Prejuízo auditivo (exposição de 24 horas)
Acima de 70	Possibilidade de estresse degenerativo. Efeitos sobre a saúde mental. Aumento dos riscos de enfarte, infecções, entre outras doenças graves.

Fonte: Elaborada a partir de WHO (2001), Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Geras (FAPEMIG) (2007), e Pimentel-Souza (2007).

4.7 Resultados Obtidos com o Levantamento dos Níveis Sonoros na Área Delimitada no Centro Urbano de Rio Claro (SP) e Análise dos Respective Mapas Acústicos

Como discutido anteriormente, em nível federal, a Resolução do CONAMA nº. 1 de 1990 define como sendo prejudiciais à saúde e ao sossego públicos os níveis de ruído superiores aos limites estabelecidos pela NBR 10.151 da ABNT (2000). Em áreas mistas, com vocação comercial e administrativa, tais como a área delimitada na zona central de Rio Claro (SP), o nível critério definido pela referida norma para o período diurno, no qual foram realizadas as medições, é de 60 dB(A).

Nesse sentido, a partir dos resultados encontrados com as medições, verificou-se que em 100% dos pontos avaliados o limite estabelecido pela NBR 10.151 (2000) foi excedido, sendo que em 52,8% dos locais os L_{Aeq}'s ultrapassaram de 5 a 10 dB(A) e em 36,1% excederam entre 10 e 15 dB(A) o nível critério de 60 dB(A) (Figura 4.).

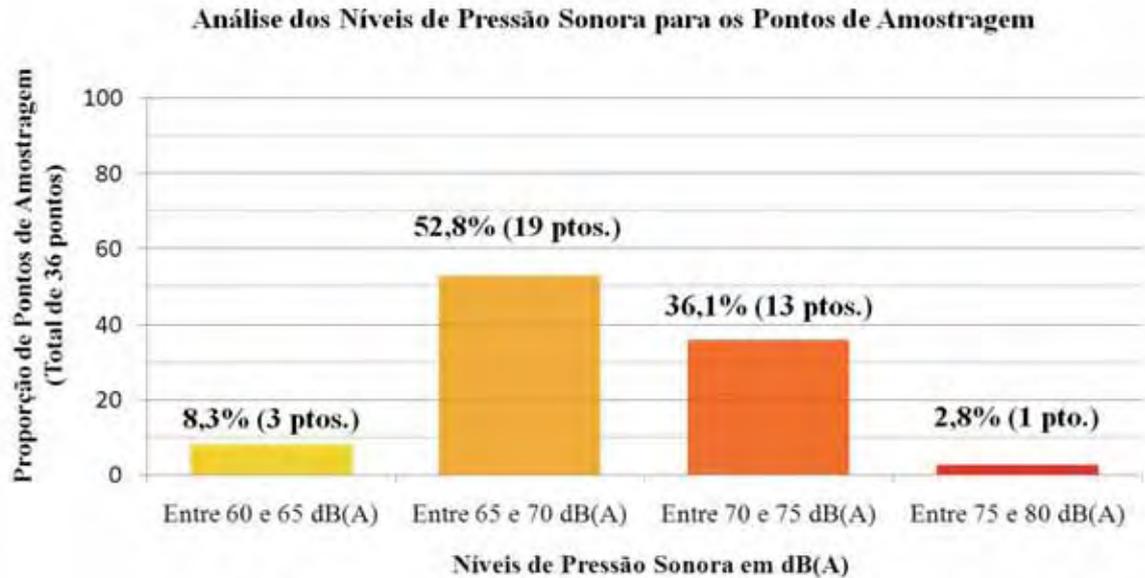


Figura 4. Proporção dos níveis de pressão sonora de acordo com o número de decibels excedidos em relação ao nível critério estabelecido pela NBR 10.151 (2000).

Em consonância com Gerges (2000), a resposta estimada da comunidade pode variar em função do valor em dB(A) pelo qual o nível sonoro corrigido ultrapassa o nível de critério estabelecido, sendo que a variação de 10 dB(A) pode acarretar queixas generalizadas da população e acima de 15 dB(A) respostas enérgicas com ação comunitária.

Tais considerações podem explicar o elevado número de queixas relativas à poluição sonora recebidas pela Prefeitura Municipal de Rio Claro (SP), uma vez que em pesquisa realizada junto à SEPLADEMA verificou-se que a Zona Central constitui a área com maior número de reclamações relacionadas ao ruído nos três últimos anos (2004, 2005 e 2006).

Os mapas acústicos elaborados, apresentados a seguir, representam a distribuição espacial dos valores médios dos L_{Aeq} 's (Mapa acústico 1), assim como dos valores de TNI (Mapa acústico 2) verificados na área de estudo.

Através da análise do Mapa Acústico 1, relativo à distribuição espacial dos níveis de pressão sonora equivalente contínuos (L_{Aeq} 's) para o cenário acústico mais crítico avaliado, observa-se, através da escala gradual de cores, que os níveis sonoros variaram de 60 (cores tendendo para o amarelo) a 80 dB(A) (cores tendendo para o vermelho), sendo que os pontos mais ruidosos estão concentrados, sobretudo, em duas áreas próximas, delimitadas pelas ruas 3 e 1 entre as avenidas 7 e 8 e pelas ruas 6 e 3 entre as avenidas 8 e 6. Os três pontos menos ruidosos, entre 60 e 65 dB(A), foram observados em dois pontos ao longo da avenida 9 e na rua 7 com a avenida 2, nos limites da área de estudo.

Segundo Guedes, Valadas e Coelho (1997), os locais podem ser considerados “pouco ruidosos” quando os níveis são menores ou iguais a 65 dB(A), “ruidosos” para níveis entre 65

MAPA ACÚSTICO 1

NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE CONTÍNUOS

ÁREA DELIMITADA NA ZONA CENTRAL URBANA DE RIO CLARO (SP)



HORÁRIO DE PICO DAS 12:00 ÀS 13:00 HORAS

LEGENDA

Nível de Pressão Sonora Equivalente Contínuo (L_{Aeq})

Decibels Excedidos em Relação ao Limite Admissível (60 dB(A)) Estabelecido pela NBR 10.151 (ABNT, 2000) para a Área

	60 - 65 dB(A)	_____	01 - 05 dB(A)
	65 - 70 dB(A)	_____	05 - 10 dB(A)
	70 - 75 dB(A)	_____	10 - 15 dB(A)
	75 - 80 dB(A)	_____	15 - 20 dB(A)

e 75 dB(A) e “muito ruidosos” quando os L_{Aeq} 's ultrapassam 75 dB(A). Com base em tais considerações, verifica-se que, na área de estudo, um ponto (2,8%) pode ser classificado como “muito ruidoso”, 88,9% dos pontos como “ruidosos” e 8,3% como “pouco ruidosos”.

No entanto, em zonas com um nível médio (L_{Aeq}) mais baixo pode-se ter maior incômodo em função da maior variação do ruído (valores mais altos de TNI). Uma área que possui um L_{Aeq} maior e um TNI menor, devido ao trânsito mais regular, com níveis de L_{10} e L_{90} mais próximos, pode provocar uma menor percepção ao ruído. Em função da queda da frequência do trânsito, mantendo-se os limites máximos, ocorre uma oscilação cíclica na queda do L_{Aeq} e no aumento do TNI, sendo necessário para minimizar o incômodo não somente limitar o L_{Aeq} , mas reduzir a oscilação entre os valores de L_{10} e L_{90} (ALVARES e PIMENTEL-SOUZA, 1992).

O grau de incômodo gerado pelo ruído de tráfego pode ser classificado como alto quando os valores de TNI forem maiores que 75 dB(A), médio quando os mesmos estiverem entre 75 e 65 dB(A) e baixo para valores menores que 65 dB(A) (ASSOCIAÇÃO RUIDOS-NO, 2007). Nesse sentido, quanto aos valores de TNI obtidos para a malha de amostragem, representados no Mapa acústico 2, observou-se que em 72,2% dos pontos o incômodo é considerado alto, sendo verificados valores de TNI maiores que 100 dB(A) em três locais (av. 4 com rua 2, av. 7 com rua 5 e av. 7 com a rua 7). Os pontos com grau médio de incômodo, localizados ao longo da av. 2, da rua 1 e nos pontos que limitam a área correspondente ao Jardim Público de Rio Claro, compreenderam 27,8% da malha, não sendo observado nenhum ponto com baixo grau de incômodo.

Devido a concentração e diversidade de estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços presentes, a circulação de veículos e pessoas torna-se intensa, sobretudo, no período de almoço e no início e término do horário comercial fazendo com que o tráfego de veículos automotores constitua a principal fonte de ruído ambiental da área de estudo. A esse respeito, destaca-se que durante o desenvolvimento das medições constatou-se a grande influência do ruído produzido por motocicletas, geralmente, com escapamentos abertos ou em mal estado de conservação, com picos sonoros superiores a 90 dB(A), constituindo uma das principais fontes responsáveis pelos níveis instantâneos máximos ($L_{máx}$) observados. Os descritores de ruído $L_{máx}$, L_{10} , L_{50} , L_{90} e L_{min} , obtidos para cada uma das medições, são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Descritores de ruído ambiental obtidos com as medições realizadas em cada ponto de amostragem.

Localização dos pontos de amostragem	1ª Medição					2ª Medição				
	Máx.	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	Mín.	Máx.	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	Mín.
Av. 10 x Rua 01	72,6	72,0	68,1	63,9	58,9	77,6	73,6	68,9	63,7	58,3
Av. 06 x Rua 01	77,6	74,2	68,4	65,9	62,5	74,4	71,6	66,6	63,6	62,6
Av. 02 x Rua 01	77,2	70,2	65,9	62,8	61,6	76,8	73,1	65,7	62,9	60,2
Av. 02 x Rua 01	79,1	73,2	69,5	65,7	61,9	79,8	73,2	69,6	65,3	63,1
Av. 03 x Rua 01	76,0	72,9	69,0	66,4	64,9	75,1	73,5	68,6	63,7	58,7
Av. 07 x Rua 01	79,5	77,1	72,7	67,4	65,7	80,3	76,5	70,7	66,9	62,7
Av. 08 x Rua 02	84,4	77,8	71,4	68,3	62,2	83,3	76,6	70,3	65,5	61,8
Av. 04 x Rua 02	92,7	80,4	68,5	62,1	60,9	87,9	77,7	69,2	61,8	59,3
Av. 01 x Rua 02	86,3	79,5	67,0	61,5	59,2	75,5	74,2	69,8	63,7	60,6
Av. 05 x Rua 02	81,6	78,1	70,3	62,5	61,1	78,8	75,8	67,2	64,0	61,2
Av. 09 x Rua 02	71,4	67,4	60,1	48,2	43,0	72,0	66,2	54,6	45,4	44,0
Av. 10 x Rua 03	73,8	72,9	63,8	59,7	58,2	80,0	69,3	62,9	58,4	54,1
Av. 06 x Rua 03	89,0	76,5	67,5	63,3	62,0	79,0	77,0	66,3	63,8	60,3
Av. 02 x Rua 03	81,2	74,6	69,3	62,0	58,7	84,0	72,4	68,2	64,2	63,0
Av. 03 x Rua 03	79,2	68,7	65,3	61,0	55,9	80,2	73,7	64,4	59,6	57,7
Av. 07 x Rua 03	80,3	74,5	66,2	61,4	59,5	79,0	73,3	67,3	62,8	60,3
Av. 08 x Rua 04	77,9	74,8	65,6	56,5	51,0	93,4	72,0	65,8	58,9	54,5
Av. 04 x Rua 04	72,0	69,9	63,3	58,2	57,3	79,1	77,6	68,7	62,3	59,1
Av. 01 x Rua 04	71,6	70,4	61,9	60,0	58,4	73,0	68,2	65,5	61,1	57,9
Av. 05 x Rua 04	75,0	72,8	63,1	57,3	51,0	74,3	71,8	67,0	61,8	57,9
Av. 09 x Rua 04	68,5	65,6	56,2	46,5	45,4	73,9	70,2	62,4	55,9	49,5
Av. 10 x Rua 05	74,0	71,7	62,8	58,5	56,3	74,4	69,4	66,1	59,4	57,2
Av. 06 x Rua 05	82,0	76,5	69,0	62,6	54,3	74,7	72,4	65,4	60,5	59,5
Av. 02 x Rua 05	74,3	72,4	66,1	62,1	58,4	75,4	72,8	64,9	62,1	61,1
Av. 03 x Rua 05	83,2	69,4	64,1	59,2	57,6	80,0	74,8	66,9	61,1	60,1
Av. 07 x Rua 05	78,8	77,7	66,2	57,2	53,0	76,6	71,0	63,8	54,0	53,4
Av. 08 x Rua 06	82,5	78,1	68,9	61,9	55,5	85,7	75,9	67,2	63,5	57,9
Av. 04 x Rua 06	77,7	73,8	67,0	62,2	55,8	80,6	74,1	65,7	60,4	57,8
Av. 01 x Rua 06	78,2	73,6	64,8	60,6	59,0	74,7	72,5	65,5	59,7	57,8
Av. 05 x Rua 06	74,6	69,1	63,6	55,9	53,7	80,3	70,2	64,0	58,6	51,9
Av. 09 x Rua 06	76,6	72,4	60,2	55,2	52,3	75,7	71,6	60,5	51,7	50,1
Av. 10 x Rua 07	81,3	70,1	63,3	57,9	55,0	81,2	74,0	65,8	60,9	56,9
Av. 06 x Rua 07	79,5	76,0	68,5	63,9	57,9	75,9	70,7	65,9	61,1	57,1
Av. 02 x Rua 07	68,3	66,5	61,8	55,0	53,3	71,6	67,7	62,5	54,4	46,1
Av. 03 x Rua 07	72,9	69,1	63,0	55,5	50,7	74,2	72,6	64,9	58,6	52,7
Av. 07 x Rua 07	80,9	72,1	61,8	55,8	48,6	77,9	77,3	63,4	56,6	52,3

A partir dos resultados apresentados na Tabela 6, verificou-se que os valores médios máximos variaram de 70,0 (av. 2 com rua 7) a 90,3 dB(A) (av. 4 com rua 2), sendo o maior nível instantâneo encontrado igual a 93,4 dB(A) (av. 8 com rua 4).

Quanto aos níveis médios de L_{50} , em 94,4% dos pontos os mesmos estiveram acima de 60,0 dB(A), ou seja, durante 50% do tempo analisado os níveis instantâneos de ruído excederam o nível admissível em 34 dos 36 pontos avaliados.

Por fim, os valores médios mínimos observados com as medições variaram de 43,5 (av. 9 com rua 2) a 64,2 dB(A) (av.7 com rua 1), sendo o menor nível instantâneo de pressão sonora avaliado igual a 43,0 dB(A) (av. 9 com rua 2).

5. CONCLUSÕES

1. Fundamentando-se na abordagem referente à legislação aplicável ao gerenciamento do ruído urbano, podemos concluir que as diretrizes federais têm avançado, mostrando-se abrangentes ao contemplarem as principais causas de conflitos e aspectos relacionados à poluição sonora. Entretanto, pôde-se confirmar a dispersão dos documentos legais levantados, bem como a forma desconexa com que são elaborados, o que prejudica ou mesmo inviabiliza sua compreensão, articulação e, conseqüentemente, a aplicação de seus dispositivos, tornando, portanto, relevante a sistematização pretendida com o desenvolvimento do presente estudo, subsidiando, dessa forma, a consolidação de tais dispositivos.

Destaca-se a necessidade de implementação de medidas complementares às diretrizes federais discutidas, subsidiando o controle e a prevenção do ruído no contexto estadual e municipal. A esse respeito, deve-se ressaltar que a efetividade da legislação apresentada, associada à atuação do Poder Público local, de agentes privados e órgãos de controle ambiental, também se compromete na ausência de recursos humanos tecnicamente qualificados e condições operacionais adequadas, contribuindo para o crescente aumento da poluição sonora urbana.

Logo, verifica-se que o efetivo controle do ruído urbano está sob o encargo do Poder Público Municipal que, embasado nas premissas legais federais e estaduais, pode avançar em seus instrumentos jurídicos, bem como atuar com maior rigor através de seu poder de polícia.

Ao contrário do esperado, quando existentes, os instrumentos legais municipais aplicáveis ao gerenciamento do ruído urbano são genéricos, como verificado em determinados municípios, os quais adotam réplicas de leis de outros municípios. Ressalta-se, portanto, que em âmbito municipal, as diretrizes devem ser específicas, capazes de atender às peculiaridades locais e antever possíveis conflitos, buscando contemplar as principais fontes

de ruídos, fixas ou não, assim como as restrições, exigências e sanções relacionadas.

Quanto ao controle das fontes fixas de ruído mais incômodas, representadas, sobretudo, pelas atividades e estabelecimentos comerciais recreativos e industriais, o Poder Público Municipal deve aplicar as leis de forma a antever e prevenir a geração de ruído proveniente de tais empreendimentos, exigindo sua adequação aos padrões admissíveis para que, posteriormente, seja expedido o alvará de funcionamento.

Em virtude da interdependência que envolve os fatores econômicos e sócio-ambientais, o controle efetivo da poluição sonora urbana necessita de programas de ação inter-setoriais que integrem instituições de ensino e pesquisa, comunidade, órgãos públicos, setor privado, entre outras organizações.

2. Com o desenvolvimento do método de zoneamento acústico urbano, verificou-se que o mesmo pode representar um instrumento de significativa importância ao gerenciamento do ruído integrado ao planejamento ambiental municipal, a partir do qual as questões relacionadas à poluição sonora urbana, tais como a avaliação quanto à instalação de estabelecimentos incômodos, podem ser tratadas de forma preventiva, sobretudo, com a implementação das zonas de amortecimento acústico, eliminando possíveis conflitos de vizinhança em áreas próximas às fronteiras entre zonas adjacentes.

Desse modo, o zoneamento acústico urbano deve contemplar, continuamente, a dinâmica de ordenamento territorial, expansão e desenvolvimento dos espaços urbanos, bem como o conjunto de fontes de ruído relacionadas a essa dinâmica, tendo como premissa a compatibilização entre as configurações, recursos e funcionalidades de tais áreas e a manutenção da saúde, bem-estar e sossego públicos, sendo necessárias, para tanto, entre outros fatores, condições acústicas salubres.

Nesse sentido, acredita-se que o mapa de zoneamento acústico proposto para determinadas áreas urbanas de Rio Claro poderá constituir um importante instrumento de gerenciamento, proporcionando a visualização e correlação direta entre os níveis sonoros toleráveis para cada zona acústica e a localização das áreas de interesse sobre malha urbana, podendo ser realizadas, prontamente, comparações entre os níveis obtidos em mapeamentos sonoros e a conformidade das condições acústicas locais com os padrões estabelecidos.

3. De acordo com os resultados obtidos com o mapeamento acústico na zona central urbana de Rio Claro, constatou-se que em todos os pontos de amostragem os níveis excederam o limite estabelecido pela NBR 10.151 (2000) para a área, expondo a população, com poucas exceções, à níveis altamente incômodos e à ruídos notadamente prejudiciais a saúde de acordo com as recomendações da Organização Mundial da Saúde, tornando

necessária, portanto, a adoção de medidas efetivas de redução do ruído em tais locais.

Para tanto, a princípio, deve-se restringir a circulação de veículos pesados no centro urbano de Rio Claro e promover a manutenção adequada e freqüente de veículos coletivos, os quais constituem importantes contribuintes para valores excessivos de ruído (L_{10}) e, conseqüentemente, para o incômodo da população, bem como de veículos leves, sobretudo, motocicletas. A esse respeito, torna-se indispensável a existência de uma melhor fiscalização quanto aos usos e condições de tais veículos, penalizando condutores que produzam ruídos excessivos em função de condutas incômodas, da implementação de itens de ação indesejáveis, do uso indiscriminado de buzina e/ou de som automotivo em desacordo com os padrões estabelecidos. Deve-se, ainda, controlar a emissão de outras fontes sonoras em espaços abertos e fechados, evitando pontos de concentração excessiva, bem como limitar condutas sociais excessivamente barulhentas.

4. Uma vez que as funções, formas e configurações urbanas interferem na propagação sonora ao ar livre, suas características físicas e inter-relações, tais como densidade construtiva e de áreas verdes, disposição, forma e composição das edificações, perfis das vias de circulação, bem como a composição do fluxo de veículos, devem ser observadas durante o processo de gerenciamento do ruído, visando minimizar o impacto das fontes existentes sobre o ambiente sonoro urbano.

Considerando que o trânsito de veículos constitui a principal fonte de poluição sonora em centros urbanos, as políticas de transportes devem ser elaboradas de modo a contemplar entre os aspectos observados, como os relativos à mobilidade e acessibilidade, a geração e propagação dos ruídos decorrentes do tráfego, bem como incentivar a inserção da temática poluição sonora nos programas de formação de condutores.

A participação pública constitui outro fator indispensável ao processo de planejamento ambiental urbano e, no que se refere ao gerenciamento do ruído, torna-se necessária a conscientização das comunidades quanto aos possíveis efeitos adversos decorrentes da poluição sonora, assim como o monitoramento e divulgação dos níveis a que estão expostas e, sobretudo, informá-las sobre seus direitos, deveres e o papel que devem desempenhar para contribuírem com a sustentabilidade ambiental urbana.

Por fim, objetivando a melhoria das condições acústicas das áreas estudadas, acredita-se que os resultados alcançados ao longo deste estudo podem contribuir para o gerenciamento do ruído urbano na medida que orientem mudanças efetivas através da implementação das soluções jurídicas e instrumentos técnicos apresentados, aplicáveis ao controle e prevenção de um grave problema que tem degradado notadamente a vida urbana: a poluição sonora.

6. REFERÊNCIAS

ALVARES, P. A. S.; PIMENTEL-SOUZA, F. A poluição sonora em Belo Horizonte. **Acústica e vibrações**, Florianópolis, n. 10, p. 23-42, fev. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 7.731**: Guia para execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação de seus efeitos sobre o homem. Rio de Janeiro, 1983. 11 p.

_____. **NBR 10.151**: Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000. 4 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. ANFAVEA. Resultados de novembro e do período janeiro-novembro de 2006. **Carta da ANFAVEA**, São Paulo, nº. 247, dez. 2006. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 28 dez. 2006.

ASSOCIAÇÃO RUIDOS-NO (Espanha). Apresenta a escala do grau de incômodo a partir dos valores de TNI. Disponível em: <<http://ruidos-no.com/>>. Acesso em: 5 jun. 2007.

BORTOLI, P. S. **Análise da poluição sonora urbana em zoneamentos distintos da cidade de Curitiba**. 2002. 103 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba.

BRAGA, B. (Org.). et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005. 305 p.

BRASIL. **Constituição (1988)**: Constituição da República Federativa do Brasil. São Paulo: LTr, 1988. 292 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. CONAMA. **Resoluções do CONAMA**: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e maio de 2006. Brasília, 2006a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 06 set. 2007.

_____. Departamento Nacional de Trânsito. DENATRAN. **Estatísticas da frota de veículos nacional e dos estados da federação**. RENAVAM - Sistema nacional de registro de veículos / SINET - Sistema nacional de estatística de trânsito. 2006b. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso em: 12 jan. 2007.

_____. Presidência da República Federativa do Brasil. **Legislação Federal Brasileira**. Brasília. Contempla toda a legislação Federal discutida. Disponível em: <<http://www.presidencia.gov.br/legislacao/>>. Acesso em: 10 jan. 2007a.

_____. Senado Federal. Programa de integração do poder legislativo. INTERLEGIS. Brasília, 2007b. **Apresenta a legislação em âmbito Federal, do Estado de São Paulo e municipal**. Disponível em: <<http://www.interlegis.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2007.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. **Estatísticas do Estado de São Paulo e Município de Rio Claro (SP)**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 fev. 2007c.

BRÜEL & KJÆR. **Environmental noise**. Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, 2000. Disponível em: <<http://www.bksv.com/>>. Acesso em: 01 nov. 2007.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. CETESB. **Norma técnica L11.032**: Determinação do nível de ruído em ambientes internos e externos de áreas habitadas - método de ensaio. São Paulo, 1992a. 13 p.

_____. **Norma técnica L11.033**: Processo prático para calcular o nível de ruído equivalente contínuo: procedimento. São Paulo, 1992b. 07 p.

COMUNIDADE EUROPÉIA. **Avaliação e gestão do ruído**. Disponível em: <<http://europa.eu/scadplus/printversion/pt/lvb/121180.htm>>. 2004. Acesso em: 16 jul. 2007.

CREMONESI, J. F. **Ruído urbano**. 1984. 157 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1984.

CUSTÓDIO, H. B. **Direito ambiental e questões jurídicas relevantes**. Campinas: Millennium, 2005. 852 p.

FERNANDES, J. C. **Acústica e ruídos**. Bauru: Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 2002. 98 p. Apostila. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/jcandido/acustica/apostila.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DE MINAS GERAIS. FAPEMIG. **Os perigos da poluição sonora**: impactos do ruído na saúde. Disponível em: <<http://revista.fapemig.br/materia.php?id=171>>. Acesso em: 16 nov. 2007.

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

GOOGLE EARTH. **Imagem híbrida da área urbana de Rio Claro (SP)**. 2007. Software livre. Disponível em: <<http://earth.google.com/intl/pt/>>. Acesso em: 01 nov. 2007.

GUEDES, M.; VALADAS, B.; COELHO, J. L. B. Exposição ao ruído da população em Portugal. **TecniAcústica**. 1997. p. 13-16. Disponível em: <<http://www.ensp.unl.pt/>>. Acesso em: 15 out. 2007.

LACERDA, A. B. M. et al. Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Revista Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 85-98, jul./dez. 2005.

LANÇA, R. O. **Avaliação das leis sobre ruídos urbanos do município de Bauru**. 2003. 46 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2003.

LISBOA (Cidade). Direcção Municipal de Ambiente Urbano. DMAU. **Revisão do plano diretor municipal de Lisboa: carta de ruído da cidade de Lisboa**. Disponível em: <http://pdm.cm-lisboa.pt/pdf/RPDMLisboa_carta_ruído.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2007.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 13. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Malheiros Editores, 2005. 1.092 p.

MEDEIROS, L. B. **Ruído: Efeitos extra-auditivos no corpo humano**. 1999. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Audiologia Clínica) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica. Porto Alegre, 1999. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/ruído-luana-medeiros.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2007.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente: doutrina, prática, jurisprudência e glossário**. 2. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001. 783 p.

MULLER, G. B. **Levantamento de dados e elaboração de projeto de lei municipal para controle e regulamentação da geração de ruídos e emissão sonora no perímetro urbano do município de Marília – SP**. 2004. 65 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2004.

NAGEM, M. P. **Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia**. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Área de Concentração de Edificações) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. **Criteria for a recommended standard:** occupational noise exposure. Cincinnati (OH): NIOSH, 1998. Publication n°. 98-126. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/>>. Acesso em: 10 out. 2007.

OLIVEIRA, M. P. G.; MEDEIROS E. B.; DAVIS JR., C. A. Planejando o Meio ambiente Acústico Urbano: uma abordagem baseada em SIG. **Revista IP - Informática Pública**. Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 81-96. Disponível em: <<http://www.ip.pbh.gov.br>>. Acesso em: 15 ago. 2007.

PEREIRA-JR, J. P. **Nota técnica:** legislação federal sobre poluição sonora. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br>>. Acesso em: 20 out. 2006.

PEREIRA, N.; FONSECA, R.; LOPES, A. **Relatório final:** mapas de ruído do concelho da Marinha Grande. Portugal. ECO 14, Lda. Laboratório de acústica e vibrações. 2004. Disponível em: <<http://www.cm-mgrande.pt>>. Acesso em: 10 ago. 2007.

PIMENTEL-SOUZA, F. **Efeitos da poluição sonora no sono e na saúde em geral:** ênfase urbana. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br>>. Acesso em: 16 jan. 2007.

PINHEIRO-PEDRO. **Pinheiro Pedro Advogados**. Apresenta textos relacionados ao direito ambiental. Disponível em: <<http://www.pinheiropedro.com.br>>. Acesso em: 13 ago. 2006.

PORTUGAL. Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano. DGOTDU. **Elaboração de mapas de ruído: princípios orientadores**. 2001. Disponível em: http://www.idad.ua.pt/downloads/dga_principios_ruído.pdf>. Acesso em: 16 maio. 2007.

_____. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Decreto-Lei n°. 9 de 17 de Janeiro de 2007. Regulamento geral do ruído. **Diário da República**, Portugal, 1ª série, n. 12, 17 Jan. 2007. Disponível em: <<http://www.dre.pt/pdf1sdip/2007/01/01200/03890398.PDF>>. Acesso em: 14 ago. 2007.

RAIMUNDO, C.; RAPOSO, V.; VALENTIM, P. **Ruído de tráfego rodoviário:** relação entre o L_{Aeq} , parâmetros estatísticos (L_{10} , L_{50} e L_{90}), L_{den} e L_{night} e sua importância na avaliação da incomodidade. Guimarães (Portugal), n. 158, p.1-8. 2004. Disponível em: <<http://sea-acustica.es/>>. Acesso em: 14 set. 2007.

RIO CLARO (Cidade). Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente do Município de Rio Claro (SP). **Mapa 01:** loteamentos, bairros e sede urbana. Rio Claro: Prefeitura Municipal, 2005. 1 CD-ROM.

_____. Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento e Meio Ambiente do Município de Rio Claro (SP). **Projeto de Lei nº. 092 de 2006**: minuta final do plano diretor do município de Rio Claro (SP). 2006. Disponível em: <<http://www.rioclaro.sp.gov.br:444/definitivo/Minuta%20final.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2007.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Política municipal do meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima – CEPAM, 1992. 167 p.

_____. Secretaria de Economia e Planejamento. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. SEADE. Apresenta dados estatísticos do município de Rio Claro (SP). Disponível em <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: 06 jul. 2007.

SATTLER, M. A.; ROTT, J. A. A.; CORADINI, R. A. Avaliação do ruído ambiental em Porto Alegre, RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ENTAC, 1995. p. 647-652.

SILVA, L. F. Ruído, Ultra-som e Infra-som. In: MENDES, René. **Patologia do Trabalho**. 2. ed. atual. e ampl. São Paulo: Atheneu, 2003. v. 1, cap. 8. p. 517-550.

SILVA, P. M. da. Influência do factor ruído no planeamento urbano. **Revista Binário**, Ramos, Afonso e Moita LDA: Lisboa (Portugal), memória nº. 400, 1971. 19 p.

SOUZA, D. S. **Instrumentos de gestão de poluição sonora para a sustentabilidade das cidades brasileiras**. 2004. 643 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

TROPPEMAIR, H. Poluição sonora na área central do espaço urbano de Rio Claro. **Boletim de Geografia Teórica**, AGETEO: Rio Claro, v. 27, n. 1, p. 83-94, abr. 2002.

_____. **Biogeografia e meio ambiente**. 7. ed. Rio Claro: Divisa, 2006. 206 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Occupational and community noise**. 2001. Disponível em: <<http://www.who.int/docstore/peh/noise/bruit.htm>>. Acesso em: 10 out. 2007.

ZANNIN, P. H. T. et al. Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 521-524, ago. 2002.

APÊNDICE A

MAPA DE ZONEAMENTO ACÚSTICO URBANO DE RIO CLARO (SP)

