

DESEMPENHO ACÚSTICO DE FACHADAS DEVIDO AO RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO

Muriel M. da Silva (1); Maria Tereza F. Pouey (2)

(1) Engenheira Civil, murielmenca@hotmail.com

(2) Dr^a. Eng^a. Civil; Arquiteta. Prof^a. do Centro de Engenharia. mtpouey@brturbo.com.br
Universidade Federal de Pelotas- UFPel. Centro de Engenharias. Rua Benjamin Constant, 989,
CEP: 96010-020, Pelotas/RS. Tel.: (53) 3921 1430

RESUMO

Os programas do Governo para combater o déficit habitacional têm proporcionado, nos últimos anos, significativo aumento da qualidade de vida de muitos brasileiros. No entanto, muitos projetos de habitação de baixa renda são marcados pela repetição de soluções construtivas e arquitetônicas, as quais nem sempre priorizam níveis elevados de conforto para o usuário. A ABNT NBR15575/2013 *Edificações Habitacionais - Desempenho* tem a preocupação de reverter situações como esta e proporcionar desempenho adequado às edificações. Entre os vários itens focados pela norma, o presente trabalho é direcionado ao desempenho acústico de fachadas devido ao ruído de tráfego rodoviário, tendo como objetivo o estudo de um conjunto habitacional popular localizado em uma das ruas de maior tráfego da cidade de Pelotas/RS. Para tanto, os procedimentos metodológicos adotados compreenderam medições in loco, cálculos e entrevistas com os moradores. As medições de níveis de pressão sonora e cálculo do tempo de reverberação foram feitos de acordo com a ISO 140-5/1998 e ABNT NBR 12179/1992 e, para a análise dos dados, foram utilizados os requisitos e critérios definidos pela ABNT NBR15575/2013 (parte 4). Na percepção do usuário, o tráfego rodoviário foi identificado como a fonte de ruído mais perturbadora, sendo, portanto, um importante elemento a ser considerado quanto ao isolamento e desempenho acústico de edificações, especificamente, no caso das fachadas. O estudo também sugere que o conjunto habitacional, construído antes da implantação da norma, não atende ao nível mínimo de desempenho acústico em fachadas estabelecido pela ABNT NBR15575/2013.

Palavras-chave: desempenho acústico, tráfego rodoviário, níveis de conforto.

ABSTRACT

The Government programs to combat the deficit housing have provided in recent years, significant increase in the quality of life of many Brazilians. However, many housing projects are marked by the repetition of constructive and architectural solutions, which do not always prioritize high levels of comfort for the user. ABNT NBR15575 / 2013 Housing Buildings - Performance takes care to reverse situations like this and provide adequate performance to buildings. Among the various items focused by the standard, the work is directed to the acoustic performance of facades due to road traffic noise, aiming the study of a popular housing estate located in one of the busiest streets of the city of Pelotas / RS. Therefore, the methodological procedures adopted understood measurements on the spot calculations and interviews with residents. Measurements of sound pressure levels and a reverberation time were made in accordance with ISO 140-5 / 1998 and ABNT NBR 12179/1992 and, for the data analysis, we used the requirements and criteria defined by ABNT NBR 15575/2013 (part 4). In the perception of the user, the road traffic was identified as the source of most disturbing noise, and therefore an important element to be considered for insulation and acoustic performance of buildings, specifically in the case of facades. The study

also found that the housing was built before the implementation of the standard, does not have the minimum level of acoustic performance in facades established by ABNT NBR15575 / 2013.

Keywords: acoustic performance; road traffic; comfort levels.

1. INTRODUÇÃO

O ruído é considerado uma onda sonora aperiódica, ou seja, não possui um padrão de repetição, com movimento vibratório aleatório e imprevisível (PAZ *et al.*, 2005). Para Luca (2011), em termos gerais, o ruído é uma onda sonora que produz um som indesejável variando de pessoa para pessoa. A exposição em excesso ao ruído pode causar problemas graves, como: aumento da pressão arterial, perda de audição, perturbação do sono, stress, entre outros (BISTAFA, 2011). A poluição sonora, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), é o segundo tipo de poluição que mais afeta a saúde da população, perdendo apenas para a poluição do ar (WHO, 2005). Baseado em pesquisas com um expressivo número de pessoas na cidade de Curitiba-PR, Zannin *et. al.* (2002) concluíram que as fontes de ruído que mais incomodam as pessoas são o trânsito, com indicação de, aproximadamente, 70% dos entrevistados, seguido dos vizinhos.

Assim, se busca eliminar ao máximo os ruídos que podem comprometer a audição, ou seja, busca-se um conforto acústico para uma melhor qualidade de vida. Catai, Penteado e Dalbello (2006) apud Vianna e Ramos (2006), afirmam que “só existe conforto quando há um mínimo de esforço fisiológico em relação ao som para a realização de uma determinada tarefa”. Logo, um ambiente confortável só pode ser chamado assim, quando apresentar bem estar e harmonia para as necessidades atendidas. Segundo Neto (2009), conforto acústico reflete a necessidade de haver um bom isolamento das paredes entre unidades residenciais e também entre ambientes de uma mesma residência, do ruído de impacto e também das fachadas, para que não cause desconforto para usuários vizinhos e de andares inferiores e para que o ruído externo não atrapalhe os moradores. A maioria dos consumidores busca o conforto na hora da compra de sua residência – amplo espaço, boa posição solar, churrasqueira -, porém muitas vezes não buscam o conforto acústico no primeiro momento, lembrando-o apenas quando o morador consegue escutar a conversa do vizinho, por exemplo.

Moura (2011) define a construção como uma barreira entre o ambiente externo (natural ou urbano) e os diferentes tipos de ambientes construídos para as atividades humanas. Ainda afirma que o projeto de uma edificação é um processo extremamente importante para o resultado final da mesma, nesta fase, engenheiros, arquitetos e futuros usuários são de extrema importância para assegurar a qualidade final do produto.

Nas edificações, as principais causas de desconforto acústico são os ruídos externos, que têm sua propagação pela fachada, os ruídos internos que têm suas propagação pelas paredes entre ambientes e, também, os ruídos de impacto que são causados pelo choque de um objeto em outro em uma estrutura rígida, como por exemplo, o arrastar de móveis sobre o piso (LUCA, 2011).

A norma Edificações Habitacionais - Desempenho, NBR 15575 (ABNT, 2013), é um documento que reflete justamente essa preocupação com as edificações brasileiras – oferecer qualidade e desempenho satisfatório. Em vigor desde 2013, a norma considera as exigências dos usuários, utilizando-as como referência para o estabelecimento de critérios e requisitos. São admitidos três níveis de desempenho: Mínimo (M), Intermediário (I) e Superior (S).

2. OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi estudar o desempenho acústico de um conjunto habitacional popular, especificamente em relação à isolamento acústica de fachadas quanto ao ruído de tráfego rodoviário. Este estudo empregou, de forma parcial, a metodologia indicada pela ABNT NBR 15575 (ABNT, 2013), além de avaliar a percepção do usuário e identificar o tipo de ruído que mais incomoda os moradores do condomínio.

3. METODOLOGIA

Os métodos utilizados para o estudo do desempenho acústico de fachadas, de conforto acústico e percepção dos usuários tiveram como base a ABNT NBR 15575/2013 combinada com as normas ISO 140-5 (1998) - *Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements* e ABNT NBR 10152/1987 – Níveis de ruído para conforto acústico. Além disto, foi empregado um questionário baseado em Franco (2009).

3.1. Métodos

Os métodos aplicados e os critérios de avaliação usados estão descritos nas normas técnicas especificadas a seguir. Embora o foco do trabalho seja o nível de desempenho de fachada, outros dois itens foram avaliados – conforto acústico e percepção do usuário, tendo em vista que estes parâmetros são diretamente influenciados pelo referido desempenho.

3.1.1 Nível de Desempenho Acústico das Fachadas- Método segundo a ABNT NBR 15575/2013 e ISO 140-5/1998

Segundo a ABNT NBR 15575 (ABNT,2013), para a determinação do desempenho acústico em fachadas devem ser empregadas as normas ISO 140-5/1998 e ISO 717-1/2013, no entanto, neste trabalho foi utilizada somente a ISO 140-5/1998, devido a indisponibilidade de equipamentos necessários.

Em 2014, a norma ISO 140/1998 foi substituída pela ISO 16283-3/2014, entretanto, no momento da realização do trabalho, somente a parte 1 havia sido publicada. Assim, como a parte 5 e outras ainda não tinham sido publicadas, foi utilizada a ISO 140-5/1998.

A parte 5 da ISO 140 apresenta dois tipos de métodos para medições de isolamento sonoro aéreo em fachadas, sendo eles os métodos de elementos e os métodos globais. Os métodos de elementos são indicados para determinar o índice de redução sonora de um elemento da fachada, como porta ou janela. Os métodos globais estimam a diferença de nível sonoro do exterior para o interior em condições reais de tráfego. Para o caso em questão, o método indicado é o Método Global por Tráfego Rodoviário. O parâmetro medido por esse método e utilizado neste trabalho foi a Diferença padronizada de nível ($D_{tr,2m,nT}$).

O parâmetro da Diferença padronizada de nível ($D_{tr,2m,nT}$) é utilizado quando a fonte sonora é o ruído de tráfego e o microfone externo está posicionado a 2 metros da fachada. Após as medições de níveis de pressão, o cálculo deste parâmetro é feito pela equação 1.

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{T}{T_0} \quad [dB] \quad (1)$$

Onde:

L_1 = Nível de pressão sonora no local de emissão acústica (dB);

L_2 = Nível de pressão sonora no local de recepção (dB);

T = Tempo de reverberação do ambiente de recepção sonora (s);

T_0 = tempo de reverberação de referência (0,5 s).

De acordo com ao item 5.5.4 da ISO 140-5, o tempo de reverberação contido na equação 1 pode ser calculado pela equação 2:

$$A = \frac{0,16.V}{T} \quad (2)$$

Onde:

A = Área de absorção equivalente (m²);

V = Volume do ambiente de recepção sonora (m³);

T = Tempo de reverberação do ambiente de recepção sonora (s)

Para determinar o nível de desempenho, foram utilizados os critérios da ABNT NBR 15575/2013, comparando-os com os resultados obtidos. A Tabela 1 apresenta os limites da diferença padronizada de nível ponderada para o desempenho mínimo de fachadas.

Para outros níveis de desempenho, intermediário e superior, os limites estão indicados na Tabela F.9 da ANBT NBR 15575/2013.

Tabela 1- Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa (fachada)

Classe de ruído	Localização da Habitação	$D_{2m,nT,w}$ (dB)
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas	≥ 20
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação	≥ 30

Fonte: ABNT, 2013

3.1.2 Conforto acústico - Avaliação segundo a ABNT NBR 10152/1987

Para avaliação segundo a ABNT NBR 10152/1987, os resultados obtidos foram comparados com os valores indicados por esta norma. No caso de habitações, os limites indicados para dormitórios variam entre 35 e 45 dB (ABNT, 1987), sendo que o valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável.

3.1.3 Avaliação da Percepção do Usuário

A metodologia de avaliação da percepção do usuário foi baseada em critérios de Avaliação Pós Ocupação (APO), uma importante ferramenta de controle da qualidade nos ambientes construídos, que tem como principal característica levar em conta a opinião dos usuários, além dos pareceres técnicos no processo de avaliação (ORNSTEIN *et al*, 1995). A fim de levantar a percepção dos usuários em relação ao ruído, foi aplicado um questionário aos moradores do conjunto habitacional, o qual foi baseado no instrumento empregado por Franco (2009) para testar o nível de conhecimento do público em relação aos ruídos, bem como os efeitos provocados pela poluição sonora sobre o comportamento individual.

O questionário utilizado constitui-se de quatro perguntas. Nas duas primeiras perguntas “Você se incomoda com os ruídos na sua rua? Classifique-os” e “Você se incomoda com os ruídos na sua casa? Classifique-os” foram utilizadas escalas de valores, classificando o ruído como muito intenso, intenso, pouco intenso ou inexistente. Nas duas últimas questões “Quais são os ruídos que mais incomodam?” e “Você percebe que os ruídos provocam em você algum tipo de reação?” foram oferecidas situações em que o ruído se faz presente, como por exemplo trânsito, vizinhos, sirenes, construções e etc. para a quarta questão: falta de concentração, insônia, dor de cabeça, para a quarta questão.

A determinação do número de entrevistados foi balizada pelo número de apartamentos que dão frente para a rua, atingindo o dobro deste valor, ou seja, 32 moradores. Deste total, 16 moram em apartamentos de frente e os restantes foram escolhidos aleatoriamente. Obteve-se 33 questionários válidos, um acima do número proposto para dar credibilidade aos resultados (ORNSTEIN *et al*, 1992).

Considerando que cada apartamento abriga uma família de 4 pessoas, o número total de pessoas moradoras do condomínio é 640, portanto o número de entrevistados (33 pessoas) corresponde a aproximadamente 5% do universo pesquisado. Restringindo o universo pesquisado a apenas os moradores da parte da frente do terreno (16 apartamentos), resulta-se num total de 64 moradores, assim, os 16 entrevistados correspondem a 25% do total.

3.2 Medições do nível de pressão sonora

3.2.1 Equipamento

O equipamento utilizado foi um Medidor de Nível de Pressão Sonora ou Decibelímetro, da marca Tenmars modelo TM-103.

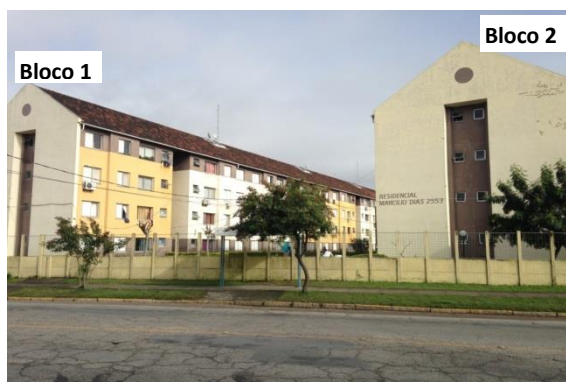
A ISO 140-5 afirma que o equipamento deve estar calibrado e de acordo com as normas IEC 60651 ou IEC 60804, porém estas normas foram substituídas pela IEC 61672, a qual indica que o equipamento deverá se encaixar na classe 1. O aparelho utilizado atende as especificações desta classe.

3.2.2 Objeto de estudo

O conjunto habitacional popular fica localizado na Rua Marcílio Dias, 2553, da cidade de Pelotas/RS. A Rua Marcílio Dias é uma das mais movimentadas do município, ligando a Av. Fernando Osório (Bairro três Vendas) ao centro da cidade, conferindo assim, um grande tráfego rodoviário nas proximidades do Residencial.

A Rua Marcílio Dias, no trecho entre as Avenidas Bento Gonçalves e Fernando Osório, é considerada, pela lei nº 5502/2008 - Plano Diretor (PELOTAS, 2008), uma “via arterial”, ou seja, “aquela com significativo volume de tráfego, utilizadas nos deslocamentos urbanos de maior distância, que propiciam “fluidez” e desenvolvimento contínuo de tráfego, com acesso às vias lindeiras devidamente sinalizadas”.

O Residencial Marcílio Dias foi inaugurado em 01/08/2003 e foi o terceiro empreendimento do Programa de Arrendamento Residencial (PAR) na cidade de Pelotas (Figura 1).



Figural – Vista do condomínio estudado

O edifício conta com 160 unidades habitacionais de 50m², distribuídas em 3 blocos, possuindo 4 pavimentos cada um. O edifício ainda possui área de lazer, esportiva, salão de festas e estacionamento. A figura 2, extraída do sítio Google Maps, mostra a localização do edifício, enquanto a Figura 3 apresenta a planta baixa de uma das 160 unidades habitacionais. Embora os blocos 1 e 2 fiquem de frente para a rua, as janelas dos dormitórios, sala e cozinha ficam voltadas para área interna do condomínio.

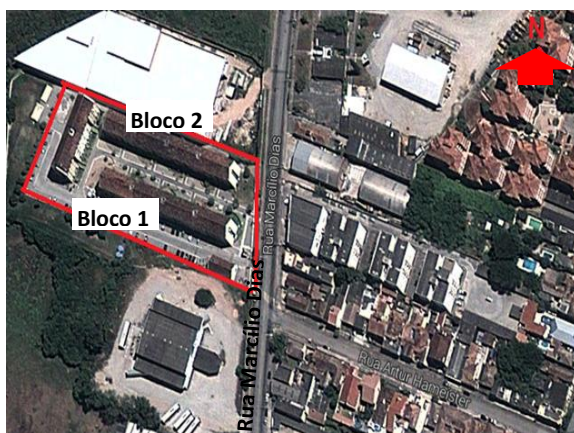


Figura 2 - Localização do Residencial Marcílio Dias

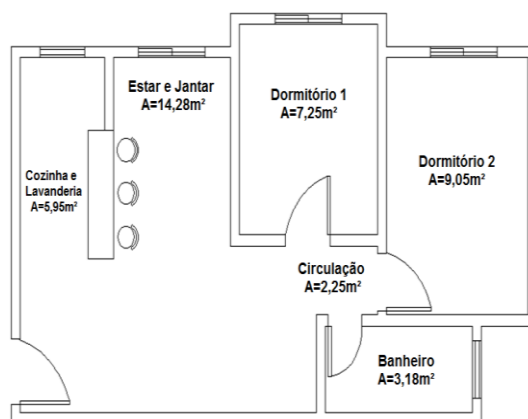


Figura 3 - Planta baixa do apartamento

3.2.3 Local, dia, hora e condições das medições

O nível de pressão sonora foi medido em dBA e suas medições, planejadas da seguinte maneira:

a) Dias e horários das medições - para a realização das medições foram escolhidos 3 dias diferentes da semana (domingo, segunda-feira e quinta-feira) e 3 horários distintos (8h, 13h e 19h30), objetivando abranger dias da semana que possuem movimento intenso de carros e caminhões (devido a concessionárias e um engenho de arroz existentes nas proximidades), em contraste com o domingo. Os horários foram escolhidos ao longo do dia, procurando se aproximar de horários de pico e de acordo com a disponibilidade dos moradores.

b) Local das medições – as medições foram feitas em todos os andares, nos apartamentos de frente para a Rua Marcílio Dias, do Bloco 1 do conjunto habitacional, totalizando quatro apartamentos.

c) Condições e procedimentos de medição – o nível de pressão sonora foi medido, simultaneamente, na parte externa do condomínio (área interna central, em frente ao apartamento mais próximo do alinhamento predial) e interna dos apartamentos. Externamente, um decibelímetro foi posicionado a 2m da fachada e 1,5m do chão, conforme determina a ISO 140-5, e outro decibelímetro, internamente, em posição central, a 2m da fachada do quarto, também a 1,5 m de altura do piso. Durante as medições, as portas e janelas do ambiente permaneceram fechadas.

O procedimento descrito pela ISO 140-5 determina que o tempo de medição da pressão sonora deve incluir, pelo menos, a passagem de 50 veículos. A via em estudo, embora uma das mais movimentadas da cidade, não apresenta fluxo contínuo de veículos, por isto, foram feitas cinco medições, sempre com um intervalo de 10 segundos entre a coleta de um dado e outro e, posteriormente, foi feita uma média com os valores encontrados. No entanto, a norma afirma que a diferença de pressão sonora entre o ambiente interno e externo, só deve ser aceita quando for no mínimo 10dB, caso contrário, deverá ser descartada.

4. RESULTADOS

Os resultados são apresentados de acordo com os critérios estabelecidos na metodologia.

4.1 Nível de Desempenho Acústico das fachadas - Análise dos resultados de acordo com a ABNT NBR15575/2013

Após realizar todas as medições de nível de pressão sonora em dias, horários e locais determinados, foram calculadas as diferenças do nível de pressão sonora entre o ambiente externo e interno e a diferença padronizada, cujos valores são apresentados na Tabela 2.

Para o cálculo do Tempo de reverberação do ambiente de recepção sonora foi empregada a equação (2) e considerada a frequência de 500Hz, sendo o resultado encontrado de 0,89 segundos. Quanto ao tempo de reverberação de referência, foi adotado o valor de 0,5 segundos, conforme estabelecido pela ISO 140-5/1998.

Os dados da Tabela 2 confirmam que os níveis mais baixos de pressão sonora ocorrem nos domingos e nos turnos da manhã. Os dias de semana apresentaram comportamento semelhante entre si, com média em torno de 5 dB a mais do que no domingo. Entre os horários analisados, o das 19:30h foi aquele que registrou os níveis mais elevados do dia.

Para o cálculo da Diferença padronizada de nível- $D_{2m,nT,w}$, foi empregada a equação (1), sendo utilizada a média geral das diferenças do nível de pressão sonora entre o ambiente interno e externo, cujo resultado é de aproximadamente 13dB. Com esse valor, mais o tempo de reverberação calculado e o tempo de reverberação de referência (estabelecido pela ISO 140-5/1998) encontra-se $D_{n,T}$ igual a 15,5dB.

Foi considerado o valor de 10dBA para ruído de fundo nos cálculos citados.

Tabela 2 – Níveis de pressão sonora e respectiva Diferença padronizada de nível

Nível de Pressão Sonora (dBA)													
Hora (h)	Andar	Domingo				Segunda-feira				Quinta-feira			
		Externo	Interno	Diferença	D _{2m,nT,w}	Externo	Interno	Diferença	D _{2m,nT,w}	Externo	Interno	Diferença	D _{2m,nT,w}
8:00	Térreo	53,1	38,8	14,3	16,7	55,8	43,3	12,5	15,0	61,4	47,5	13,9	16,4
	2º	52,2	38,9	13,3	15,9	55,2	43,0	12,3	14,7	60,0	47,5	12,5	14,9
	3º	52,2	39,1	13,1	15,6	57,6	44,9	12,7	15,2	58,0	44,7	13,3	15,8
	4º	50,3	37,9	12,4	14,9	55,5	42,5	13,0	15,5	53,0	40,6	12,5	14,9
13:00	Térreo	55,9	43,9	12,0	14,4	61,7	48,5	13,2	15,6	64,4	51,0	13,4	15,9
	2º	54,0	41,7	12,3	14,7	62,6	49,3	13,3	15,8	61,9	49,0	12,8	15,3
	3º	60,5	48,2	12,3	14,9	63,3	50,2	13,1	15,6	61,3	48,6	12,7	15,2
	4º	60,5	48,2	12,3	15,8	62,4	49,4	13,0	15,5	60,8	47,7	13,1	15,6
19:30	Térreo	58,9	45,3	13,6	16,1	62,9	50,2	12,7	15,2	64,4	51,6	12,7	15,2
	2º	59,0	45,9	13,1	15,6	64,0	51,4	12,6	15,1	62,1	49,1	13,0	15,5
	3º	56,9	44,8	12,1	14,6	70,0	56,3	13,7	16,2	64,2	51,5	12,7	15,2
	4º	58,8	46,4	12,4	14,9	66,6	52,8	13,8	16,3	62,0	49,0	13,0	15,5
média	56,0	43,3	12,7	15,3	61,5	48,5	13,0	15,5	61,0	48,0	13,0	15,5	

Tendo como referência a Tabela 1 e o valor calculado da diferença padronizada de nível, constata-se que a fachada não atinge o nível mínimo de desempenho acústico, para qualquer classe de ruído considerada, pois o valor calculado, 15,5 dB, é menor do que 20 dB, que é limite mínimo da Classe I. Isto provavelmente possa ser explicado pela fragilidade do isolamento acústico das esquadrias, neste caso, janelas de alumínio de correr, com persiana de plástico, frente à alvenaria de blocos cerâmicos revestida em ambos os lados. Isto sugere a complementação do estudo de desempenho, a partir da análise de desempenho dos elementos da fachada, com aplicação do método por elemento, também previsto na ISSO 140-5.

4.2 Conforto Acústico - Níveis de pressão sonora e ABN NBR10152/1987

Para de residências, os limites indicados para dormitórios variam entre 35 e 45 dB (ABNT, 1987), sendo que o valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável.

De posse dos dados levantados, foi montada a Tabela 3 com os níveis de pressão sonora média correspondente ao ambiente interno. Conforme descrito na metodologia, estes valores correspondem à média de 5 medições consecutivas, espaçadas de 10 segundos. Considerando os limites da norma, foi estabelecida a legenda apresentada na Tabela 3, que aplicada sobre os valores medidos indica situações de conforto, aceitável ou desconforto.

Tabela 3 – Avaliação dos níveis de pressão sonora de acordo com ABNT NBR 10152/1987

Níveis de pressão sonora média (dBA)					
Hora (h)	Andar	Domingo	Segunda-feira	Quinta-feira	Valores de referência
8:00	Térreo	38,8	43,3	47,5	 Conforto ≤ 35 dB Aceitável ≤ 45 dB Desconforto > 45 dB
	2º	38,9	43,0	47,5	
	3º	39,1	44,9	44,7	
	4º	37,9	42,5	40,6	
13:00	Térreo	43,9	48,5	51,0	
	2º	41,7	49,3	49,0	
	3º	48,2	50,2	48,6	
	4º	48,2	49,4	47,7	
19:30	Térreo	45,3	50,2	51,6	
	2º	45,9	51,4	49,1	
	3º	44,8	56,3	51,5	
	4º	46,4	52,8	49,0	
média		43,3	48,5	48,0	

A Tabela 3 mostra que em nenhuma das 36 medições realizadas indicou situação de conforto acústico, ou seja, o nível de desempenho acústico das fachadas abaixo do mínimo, registrado no item anterior, se reflete em condição de desconforto.

No domingo, 58% das medições apresentaram nível de pressão sonora aceitável, principalmente no turno da manhã, ficando a média do dia também como aceitável. E picos de desconforto ocorreram às 13:00 e 19:30h.

Já nos dias de semana, observa-se um comportamento diferente do domingo, com 75% das medições indicando desconforto, com níveis acima de 45 dB, resultando em médias diárias com valores também acima deste limite. Verifica-se, nestes dias, situação de desconforto acústico em todos os andares, nos horários de 13:00 e 19:30h.

4.3 Percepção dos usuários - Avaliação dos moradores

A análise das respostas aos questionários revelou que 67% dos moradores entrevistados incomodam-se com os ruídos de tráfego na Rua Marcílio Dias, classificando-o como muito intenso e, 33% dos moradores classificam-no como intenso, confirmando a escolha adequada desta rua para avaliação de desempenho acústico de fachadas devido ao intenso ruído de tráfego rodoviário.

Em relação ao nível de ruído dentro das habitações, cerca de 49% dos usuários consideram o ruído muito intenso, 33% acreditam que o ruído é intenso e 18% classificam como pouco intenso. A figura 5 apresenta gráficos destes percentuais.

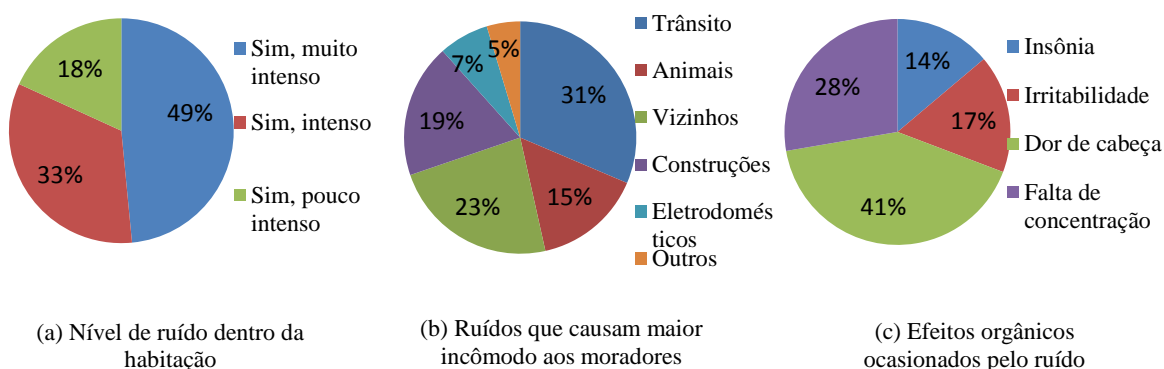


Figura 5 – Resultados da avaliação dos usuários

O ruído oriundo do tráfego de veículos foi indicado como o tipo de ruído que causa maior incômodo (31%), seguindo do ruído proveniente dos vizinhos (23%), construções (19%), animais (15%), eletrodomésticos (7%) e outros (5%). Estes percentuais estão de acordo com os resultados encontrados por Zannin (2002), em que a maioria (70%) também identificou o ruído devido ao tráfego como o mais incômodo.

Também foi constatado que o efeito orgânico de maior ocorrência nos moradores é dor de cabeça (41%), seguido de falta de concentração (28%), irritabilidade (17%) e insônia (14%). Esses mesmos efeitos orgânicos também foram citados pelos entrevistados em pesquisas de Zannin (2002).

5. CONCLUSÕES

A edificação não proporciona conforto acústico nos ambientes, de acordo com critérios estabelecidos pela norma brasileira. Em relação ao desempenho acústico de fachadas quanto ao ruído de tráfego rodoviário, considerando que o estudo empregou parcialmente a metodologia estabelecida, os resultados sugerem não atendimento ao nível mínimo. Coerente com estes dados, a avaliação dos usuários revela o descontentamento em relação à questão do ruído nos ambientes, uma vez que grande parte dos moradores o considerou muito intenso ou intenso dentro de seus apartamentos e, ainda, relataram sentir alterações de humor e dor de cabeça em função do ruído de tráfego.

De maneira geral, a fragilidade do isolamento acústico das fachadas recai sobre as esquadrias, principalmente em empreendimentos de habitação de baixa renda, onde estes elementos construtivos são simples, inclusive, sem persianas, em muitos casos. O atendimento à norma de Desempenho de Edificações Habitacionais exige uma maior qualidade destes elementos construtivos, sanando esta fragilidade e melhorando o nível de desempenho acústico da fachada, o que, certamente, acarretará em conforto acústico nos ambientes.

6. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152 Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 1987. 4p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2013. 60p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas**. Rio de Janeiro, 2013. 57p.
- BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2.ed. revista, São Paulo: Blucher, 2011. 380p.
- CATAI, Rodrigo Eduardo; PENTEADO, André Padilha; DALBELLO, Paula Ferrato. **Materiais, técnicas e processos para isolamento acústico**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 17., 2006. Foz do Iguaçu. **Anais do...** Curitiba: UTFPR, 2006. p.4207.
- FRANCO, Wislanildo. Disponível em: <http://apoluicaoosonora.blogspot.com.br/2009/03/questionario-instrumento-de-pesquisa.html> Acesso em: 29 de jun. 2014, 23:50:00.
- ISO 140, **Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements**. International Organization for Standardization, 1998.
- ISO 15186, **Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity**. International Organization for Standardization, 2000
- ISO 18233, **Acoustics – Application of new measurement methods in building and room acoustics**. International Organization for Standardization, 2006
- LUCA, Carlos Roberto de. **Desempenho Acústico em sistemas Drywall**. Guarulhos: S7 Propaganda, 2011, 23p.
- SILVA, Muriel Mença da. **Desempenho Acústico em conjunto habitacional popular – Estudo de caso baseado na NBR 15575/2013**. 2014. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Centro de Engenharias. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2014.
- MOURA, Leila Luz Fontes de. **Qualidade de Vida no Trabalho: uma aplicação prática do modelo de Walton no contexto de uma empresa em Picos-PI**. 2011. 59p. Monografia (Graduação em Bacharelado em Administração) – Universidade Federal do Piauí, Picos-PI 2011.
- MICHALSKY, Ranny Loureiro Xavier Nascimento. **Metodologia para medição de isolamento sonoro em campo e para expressão da incerteza de medição na avaliação do desempenho acústico de edificações**. 2011. 256f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e pesquisa de engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- NETO, M. F. F. **Nível de conforto acústico: uma proposta para edifícios residenciais**, 2009, 233 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, SP, 2009.
- ORNSTEIN, Sheila W. et al. **Avaliação Pós Ocupação do Ambiente Construído**. São Paulo, EDUSP/Studio Nobel, 1992
- ORNSTEIN, Sheila W. et al. **Avaliação Pós Ocupação e a qualidade ambiental**. São Paulo, FAU USP/Studio Nobel/FUPAM, 1995
- PAZ, Elaine Carvalho et al. **Estudo comparativo da percepção do ruído urbano**. Revista Saúde Pública. Curitiba, 2002.
- Prefeitura Municipal de Pelotas. Lei Municipal nº 5.502, de 11 de setembro de 2008. Institui o Plano Diretor Municipal e estabelece as diretrizes e proposições de ordenamento e desenvolvimento territorial no Município de Pelotas, e dá outras providências. [lei na internet]. [acesso em 30 de outubro de 2014]. Disponível em: http://www.pelotas.com.br/politica_urbana_ambiental/planejamento_urbano/III_plano_diretor/lei_iii_plano_diretor/arquivos/lei_5502.pdf
- VIANNA, N.S “Acústica de Escritórios” – Apresentação: Palestra: Semana Corporativa – Câmara de Arquitetos e Consultores – 2006
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Air Quality Guidelines-Global Update**. 2005. [acesso em 30 de outubro de 2014]. Disponível em: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_agg/en/index.html
- ZANNIN, P. H. T. et. al. **Incomodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR**. Revista Saúde Pública, 2002.