

A UTILIZAÇÃO DA MATRIZ DE PESO NA CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE SONORO DO BAIRRO FLORESTA

TEIXEIRA, Rachel Pires Vaz Brandão (1); VALADARES, Victor Mourthé (1);

(1) Departamento de Tecnologia da EAUFMG, Rua Paraíba 697 - CEP: 30130-140 - Funcionários
Belo Horizonte - MG, (31) 3269-1823

E-mail: rachelvaz@zipmail.com.br

RESUMO

Este Trabalho se insere nas atividades de pesquisa do grupo PAD (programa de aprimoramento discente da EAUFMG), que procura estudar metodologias de planejamento urbano enfocando a integração de escalas de abordagem. Dentre os resultados obtidos nessas atividades se destaca a espacialização de informações em mapas temáticos, sendo que o mapa temático de ruído ambiental consiste no objeto abordado neste trabalho. Este mapa temático de ruído ambiental foi elaborado a partir de uma caracterização acústica de uma área do ambiente construído, a partir de um número reduzido de medições acústicas. Os dados das medições foram extrapolados para outros locais não medidos através de uma matriz de pesos, que relaciona características como fluxo de veículos, topografia, fluxo de veículos pesados, etc. com o nível de ruído. Uma vez concluído o mapa, fez-se uma comparação entre os níveis de ruído mapeado com aqueles preconizados pela Lei ambiental do Município associada à Lei de Uso e Ocupação do Solo em Belo Horizonte.

ABSTRACT

This paper has been developed with the Student Improvement Program (PAD) of the Federal University of Minas Gerais (UFMG), which studies methodologies of urban planning. The research's intent is to characterize and analyze the noise environment of the Floresta district, one of the oldest neighborhoods of Belo Horizonte city, Brazil. Just nine measure points were determined. The data gathered was then explored through a weight matrix, in order to expand the results to the neighborhood. The results were chartered in thematic maps. It was also possible to compare the sound levels in the area and those recommended by the environmental legislation concerning noise pollution, determine the exposed population exposure characteristics and evaluate the exposure tendencies in the local acoustic environment.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste na caracterização do ambiente sonoro do bairro Floresta. Ele foi desenvolvido dentro do Programa de Aprimoramento Discente (PAD), coordenado pelo Departamento de Tecnologia da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. A temática desenvolvida pelo grupo PAD é "A Construção do Ambiente Urbano através da Interação das escalas", que visa estudar o constante intercâmbio existente na abordagem do meio urbano, entre as escalas da cidade e dos edifícios. Este tema é desenvolvido a partir de uma área urbana em comum a todos os estudos dos demais integrantes do grupo, sobre a qual são desenvolvidos subtemas individuais de trabalho. Além do conforto acústico, foram estudadas o Conforto Ambiental (térmica e ventilação), a infra-estrutura (transporte e energia) e a Dinâmica Urbana.

Portanto, este trabalho faz parte de uma tentativa de desenvolvimento de uma metodologia Integrada de abordagem do meio urbano, elaborando diagnósticos que possam ser convertidos em parâmetros de planejamento, a partir do estudo de caso do bairro Floresta. Assim, as visões parciais ou subjetivas de cada tema serão convertidas em um diagnóstico objetivo e abrangente, através da contribuição de diversas perspectivas, que possibilita a elaboração de diretrizes mais fundamentadas integrando diversas variáveis do processo de persistência e transformação da paisagem urbana. Esta visão em conjunto gerou um trabalho, onde se apropriou das ferramentas de confecção de cenários pra se prever o impacto da ocupação urbana nas variáveis ambientais estudadas.

O bairro Floresta, um dos mais antigos de Belo Horizonte, localiza-se a margem esquerda do rio Arrudas, sendo adjacente ao hipercentro da cidade (Figura 1). Apesar de seu nome Floresta, o bairro é muito urbanizado não possuindo áreas verdes significativas, existindo apenas duas praças.

A tendência de ocupação comercial foi cristalizada pela Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) de 1976 que estipulou altos coeficientes de aproveitamento e taxas de ocupação, principalmente ao longo dos corredores de tráfego. Entretanto, o número de edifícios ainda é pequeno, devido à dificuldade de negociações simultâneas com vizinhos para agrupar lotes para construções maiores. A intensificação das atividades comerciais e de prestação de serviços tem sido freqüente, ainda que conservando a tipologia original.

Hoje, a classificação da área é Zona de Adensamento Preferencial (ZAP), com um dos maiores coeficientes de aproveitamento da cidade (1,7), menor apenas que o das zonas centrais (2,0 a 3,0). Este fator, somado à existência de várias edificações horizontais na área, indica um grande potencial de adensamento (BELO HORIZONTE, 1996).



Figura 1 - Localização do Bairro Floresta em Belo Horizonte

Neste trabalho procurou-se caracterizar o ambiente sonoro do bairro floresta, já que a área de estudo é caracterizada por TEIXEIRA (1996) como um bairro de passagem, dando acesso do centro da cidade para bairros mais distantes.

O ruído é um dos estressores ambientais que tem sido bastante estudado, devido a sua presença cada vez mais impactante no ambiente em que moramos. Ele pode ser oriundo do tráfego em suas diversas modalidades veicular, das construções, dos equipamentos de trabalho e das atividades do próprio ser humano. Assim, em qualquer lugar há ruído, principalmente nas grandes cidades (BELL, et al., 1990). “A exposição sonora a que as populações dos grandes centros urbanos estão sujeita, já está sendo diagnosticada como situação epidemiológica, dado a sua gravidade, extensão e diversidade dos grupos sonoros que vem sendo afetados pela poluição sonora urbana. (VECCI, et all,1999)” Recentes pesquisas desenvolvidas sobre o ruído de tráfego em Belo Horizonte têm mostrado as condições de poluição sonora decorrentes nos corredores de transporte urbano (VALADARES, 1997; DE PAULA & VALADARES, 2000). Isto preocupa a Organização Mundial de Saúde (OMS), que colocou o ruído

como uma das três prioridades ecológicas da próxima década, juntamente com o ar e a água (LOPES & BRASIL, 1991).

2. METODOLOGIA

O estudo do ambiente sonoro no Bairro Floresta foi desenvolvido basicamente em três etapas. A primeira constituiu de um levantamento bibliográfico. Pesquisou-se sobre como caracterizar os ambientes acústicos, sobre os métodos de medições, e sobre as legislações existentes do assunto. Foram relacionados os descritores do ruído ambiental e caracterizados os usos do solo e a classificação viária da área de estudo. A segunda etapa compreendeu o levantamento em campo, ou seja, as medições acústicas. A última etapa constituiu na extrapolação dos dados obtidos nas medições a fim de que estes pudessem caracterizar a área de estudo.

Os descritores de ruído ambiental foram coletados em campo baseando-se nos conteúdos das normas NBR 10.151, ANSI S.12.9 PARTE 2, ANSI S.12.18 – 1994 e ISSO 1996 PARTE 1. A instrumentação consistiu de um analisador sonoro modular de precisão tipo 2260 B&K. Este é um medidor portátil tipo 1 que utiliza como suporte um Software de análise do som BZ 7201. O microfone utilizado foi do tipo 4189 da B&K fixado em tripé, situado a 1,20m do nível do passeio, direcionado para o fluxo de tráfego. Isto permitiu ao observador manter-se afastado mais ou menos 2m de distância do microfone, minimizando a interferência no campo acústico.

Foram escolhidos nove pontos de medição baseados na classificação da via como arterial, coletora e local, apresentada pela Lei de Uso e ocupação do solo de Belo Horizonte, além de sua condição topográfica ascendente, descendente ou plana. Procurou-se abranger todo o bairro, procurando tanto locais com uso predominante de comércio quanto residências, isto é, mais ou menos agitados respectivamente. A Tabela 1 apresenta os pontos de medição e suas características e a Figura 2 nos mostra a localização dos pontos de medição no bairro.

Foi elaborado um circuito, o qual foi percorrido fazendo-se a coleta das informações acústicas, coletadas durante 10 minutos em cada um dos nove pontos, no período, das 15:30 h às 18:20 h, sendo deixado 10 minutos para deslocamento entre os pontos. O procedimento se repete durante nove dias, com mudanças diárias na ordem de medição dos pontos. O objetivo desse método é coletar um número maior de dados por pontos, observando seu comportamento, desde um horário de menor fluxo até o pico. Determinou-se que as medições aconteceriam somente as terças, quartas e quintas, a fim de evitar o trânsito mais calmo das segundas e o tumultuado das sextas, buscando uma amostra mais homogênea e freqüente. As medições iniciaram no dia cinco de outubro de 1999 e terminaram 29 de fevereiro de 2000, sendo que não foram feitas medições durante o período de férias escolares.

Além dos dados acústicos também foram coletados dados meteorológicos (temperatura, pressão atmosférica, umidade do ar e de velocidade do vento) e de características da via (distância do microfone da fachada próxima e da mais distante) e tipo de pavimentação, por exemplo.

Tabela 1 – Pontos de medição e suas características

ponto	rua	classif.	topografia	uso do solo
1	Rua Lopes Trovão	local	descendente	residencial
2	Rua Monte Carmelo	local	ascendente	residencial
3	Rua Araripe	local	reto	residencial
4	Rua Ipiranga	coletora	ascendente	residencial
5	Rua Itajubá	arterial	reto	residencial
6	Rua Ponte Nova	coletora	descendente	comercial
7	Rua Itajubá 2	coletora	reto	residencial
8	Av Assis Chateaubriand	arterial	ascendente	residencial
9	Rua Flávio dosSantos	arterial	descendente	residencial

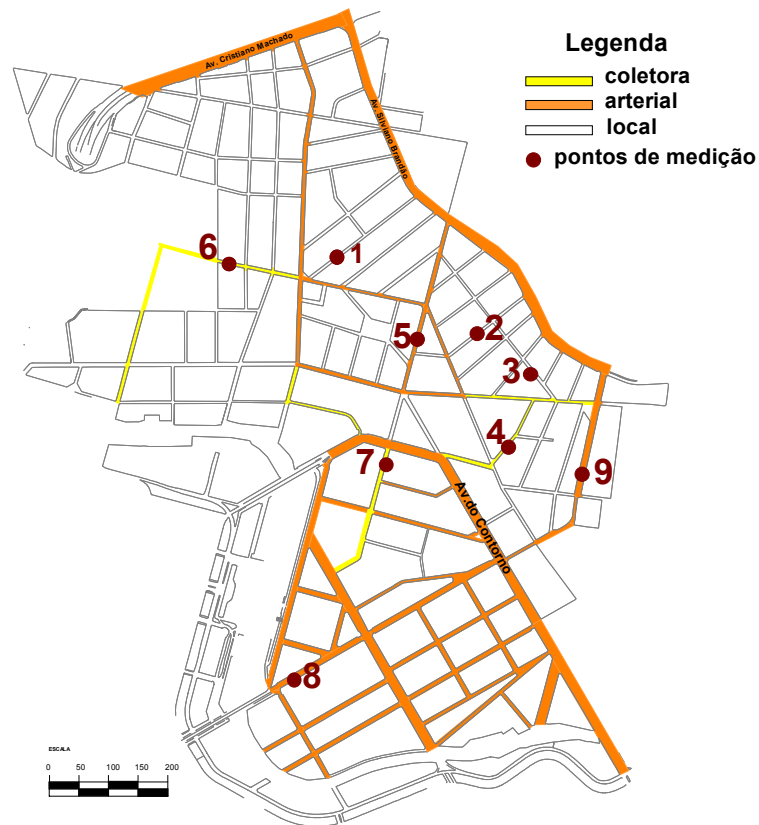


Figura 2 - Espacialização dos pontos de medição no Bairro Floresta

Os níveis de pressão sonora amostrados foram o L_{eq} , o L_{max} , o L_{min} , o L_{10} , e o L_{90} . Para cada um destes descritores de ruído ambiental foi elaborados uma tabela e um gráfico. Neles podemos comparar os níveis sonoros dos nove pontos medidos e seus respectivos horários. Como exemplo, temos o Gráfico 1 abaixo, que se refere ao L_{eq} médio dos dias medidos por ponto de medição. Pode-se perceber que as ruas locais tendem a um menor nível de ruído, seguidas das coletoras, que são seguidas das arteriais com níveis maiores respectivamente, constituindo uma hierarquia ascendente de níveis de ruído. Também se observou que o horário de início das medições (fora de pico de tráfego) até o final destas (próximo ao horário de pico de tráfego), não acarretaram um significativo aumento do ruído. Somente a rua Ipiranga apresentou um ruído mais alto por ser Coletora, possuindo níveis de pressão sonora próximos ao das ruas Arteriais.

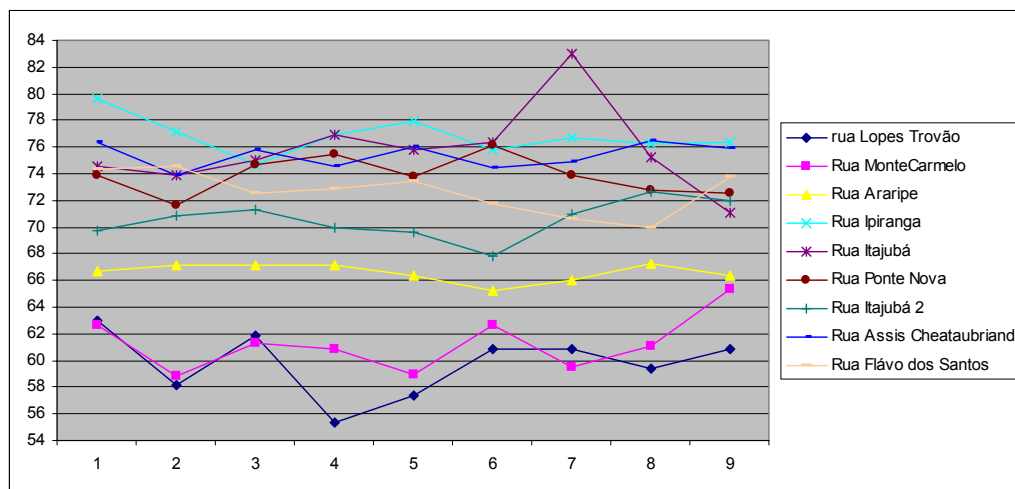


Gráfico 1 – Comparação dos níveis de L_{eq} das ruas medidas.

A fim de melhor caracterizar o ambiente sonoro do bairro floresta foi necessário extrapolar os resultados obtidos das medições, já que nove pontos não são suficientes para responder por todo o

bairro. Por questões de ordem prática, não foi possível medir maior número de pontos, para abranger toda a área de estudo. Assim desenvolveu-se um procedimento para inferir valores em locais não medidos que correspondem a níveis pela comparação com os pontos já medidos.

Partiu-se da hipótese de que o ruído é consequência de certas variáveis, como o fluxo de tráfego, o calçamento, a topografia etc. Portanto, foi necessário levantar estas variáveis em todos os pontos. Em uma tabela os pontos de medição foram colocados em ordem decrescente de níveis de ruído com cada variável levantada. (Tabela 2)

Tabela 2 – Levantamento das variáveis dos pontos medidos

	ponto 5	ponto4	ponto 8	ponto 6	ponto 9	ponto 7	ponto 3	ponto 2	ponto 1
Topografia	reto	ascend.	ascend.	descend.	descend.	reto	reto	ascend.	descend.
uso do solo	residencial	residencial	residencial	comercial	residencial	residencial	residencial	residencial	residencial
característica	arterial	coletora	arterial	coletora	arterial	coletora	local	local	local
calçamento	asfalto	asfalto	asfalto	asfalto	asfalto	asfalto	asfalto	pé de mol.	pé de mol.
fluxo de veículos	m. grande 977 vh	grande	m. grande 1068 vh	médio	médio 739,12 vh	médio 612 vh	pequeno	muito pequeno	muito pequeno
veículos pesados	grande	grande	grande	pequeno	médio	pequeno	pequeno	não tem	não tem
largura da rua	médio	pequeno	m. grande	médio	m. grande	médio	pequeno	pequeno	pequeno
fonte fixa	não tem	não tem	não tem	não tem	tem	não tem	não tem	não tem	não tem
Leq médio (dB)	77	77	75	74	73	71	67	62	60

Através do comportamento de cada variável aplicaram-se valores para as mesmas. Caso, colaborassem para o aumento do nível de ruído os valores dados eram maiores. (Tabela 4) Também com o mesmo raciocínio multiplicou-se esse valores por pesos gerando outra tabela. Quanto maior o peso e os valores, maior o nível de ruído que a variável ocasiona. A soma dos valores indica aproximadamente um nível de ruído. (Tabela 4)

Tabela 3 - Valores dados às variáveis

	peso	ponto5	ponto4	ponto8	ponto6	ponto9	ponto7	ponto3	ponto2	ponto1
topografia	1	0	1	1	-1	-1	0	0	1	-1
uso do solo	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
carct	1	2	1	2	1	2	1	0	0	0
calçamento	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
fluxo de veículos	1	5	4	5	3	3	3	2	1	1
veículos pesados	1	3	3	3	1	2	1	1	0	0
largura da rua	1	0	1	-1	0	-1	0	1	1	1
fonte fixa	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
total com peso		10	10	10	6	5	5	4	4	2

Tabela 4 – Valores já multiplicados pelos pesos.

		ponto5	ponto4	ponto8	ponto6	ponto9	ponto7	ponto3	ponto2	ponto1
topografia	1	0	1	1	-1	-1	0	0	1	-1
uso do solo	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
carct	1	2	1	2	1	2	1	0	0	0
calçamento	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
fluxo de veículos	4	20	16	20	12	12	12	8	4	4
veículos pesados	3	9	9	9	3	6	3	3	0	0
largura da rua	3	0	3	-3	0	-3	0	3	3	3
fonte fixa	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
peso total		31	30	29	18	16	16	14	9	7

Os valores foram dados de forma a balancear as tabelas, ou seja, até a rua com maior nível de ruído possuir o maior valor na tabela, e assim sendo até a rua de menor ruído também possuir o menor valor de ruído na tabela.

Com as tabelas balanceadas, o bairro foi dividido em 16 áreas, circundadas pelas ruas de maior movimento do bairro. Este procedimento foi repetido tanto para as áreas como para as ruas circundantes. A seguir estão, a título de exemplo as tabelas finais para as áreas e para as ruas.

Tabela 5 - Valores com pesos das áreas

	topog.	uso	caract	calçam.	fluxo	Pesad.	L ruas	F. fixas	total
peso	1	1	1	1	4	3	3	2	
área 1	0	0	2	1	12	6	-3	0	18
área 2	1	1	2	1	12	3	-3	2	19
área 3	1	1	2	1	12	0	0	2	19
área 4	0	0	2	1	12	0	3	0	18
área 5	1	0	2	1	12	0	0	2	18
área 6	0	0	0	1	4	0	0	2	7
área 7	0	0	0	1	8	1	0	0	10
área 8	0	0	0	0	8	0	3	0	11
área 9	0	0	2	0	20	0	3	0	25
área 10	0	0	0	1	4	0	3	0	8
área 11	1	0	0	1	4	3	3	0	12
área 12	1	0	0	1	4	0	3	0	9
área 13	1	0	0	1	8	0	3	0	13
área 14	0	0	0	1	4	0	0	2	7
área 15	1	0	0	1	8	0	3	0	13
área 16	1	0	0	0	8	0	3	0	12

Tabela 6 - Valores com pesos das ruas circundantes

Ruas	topografia	uso	cract	calçamento	fluxo	v. pes.	L ruas	F. fixas	total
	1	1	1	1	4	3	3	2	
Av. assis Chateaubrian	-1	2	0	0	20	9	-3	0	27
Av. Francisco sales	-1	2	0	0	16	6	-3	0	20
Itajubá1	0	2	0	0	20	9	0	0	31
Itajubá 2	0	1	0	0	12	3	0	0	16
Sapucaí	0	2	0	0	12	6	0	2	22
Av. do Contorno	1	2	1	0	20	9	-3	0	30
Floresta	1	1	1	0	16	6	0	0	25
Ipiranga	1	1	0	0	16	9	3	0	30
Pouso Alegre	1	1	1	0	16	9	0	0	28
Pouso Alegre 2	0	2	0	0	12	9	0	0	23
Salinas	0	2	0	0	16	9	0	0	27
Av Silvíano Brandão	0	2	1	0	20	9	-3	0	29
Jacuí	1	2	1	0	20	9	0	0	33
Jacuí 2	-1	1	0	0	20	9	0	0	29
Pitangui	0	1	0	0	12	6	0	0	19
Pitangui	-1	1	0	0	12	0	0	0	12
Cristiano Machado	0	2	1	0	20	9	-3	0	29
Ponte Nova	1	1	1	0	12	3	0	2	20
Varginha	1	1	0	0	8	3	0	0	13
Célio de Castro	0	1	0	0	8	0	3	0	12

Com estas tabelas prontas elaborou-se um mapa, denominado mapa síntese (Figura 3), onde espacializou-se o resultado da extrapolação dos dados. Neste mapa encontraremos áreas com níveis altos, níveis médios e baixos de ruído, que correspondem respectivamente as cores azul, vermelha e alaranjado.

Um dado interessante da área de estudo obtido por uma pesquisa dos “habite-se” do ano de 2000 em Belo Horizonte, é o fato de que a maioria das novas edificações, terem sido construídas em regiões de baixo nível de ruído.

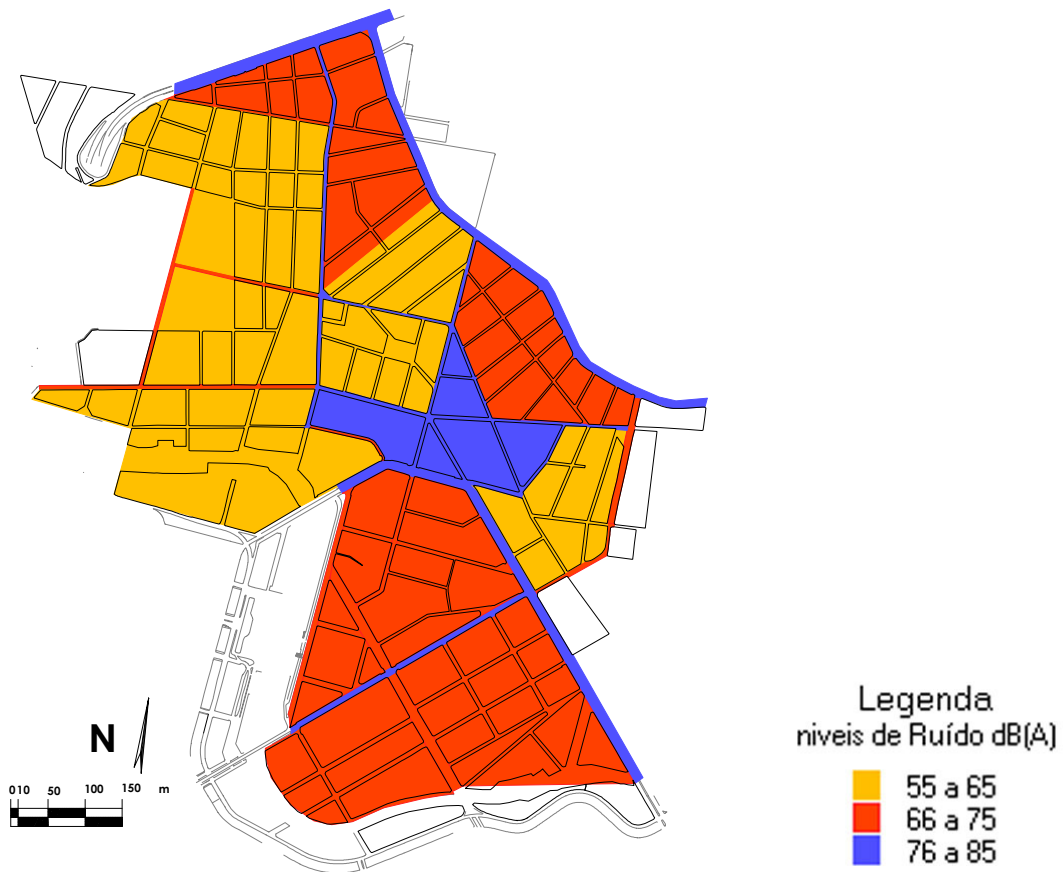


Figura 3 -Mapa Síntese

3. RESULTADOS E PERSPECTIVAS

O ambiente Sonoro do bairro Floresta apresenta problemas que estão relacionados com os níveis de ruído proveniente do tráfego e das características de Ocupação na área. Portanto, enumeraremos algumas diretrizes para a melhoria do ambiente Sonoro do Bairro Floresta.

1. Não permitir a verticalização excessiva, já que assim estaremos expondo mais pessoas ao ruído proveniente na vias de entorno e conseqüentemente atraindo mais veículos para a região. A verticalização no bairro Floresta pode se tornar mais problemática principalmente nas Ruas Locais e Coletoras que em sua grande maioria no bairro são muito estreitas. Assim pode-se canalizar o ruído entre os edifícios com sucessivas reflexões retardando a sua extinção. A Lei de uso e ocupação do Solo de Belo Horizonte permite a verticalização do Bairro com um coeficiente de aproveitamento de 1,7.
2. Não permitir a verticalização excessiva dos bairros vizinhos, pois como o bairro é caracterizado por TEIXEIRA 1996 como de passagem, isto significaria um aumento considerável do tráfego e conseqüentemente do ruído.
3. Não ramificar demasiadamente o tráfego a fim de gerar áreas de proteção ambiental com pouca influencia do ruído. Hoje, constantemente temos as saturações das vias pelo fluxo de carros, e assim para solucionar este problema, procura-se caminhos alternativos de tráfego. Entretanto muitas vezes quando tomamos esta solução estamos colocando mais pessoas expostas ao ruído. O novo caminho de tráfego poderá se saturar e teremos de desviar novamente o fluxo para outra rua e assim por diante, expondo mais pessoas ao ruído. Portanto para evitar que isto sempre aconteça deve-se pensar no tráfego em longo prazo juntamente com o plano diretor da cidade, evitando intervir somente em curto prazo. Um exemplo de novas propostas é o anel proposto pela BHTRANS, onde várias avenidas existentes juntamente com algumas outras a serem construídas (Av. Parque da Serra) circundarão a cidade, evitando que se tenha que passar pela área central de Belo Horizonte para ir de um local da cidade a outro.

4. Também se faz necessário tornar o transporte coletivo mais eficiente. Para isso, pode-se citar o transporte de massa como os metrô, que tomando cuidados com sua emissão de ruído, pode ser uma maneira de fazer com que as pessoas saem de casa sem seus carros.

É relevante observar que a pesquisa confirmou a hipótese de que o tráfego é o principal causador de ruído no bairro. Já que de uma forma geral, as ruas arteriais apresentaram maiores níveis de pressão sonora, seguidas da Coletoras e das Locais, respectivamente.

Pode-se também afirmar que as ruas com maior tráfego de veículos pesados ônibus e caminhões apresentaram ruídos maiores (Coletoras e arteriais). A Rua Ipiranga por exemplo obteve altos níveis de pressão Sonora para uma rua Coletora, e isto deve-se ao grande numero de ônibus que nela passam: 551 por dia. As outras coletoras: Itajubá 2 e Ponte Nova recebem respectivamente 54 e 119 ônibus por dia, ou seja muito menos, e obtiveram níveis de pressão sonora bem mais baixo que o da Rua Ipiranga.

Outro Fator que ficou comprovado nesta pesquisa é a influência da morfologia da rua e das edificações lindeiras no nível de ruído. Isto é facilmente perceptível ao se comparar os TNI entre ruas movimentadas mais estreitas (Ipiranga e Itajubá) com ruas movimentadas mais largas (Av. Assis Cheateaubriand). As ruas Ipiranga e Itajubá possuem TNI (110,62 e 115,78) maior que da Av. Assis Cheateaubriand (98,38).

Portanto, a Lei de uso e Ocupação, não só a de Belo Horizonte, deve incorporar estes conceitos a fim gerar uma melhor qualidade de vida aos seus habitantes, do ponto de vista do conforto acústico.

Quanto ao método estudado percebe-se que pode ser de grande serventia para a aplicação em grandes áreas como no ambiente urbano, tornando mais rápidas as coletas e análises dos resultados. Isto é conseguido já que se pode fazer um número reduzido de medições e analisar parte das variáveis empiricamente. Entretanto, sua precisão ainda precisa de mais estudos para ser comprovada, o que já vem sendo feito.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN National Standard Institute. Nova York, Procedures for outdoor measurement of sound pressure level: ANSI S12.18, Nova York, 1994. 18 p.
- AMERICAN National Standard Institute. Nova York, Quantities and procedures for description and measurement of environmental sound. Part 1: ANSI S12.9, Nova York, 1988. 13 p.
- AMERICAN National Standard Institute. Nova York, Quantities and procedures for description and measurement of environmental sound. Part 3: short-term measurements with na observer present: ANSI S12.9, Nova York, 1993. 23 p.
- BELL, Paul A.; et al Environmental psychology. Forth Worth. Harcout Brace Javanovich, College Publishers, 1990 p. 1-23; 87-150.
- TEIXEIRA, Maria Cristina Villefort. Evolução e percepção do ambiente em um bairro pericentral de Belo Horizonte. Belo Horizonte: Instituto de Geociências (IGC), 1996. (Dissertação de mestrado, Organização Humana do Espaço)
- BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal. Legislação urbanística de Belo Horizonte: Plano diretor, lei n.7165 de 27 de agosto de 1996, parcelamento, ocupação e uso do solo urbano, lei n.7166 de 27 de agosto de 1996. Belo Horizonte, 1996. 301 p.
- GERGES, Samir N. Y.. Ruído, Fundamentos e controle. 2 ed. Universidade Federal de Santa Catarina, 1996, 247p.
- LOPES, Márcia; BRASIL, Vanessa. O inimigo invisível. VEJA MG, Minas Gerais, n ?, p. 4-8, novembro 1991.
- VECCI, Marco Antônio de Mendonça. Mapeamento Sonoro da Cidade de Belo Horizonte: Impactos do tráfego veicular nos níveis de ruído urbano. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais,1999. (Prêmio mercocidades de ciência e tecnologia).

5. AGRADECIMENTOS

PRODABEL, BHTRANS, Natália Mol, Rafael Brandão e Roxane Mendonça .