



ESTRESSE E CONFORTO ACÚSTICO DO PEDESTRE EM SÃO PAULO

Gabriel de Alencar Novaes (1); Marcia Peinado Alucci (2); Leonardo Marques Monteiro (3)

(1) Graduando em Arquitetura e Urbanismo pela FAU USP, gabrielalencarnovaes@hotmail.com

(2) Livre Docente, Professora do Departamento de Tecnologia da Arquitetura, marciaalu@usp.br

(3) Pós-Doutor, Professor do Departamento de Tecnologia da Arquitetura, leo4mm@usp.br

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo,

Departamento de Tecnologia da Arquitetura, LABAUT – Laboratório de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo, Rua do Lago 876, São Paulo – SP, 05508-080, Tel.: (11) 3091 4538

RESUMO

A questão do conforto na arquitetura tem se difundido muito e se tornado importante disciplina em meio ao exercício de projeto, bem como tem ocorrido em relação à questão do desempenho do ambiente construído. Estes questionamentos, no entanto, giram frequentemente em torno da construção e pouco tratam do ambiente externo urbano. A poluição sonora urbana é, hoje, um dos problemas que mais aflige as grandes cidades, podendo ocasionar incômodo, desconforto, perda de produtividade e até mesmo danos fisiológicos ao sistema auditivo, o que causará sérios problemas de saúde pública no futuro. Este trabalho visa a compreensão e estudo da percepção do pedestre em relação à paisagem sonora urbana, em especial no que diz respeito aos cânions urbanos – ambientes tão característicos das metrópoles verticalizadas. Neste contexto, se espera identificar o impacto do ruído urbano no conforto acústico dos pedestres.

Palavras-chave: conforto urbano, conforto do pedestre, conforto acústico.

ABSTRACT

The issue of comfort in architecture has spread and become a very important discipline amid the building design exercises, as well as has occurred in relation to the issue of the performance of built environments. These questions, however, show themselves more around civil construction and just a little bit around external urban environments. Urban noise pollution is, today, one of the problems that afflicts most large cities, causing annoyance, discomfort, loss of productivity and even physical damage to the auditory system, which will provoke serious public health problems in the future. This research project aims the study and comprehension of pedestrians' perception in relation to urban soundscape, particularly with regard to urban canyons - very characteristic spaces in verticalized metropolis. In this context, it is expected to identify the impact of noise sound level in the pedestrians' acoustic comfort.

Keywords: urban comfort, pedestrian comfort, acoustic comfort.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a World Health Organization (2010) a poluição sonora é hoje, depois da poluição da água e do ar, o problema ambiental que afeta o maior número de pessoas. Pesquisa realizada em Curitiba em 2001 por Lacerda, A.B.M. (2005), mostrou que o incômodo causado pelo ruído de trânsito em áreas urbanas é o mais significativo (66,8% da população entrevistada).

Entende-se, portanto, que há uma significativa correlação entre a sensação sonora dos pedestres e o grande fluxo de veículos e outros produtores de sons e ruídos nas grandes vias urbanas. Busca-se interligar os valores de níveis de ruído encontrados a partir das medições nos pontos da Av. Paulista com as sensações descritas pelos próprios pedestres.

A presente pesquisa se propõe, a partir medições de campo e aplicação de questionários, caracterizar o estresse e o conforto acústico do pedestre em São Paulo, tomando como base algumas das grandes ruas e avenidas de intensa movimentação da cidade, maior parte constituintes de *canyons* urbanos, como por exemplo a Avenida Paulista, no Centro da Capital.

2. OBJETIVO

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar as condições de conforto e estresse acústico vividas pelos pedestres nas ruas de São Paulo (Capital), em especial no caso da Av. Paulista, utilizada como modelo. Visa também a notação e a avaliação da relação entre os resultados subjetivos (vendo conforto ou estresse como uma condição pessoal e individual registrada por meio de entrevistas) com os resultados práticos e objetivos que são obtidos, isto é, valores de níveis de ruído encontrados em medições. Com esses dados, procura-se um padrão de valores médios de níveis sonoros nas ruas urbanas que definam um estado de conforto ou estresse do pedestre na cidade.

3. MÉTODO

Esta pesquisa se inicia com um levantamento de conceitos básicos de acústica acerca do som e do ruído e suas relações com o ser humano e o mundo em que habita. Consiste também num levantamento de métodos de cálculo de ruído e níveis sonoros, e também das normas e legislações (federais, estaduais e/ou municipais) que existem atualmente para buscar controlar o ruído e o desconforto acústico nos grandes centros urbanos.

Posteriormente, a base metodológica inclui métodos de caracterização subjetiva e objetiva dos níveis e intensidade dos ruídos urbanos. Estes métodos são:

- Caracterização do nível sonoro nas calçadas por meio do método de cálculo proposto por Josse (1975) e por meio do método FHWA (Administração Rodoviária Federal dos Estados Unidos) apresentado por Bistafa (2006);
- Caracterização do nível sonoro nas calçadas por meio de medições com decibelímetro Lutron;
- Caracterização física do espaço da Avenida por meio de observação e medições (largura da via, largura da calçada, revestimento do piso, presença de canteiro central, presença de vegetação, muros e obstáculos, insolação, temperatura, etc.);
- Caracterização do estresse/conforto acústico dos pedestres é feita por meio de questionários respondidos por eles e através do índice proposto por Bistafa (2006).
- Avaliação da correlação entre os valores encontrados em medições, as condições físicas do espaço e as respostas dos usuários quanto às suas próprias condições de conforto.

3.1. O Ruído

Segundo De Marco (1982), ruído é todo som que não é desejado ao receptor e, por isso, pode causar incômodo, dor ou desconforto ou mesmo interferir nas atividades realizadas pelo sujeito, definindo, desse modo, sua importância na Arquitetura, pois afeta diretamente os usuários de um edifício e da cidade. Para o autor, o ruído pode ter diferentes intensidades, podendo ser forte o suficiente para causar danos imediatos ao ouvido, e, dependendo do ruído, até mesmo danos permanentes, ou, em menor intensidade, apenas perturbar a realização de uma atividade, como a audição de uma música, a leitura, o trabalho, etc.

Entretanto, Bistafa (2006) traz que não é de todo correto dizer que o som é indesejável, já que isso dependeria muito do contexto. O ruído pode ser provido de uma atividade que é intenção do próprio usuário do ambiente, a exemplo de máquinas, ruídos de motores, etc. Ainda mais, os ruídos podem, por vezes, ser úteis pois indicam uma série de informações, como a velocidade de um motor, a atividade de um computador, entre outras tantas coisas. O ruído, inclusive, é muitas vezes utilizado intencionalmente, como no caso do combate a um outro ruído, por exemplo, o que chamamos de Mascaramento Sonoro.

Dentre as fontes externas de ruídos, as mais intensas conhecidas ainda hoje estão relacionadas aos aviões, especialmente os aviões a jato (com ruídos chegando aos 100kilowatts de potência), e também aos relacionados ao tráfego rodoviário, maior causador do estresse acústico urbano. Além dessas, temos os ruídos provenientes dos outros vários meios de transporte urbanos (metrô, trens, bondes, helicópteros, etc.), maquinário industrial, ou utilizado na construção civil, entre outros. Como afirmam os autores, em quase qualquer ambiente de uma grande cidade existe um fundo sonoro contínuo derivado da superposição de todos esses sons e ruídos.

O incômodo provocado pelo ruído é tema de pesquisa de diversos especialistas no assunto, mas sendo um atributo muito subjetivo, as dificuldades em avaliar quantitativamente esse fenômeno são inúmeras. O incômodo do ruído depende de uma série de variáveis ligadas ao sujeito, como o grau de sua audibilidade, do seu potencial intrusivo, e especialmente do grau de aceitação do sujeito ao ruído. A percepção do ruído e a reação a este é algo que está em âmbito estritamente individual, portanto, para análises de ruídos é comum trabalhar com dados estatísticos, a partir de coletas de dados de perda de acuidade auditiva, por meio de entrevistas e protestos dos usuários, criando assim curvas-critério que trabalham com médias e probabilidades.

3.2. Nível de Ruído Equivalente

Em medições acústicas, são geradas séries de valores de níveis de ruído pontuais a cada segundo, minuto ou hora, já que estes têm uma variação praticamente constante, mesmo que seja pequena. Seja em ambientes urbanos ou espaços internos de edifícios dos mais variados tipos e usos, em projeto ou diagnóstico do local, existe a necessidade de se encontrar os momentos e locais mais e menos ruidosos do dia e do espaço.

Dessa maneira, existe a necessidade de encontrar um valor “médio” estatístico que seja representativo do todo das medições – assim como encontramos essa necessidade na maior parte dos trabalhos com um grande número de valores a serem analisados estatisticamente. Na definição de Bistafa (2006), o conceito de Nível Equivalente de Ruído é uma forma de calcular um valor médio do nível sonoro do ruído no intervalo de tempo da medição, de maneira a ponderar os valores segundo a quantidade de vezes que se repetem no período analisado. O algoritmo mais completa para o cálculo do Nível Equivalente de Ruído é a que se segue representada pela Equação 1. O cálculo consiste numa integral dos valores pontuais encontrados na sucessão das medições, ponderados pelo período analisado.

$$Leq = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{T} \cdot \int 10^{Lp(t)/10} dt \right)$$

Equação 1 – Nível Equivalente de Ruído (dB(A))

Onde:

$Lp(t)$ é o nível sonoro no instante t (dB(A))

A integral é definida entre 0 e T , sendo T o intervalo da medição (s)

A equação pode ser também expressa de maneira simplificada conforme a equação 2 abaixo, que expressa a média dos antilogs dos valores pontuais de níveis de ruído encontrados.

$$Leq = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{n} \cdot \sum 10^{\frac{Li}{10}} \right)$$

Equação 2 – Nível Equivalente de Ruído (dB(A))

Onde:

n = número total de valores medidos;

Li = nível pontual de ruído [dB(A)]

Segundo a Norma NBR 10.151, pode-se ainda calcular o valor de Leq conforme o método abaixo, na equação 3. O método consiste na exclusão dos valores extremos da medição, tidos como incomuns ou fora do padrão, isto é, os 10% menores e os 10% maiores. Dessa maneira, são encontrados os valores $L10$ e $L90$, ou seja, o nível de ruído maior que 10% dos valores e o nível de ruído maior que 90% dos valores.

$$Leq = 0,01 \cdot (L10 - L90)^2 + 0,50 \cdot (L10 + L90)$$

Equação 3 – Nível Equivalente de Ruído (dB(A))

Sabe-se que 130 dB(A) é o valor conhecido como Limiar de Dor (BISTAFA, 2006), pois a exposição curta e/ou contínua a ruídos desta amplitude pode ocasionar problemas e danos ao sistema

auditivo, bem como ocasionar a dor ao ouvinte. Valores abaixo de 20 dB(A) praticamente inexistem em nosso cotidiano, são tidos como um silêncio extremo em situações de laboratório e ambientes perfeitamente isolados. Abaixo de 0 dB(A) não se escuta. Nota-se que os ambientes em que estamos presentes em grande parte do tempo se caracterizam por funções básicas como: trabalho/estudo, concentração, descanso e lazer, bem como os ambientes externos urbanos. Nestes casos existe uma gama de valores aos quais estamos acostumados a realizar essas atividades e que, tabelados por Beranek, têm hoje conhecidos os valores de máximos e mínimos ideais para a execução dessas funções.

No caso dos ambientes urbanos, os valores de níveis de ruído podem ser bastante variados, dependendo do tamanho e fluxo das vias estudadas, bem como do porte e tipo de veículos que por ela passam. Ruas residenciais tranquilas e de pequeno porte podem ter baixos níveis de ruído, em torno dos 60 dB(A), enquanto que grandes avenidas chegam a ultrapassar os 85 dB(A) em Níveis de Ruído Equivalente, e mesmo ultrapassar os 100 dB(A) em valores pontuais, a exemplo do instante em que se está ao lado de ônibus e caminhões em estado de aceleração máxima.

3.3. Medições de Campo

No dia 2 de Abril de 2012, o ponto escolhido foi a Avenida Paulista, em São Paulo, já que esta é tão representativa do centro da cidade e seu espírito e, sem dúvida, uma das mais movimentadas da Capital e mesmo do país. A colocação dos equipamentos foi feita na borda da calçada junto à guia, o mais próximo possível do leito carroçável. As medições foram realizadas na calçada em frente ao Parque Trianon, próximo ao seu portão principal e à Base Comunitária da Polícia Militar.¹

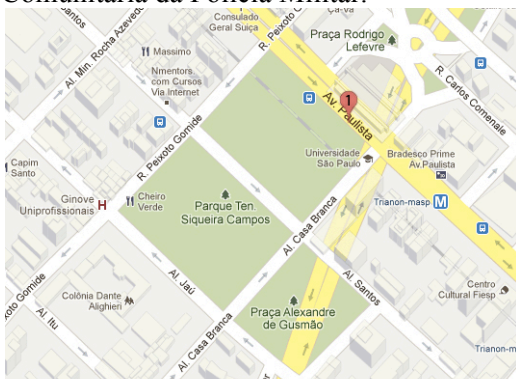


Figura 1 – Localização do Ponto de Medições escolhido

3.4. Procedimentos de medições e questionários

As medições foram realizadas, em geral, das 7h às 18h. Realizadas em baterias às 7h, 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h, as medições de acústica contaram, em cada horário, com 66 leituras do nível de ruído pontual ponderado pelo Filtro A, em dB(A), a cada 10 segundos ao longo de 10 minutos. O equipamento utilizado para monitoramento dos valores de nível sonoro foi o decibelímetro de modelo SL-4001 da Lutron, com resolução de até 0,1 dB (um décimo de decibel).

O cálculo das médias Leq foi realizado conforme o método apresentado por Bistafa (2006), apresentado pela Equação 2, acima, e como método comparativo, com o método proposto pela NBR 10.151 conforme a Equação 3 para checagem dos valores. No primeiro método, foi configurada uma planilha do Excel onde há uma aplicação direta da Equação 2, acima apresentada, nos 66 valores medidos em cada hora para obtenção do Nível Equivalente de Ruído de cada um dos horários.

Já no segundo caso, a planilha do Excel foi configurada para o cálculo em passos do Nível Equivalente de Ruído a partir da organização dos valores medidos em ordem crescente e da obtenção dos valores intermediários L10 e L90, isto é, os valores respectivamente maiores que 10% e 90% dos demais. Finalmente com estes valores intermediários foi aplicada a fórmula expressa pela Equação 3 acima, cujo resultado é o valor do Nível Equivalente de Ruído de cada horário analisado.

¹ Além das medições realizadas na Av. Paulista, neste ano de pesquisa, foram realizadas medições em pontos do Cambuci, bairro central de São Paulo. Estas últimas, no entanto, tiveram um maior caráter didático por conta das condições de temperatura e visibilidade do céu (“achatamento” dos resultados), e, por isso, utilizam-se somente as da Av. Paulista neste artigo.

Conforto Ambiental Urbano
USP - UFMG

Entrevistador: _____ Local: _____
 Data: ____/____/____ Hora: _____ Obs.: _____

Controle de Dados										Conforto Acústico				Conforto Térmico			Dados Individuais				Observação									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Como se sente?	Conforto Térmico	Como preferiria?	Altura	Peso	Profissão	Vestimenta (clo)	Sentado 105 W	Parado em pé 125 W	Andando 210 W	Bicicleta 605 W	Sol	Sombra	Sexo	Hora final		
Idade (20-59)	Mora em SP há mais de 1 ano?	Em qual bairro?	Ar condicionado nos últimos 30 min?	Gripe ou febre?	Grávida ou na menopausa?	Fones de ouvido nos últimos 30 min?	Problemas auditivos?	ingeriu bebida alcoólica na última hora?	Volume do som ambiente?	Volume lhe incomoda?	Conforto acústico	Som agradável	Som incômodo	Como se sente?	Conforto Térmico	Como preferiria?														
1	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
2	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
3	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
4	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
5	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
6	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
7	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
8	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
9	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
10	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
11	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
12	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
13	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
14	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:
15	S	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N								S	P	A	C	B	☀	◯	M	F	:

0.2 0.25 0.3 0.5 0.7 0.8 1 1.4

J - Volume ambiente
 1. Muito alto 2. Pouco alto 3. Normal 4. Baixo 5. Nem tinha percebido
 K - Volume lhe incomoda?
 1. Muito 2. Bastante 3. Mais ou menos 4. Um pouco 5. Não
 L - Conforto Acústico
 1. Confortável 2. Pouco desconfortável 3. Desconfort. 4. Muito desconfort. 5. Pouco mais quente 6. Mais quente 7. Muito mais quente 8. Sem mudanças 9. Pouco mais frio 6. Mais frio 7. Muito mais frio
 O - Como você se sente com relação às condições climáticas?
 1. Muito calor 2. Calor 3. Pouco calor 4. Nem calor, nem frio 5. Pouco frio 6. Frio 7. Muito frio
 P - Conforto térmico
 1. Confort. 2. Pouco desconfort. 3. Desconfort. 4. Muito desconfort.
 Q - Como preferiria as condições climáticas?
 1. Muito mais quente 2. Mais quente 3. Pouco mais quente 4. Sem mudanças 5. Pouco mais frio 6. Mais frio 7. Muito mais frio

Figura 2 – Questionário aplicado nas medições.

O questionário, realizado em conjunto com a então graduanda Larissa Silva de Oliveira, solicitava que pedestre determinasse o nível de seu conforto/desconforto com as condições acústicas e com as condições térmicas do ambiente – estes últimos não utilizados nesta publicação, mas utilizados na pesquisa da supracitada pesquisadora –, bem como para citar os ruídos mais incômodos e os sons mais agradáveis do

momento. As demais questões servem para caracterizar o pedestre entrevistado conforme idade, sexo, peso, vestimenta, se estava ou não grávida, na menopausa, doente, com problemas auditivos, usando fones de ouvido, etc. O grupo de questões de “controle de dados” foram utilizadas para poder estudar as variações de percepção dos usuários ocasionadas por estas “anormalidades” do comportamento; para os resultados finais apresentados nesta pesquisa, foram descartadas da contagem as pessoas entrevistadas que tivessem problemas auditivos, idade avançada (maior que 65 anos) ou que estivessem utilizando fones de ouvido. As demais questões deste grupo se referem ao controle de dados da pesquisa de Larissa Oliveira, sobre conforto térmico urbano.²

É importante ressaltar que o questionário propõe uma diferenciação entre incômodo com o ruído e desconforto acústico, sendo que o incômodo é a simples perturbação ocasionada pelo ruído, sem necessariamente causar desconforto. Isto é, uma pessoa pode alegar estar incomodada com o ruído da via mas dizer, por exemplo, que o mesmo não chega a configurar desconforto, como, de fato, ocorreu diversas vezes.

3.6. Resultados obtidos

Os gráficos a seguir (Figuras 3 e 4) mostram respectivamente o Nível Equivalente de Ruído encontrado para cada horário ao longo do dia, segundo o método de cálculo proposto por Bistafa (2006) e o método proposto pela NBR 10.151, e as porcentagens de entrevistados autodeclarados em conforto ou desconforto.

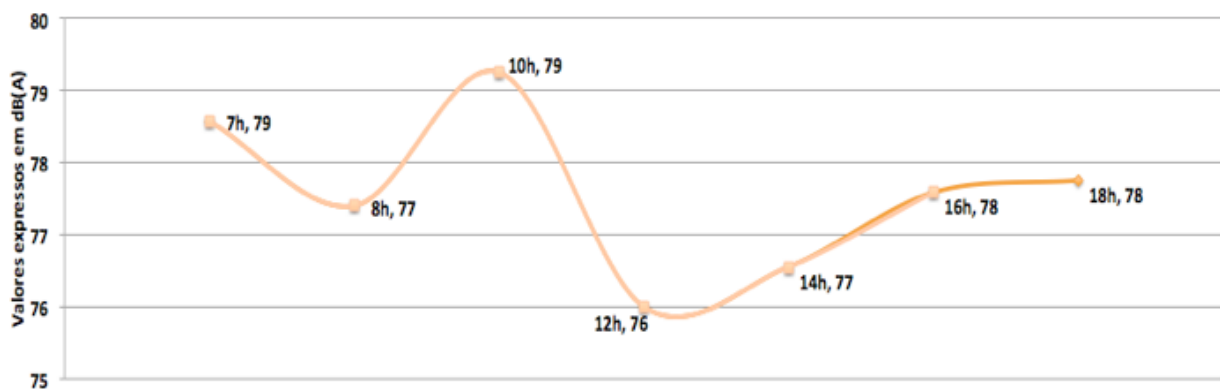


Figura 3 – Nível Equivalente calculado ao longo do dia 02/04/2012.

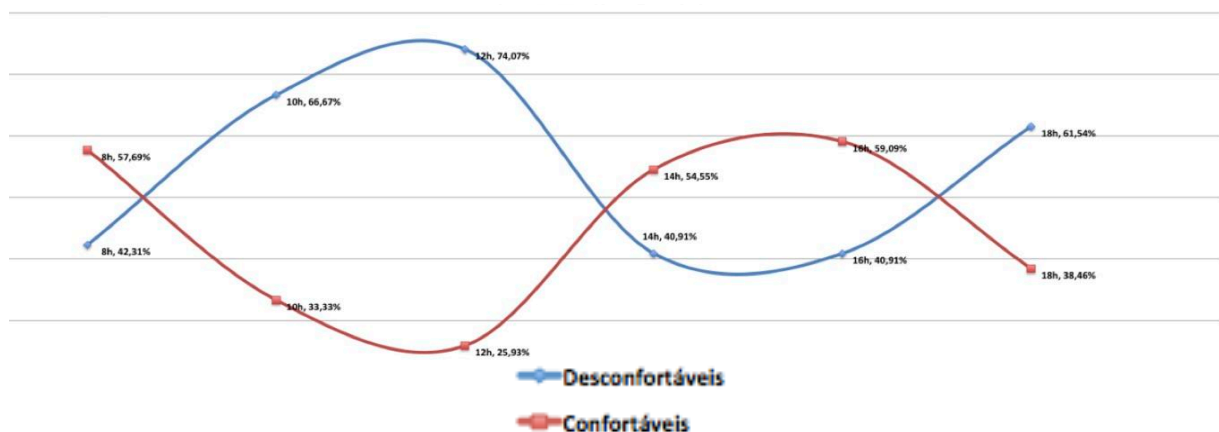


Figura 4 – Porcentagem de “confortáveis” e “desconfortáveis” ao longo do dia.

Horário	Nível de Ruído (dB(A))	% Confortáveis	% Desconfortáveis
8h	77	42	58
10h	79	33	67

² As medições de campo realizadas conjuntamente com outras pesquisas do LABAUT-USP, então foram ainda montados na estação de medições: termômetro, termômetro de bulbo, anemômetro, psicrômetro e higrômetro para análise das condições climáticas e térmicas do local. Dessa forma, foram também monitorados os valores de temperatura do ar, umidade relativa e absoluta, temperatura radiante e velocidade do ar.

12h	76	26	74
14h	77	55	45
16h	78	59	41
18h	78	38	62

Tabela 1 – Resultados obtidos

Podemos visualizar no gráfico da figura 4, que existe uma pequena flutuação dos valores níveis equivalentes de ruído ao longo das horas do dia, que se mantém próxima aos 3 dB(A). A Avenida, todavia, se mantém em tempo integral com níveis de ruído ambiente superiores a 70 dB(A) (máximo valor recomendado para manutenção do bem estar, saúde e produtividade em ruas comerciais), e mesmo acima dos 75 dB(A), ocasionando um desconforto mais intenso e presente na população, como Bistafa já previa.

Os valores calculados de Nível Equivalente para cada hora têm uma média de 78 dB(A), enquanto os valores pontuais medidos minuto a minuto são bem mais variáveis e flutuantes, variando dos 60 dB(A) até mais de 100 dB(A). O valor mais alto registrado foi de 138 dB(A), relativo ao ruído gerado pela aceleração plena de um ônibus articulado ao lado do equipamento.

Fica clara a existência dos horários de pico pela manhã e ao final da tarde, além de um semipico ao meio-dia. Porém, para efeito de análise acústica, os valores de nível de ruído equivalente de dos três períodos são tão semelhantes, que não hierarquizaremos os picos. Sabe-se que em meio à manhã e no meio da tarde, o ruído se mostra levemente reduzido.

Às 7h e às 8h temos um perfil semelhante de cidade e público: pessoas caminhando rapidamente em direção ao trabalho ou estudos. O trânsito nesse horário já é bastante carregado e, por vezes, congestionado e, por isso, o ruído é alto. O horário das 8h da manhã representa um alto nível de ruído equivalente em torno dos 77 dB(A), menor do que em outros horários como às 7h e às 10h, isso se explica principalmente pela variação do carregamento do trânsito ao longo do dia. Havia, às 8h, uma parcela de 42% que se disse acusticamente desconfortável e 38% que se diz incomodado com o ruído.

Uma mínima variação de 2 dB(A) até às 10h já muda o quadro: 71% de incomodados e cerca de 67% de pessoas alegando estar em desconforto. Nesse instante, 100% das pessoas que se dizem em desconforto térmico, já se mostram incomodadas com o ruído. 79 dB(A) é considerado um ruído exacerbado e crítico. Curiosamente nesse instante a maior parte das pessoas está confortável com as condições térmicas do local (87%), e se sentem perturbadas especificamente pelo ruído da rua.

79 dB(A) é, então, um nível crítico de ruído, onde uma parcela considerável da população entrevistada se sente perturbada. Obviamente não se pode tomar este exemplo como via de regra, porém, já se nota esta repetição de valores entre as medições do Cambuci e da Avenida Paulista. São valores próximos de um padrão geral das grandes avenidas de São Paulo, e a tolerância da população até determinado nível é variada, porém é consenso que quanto mais próximo dos 80 dB(A), maior é a parcela da população incomodada.

Entretanto, é ao meio-dia que os resultados chamam a maior atenção: o maior índice de acústico (cerca de 78%) e o maior índice de desconforto acústico (cerca de 74%) simultâneo ao menor nível de ruído equivalente registrado – 76 dB(A). Vale ressaltar que os valores encontrados de ruído para este horário, mesmo sendo os mais baixos medidos ao longo do dia, ainda assim são valores de ruído considerados altos. Um nível equivalente de ruído de 76 dB(A), na realidade, já se encontra na faixa da poluição sonora muito ruidosa e, mais especificamente na faixa dos ruídos elevados, quando vistos nas recomendações internacionais.

No entanto, deve-se levar em conta que, em horário de almoço, praticamente todas as pessoas estão saindo de ambientes condicionados e acusticamente isolados ou amortecidos, isto é, estavam em locais mais silenciosos, ou, no mínimo, menos ruidosos do que as ruas, ou seja, salas de aula, escritórios, ambientes de trabalho em geral. É muito provável que as horas passadas num ambiente mais calmo e silencioso aumentam a sensibilidade imediata ao ruído externo quando se vai para a rua.

Pela manhã (nos horários das 8h e das 10h), a maior parte das pessoas entrevistadas já estavam em deslocamento pelas ruas há, no mínimo, dezenas de minutos, ou até mais de uma hora. Dessa maneira, podemos dizer que já estavam menos sensibilizados ao ruído, isto é, “temporariamente acostumados” à poluição sonora a qual estavam submetidos momentaneamente.

No início da tarde há um leve incremento no nível de ruído, atingindo um Leq de 77 dB(A) às 14h. 50% dos entrevistados ainda alegam que o ruído é alto, porém a parcela de desconfortáveis é baixa, somente 19% da população, e os pouco desconfortáveis 24%. São cerca de 43% dos usuários que alegam se incomodar de alguma maneira com a poluição sonora da via. Vale ressaltar que o questionário propunha

perguntas diferentes para o desconforto acústico, incômodo acústico e o nível de ruído percebido.

O nível equivalente de ruído atingiu 78 dB(A), se aproximando do que se considera como nível crítico (de 80 a 85 dB(A) acima). 48% dos entrevistados considera o ruído muito alto, e mesmo 50% se dizem incomodados de alguma forma, porém, o índice de desconfortáveis é de 41% aproximadamente.

Às 18h, final de tarde e horário de pico, o congestionamento é muito expressivo aumentando os ruídos de motores e buzinas, anotados como os que mais incomodam os pedestres. Devido ao caos em meio à cidade neste horário, é significativa a quantidade de veículos de emergência e resgate que passam pelo local; sirenes de ambulâncias, caminhões de bombeiros, viaturas policiais são também bastante mencionadas entre os sons mais incômodos da via. O estresse cresce nesse horário, a maior parte dos pedestres se diz extremamente cansado e estressado após o dia de trabalho; de fato este é o horário mais difícil para aplicar as entrevistas, são muitos os que se negam a responder com pressa de voltar para casa.

O índice de desconfortáveis chega a aproximadamente 62% quando o nível de ruído equivalente se encontra em torno de 78 / 79 dB(A). Vale ressaltar que apesar do valor do nível equivalente, várias medições apontam para valores pontuais plausíveis altos e alarmantes, num máximo de 89 dB(A) no período, repetindo variadas vezes valores como 85, 87 e 89 dB(A).

Abaixo seguem os gráficos obtidos da relação nível de ruído/desconforto e ruído/incômodo:

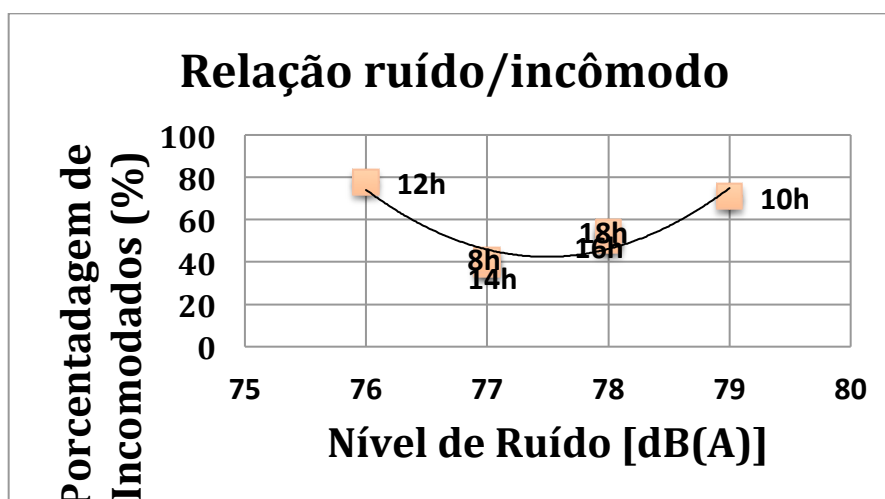


Figura 5 – Relação Ruído X Incômodo.

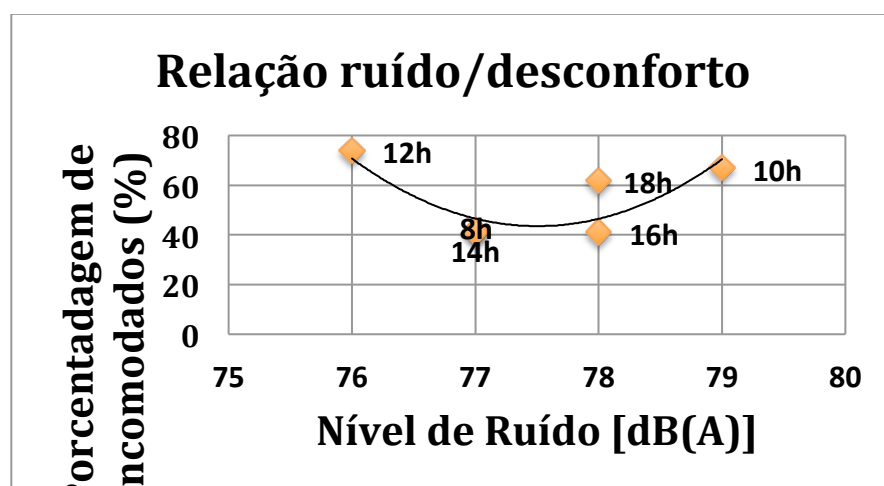


Figura 6 – Relação ruído X desconforto.

Nos gráficos acima (Figuras 5 e 6), a linha formada pelos níveis de ruído permite perceber como a porcentagem de pessoas incomodadas é diretamente proporcional ao nível de ruído, porém, o valor de 76 dB(A) mesmo sendo o menor possui a maior porcentagem de incomodados, comprovando a existência e atuação dos outros fatores mencionados na compreensão pessoal do ambiente e da sensibilidade ao ruído.

A variação e a curva da linha de tendências comprova o que foi dito acima e nos deixa claro que, somente com esses dados, é impossível equacionar o a porcentagem de incomodados e pessoas em

desconforto apenas em função do nível equivalente de ruído. É possível, todavia, criar aproximações de que valores a população terá maior tendência a se sentir desconfortável, bem como uma expectativa da parcela que estará assim.

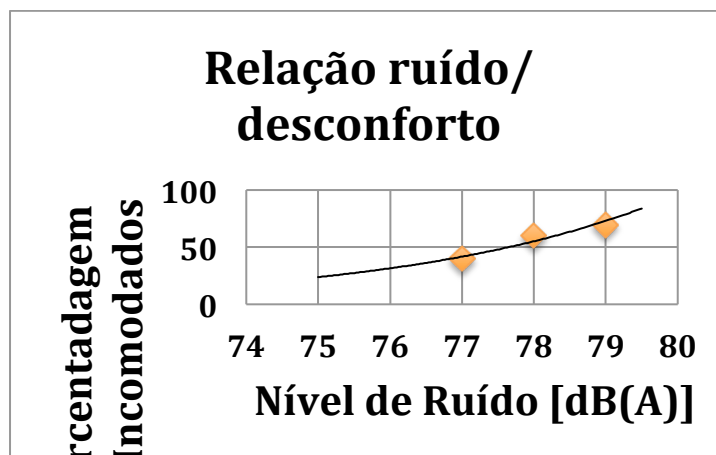


Figura 7 – Tendência da relação Relação ruído X desconforto

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Podemos perceber especialmente a partir do gráfico 7, que o nível de ruído e o índice de desconforto são diretamente proporcionais, em uma função estatística conforme no gráfico citado. É provável que o estado emocional imediato e as condições às quais a pessoa está submetida têm o maior peso na sua tolerância às condições acústicas do espaço. O estado de estresse emocional, ou o fato de estar com pressa, o nervoso, e mesmo o cansaço físico podem causar uma diminuição da tolerância ao ruído, enquanto que estar em ambientes fechados, isolados e/ou silenciosos pode aumentar drasticamente a sensibilidade imediata ao ruído quando se caminha para um ambiente externo mais ruidoso. Isso explica, em grande parte, porque por vezes níveis de ruído menores podem ocasionar maior percentual de desconforto.

No geral, quando os valores ultrapassam esta faixa e se aproximam dos 75 – 80 dB(A), torna-se ainda mais expressiva a quantidade de respostas afirmando que o ambiente está perturbador ou muito perturbador naquele momento. A altura e concentração dos grandes edifícios facilitam, no caso da acústica, que estes valores aconteçam, ao passo que os chamados *canyons urbanos* ocasionam a reverberação e o aumento indesejado do ruído de tráfego. Os índices de entrevistados perturbados ou em desconforto com o ruído chegaram aos 74% nos picos (atingindo 79 dB(A) pela manhã) e um mínimo de aproximadamente 41% dos usuários, quando o nível de ruído girava em torno dos 76 dB(A).

Grande parte das pessoas, no entanto, afirmam “já estar acostumadas com esse ruído cotidiano”, ou seja, notamos uma clara mudança e variação dos parâmetros de tolerância dos habitantes em relação ao ruído. Entretanto, apesar da visível adaptação psicológica da população a esses altos níveis de ruído, que passa a tolerar sem maiores questionamentos, segundo Bistafa (*BISTAFA, 2006*), em ambientes externos de vocação comercial, o nível-critério de 70 dB(A) provoca imediatamente interferências nas atividades realizadas e queda de produtividade. A exposição constante a essa grandeza de ruído ao longo dos anos (cerca de 40 anos) pode provocar sérias perdas graduais da capacidade auditiva, levando a uma população de meia e maior idade com mais sérios problemas no sistema auditivo, efeito que deverá ser sentido pela população em alguns anos.

Entretanto, a não linearidade dos dados, isto é, o fato de, porventura, surgirem porcentagens diferentes de desconfortáveis para um mesmo valor de nível de ruído (ex: 16h e 18h no gráfico 6), permite-nos dizer que o nível de ruído por si só não define a condição de conforto do pedestre, esta está completamente atrelada às outras condicionantes do espaço e especialmente à tolerância pessoal do indivíduo às adversas condições ambientais, questão merecedora de maior pesquisa.

5. CONCLUSÃO

Com os trabalhos de campo pôde-se perceber, a partir das respostas dos entrevistados, que o conforto acústico não depende exclusivamente do nível de ruído. Há de se considerar que o conforto é um estado geral do usuário, que inconscientemente associa todos os fatores do ambiente e de seu estado psicológico/emocional. Na realidade, pôde ser constatado, através das respostas dos questionários, que o

estado de conforto depende fortemente das expectativas que o pedestre tem em relação àquele espaço, bem como de suas experiências anteriores naquele ambiente e suas sensações acústicas mais recentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUCCI, M. P. *TAO: Uma metodologia para implantação de edificação. Ênfase no desempenho térmico, acústico, luminoso e energético.* Tese de Livre Docência. FAU USP. São Paulo, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT: *NBR 10151- Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.* Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT: *NBR 10152-Níveis de ruído para conforto acústico.* Rio de Janeiro, 2001.
- BISTAFA, S. R. *Acústica aplicada ao controle de ruído.* São Paulo: Edgar Blücher, 2006.
- DE MARCO, Conrado Silva. *Elementos de Acústica Arquitetônica.* São Paulo: Nobel, 1982.
- JOSSE, Robert. *La Acústica en la Construcción.* Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- LACERDA, A. B. M., MAGNI, C., MORATA, T.C., MARQUES, J.M, E ZANNIN, P. H. T. *Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. Ambiente & Sociedade – Vol. VIII.* Num. 2, JUL./Dez. 2005.
- WHO. World Health Organization. <<http://www.euro.who.int/en/what%20we%20do/health-topics/environmental-health/noise>> (Acesso em Jnh/2010).