

CONFORTO ACÚSTICO EM RUAS DO BAIRRO DE SÃO CRISTÓVÃO, RIO DE JANEIRO/ BRASIL

M. L. A. Niemeyer

RESUMO

Em função da crescente inquietação com questões relacionadas ao meio ambiente, o planejamento ambiental, coerente com as características climáticas do sítio e a realidade sócio-cultural da população, passou a ser um referencial importante para a sustentabilidade urbana. Na maioria das grandes cidades brasileiras, e o Rio de Janeiro não é uma exceção, a opção preferencial pelos meios de transporte rodoviário tem levado à construção de vias expressas, túneis e viadutos como alternativa para melhorar a mobilidade urbana. Na prática tais intervenções têm se mostrado ambientalmente tão mais agressivo quanto mais consolidado for o contexto urbano. Uma destas vias expressas é a chamada Linha Vermelha, cujas pistas elevadas cruzam o bairro de São Cristóvão. O objetivo do presente trabalho é avaliar o impacto da Linha Vermelha sobre as condições de conforto acústico das ruas afetadas. A avaliação de conforto acústico adotou como referência os parâmetros estabelecidos pela legislação municipal (SMAC, 2002) por similaridade entre a NBR 10151 (ABNT, 2000) e o zoneamento de Uso do Solo. O trabalho de campo envolveu o levantamento físico e o registro dos níveis de pressão sonora (LAeq, L90 e L10) das ruas estudadas.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de paisagem como conjunto visual e funcional total parte do pressuposto que o conforto global depende de paisagem organizada, onde as partes se integram de forma harmoniosa mas que seja também coerente com seus sentidos, sua vida e utilização (LYNCH, 1981). Pensar no espaço urbano como um meio no qual o homem está inserido é fundamental para atingir o equilíbrio e criar condições de conforto para os usuários. Tais condições podem ser induzidas por diversos tipos de indicadores como: cor, forma, movimento ou polarização da luz, textura, odores e sons entre outros (CHING, 1998).

A rua é o mais característico dos espaços urbanos - mais importante que praças, bosques, parques e quaisquer outros tipos de logradouros – por ser o local onde ocorrem as relações de troca com a comunidade (SANTOS, 1985). Além de passagem obrigatória da população em seus trajetos cotidianos, a rua constitui local de permanência obrigatória para diversas categorias de trabalhadores que nela exercem suas funções sob as mais diversas condições ambientais.

As características acústicas da rua são condicionadas pela interação entre sua morfologia (relação entre a largura da rua/ altura dos edifícios, continuidade e volumetria dos limites laterais, materiais de revestimento do piso e fachadas, topografia) e as fontes sonoras (potência, geometria e localização).

Uma mesma cidade comporta uma grande variedade de “paisagens sonoras” (SCHAFFER, 1991). Pequenas distâncias – entre bairros ou mesmo entre quadras de um mesmo bairro – podem representar diferenças sensíveis aos canais de percepção auditiva, não apenas em relação aos dados mensuráveis como na resposta subjetiva dos receptores às diferentes fontes sonoras.

A implantação de uma via expressa em um tecido urbano consolidado é fator de impacto ambiental, seja pelo bloqueio visual, pela interferência na insolação e ventilação devido à inserção de elementos verticais ou pela emissão de calor, ruído e poluentes por veículos automotores.

2. SÃO CRISTÓVÃO E A LINHA VERMELHA

A ocupação inicial do bairro se deu na primeira metade do século XVI, por padres da Companhia de Jesus que receberam uma porção de terras alagadiças onde construíram a ermida de São Cristóvão, próxima ao caminho do mesmo nome. A circulação de tropas e viajantes pelo caminho que ligava o “sertão” à cidade, propiciou o aparecimento de uma pequena povoação e seu rossio, o Campo de São Cristóvão. Após a expulsão dos jesuítas, a grande fazenda dividida em chácaras. No topo de uma elevação, sobre a paisagem pantanosa, destacava-se a sede de uma destas propriedades, a Quinta da Boa Vista. Em 1808, a propriedade foi doada ao Príncipe Regente D.João, que fez dela sua residência de verão. A região foi então rapidamente ocupada. Em curto espaço de tempo, a vila de pescadores transformou-se no aristocrático arrabalde de São Cristóvão Imperial.

A partir do exílio de Pedro II, o bairro entrou em decadência. Refletindo as modificações por que passava o resto da cidade, mudaram o perfil social de sua ocupação, a natureza de seu tráfego e a forma e a função de seus edifícios. Indústrias, atraídas pela infra-estrutura e facilidade de transporte, ocuparam com trapiches a praia de São Cristóvão. Casarões decadentes foram transformados em lojas, pensões e casas de cômodos.

Uma intervenção que mudou de forma definitiva a paisagem do bairro foi a construção da Linha Vermelha¹ – via expressa que liga a Baixada Fluminense ao Centro e é um dos principais acessos para o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro. Inaugurada em 1992², tem cerca de vinte e um quilômetros de extensão e um fluxo médio diário de 135.000 veículos. Constituído por duas pistas elevadas, em estrutura metálica apoiada sobre pilares de concreto, o viaduto corta São Cristóvão, através da Rua Bela, Campo de São Cristóvão e Rua Figueira de Melo (figura 1).

¹ RJ- 071, oficialmente denominada Via Expressa Presidente João Goulart. (CETRIO, 2010)

² Sua inauguração foi feita em 2 etapas: a primeira delas foi feita em 30 de abril de 1992, em um trecho de 7 km entre o bairro de São Cristóvão e a Ilha do Fundão. Em 11 de setembro de 1994, o segundo trecho de 14 km entre a Ilha do Fundão e a Rodovia Presidente Dutra foi aberto ao trânsito. (CETRIO, 2010)

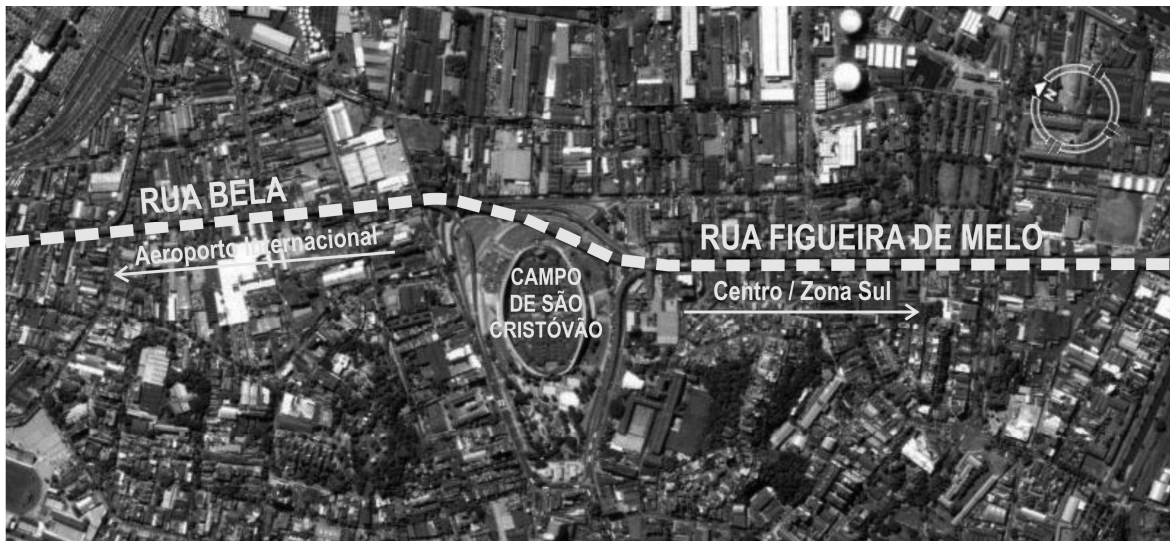


Fig. 1: Passagem da Linha Vermelha através de São Cristóvão

3. ROTEIRO METODOLÓGICO

3.1. Inventário Físico

O inventário físico teve por objetivo identificar as características morfológicas das ruas que potencialmente possam interferir no desempenho higrotérmico dos espaços. Esta etapa envolveu o levantamento dos elementos físicos através de registro fotográfico, análise das plantas cadastrais e informações complementares obtidas em campo. Nesta etapa foram também observadas as características das fontes sonoras e o volume e composição do tráfego de veículos.

3.2. Medições em Campo

Em função da diversidade de fontes e da variação temporal do ruído emitido, a medição instantânea do nível de pressão sonora não é suficiente para caracterizar o ambiente acústico em áreas urbanas. Como referência para avaliação de ruído ambiental é adotado o Nível de Pressão Sonora Equivalente (LAeq) ponderado na curva “A”, por definição, “o nível que, na hipótese de poder ser mantido constante durante o período de medição, acumularia a mesma quantidade de energia acústica que os diversos níveis variáveis acumulam no mesmo período” (ABNT, 2000).

$$LAeq = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{Li}{10}}$$

Onde:

- Li é o nível de pressão sonora, em dB(A), lido em resposta rápida (*fast*) a cada dez segundos, durante pelo menos cinco minutos;
- n é o número total de leituras.

Existem também índices estatísticos, calculados a partir de uma série de registros de pressão sonora instantânea, em um determinado intervalo de tempo. Entre os níveis estatísticos, dois são de particular interesse:

- (L_{90}) é nível ultrapassado em 90% do tempo de medição, usado para estimar o nível de ruído de fundo (NICOL, 2004);
- (L_{10}) é o nível sonoro ultrapassado em 10% do tempo de medição, usado na avaliação do nível de ruído de pico.

As campanhas de medição dos níveis de pressão sonora (NPS) foram realizadas em diferentes dias e horários, com o objetivo de avaliar o comportamento dos espaços diante da variação do volume de tráfego e do funcionamento de outras fontes sonoras (colégios, comércio).

As medições de NPS foram realizadas com um Medidor de Nível de Pressão Sonora marca Rion, modelo SL-18na curva (A), por períodos de 10 minutos. O equipamento possui funções para cálculo automático de (L_{Aeq}), (L_{90}) e (L_{10}).

Foram também registrados os valores instantâneos de NPS máximo (L_{mx}) e mínimo (L_{mn}) ocorridos no período. Embora estes índices representem eventos episódicos, podem ser úteis para caracterizar a paisagem sonora do espaço estudado.

3.3. Parâmetros de Avaliação

No Brasil, na esfera federal, a Resolução nº 1 do CONAMA (1990) estabelece como parâmetro para controle da poluição sonora os valores definidos pela NBR-10151, “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade” (ABNT, 2000).

No Rio de Janeiro, o Nível Critério para Avaliação (NCA) de ruído ambiental (Tabela 1) são estabelecidos pela por similaridade entre a NBR 10151 e o Zoneamento Municipal de Uso e Ocupação do Solo pela Lei 3268 (2001).

Tabela 1 - Nível de Critério de Avaliação em dB(A)

Tipos de Áreas	Período Diurno	Período Noturno	Zoneamento Municipal (por similaridade)
Áreas de sítios e fazendas	40	35	(zonas de preservação, unidades de conservação ambiental e zonas agrícolas) ZCVS, ZPVS, Áreas Agrícolas
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45	ZRU
Área mista, predominantemente residencial	55	50	ZR 1, ZR 2, ZR 6, ZRM, ZOC
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55	ZR3, ZR 4, ZR 5, ZUM, CB de ZR, ZC, ZCS
Área mista, com vocação recreacional	65	55	ZT, AC, ZP, CB de ZT
Área predominantemente Industrial	70	60	ZPI, ZI, ZIC, CB de ZI
Período diurno: 7:00 às 22:00 horas / Período noturno: 22:00 às 7:00 horas			

A avaliação de conforto acústico foi realizada através da comparação entre os NPS registrados em campo, nos três pontos de medição. Foi também verificada a variação em relação ao Nível Critério de Avaliação, recomendado pela legislação. O NCA para área (Zona de Comércio e Serviço) corresponde a 60 dB (período diurno) e 55 dB (período noturno). Os níveis de ruído de pico, de fundo e os valores máximos e mínimos foram usados para caracterizar a paisagem sonora da rua.

A ultima etapa de trabalho buscou relacionar as características morfológicas das ruas estudadas com o desempenho acústico aferido a partir das medições em campo.

4. ÁREA DE ESTUDO

Para o estudo de caso foram selecionadas três ruas que, embora próximas, apresentam configuração espacial bastante diversa. Para representar as características tipológicas de cada uma das ruas, os pontos de medição (Figura 2) estão localizados em “meio de quadra”, evitando-se situações de cruzamento de vias, que apresentam características mais complexas.

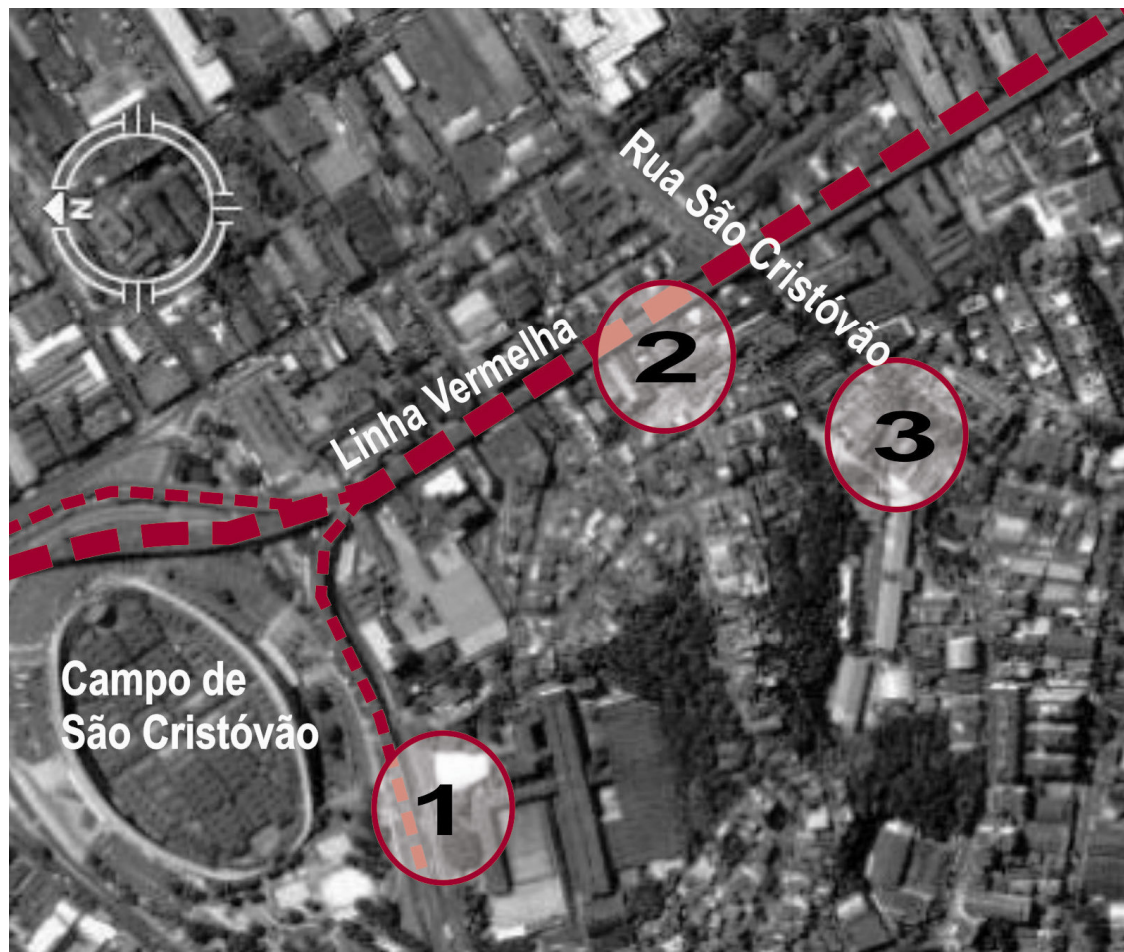


Fig. 2 – Localização dos pontos de medição

- Ponto 1: Campo de São Cristóvão;
- Ponto 2: Rua Figueira de Melo, embaixo do viaduto da Linha Vermelha;
- Ponto 3: Rua São Cristóvão.

4.1. Campo de São Cristóvão

Uso do Solo: Colégio Pedro II, Escola Municipal Gonçalves Dias e Centro de Tradições Nordestinas (antigo Pavilhão de São Cristóvão).

Tráfego de Veículos:

Nível do Colégio Pedro II (+ 9,70 metros): Via com três faixas de rolamento, sendo uma destinada a estacionamento. Fluxo de veículos reduzido, mesmo nos horários de entrada e saída da escola.

Nível do Campo de São Cristóvão: Duas vias, com duas faixas de rolamento cada, para acesso à rua Figueira de Melo e contorno do Campo, e uma rampa de acesso ao viaduto.

O fluxo de veículos é intenso, principalmente no início da manhã e final da tarde.

Outras Fontes Sonoras: Vozes de alunos no pátio e nas bancas de comércio informal nas próximas à entrada das escolas.

Padrão de ocupação: Construções de grande porte, soltas das divisas e afastadas da testada do lote.

Largura média da via 10,0 metros

Largura média das calçadas: 3,00 metros.

Pavimentações: asfalto (vias), placas de concreto (calçadas) saibro e grama (campo).

Vegetação: A arborização do pátio do colégio e do Campo projeta sombra sobre as calçadas.



Fig. 3: Mapa figura-fundo e corte transversal às vias de tráfego. O local das medições está assinalado em vermelho

Tabela 2: Resultado das medições (Figura 3)

Zona de Comércio e Serviço		NCA = 60 dB		
DIA	2ª FEIRA	4ª FEIRA	6ª FEIRA	SÁBADO
HORA	9:00	16:00	18:00	14:00
LAeq	69	68	66	64
LAmx	83	82	83	79
LAmn	55	56	57	53
L10	71	70	68	65
L90	62	61	61	58
LAeq – NCA	+ 9	+ 8	+ 6	+ 4
L10 – L90	9	9	7	7

4.2. Rua Figueira de Melo (Linha Vermelha)

Uso do Solo: Comércio e serviços. Na maior parte dos edifícios de uso misto, o espaço originalmente ocupado por habitações é destinado a depósitos e almoxarifados.

Tráfego de Veículos:

Nível dos edifícios: Via com três pistas de rolamento, sendo uma destinada a estacionamento. O fluxo de veículos de passeio é moderado, mas a via é trajeto de algumas linhas de transporte coletivo.

Nível do Viaduto: Três pistas de rolamento em cada nível. Fluxo intenso (veículos leves e pesados) durante todo o dia, principalmente no início da manhã e final da tarde. A pista inferior passa na altura do segundo pavimento dos edifícios.

Outras fontes sonoras: O único som que consegue se sobrepôr ao dos veículos é o ruído de impacto dos equipamentos das oficinas mecânicas. A partir de meio metro de distância, a voz é, praticamente, inaudível.

Padrão de ocupação: Predominam os edifícios colados nas divisas laterais e alinhados na testada do lote. Lojas térreas e sobrados de 2 ou 3 pavimentos.

Largura média da via: 10,0 metros

Largura das calçadas: 2,0 a 6,0 metros, com pontos de estrangulamento junto aos pilares do viaduto.

Pavimentações: asfalto (via) e cimentado (calçadas).

Vegetação: Ausência quase total.

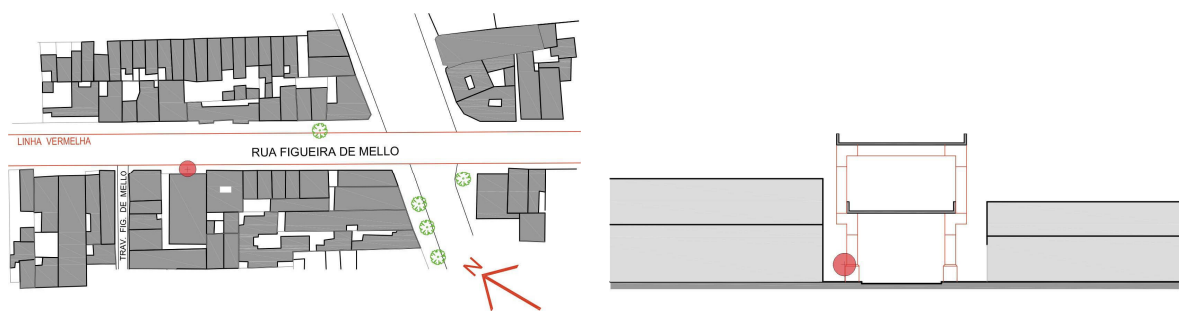


Fig. 4: Mapa figura-fundo e corte transversal às vias de tráfego. O local das medições está assinalado em vermelho

Tabela 3: Resultado das medições (Figura 4)

Zona de Comércio e Serviço		NCA = 60 dB		
DIA	2ª FEIRA	4ª FEIRA	6ª FEIRA	SÁBADO
HORA	9:00	16:00	18:00	14:00
LAeq	84	83	79	75
LAmx	97	98	88	83
LAmn	64	66	71	64
L10	87	86	82	76
L90	80	79	76	71
LAeq – NCA	+ 24	+ 23	+ 19	+ 15
L10 – L90	7	7	6	5

4.3. Rua São Cristóvão

Uso do Solo: Comércio e serviços.

Tráfego de veículos: Via com quatro pistas de rolamento. Estacionamento ao longo das pistas laterais. Fluxo intenso, porém fluido, composto por veículos de leves e pesados (principalmente transporte coletivo).

Outras fontes sonoras: Equipamentos das oficinas mecânicas e caixas de som da rádio comunitária. Apesar do ruído de fundo elevado é possível perceber vozes e assobios.

Padrão de ocupação: Predominam edifícios: colados nas divisas laterais e alinhados na testada do lote. Lojas térreas, sobrados e edifícios de até seis pavimentos.

Largura média da via: 12,0 metros

Largura das calçadas: 3,0 a 12,0 metros.

Pavimentações: asfalto (via) e cimento (calçadas)

Vegetação: Arborização farta ao longo das calçadas.

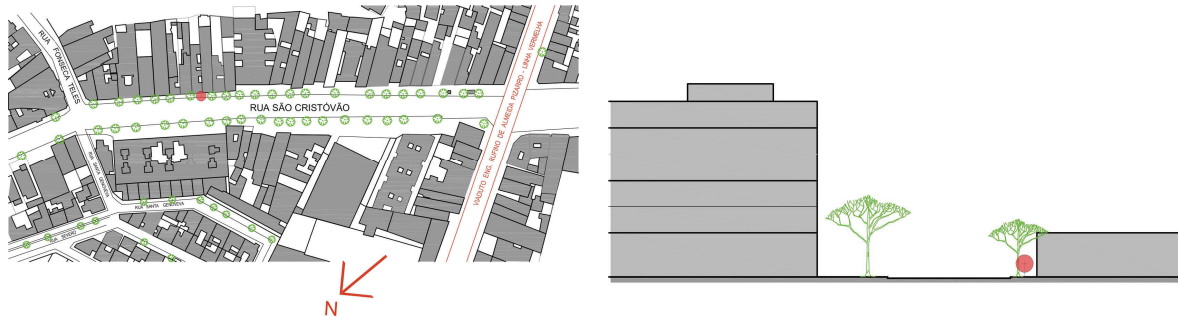


Fig. 5: Mapa figura-fundo e corte transversal às vias de tráfego. O local das medições está assinalado em vermelho

Tabela 4: Resultado das medições (Figura 5)

Zona de Comércio e Serviço		NCA = 60 dB		
DIA	2ª FEIRA	4ª FEIRA	6ª FEIRA	SÁBADO
HORA	9:00	16:00	18:00	14:00
LAeq	74	73	73	69
LAmx	88	87	95	86
LAmn	65	63	61	58
L10	76	76	75	71
L90	65	66	64	56
LAeq – NCA	+ 14	+ 13	+ 13	+ 9
L10 – L90	11	10	11	15

5. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A partir dos resultados obtidos (tabelas 2, 3 e 4) foram construídos gráficos para avaliação comparativa dos valores do Nível de Ruído Equivalente (LAeq) registrado nos pontos de medição (figura 2), e o desvio em relação ao Nível Critério de Avaliação (NCA).

No gráfico da figura 6, os valores de Nível de Ruído Equivalente agrupados por campanha de medição. A linha pontilhada preta indica o limite de 60 dB, estabelecido pela legislação.

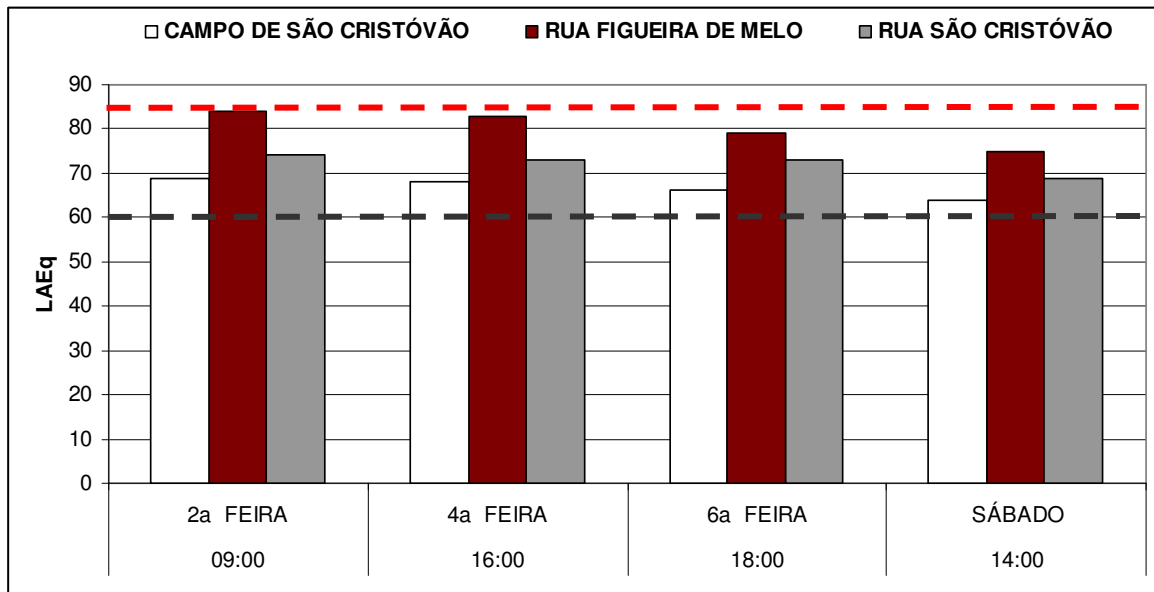


Fig. 6: Valores de LAeq.

A linha pontilhada preta indica o NCA e a vermelha o limite de 85 dB.

Embora em nenhuma das medições os níveis critério de avaliação, estabelecidos pela legislação, tenham sido respeitados, a situação da Rua Figueira de Melo, como era esperado, se configura com a mais grave. Os níveis de ruído equivalente estão perigosamente próximos ao o limite de insalubridade de 85 dB(A) estabelecido pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 1999).

Entre os pontos de medição, o mais protegido do ruído de tráfego foi o do Campo de São Cristóvão. O ruído dos veículos que circulam nas pistas situadas no nível do campo e na rampa de subida para a Linha Vermelha, é difratado pelos desníveis existentes entre as pistas e a calçada e entre esta e os edifícios. O efeito de barreira acústica protege do ruído de tráfego os edifícios escolares localizados no nível mais elevado. Colégio Pedro II. A circulação de veículos nas pistas - com exceção dos horários de troca de turno - é eventual, não constituindo fator de desconforto.

Na Rua São Cristóvão, o nível sonoro é o resultado do somatório do ruído do tráfego com diversas outras fontes, como máquinas e equipamentos das oficinas mecânicas e a música da rádio comunitária. Entretanto, apesar do ruído de fundo elevado é possível perceber vozes e assobios.

Outra questão a ser considerada é a variação temporal do ruído. Variações bruscas dos níveis de pressão sonora são particularmente desconfortáveis. O gráfico da figura 7 compara os níveis de ruído de fundo (L90) e de pico (L10) registrados em campo. As variações mais significativas ocorrem na Rua São Cristóvão devido, principalmente, às freadas e buzinas de veículos pesados, nos cruzamentos e paradas de ônibus.

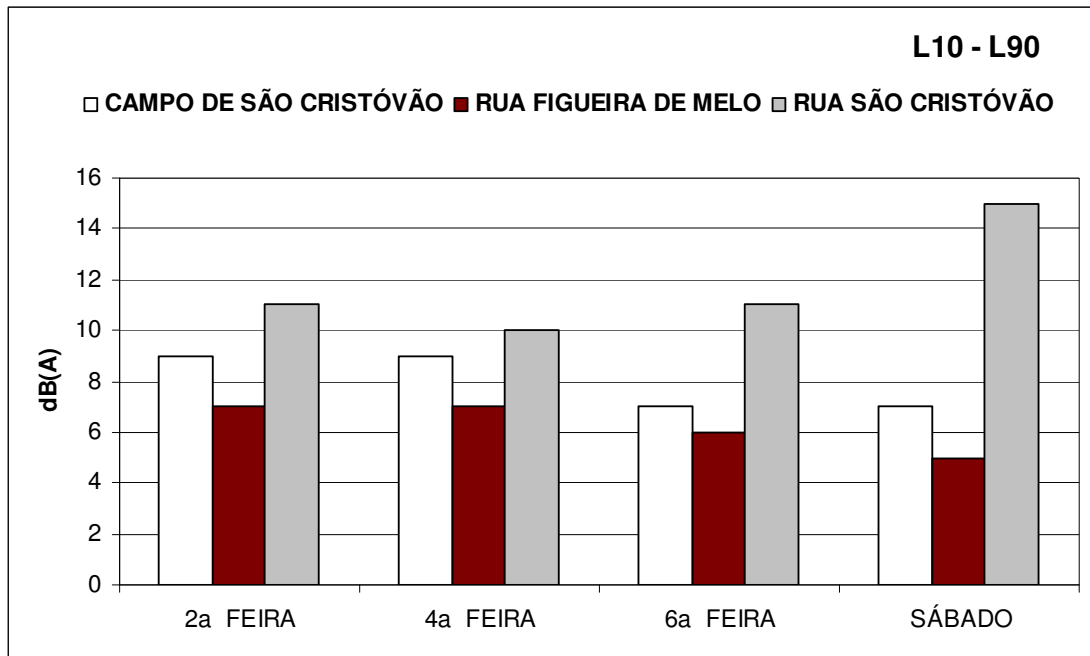


Fig. 7: Diferença entre Ruído de Pico e de Fundo

A presença do Viaduto da Linha Vermelha, que ocupa praticamente todo o espaço entre a fachada dos edifícios define o campo sonoro reverberante, responsável pelos os níveis sonoros elevados. Em função da contribuição das reflexões (sobre fachadas e pistas elevadas) e da vibração da estrutura do viaduto, a interrupção do tráfego (pelo sinal próximo ao Campo de São Cristóvão) não resulta em redução significativa do NPS.



Fig. 8: À esquerda, cruzamento das Ruas Figueira de Melo e São Cristóvão. À direita, contato da estrutura do viaduto com beiral da loja.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um aspecto de extrema importância é o entendimento do tipo de uso que o espaço deve comportar, para que seu planejamento incorpore as necessidades e o resultado atenda às expectativas de conforto dos usuários. A qualidade do espaço público envolve, além de características puramente formais, aspectos ambientais, sócio-culturais e simbólicos.

Com exceção do Campo de São Cristóvão, o padrão de ocupação dominante nas ruas estudadas, característico dos primeiros bairros da cidade, oferece pouca proteção em relação ao ambiente externo. Os edifícios são alinhados na testada dos lotes, com fachadas muito próximas das vias de tráfego (fontes de calor, ruído e poluição). Em muitas situações percebe-se claramente que o alargamento das vias de tráfego foi obtido com a redução do passeio, configurando situações de desconforto não apenas para os pedestres como para os usuários dos edifícios.

A situação mais crítica é encontrada ao longo da Rua Figueira de Melo. E m alguns pontos de estrangulamento, a estrutura do viaduto entra em contato com as marquises e beirais das lojas (Figura 8). O campo sonoro reverberante estabelecido pelo “fechamento do céu” e vibração das pistas da Linha Vermelha aliado à tipologia característica do comércio local – aberto direta e permanentemente para a calçada – expõe os trabalhadores a níveis sonoros perigosamente próximos ao limite de insalubridade (Figura 9).



Fig. 9: Viaduto da Linha Vermelha sobre a Rua Figueira de Melo

Como as características morfológicas e ambientais da Rua Figueira de Melo são determinadas por uma intervenção urbana que pode ser classificada como irreversível, quer pelo investimento público em sua construção, quer por seu papel como um dos principais eixos viários da cidade.

As possíveis soluções para a melhoria da qualidade acústica passam pela proibição do tráfego de veículos e considerar o uso de materiais de absorção (que resistam às intempéries e sejam adequados para o espectro do ruído de tráfego) para controle da reverberação.

6. REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2000). NBR-10151 – **Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade**. Rio de Janeiro.

CET RIO – Secretaria Municipal de Transportes.

<http://www.rio.gov.br/smtr/cetrio/gfgit03g.htm>, acesso em 12/04/2010

Ching, F. D. (1998) **Arquitetura, Forma, Espaço e Ordem**. Martins Fontes, São Paulo.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente (1990)- **Resolução nº 1. Controle da Poluição de Meio Ambiente**.

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0190.html>. Acesso em 20 de janeiro de 2007.

Lei n.º 3268, de 29 de agosto de 2001. Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro.

Lynch, K. (1981) **A Theory of Good City Form**, MIT Press, Cambridge.

Nicol, F. (2004) The Effect of Street Dimensions and Traffic Density on the Noise Level and Natural Ventilation Potential in Urban Canyons, **Energy and Buildings**, n. 36, pp. 423-434.

Niemeyer, M. L. **Conforto Acústico e Térmico, em Situação de Verão, em Ambiente Urbano: Uma Proposta Metodológica**. Tese de Doutorado COPPE/ UFRJ. Rio de Janeiro. 2007.

Santos, C. N. F. (1985) **Quando a rua vira casa**. Projeto, São Paulo.

Schafer, M. (1991). **O Ouvido Pensante**. Editora Unesp. São Paulo.

WHO (1999) **Guidelines for Community Noise**.
<http://www.who.int/peh/noise/guidelines2.html>. Acesso em 25 de janeiro de 2005.