



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

ANÁLISE DE CONFORTO ACÚSTICO DO CONJUNTO HABITACIONAL BENTO RIBEIRO DANTAS, E AVALIAÇÃO DA INTERFERÊNCIA DO RUÍDO DA VIA EXPRESSA LINHA AMARELA SOBRE AS HABITAÇÕES.

(1) Patrícia França; (2) Maria Lygia Niemeyer; (3) Mauro Santos.

- (1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, paivapatrícia@yahoo.fr
(2) PhD, Professora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, lygianiemeyer@gmail.br
(3) PhD, Professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, mcosantos@ig.com.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Arquitetura – Proarq – FAU.
Av. Pedro Calmon 550, sala 433 Prédio da Reitoria – Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ, CEP:
21941-590, Tel.: (21) 2598-1686.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo das razões de muitos conjuntos habitacionais no Rio de Janeiro apresentarem baixa qualidade acústica, potencializando a desvantagem social de seus moradores. Como estudo de caso foi escolhido o Conjunto Bento Ribeiro Dantas no Bairro da Maré, localizado em uma área industrial na zona norte, e vizinho à Via Expressa Linha Amarela, que está sendo ampliada na direção das residências. A metodologia adotada consiste na análise do projeto de arquitetura observando o desempenho acústico das soluções adotadas, e trabalho de campo envolvendo registros de níveis de pressão sonora em pontos estratégicos para avaliação do impacto da via expressa sobre esta área residencial. Os resultados foram comparados com os parâmetros estipulados pelas normas ABNT NBR15575, NBR 10151 e NBR 10152, e com os critérios exigidos na legislação específica para Habitação de Interesse Social (HIS) no Rio de Janeiro. Foi concluído que há incompatibilidades entre o NCA permitido para Zona Industrial e o adequado para uso habitacional, e a legislação atual para HIS não estabelece critérios que garantam a salubridade acústica das unidades, importante elemento no combate à desigualdade social.

Palavras-chave: conforto acústico, projeto de habitação de interesse social.

ABSTRACT

This paper presents a study of the reasons that takes many social housing complexes in Rio de Janeiro to present low acoustic quality, potentiating the social disadvantages of their residents. As study case, was chosen the Bento Ribeiro Dantas Complex in Maré neighborhood, located on a industrial area in the north zone, and borderer to the expressway Linha Amarela, which being expanded, I the direction of the houses. There were performed records of sound pressure levels to evaluation of the impact of the expressway to this residential area. The method adopted consists on the analysis of architectural project observing the acoustic performance of the adopted solutions, and fieldwork involving records of sound pressure levels in strategic points for evaluations of the impact of expressway over the residential area. The results where compared with the parameters specified by the norms ABNT NBR15575, NBR 10151 and NBR 10152, and with the criteria required in the legislation for Social Housing in Rio de Janeiro. It was concluded that exists incompatibilities between the NCA allowed in Industrial Zone and the one suitable for housing use, and the current legislation for Social Housing doesn't establishes criteria that guaranties the sound heath units, important element to combat social inequality.

Keywords: acoustic comfort, social housing project.

1. INTRODUÇÃO

As tipologias mais usuais de habitação de interesse social (HIS) encontradas no Brasil costumam apresentar baixa qualidade acústica, muitas vezes se aproximando dos limites de insalubridade. Percebe-se na cidade do Rio de Janeiro um número considerável de moradias de baixa renda em proximidade de zonas com alto nível de ruído ambiental, como margens de vias expressas, ou áreas com atividades industriais. Estes empreendimentos são beneficiados pelo baixo valor do solo, que é posto como uma questão crucial, acima das questões qualitativas. Em outros casos, instalações geradoras de significativo ruído ambiental são implantadas nas proximidades de áreas residenciais de baixa renda, não raro pelo poder público, também atraídos pela facilidade econômica, e sem qualquer preocupação com o impacto sobre a vizinhança.

As relações de densidade e proximidade entre as unidades habitacionais, bem como as tipologias, implantações e disposições internas dos cômodos adotadas na concepção do projeto arquitetônico são responsáveis por grande parte do desempenho acústico da edificação, embora este quesito poucas vezes seja levado em conta na elaboração de projetos de HIS no Brasil. Em muitas situações as fontes de ruído não são consideradas na elaboração dos projetos, por negligência, desconhecimento ou utilização de soluções padronizadas que não levam em conta as características locais. As restrições financeiras fortalecem ainda a tendência à utilização de materiais de vedação ou esquadrias com baixo desempenho acústico, e somam-se a isso características sócio-culturais e comportamentais de geração de ruído pelos habitantes das unidades, e sua vizinhança.

Na fase de ocupação do espaço, os moradores dificilmente têm acesso a recursos de correção acústica - tais quais, forros, revestimentos e esquadrias especiais - que são quase sempre econômica e tecnicamente inviáveis por tratar-se de materiais caros e frágeis, além de haver necessidade de conhecimento técnico especializado para sua correta aplicação. Suas intervenções limitam-se à aplicação de materiais acústicos absorventes como carpetes, ou cortinas, que além de gerar um custo adicional significativo para o morador, muitas vezes trazem prejuízos para a qualidade do ar, pois fomentam o aparecimento de fungos e ácaros.

Em estudos de Doris Kowaltowski, et al. (2009) sobre satisfação em Habitação Social, foi observado que *“a população tem pouco conhecimento sobre oportunidades de introdução de melhorias visando maiores níveis de seu próprio conforto. Especificamente o ruído representou ser um incômodo para a metade dos entrevistados em estudos anteriores, notadamente por meio de ruídos emitidos por vizinhos, brincadeiras de crianças, entre outros, que causam constrangimentos e interferem na privacidade dos moradores. Novamente apurou-se certo desalento dos entrevistados sobre como resolver esta questão por iniciativa própria.”* (KOWALTOWSKI, Doris; GRANJA, Ariovaldo; PINA, Silvia; BARROS, Lia, 2009).

Outro problema a ser enfrentado em regiões de clima tropical úmido é a compatibilização entre o conforto acústico e a ventilação natural, já que esta que é uma das principais estratégias de conforto higrotérmico nesta situação climática pode criar situações vulnerabilidade sonora. Por exemplo, fachadas expostas a altos níveis de ruído induzem o usuário ao fechamento das esquadrias e ao uso de ventilação ou condicionamento artificial (ventiladores e ar condicionado), mesmo quando estes não seriam necessários por questões térmicas.

Muitos conjuntos habitacionais na cidade do Rio de Janeiro estão implantados em Zonas Industriais (ZI) ou Zonas Especiais (ZE). De acordo com legislação municipal nº 3.268, 2001, o nível critério avaliação (NCA) para ZIs é de 70 dB (período diurno) e 65 dB (período noturno), bastante superior ao recomendado para área residencial urbana que é de 55 dB (período diurno) e 50 dB (período noturno). Em ZEs os níveis máximos de sons e ruídos permitidos devem estar de acordo com os usos previstos em cada subzona em correlação com a tabela da NBR 10151.

A legislação que estabelece as normas aplicáveis à HIS para o Município do Rio de Janeiro: Lei Complementar nº 97 de 2009 e o Decreto nº 30912 de 27 de julho de 2009, não fazem qualquer referencia a parâmetros de qualidade acústica, ou à adoção de normas técnicas. Entre as exigências legais para licenciamento ambiental simplificado para Habitação Social (Resolução CONAMA Nº 412, de 13 de maio de 2009) encontra-se a *declaração municipal de conformidade do empreendimento com a legislação municipal aplicável ao uso e ocupação do solo* que, nestes casos, define como tolerável o uso residencial em ZIs¹, mesmo sem a garantia níveis de qualidade acústica para os moradores. Pede-se ainda, como parte do Relatório Ambiental Simplificado *“informações relativas ao diagnóstico ambiental da região de inserção do empreendimento, sua caracterização, a identificação dos impactos ambientais e das medidas de controle, de mitigação e de compensação”*. Neste quesito a questão da qualidade acústica pode ser considerada, embora não haja exigências objetivas.

¹ São tolerados em ZI: edificação unifamiliar - permitidas, no máximo, duas edificações unifamiliares por lote; edificação multifamiliar - permitida apenas uma edificação multifamiliar por lote, com duas unidades no máximo;

O recém-lançado guia de sustentabilidade ambiental da Caixa Econômica Federal, *o Selo Casa Azul – Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável* (2010) avança no estabelecimento de critérios de qualidade urbana para implantação de unidades habitacionais. Definido como obrigatório, o quesito “Qualidade do Entorno – Impactos”, para ser atendido deve comprovar a inexistência, em um raio de 2,5 km do empreendimento, de fontes de ruídos excessivos e constantes, tais como rodovias, aeroportos, alguns tipos de indústria. Na categoria “Projeto e Conforto”, contudo, não há nenhum critério de avaliação referente a conforto acústico, embora a não observância desta questão possa induzir o morador ao confinamento, comprometendo dentre outros aspectos o conforto higrotérmico e a eficiência energética. O selo de qualidade, contudo, também não é exigência para fins de financiamento.

As normas ABNT NBR 15575: 2010 – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho fornecem referências quanto aos critérios de desempenho acústico desejáveis, todavia não há exigência legal para a sua aplicação em HIS no Município do Rio de Janeiro, ficando a cargo do construtor sua aplicação, trazendo pouca vantagem mercadológica.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar as especificidades da questão acústica para Habitações de Interesse Social, através de um estudo de caso de avaliação acústica do Conjunto Habitacional Bento Ribeiro Dantas, na zona norte do Rio de Janeiro. O conjunto, um exemplo significativo da produção habitacional carioca das últimas décadas sofre o impacto sonoro de uma via expressa (Linha Amarela), que está em vias de ser ampliada na direção do conjunto.

3. MÉTODO

O roteiro metodológico contemplou as seguintes etapas:

- Análise do projeto de arquitetura do Conjunto Habitacional Bento Ribeiro Dantas (Plano de Massa do Conjunto e Unidades Habitacionais), considerando a repercussão sobre a qualidade acústica das soluções projetuais adotadas;
- Descrição da área de estudo que abrange uma unidade habitacional, incluindo a localização dos pontos de medição;
- Medições de níveis de pressão sonora. Foram registrados níveis de Pressão Equivalente (LAeq), e níveis estatísticos L10 e L90, utilizando o equipamento Rion, modelo SL-18, por período de integração de 5 minutos, em resposta rápida.
- Avaliação dos resultados usando como parâmetro de comparação os níveis de ruído estipulados pelas normas ABNT (NBR15575, NBR 10151, NBR 10152).

3.1. Análise do Projeto do Conjunto Habitacional Bento Ribeiro Dantas

O Conjunto Habitacional Bento Ribeiro Dantas (BRD) situa-se no Bairro da Maré, Zona Norte do Rio de Janeiro. Trata-se de um projeto da Co.Opera.Ativa de Profissionais do Habitat, baseado em um projeto premiado em concurso público promovido pela Prefeitura de São Paulo em 1991. A solução projetual inovadora, desenvolvida na década de 90, consiste em um conjunto de módulos de unidades habitacionais que permitem uma série de composições, configurando edifícios de até três pavimentos.

O Bairro da Maré, é classificado pelo Zoneamento de Uso do Solo como Zona Industrial 1, embora apresente uma população residente registrada em 2000 de 113.807 habitantes, em grande parte moradores de conjuntos habitacionais construídos pelo poder público, que sofreram processo de favelização e descaracterização ao longo do tempo. Cinco anos após a inauguração do Bento Ribeiro Dantas, foi implantada ao longo de um de seus limites, a Linha Amarela, importante via expressa que liga a Ilha do Fundão à Barra da Tijuca. Apesar do intenso tráfego de veículos, não foi instalado mecanismo de controle de ruídos (barreira) entre a via e as edificações.

O conjunto, de 1992, é constituído de 508 unidades. O arranjo dos sete tipos de soluções de planta em cinco tipos de edifícios cria formas irregulares, com recuos e reentrâncias, estruturados em um sistema de ruas para acesso de veículos e vias de pedestres formando vilas. O local apresentou após pouco tempo de uso uma grande quantidade de intervenções de seus moradores. Para a análise acústica do conjunto foram observadas as características projetuais relativas ao Plano de Massa, à Unidade Habitacional e a Materiais de Construção.

3.1.1. Plano de Massa

O conjunto apresenta uma fragilidade acústica, pois está situado em uma Zona Industrial, com alto nível de ruído ambiental. Na escolha da implantação também foi levada em conta a proximidade com as antigas moradias dos habitantes que foram removidos de áreas de risco próximas e, em parte, realocados no local. Como fonte de ruído mais crítica foi destacada a Av. Bento Ribeiro Dantas, trecho inicial da via expressa Linha Amarela. O fluxo de veículos desta via apresenta-se constantemente intenso durante o dia, com muitas retenções na altura do conjunto durante o horário de rush, diminuindo no período noturno. As medições que serão apresentadas mais adiante comprovam o impacto desta via sobre as habitações.

Outras fontes de ruído também foram observadas no entorno, tais quais atividades industriais próximas como serralheria, e empresa de limpeza. Além de sua potência sonora, sons mecânicos como os observados são particularmente incômodos no ponto de vista da percepção sonora (STEEMERS et al., 2004).

Em entrevistas realizadas pelo grupo de pesquisa APO / Habitação do Mestrado em Arquitetura da UFRJ em 1998 (Ribeiro, M; Slama, J; Santos, M; 1998) foi observado que poucos moradores se sentiam incomodados pelo “barulho do trânsito”, cerca de 24%. Em visita de campo em 2011 foi constatado que o ruído proveniente da via expressa é muito alto na primeira fileira de casas de frente para a Linha Amarela, mas reduz consideravelmente à medida que se avança para o interior do conjunto.

Outras fontes de ruído do entorno são uma igreja evangélica e uma praça, porém por tratar-se de som ocasional e frequência de voz humana, a percepção de qualidade acústica é relativizada segundo as características do receptor, segundo critérios físicos, sociais, psicológicos e fisiológicos.

A tipologia habitacional adotada no conjunto apresenta módulos de 2 e 3 pavimentos organizados em uma composição volumétrica irregular, formada por prismas retangulares sobrepostos de forma a criar reentrâncias, terraços e balanços. Esta solução projetual apresenta algumas vantagens acústicas, pois contribui para a difusão sonora e evita a criação de campos reverberantes, comuns em tipologias de fachadas paralelas. O escalonamento das fachadas encontrado em algumas composições (Figura 2) auxilia na criação de áreas de sombra acústica, protegendo as unidades localizadas no segundo e terceiro pavimentos. As escadas nas fachadas e varandas ajudam a criar zonas de transição, porém o posicionamento das janelas poderia ter tirado maior proveito da situação como o caso dos quartos com varanda onde a janela poderia ter sido posicionada de frente para este elemento, como observado no 3º pavimento do tipo D.



Figura 1 – Situação e Fontes de Ruído do Entorno

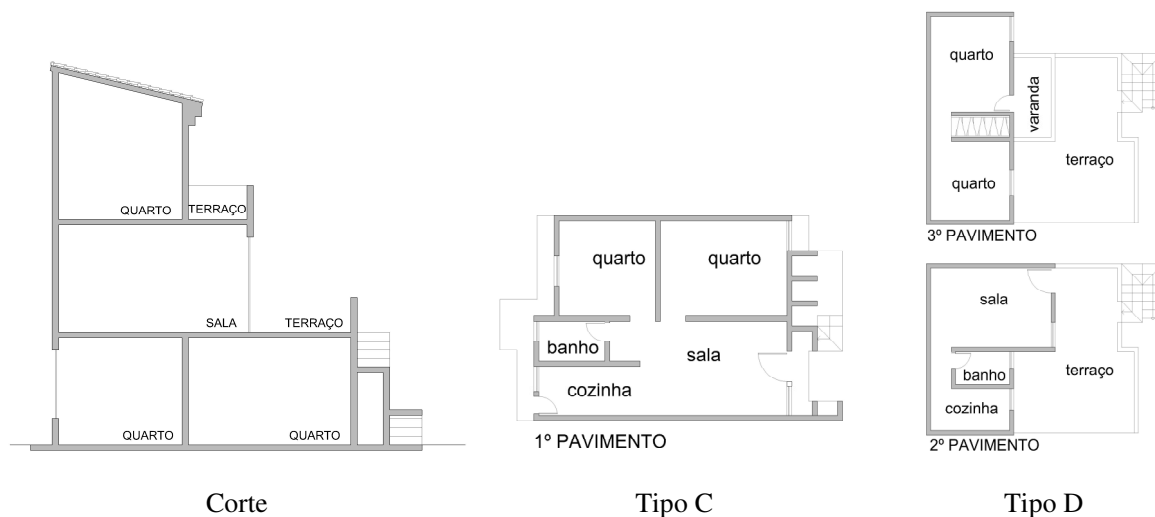


Figura 2 – Unidade tipo C (térrea) sobreposta pela tipo D (duplex).

3.1.2. Unidade Habitacional

A setorização em habitações pode ser um artifício de projeto bastante importante para a garantia da privacidade principalmente entre habitações vizinhas, e entre áreas sociais e de serviço e nos quartos, e ainda assegurar a inteligibilidade da comunicação em cada um dos ambientes da edificação. Para isso podem ser adotados alguns recursos:

- Os ambientes com maior necessidade de qualidade acústica, como quartos e áreas de estar devem estar voltados para as áreas de sombra acústica (locais livres de ruído), enquanto áreas de serviço como cozinhas e banheiros podem estar voltados para a área mais ruidosa.
- Zonas de transição de ruídos, tais quais, varandas, vestíbulos e circulações podem servir para isolar as áreas mais e menos ruidosas, e deve-se evitar a sobreposição ou justaposição de cômodos de caráter sonoro distinto, como quartos e cozinhas.

No projeto Bento Ribeiro Dantas os ambientes de maior e menor tolerância a ruído foram separados na planta das unidades, mas a falta de fechamento entre cozinha e sala compromete a inteligibilidade no ambiente de estar em casos como o Tipo C (figura 2). Ocorrem também algumas situações em que os quartos ficam voltados para a rua, sem anteparos como varandas ou outras zonas de transição, como o Tipo B (figuras 3 e 4) e ainda, casos em que a escada de acesso ao apartamento duplex fica muito próxima às janelas frontais como no Tipo C (figuras 2 e 5), gerando problemas de privacidade e vulnerabilidade sonora.



Figura 3 – Casa Tipo B em frente à Linha Amarela
Fonte: Patrícia França



Figura 4 – Planta Tipo B



Figura 5 – Fachada Tipo C
Fonte: Arquivo LabHab/UFRJ

Quando justapostas, as unidades geminadas deveriam concentrar suas áreas de mesma natureza, o que nem sempre aconteceu na organização tipológica do projeto, e nas situações de sobreposição de unidades duplex e apartamentos térreos estes últimos ficaram em posição desprivilegiada quanto a ruído, o que foi detectado nas pesquisas anteriores APO / Habitação (Ribeiro, M; Slama, J; Santos, M; 1998), onde constatou-se que muitos dos moradores que habitam casas térreas com outra moradia no 2º pavimento escutam vozes e música alta provenientes das casas dos vizinhos. Destes, 55% declararam-se incomodados.

O conjunto foi construído em blocos de alvenaria estrutural de barro cozido, que não necessitam de emboço, em um sistema desenvolvido pela Co.Opera.Ativa. Quanto ao desempenho acústico, o índice de enfraquecimento sonoro deste tipo de bloco é da ordem de 45 dB². (sem revestimento). O principal problema é a transmissão de ruídos entre unidades habitacionais sobrepostas.

Portas e janelas são os maiores responsáveis pela transmissão de ruído. Um problema comum à maior parte das HIS no Rio de Janeiro é o mau desempenho acústico de esquadrias, principalmente por questões financeiras. No BRD foram utilizadas esquadrias em ferro, de veneziana horizontal com má vedação de frestas e baixo desempenho acústico³. Estes elementos foram, por uma série de motivos, rejeitados pelos moradores, que muitas vezes trocaram as esquadrias das casas por outros modelos também frágeis acusticamente. Em casos onde as limitações financeiras impedem o uso de esquadrias com bom desempenho acústico, as soluções envolvem sobretudo o posicionamento das mesmas, que devem estar voltadas para a

² Tabela 5.11 - Manual Técnico de Alvenaria - ABCI / Ensaios IPT. Disponível em http://www.selectblocos.com.br/ae_ct.html, acesso em 14/03/11

³ Modificação das especificações originais por razão de redução de custos.

direção menos exposta ao ruído, ou abertas para zonas de transição, como vestíbulos ou varandas.

No conjunto analisado, as instalações hidráulicas de cozinha e banheiro ficaram, em todas as soluções tipológicas, concentradas em uma parede comum a estes dois cômodos, o que além de reduzir custos, favorece um bom desempenho acústico, embora o posicionamento da caixa d'água em laje rebaixada acima do quarto de dormir tenha produzido fragilidades acústicas.

3.2. Descrição da Área de Estudo e Pontos de Medição

Foram selecionados para avaliação do impacto sonoro da Linha Amarela sobre o conjunto habitacional, cinco pontos para medição do nível de pressão sonora, com as características descritas na tabela 1. Dois pontos na área urbana, em posições de ruído potencial crítico – próximo à linha amarela e na praça próximo quadra, bar e parque infantil (figura 7), e três pontos no interior de uma residência de tipologia B, que apresenta a configuração mais vulnerável ao ruído da via expressa. (figura 8). A unidade medida está posicionada no alinhamento de um ponto de ônibus da Linha Amarela (figura 6), e sofreu modificações, com acréscimo de uma área de garagem sobreposta por um terraço na fachada voltada para a via.

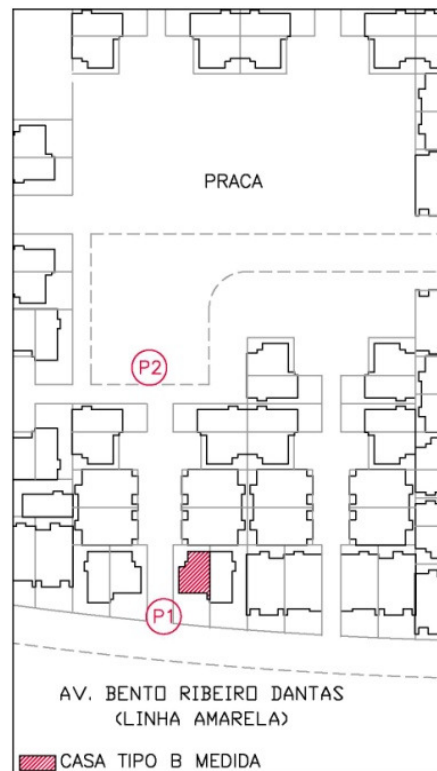


Figura 6 – Residência estudada, rua interna e ponto de ônibus Linha Amarela.

Figura 7 – Planta de Localização.

Tabela 1 – Descrição da Localização dos Pontos de Medição.

PONTO	DESCRIÇÃO DO LOCAL
P1	Calçada ao lado da residência analisada, esquina entre uma via lateral à Linha Amarela ⁴ e uma via de acesso à praça do conjunto, no alinhamento de um ponto de ônibus da via expressa. As vias do conjunto estavam sem carros durante a medição, salvo a passagem de uma motocicleta, e a Linha Amarela apresentava trânsito constante moderado típico de meio da tarde. Ocorreu ainda a parada de um micro-ônibus no ponto, e não passaram caminhões na via durante o intervalo de medição, embora a moradora da residência tenha relatado o grande incômodo sonoro causado por estes veículos pesados.
P2	Praça , no eixo da rua de acesso à via expressa, próximo à quadra de esportes que encontrava-se vazia, e ao lado de um bar com moradores falando alto. Durante o intervalo medido houve ainda um grito próximo ao equipamento de medição.
P3	Sala de casa de tipologia B em frente à Linha Amarela, com janela aberta para a garagem (modificação do projeto original, o que acabou funcionando como espaço de transição, mas comprometeu a ventilação e iluminação natural).
P4	Terraço da casa de tipologia B em frente à Linha Amarela – área de lazer em frente aos quartos, com guarda-corpo em alvenaria, modificação do projeto original.
P5	Quarto da casa de tipologia B em frente à Linha Amarela, ao lado da cabeceira da cama, com janela aberta para o terraço.

⁴ Deve-se ainda observar que esta altura da via expressa apresenta, frequentemente, intenso engarrafamento em horário de rush, entre 07:00 e 9:00 e de 16:30 até 19:00 hs nos dias úteis, e razoável diminuição do fluxo de veículos no período noturno.

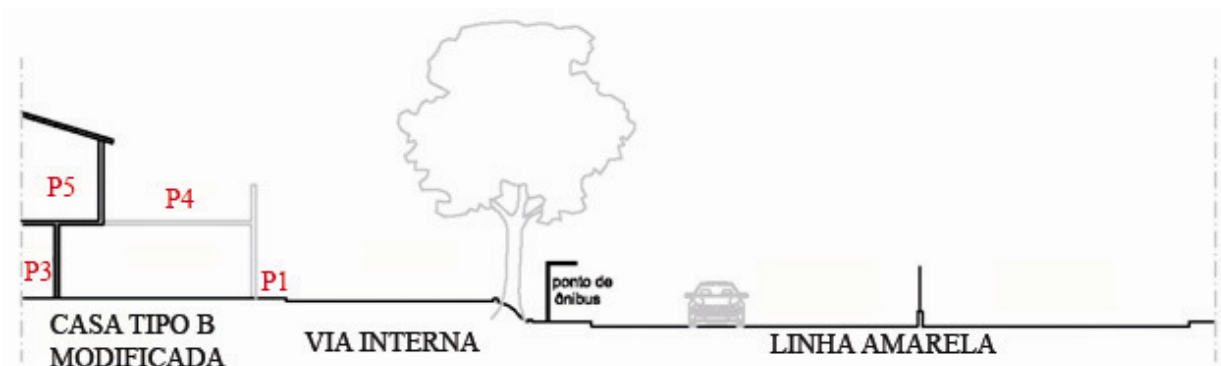


Figura 8 – Corte Indicativo dos Pontos de Medição 1, 3, 4 e 5, e Fonte Sonora (Via Expressa)

3.3. Medições de Níveis de Pressão Sonora

Para as medições de níveis de pressão sonora (NPS) foi utilizado o equipamento Rion, modelo SL-18, de acordo com os procedimentos recomendados pela norma NBR-10151, com registro de níveis de pressão sonora realizado na curva (A), em resposta rápida, e período de integração arbitrado em 5 minutos, suficiente para abranger paradas e saídas de ônibus do ponto em frente, e eventual passagem de veículos pesados. Foi estipulado como horário de medição o meio da tarde de um dia útil (terça-feira, 01/03/2011, entre 15 e 16 horas), período de tráfego intenso um pouco anterior ao início do horário de rush, representativo de uma situação média típica do local.

Foram coletados os dados de L_{Aeq} , para fins de comparação com as recomendações da legislação de ruído do Rio de Janeiro. O L_{90} e L_{10}^5 para observação da flutuação do ruído ao longo do tempo através da variação entre ruído de fundo e ruído de pico, e $L_{máx}$ e $L_{mín}$ para representar os eventos episódicos que auxiliam a caracterizar a paisagem sonora do espaço estudado. Os resultados medidos podem ser vistos na tabela 2:

Tabela 2 – Níveis de Pressão Sonora Medidos

PONTO		L_{Aeq}	L_{10}	L_{90}	$L_{máx}$	$L_{mín}$
Externo - Calçada	P1	70,4	72,3	67,2	78,6	63,9
Externo - Praça	P2	61,2	64,4	53,3	82,2	49,8
Interno - Sala	P3	59,9	62,2	56,7	68,3	55,1
Externo - Terraço	P4	65,4	67,5	62,2	76,6	58,0
Interno - Quarto	P5	54,2	56,0	51,5	65,2	48,6

4. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

O gráfico da figura 9 mostra, comparativamente os valores de L_{Aeq} medidos nas áreas externas. A linha contínua indica o nível permitido para Zonas Industriais e a linha pontilhada, o nível recomendado para Zonas residenciais.

⁵ (L_{10}) é o nível sonoro ultrapassado em 10% do tempo de medição, usado na avaliação do nível de ruído de pico; (L_{90}) é nível ultrapassado em 90% do tempo de medição, usado para estimar o nível de ruído de fundo (NICOL, 2004).

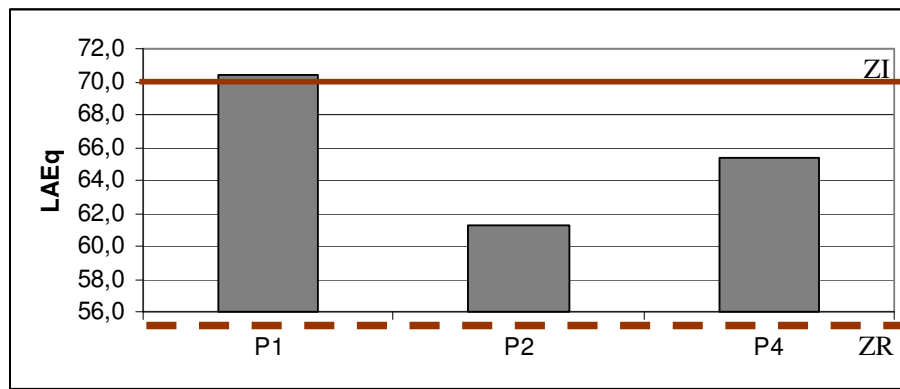


Figura 9 - valores de LAeq para área externa e valores recomendados para Zonas Industriais e Residenciais.

Observa-se que no Ponto 1, próximo à Linha Amarela, o L_{Aeq} é 70,4 dB(A), compatível com o tolerado pela legislação municipal para zonas industriais, porém inadequado para uso residencial onde o recomendado seria 55 dB(A). Mesmo a medida mínima registrada (L_{min}) encontra-se bem acima deste patamar, com 63,9 dB(A). Nota-se que a diferença entre L_{10} e L_{90} é de aproximadamente 5dB(A), indicando que como o ruído de tráfego é muito elevado, a pequena variação se deve ao ponto de ônibus. O L_{max} foi registrado durante a passagem de uma motocicleta pela rua interna ao conjunto, que além do alto nível de ruído, apresenta frequência sonora aguda o que intensifica o incômodo causado pelo som.

Apesar da distância relativamente pequena, cerca de 60 metros, a medição realizada no ponto 2, apresentou um resultado do valor de LAeq bastante inferior (aproximadamente 10 dB) ao Ponto 1, mesmo estando na proximidade com um bar, com pessoas falando alto. Este resultado se deve provavelmente ao efeito barreira, causado pela configuração tipológica do espaço. Observa-se que a variação de ruído entre L_{10} e L_{90} é de mais de 10dB(A), indicando que o ruído de fundo encontra-se muito inferior ao registrado nos outros pontos medidos, como demonstrado no gráfico da figura 10 (L_{10} abaixo de 55 dB(A), chegando a L_{min} abaixo de 50 dB(A) em um momento de silêncio no bar). O tipo de ruído gerado por vozes humanas ainda recai na questão da relatividade da percepção de qualidade acústica⁶.

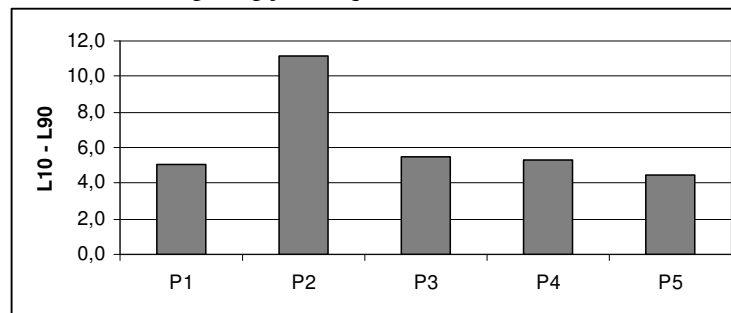


Figura 10 – Gráfico de variação entre ruído de fundo e ruído de pico.

O terraço da residência (ponto P4), área externa construída pelo morador, é utilizado como ambiente de estar e lazer da unidade, embora tenha condições inadequadas acusticamente, já que o L_{Aeq} medido foi 65,4 dB(A), um valor por volta de 10 dB(A) acima do desejável, como demonstrado na figura 7.

Segundo a NBR-10151, o nível de critério de avaliação NCA para ambientes internos é o nível indicado (em tabela da norma) com a correção de - 10 dB(A) para janela aberta e - 15 dB(A) para janela fechada. No caso de Zona Industrial, onde o NCA permitido é 70 dB(A), para ambiente interno com janela aberta o nível critério seria de 60 dB(A), de acordo com a NBR-10152, os níveis adequados para conforto acústico nas residências são 50 dB(A) para sala, e 45 dB(A) para quartos. Conclui-se, portanto, que o nível critério para ZI não garante o conforto no interior das unidades habitacionais, como demonstrado na figura 11, onde a linha vermelha representa o NCA permitido pela legislação, a área em cinza claro o nível recomendado pela NBR-10152 e o cinza escuro, o valor atingido nas medições.

⁶ segundo Jiang (2004), sons ligados a atividades humanas são normalmente considerados neutros; fundo cultural e experiência ambiental de longo termo têm importante papel no julgamento das pessoas quanto à preferência sonora. Pessoas de ambientes similares podem apresentar tendência similar nas preferências sonoras; diferenças pessoais, como gênero e idade, ajudam a influenciar as preferências sonoras das pessoas, que podem ser definidas como micro-preferências.

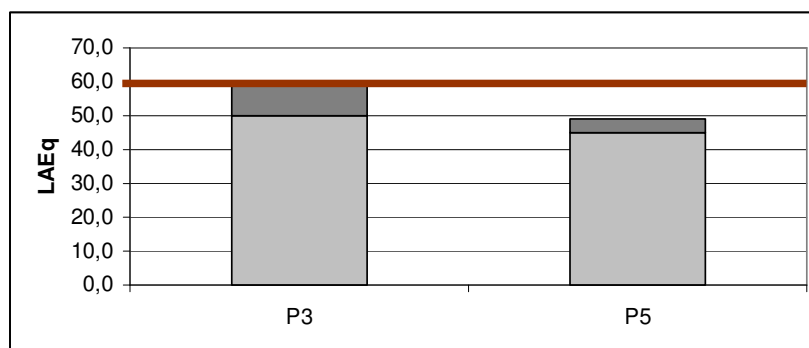


Figura 11 – NCA medido em P3 e P5, e níveis de referência.

Em P3 (sala de estar), o L_{Aeq} medido encontra-se aproximadamente 10 dB(A) acima do recomendável para conforto definido na NBR-10152, mesmo a janela estando aberta para uma garagem coberta, de aproximadamente seis metros de comprimento, servindo como espaço de transição. É importante observar que este cômodo, é fruto de intervenção do morador e compromete aspectos de ventilação e iluminação natural da sala, embora ajude a atenuar a exposição ao ruído da via.

O quarto (P5) se beneficia do escalonamento da fachada criado pela intervenção pós-ocupação onde foi adicionado um terraço, que funciona como espaço de transição auxiliando na atenuação do ruído que chega até a janela do cômodo. Mesmo com este recurso, neste ponto foi medido L_{Aeq} de 54,2 dB(A), enquanto o recomendável é de até 45 dB(A) em período diurno. A alta exposição a ruídos de ambientes de quarto têm como agravante a possibilidade de desencadear distúrbios de sono, com graves conseqüências para a qualidade de vida dos moradores.

5. CONCLUSÕES

De modo a combater as desvantagens sociais dos cidadãos de baixa renda moradores de conjuntos habitacionais, é necessário repensar as conseqüências da exposição das residências ao ruído ambiental. A permissão de uso habitacional em Zona Industrial, e/ou próxima a fontes sonoras de grande impacto como eixos viários de grande porte, deveria considerar as questões de conforto acústico estar juridicamente atrelada à adoção de medidas compensatórias de correção sonora, pois como foi demonstrado, não há como garantir o conforto no interior da unidade habitacional, com janelas abertas, em ambientes expostos a níveis de ruído ambiental de 70dB(A) no exterior.

A legislação de HIS deve ainda contemplar a aplicação das normas de desempenho da serie ABNT NBR-15575, e recomenda-se a revisão do zoneamento da cidade do Rio de Janeiro com o objetivo de redefinição das áreas de grande concentração de conjuntos habitacionais que atualmente estão definidas como Zonas Industriais, como é o caso dos bairros da Maré e Manginhos.

É necessário que o poder público assuma a responsabilidade de garantir a qualidade acústica no entorno das estruturas viárias que implanta, sobretudo quando se trata de residências de populações de baixa renda, com maior vulnerabilidade social, e menor acesso a recursos e conhecimento técnico para se proteger da exposição ao ruído. A permissão de construção deve estar atrelada a exigências legais envolvendo limites de proximidade, adoção de barreiras acústicas, ou outros mecanismos de atenuação sonora, de maneira a reduzir o impacto sobre a vizinhança.

O conforto acústico deve ser considerado como elemento fundamental durante a elaboração de projetos de HIS para evitar problemas de exposição a ruídos que, devido a limitações de recursos, conhecimento técnico ou técnicas adequadas, são muito difíceis de ser solucionados posteriormente. As escolhas de projeto como: implantação, escolha tipológica, setorização, especificação de materiais, definição de esquadrias, e posicionamento de instalações e equipamentos, devem ser pensadas de modo a garantir bom desempenho acústico, sem comprometer outros itens de conforto e qualidade do projeto, e a sustentabilidade ambiental, econômica e social do empreendimento.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, o “ruído pode causar dano auditivo, interferência na comunicação, distúrbios de sono, causar efeitos cardiovasculares e psico-fisiológicos, reduzir o desempenho, e provocar incomodas respostas e mudanças no comportamento social. A principal conseqüência social do dano auditivo é a incapacidade de compreender os discursos em condições normais, o que é considerado uma severa desvantagem social” (OMS, 2001). Em habitações, a perda de privacidade e inteligibilidade produz ainda sensação de grande incômodo nos usuários e é geradora de conflitos. A garantia da qualidade acústica em HIS coloca-se desta maneira como uma questão ética, na busca do combate às desigualdades sociais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUCCI, Márcia et al. Implantação de Conjuntos Habitacionais. Recomendações para Adequação Climática e Acústica. IPT. São Paulo, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10151**: Acústica: Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade: Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
- _____. **NBR-10152**: Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro, 1987.
- _____. **NBR-15575-1**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 412, de 13 de maio de 2009. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de novos empreendimentos destinados à construção de habitações de Interesse Social. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=605>>. Acesso em: 22 mai. 2011.
- BRASIL. Congresso. Decreto-Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe Sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm>. Acesso em: 22 mai. 2011.
- JOHN, Vanderley Moacyr; PRADO, Racine Tadeu A. (coord.) **Selo Casa Azul - Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável**. Realização CAIXA. São Paulo: Páginas & Letras – Editora e Gráfica, 2010.
- MACEDO, Marta; SLAMA, Jules G.; SANTOS, Mauro C.. A Qualidade Acústica de Habitações Destinadas à População de Baixa Renda. In: NUTAU'98 - Arquitetura e Urbanismo: Tecnologias para o Século XXI, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1998. v. 1., p. 1-1.
- RIO DE JANEIRO. (Município). Decreto-Lei nº 3.268, de 29 de agosto de 2001. Altera o regulamento nº 15, aprovado pelo decreto nº 1.601, de 21 de junho de 1978, e alterado pelo decreto nº 5.412, de 24 de outubro de 1985. Disponível em: <<http://www.afaerj.org.br/regulamentos/regulamento15/L3268.htm>>. Acesso em: 14 mar. 2011.
- _____. Lei Complementar nº 97 de 2009. Estabelece normas relativas a edificações e grupamentos de edificações aplicáveis a empreendimentos de interesse social vinculados à política habitacional municipal, estadual e federal. Disponível em: <<http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/LC97M.PDF>>. Acesso em: 14 mar. 2011.
- _____. Decreto n.º 30912 de 27 de julho de 2009. Regulamenta dispositivos da Lei Complementar nº 97/09 que estabelece normas relativas às edificações e grupamentos de edificações aplicáveis a empreendimentos de interesse social vinculados à política habitacional municipal, estadual e federal. Disponível em: <<http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D30912M.PDF>>. Acesso em: 14 mar. 2011.
- STEEMERS, Koen A.; RAMOS, Marylis C.; MARO sinou. Morfologia Urbana. In: Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach. Publicação Project RUROS, Coordenado por CRES, Departamento f Buildings, 2004, Grécia.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Occupational and Community noise. Fact sheet nº 258. Fevereiro 2001.
- KOWALTOWSKI, Doris; GRANJA, Ariovaldo; PINA, Silvia; BARRROS, Lia. Os Conceitos de Satisfação e Valor Desejado na Avaliação Pós-Ocupação em Habitação Social. In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2009, Natal. **Anais...** Natal:--. V.1, p. 1516-1525.