

REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EM UMA FACHADA COMPOSTA DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL ATRAVÉS DO FECHAMENTO DA SACADA

**Renata Rotta(1); Marco Aurélio de Oliveira (2); Ângela Grandaux Pisani (3);
Miguel Angelo Pedroso(4); Jorge Luiz Pizzutti dos Santos(5);**

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS
arqrotta@gmail.com

(2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS
confortus@yahoo.com.br

(3) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS
a.pisani@yahoo.com.br

(4) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS
miguelangelopedroso@gmail.com

(5) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS
lmcc@ufsm.br

RESUMO

Habitantes de áreas centrais convivem diariamente com altos níveis de ruído, os quais atingem índices bem acima do que prevêm as normas de conforto acústico para o interior dos imóveis. O procedimento de fechamento das sacadas, comum em edifícios residenciais, além de integrar uma área considerada externa ao restante da habitação, pode também ser a solução para a redução de ruídos vindos da rua. Em um apartamento que adotou tal solução, fez-se o levantamento das medidas e dos materiais empregados, bem como do mobiliário existente. Foram realizadas medições dos níveis de ruído – seguindo as normas ISO 140/I, ISO 140/II, ISO 140/III - com as esquadrias abertas e fechadas, contando, externamente, com uma fonte geradora de ruído com potência constante. Os resultados obtidos através de cálculos dos dados extraídos demonstraram que o fechamento da sacada trouxe um ganho acústico considerável, embora o sistema adotado seja o de esquadrias de correr em alumínio e vidro. O objetivo desse estudo é demonstrar em números quanto de redução dos níveis de ruído pode-se atingir utilizando tal procedimento, visto que, as alternativas existentes para o isolamento acústico de fachadas são, muitas vezes, demasiadamente onerosas, inviabilizando sua utilização.

ABSTRACT

Inhabitants from central areas face, daily, high noise levels, which affect the higher levels than prescribed by the acoustic comfort patterns in the interior of the buildings. The procedure of balcony isolation, common in residential buildings, besides integrating an area considered external to the rest of the building, can also be the solution to the reduction of the street noise. In an apartment that adopted this solution, it was examined the measures and the materials used, as well as the existing furniture. It were carried out measurements of the noise levels – according to ISO 140/I, ISO 140/II, ISO 140/III – with opened and closed frames, with an external noise source presenting constant power.

The results obtained based on the data analysis demonstrated that the balcony closure showed a considerable acoustic difference, although the adopted system is roller aluminum and glass frames. The objective of this study is to present in numbers how much of the reduction in the noise levels is possible to achieve using this procedure, since the existing alternatives to façades acoustic isolation are, usually, expensive, becoming difficult their use.

1. INTRODUÇÃO

Não há como diferenciar os prejuízos pessoais e coletivos provocados por um vilão insidioso que transita, paradoxalmente, da mesma forma nas metrópoles, nas cidades de médio e pequeno porte e até em vilarejos: o som, quando captado em sua forma agressiva, sempre petulante, e não raras vezes, como malfeitor – o ruído.

Ruídos produzidos na área externa da edificação, principalmente o de tráfego, são um dos grandes responsáveis pela insatisfação de moradores de áreas centrais. Em geral, os níveis de ruído que chegam ao interior das edificações localizadas nessas áreas ficam bem acima do que prevêem as normas de conforto acústico.

Esta realidade nos conduz – projetistas e planejadores – à busca incessante de soluções tecnológicas que amenizem os malefícios provocados por ruídos que invadem nossas habitações, pois que a “falta” de isolamento acústico é acentuada pela vulnerabilidade dos elementos construtivos que compõem as fachadas. “Durante muito tempo, acreditou-se que o conforto acústico estaria associado a grandes investimentos, o que não é verdade” (RECHIA, 2001, p.2). Em alguns casos soluções relativamente simples podem trazer grandes benefícios. O procedimento de fechamento das sacadas, muito comum em edifícios residenciais, tem como objetivo integrar uma área considerada externa ao restante da habitação, porém essa pode também ser a solução para a redução de ruídos vindos da rua.

O trabalho, cujo teor relatamos a seguir, tem a finalidade de demonstrar em números quanto de redução dos níveis de ruído pode se atingir adotando o procedimento de fechamento das sacadas em edifícios.

2. METODOLOGIA

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1. Propagação do som no ar livre

A energia sonora que se transmite no meio aéreo sofre uma atenuação em consequência de vários fatores: a distância percorrida, barreiras sólidas, absorção atmosférica, variação da temperatura e efeitos do vento. (GERGES,1992, p.223). Esses fatores de atenuação nem sempre serão suficientes para eliminar os efeitos danosos do som, caracterizado como ruído por causar transtornos físicos e psicológicos aos moradores de uma residência.

Se considerarmos que os ruídos aéreos podem ter origem interna e externo é muito importante estabelecermos critérios de projeto e controle para obtermos níveis sonoros aceitáveis no interior de residências.

O critério a ser considerado para estes locais, em horários diurnos é, principalmente, a manutenção da boa comunicação oral. Haverá, naturalmente, algum prejuízo, em decorrência dos ruídos que não se podem evitar e que trazem algum benefício para o funcionamento da casa, além de serem de curta duração, como é o caso dos ruídos de eletrodomésticos (MENDEZ, 1994, p.157). Por outro lado, o critério para os níveis sonoros aceitáveis em horas noturnas sofre influência de muitos outros fatores, tanto de natureza física quanto psicológica. De qualquer maneira o nível sonoro existente em uma casa durante a noite dependerá quase que exclusivamente dos sons produzidos externamente, daí a importância do projeto para assegurar um isolamento próprio à residência.

Para que se tenha um parâmetro adequado para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos ou para que se tomem providências técnicas para a redução dos ruídos aéreos em residências a Norma NBR 10151 prevê os níveis sonoros máximos aceitáveis de acordo com as áreas em que se localizam as residências e a Norma NBR 10152 prevê os níveis sonoros ideais para diversos ambientes de acordo com o tipo de edificação.

**Tabela 1 - Nível Crítico de Avaliação NCA para ambientes externos em dB(A)
(NBR 10151).**

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial, urbana ou de hospitais e escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

**Tabela 2 - Nível de ruído para ambientes internos em dB(A)
(NBR 10152).**

Locais	dB(A)	NC
Hospitais		
Apartamentos, Enfermarias, Bercários, Centros cirúrgicos	35 – 45	30 – 40
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 – 50	35 – 45
Serviços	45 – 55	40 – 50
Escolas		
Bibliotecas, Salas de Música, Salas de Desenho	35 – 45	30 – 40
Salas de Aula, Laboratórios.	40 – 50	35 – 45
Circulação	45 – 55	40 – 50
Hotéis		
Apartamentos	35 – 45	30 – 40
Restaurantes, Salas de Estar	40 – 50	35 – 45
Portaria, Recepção, Circulação	45 – 55	40 – 50
Residências		
Dormitórios	35 – 45	30 – 40
Salas de Estar	40 – 50	35 – 45
Auditórios		
Salas de Concerto, Teatros	35 – 40	25 – 30
Salas de Conferências, Cinemas, Salas de Uso Múltiplo	35 – 45	30 – 35
Restaurantes		
Escritórios		
Salas de Reunião	30 – 40	25 – 35
Salas de Gerência, Salas de Projetos e de Administração	35 – 45	30 – 40
Salas de Computadores	45 – 65	40 – 60
Salas de Mecanografia	50 – 60	45 – 55
Igrejas e Templos		
Locais para Esporte		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 – 60	40 – 55

2.1.2. Isolamento acústico

Entende-se como isolamento acústico toda a série de medidas pelas quais se tenta evitar a entrada ou a saída de ruídos e sons em qualquer recinto. Para isto deve-se conhecer a sua natureza, origem e vias de penetração ou saída.

Quanto à natureza os ruídos podem ser:

Ruídos aéreos: quando a fonte geradora atua diretamente sobre o ar;

Ruídos de impacto: quando a fonte geradora é um vibração contínua ou de impacto, produzida diretamente sobre uma estrutura e se transmite por meio sólido.

Considerando-se a finalidade dessa revisão, vamos ater-nos ao ruídos aéreos.

Quanto à origem os ruídos podem provir de fontes internas ou externas. Vamos ater-nos às fontes externas:

Ruídos gerados por aeronaves;

Ruídos gerados por aviões;

Ruídos gerados por trânsito de automóveis;

Ruídos provenientes de atividade industrial ou comercial;

Ruídos provenientes de movimento e vozes de pessoas na via urbana ou em residências vizinhas;

Ruídos provenientes de aparelhos sonoros eletrônicos;

Outros ruídos.

Vias de penetração dos ruídos aéreos:

Aberturas e fendas nas paredes;

Dutos de ventilação;

Orifícios nas paredes;

Vibrações elásticas das paredes.

2.1.3. Isolamento de ruídos aéreos

As ondas sonoras, que incidem num fechamento, produzem uma vibração no mesmo, e este, vibrando, irradia energia sonora para o outro lado. De acordo com MENDEZ (1994, p.107), quando uma onda sonora de energia E_i incide sobre uma parede, divide-se em duas resultantes, uma energia refletida E_r e outra absorvida E_a . Esta última, por sua vez, se decompõe em energia dissipada no interior da parede E_d e uma energia transmitida através da parede E_t , conforme a figura abaixo:

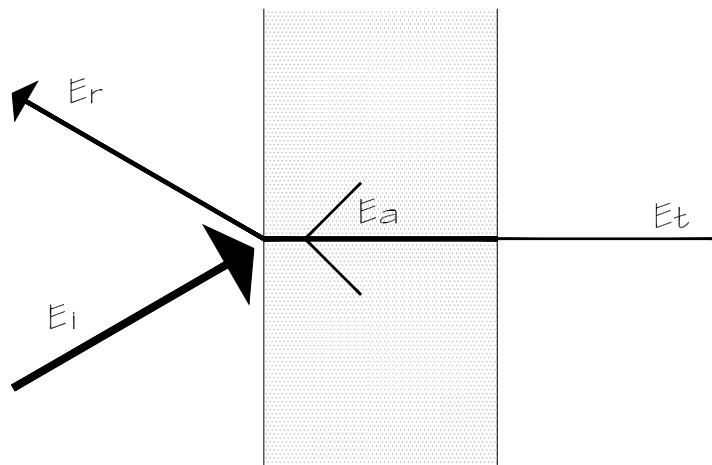


Figura 1 – Reflexão, absorção e transmissão do som. (MENDEZ, 1994)

A relação entre a energia transmitida e a energia incidente, chama-se coeficiente de transmissão t :

$$T = E_t / E_i \quad [\text{Eq. 01}]$$

A perda da transmissão sonora PT , decorrente da reflexão e da absorção de energia, define-se como Índice de Redução Acústica R , é medido em dB, e tem expressão matemática:

$$R = 10 \log (E_i / E_t) \quad \text{ou} \quad [\text{Eq. 02}]$$

$$R = 10 \log (1/t) \quad [\text{Eq. 03}]$$

Conclui-se que quanto maiores os valores da Perda de Transmissão, mais baixa será a transmissão de energia acústica e vice-versa.

O índice de redução acústica também depende do ângulo de incidência do som. No caso do som difuso, o índice pode ser determinado pelo nível de pressão sonora nos ambientes em que se está fazendo a medida. A redução do ruído através de dispositivos como paredes também pode ser quantificada pela Diferença de Nível de pressão Acústica D:

$$D = N1 - N2 \quad [\text{Eq. 04}]$$

Onde:

N1 = Nível de pressão sonora no ambiente emissor (dB)

N2 = Nível de pressão sonora no ambiente receptor (dB)

Ainda segundo MENDEZ (1994, p.107), quando a absorção sonora do recinto receptor é baixa, R e D estão relacionados por meio da expressão:

$$R = D + 10 \log S / A2 \quad [\text{Eq. 05}]$$

Onde:

S = superfície da parede divisória (m²)

A2 = absorção do ambiente receptor (m²)

O valor da perda de transmissão, para fechamentos homogêneos, sob condições normais, depende, principalmente da massa superficial do material e da frequência incidente, fenômeno conhecido como Lei da Massa. GOMEZ (1988) classificou o isolamento das paredes segundo o comportamento de suas perdas de transmissão, conforme a tabela:

Tabela 3 – Qualificação do Isolamento. (GOMEZ, 1988)

Qualificação do isolamento	Perda de transmissão (dB)	Condições de audição.
Pobre	<30	Compreende-se a conversação normal facilmente através da parede.
Regular	30 a 35	Ouve-se a conversação em voz alta, mas não se entende bem a conversação normal.
Bom	35 a 40	Ouve-se a conversação em voz alta mas não é facilmente inteligível.
Muito bom	40 a 45	A palavra normal é inaudível e, em voz alta é muito acentuada, sem compreensão.
Excelente	>45	Ouve-se muito fracamente os sons muito altos.

2.1.4. Isolamento acústico de paredes simples

A transmissão do som através de paredes varia com a frequência do som incidente. É necessário conhecer o seu valor, nos diferentes materiais. O esquema de variação da Perda de Transmissão (PT) em função da frequência, depende:

- 1) das características de rigidez do material para frequências muito baixas. Neste caso quanto mais rígido o material pior será o isolamento.
- 2) da frequência de ressonância do material que é função das dimensões, da rigidez e da massa surfática da parede.
- 3) da massa do material para as frequências superiores ao dobro da frequência da primeira ressonância, de tal forma que a isolação acústica do fechamento dependera da quantidade de massa e do valor da frequência incidente. A PT apresenta um aumento de aproximadamente 6 dB a cada duplicação da massa (Lei da massa). Há um aumento de aproximadamente 6 dB na isolação sonora a cada duplicação de frequência, ou seja a cada oitava (Lei da frequência). Podemos concluir daí que quanto maior a

massa do fechamento e maior a frequência incidente, maior será a dificuldade para fazer o material vibrar, garantindo assim um isolamento mais eficiente.

2.1.5. Isolamento acústica de paredes duplas

Uma parede simples tem um bom desempenho de isolamento acústico em função da sua massa e de uma frequência crítica adequada. Entretanto o aumento da massa torna-se inviável para melhorar o desempenho acústico, por razões funcionais, de espaço e econômicas.

Uma solução é o uso de paredes duplas (ou triplas) separadas por uma câmara de ar. A camada de ar entre os dois elementos de uma parede dupla cria um acoplamento elástico entre eles. Para que o sistema tenha bom resultado a frequência de ressonância da parede dupla deve ser inferior à frequência incidente.

Outra solução é o uso de paredes separadas por material absorvente. Este tenderá a produzir uma queda na frequência de ressonância do conjunto o que melhorará a isolação.

Perda de transmissão em superfícies compostas

Para determinar o isolamento acústico total de uma partição (as parede pode ser constituídas de vários elementos), deve-se calcular a área de cada elemento e seu respectivo coeficiente de transmissão t , de acordo com a fórmula abaixo:

$$R = 10 \log (S / S_1t_1 + S_2t_2 + \dots + S_n t_n) \quad [\text{Eq. 06}]$$

Onde:

S = área total da parede

S₁,S₂,S_n = área dos componentes individuais

t₁,t₂,t_n = coeficientes de transmissão dos componentes individuais

2.1.6. Isolamento dos elementos constitutivos das fachadas

O isolamento acústico das paredes pode diminuir muito se não forem tomadas medidas de estanqueidade das aberturas. As paredes com massa superior a 150 kg/m², seguem a lei da massa para o seu desempenho acústico. As janelas como elementos constitutivos das fachadas devem apresentar os requisitos fundamentais previstos em norma para a definição do seu desempenho acústico.

Isolamento de portas: As portas devem ser espessas e permitir um fechamento hermético, para isso devemos colocar batentes de borracha nos marcos e fazer um perfeito ajustamento.

Isolamento de janelas: Mais do que as portas, as janelas têm um papel muito importante no isolamento dos ruídos externos. Para tanto, devemos garantir um fechamento hermético, utilizando, se necessário juntas elásticas e batentes de borracha. As janelas simples proporcionam um isolamento que depende da sua estanqueidade, da natureza dos caixilhos, do tipo e espessura dos vidros e evidentemente da maneira de colocação. Para certos tipos de janelas, tais como as janelas de corres, a condição de baixa estanqueidade depõe desfavoravelmente com referência à necessidade de isolamento. Uma das maneiras de conseguir-se um desempenho positivo em janelas simples é a utilização de janelas com vitragem dupla mantendo-se uma câmara de ar entre cada vidro. Entretanto um valor importante para o isolamento só é possível com a utilização de janelas duplas. O valor de isolamento resultante da associação de duas janelas depende da estanqueidade de cada uma, isto é, do tipo de fechamento das juntas ao longo do perímetro de fechamento das esquadrias.

2.2 Levantamento de Dados

Para tornar possível o balizamento dos dados referentes aos níveis de ruído que chegam ao interior da edificação, foram realizadas medições em um apartamento onde se adotou o fechamento da sacada através de painéis de vidro 6mm em estrutura de alumínio com fechamento de correr.

Inicialmente, procedeu-se o levantamento das medidas, materiais empregados nos acabamentos, além do mobiliário existente no local (Figuras 2 e 3).

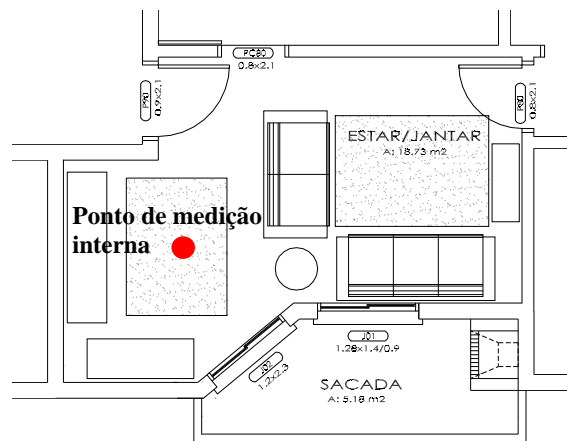


Figura 2 – Planta Baixa da Sala e Sacada do Apartamento em estudo.

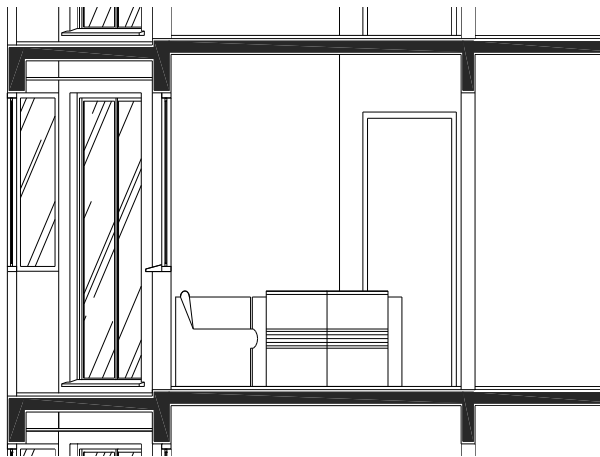


Figura 3 – Corte da Sala e Sacada do Apartamento em estudo.

Na realização das medições acústicas foram utilizados: um sonômetro Classe II construído de acordo com as normas internacionais ANSI S1.4, IEC-651 e IEC-804, com certificado de calibração e rastreabilidade pela Rede Brasileira de Calibração. No exterior da edificação foi instalado um aparelho para a reprodução de um CD de ruído rosa constante. A medição foi feita com as seguintes configurações de equipamento: L_{eq} de 5 minutos, incidência sonora randômica, sem acoplamento de filtro, modalidade “Slow” e curva de ponderação em decibéis (A). Após esses procedimentos, foram feitas as medições dos níveis de ruído fora e dentro da edificação. A medição do ruído externo foi realizada com o aparelho localizado a um metro de distância da mureta da sacada, enquanto as medições internas foram realizadas dentro da sala de estar, sempre no mesmo ponto, conforme Figura 2.

Foram feitas seis medições no período das 9:00 h às 12:00. A tabela 4 mostra como procederam as medições e os níveis de ruído atingidos no interior da edificação.

Tabela 4 – Dados referentes às medições.

Nº da Medição	Local das medições	Condições de medição	Nível de Ruído
1º	Externa	A um metro de distância da fachada	60,1 dB(A)
2º	Na Sala	Janelas da Sala fechadas e da Sacada abertas	45,2 dB(A)
3º	Na Sala	Janelas da Sala abertas e da Sacada fechadas	44,3 dB(A)
4º	Na Sala	Janelas da Sala e Sacada fechadas	38,4 dB(A)

2.3 Tratamento dos Dados

Os dados referentes às medições da sala de estar, tipo de acabamento e mobiliário serviram como instrumento para definir o TR (tempo de reverberação). A tabela 5 mostra quais foram os dados coletados e o procedimento adotado para determinar o TR.

Tabela 5 – Tabela TR (tempo de reverberação).

VOLUME DA SALA (m³)		48,7									
COMPONENTES DA SALA		COEF. DE ABSORÇÃO(a)			ABSORÇÃO EQUIVALENTE (A)			TR			
ÁREAS (m²)		500HZ	1000HZ	2000HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	500 HZ	1000HZ	2000HZ	
PAREDES E TETOS		58,85	0,03	0,01	0,04	1,7655	0,5885	2,354	1,15047	1,257159	0,9160808
PISO CERÂMICO		10,94	0,01	0,02	0,02	0,1094	0,2188	0,2188			
SOFÁS		2,88	0,26	0,35	0,44	0,7488	1,008	1,2672			
PORTAS DE MADEIRA		5,25	0,06	0,12	0,1	0,315	0,63	0,525			
TAPETES		4,9	0,35	0,4	0,5	1,715	1,96	2,45			
JANELAS METÁLICAS		4,44	0,18	0,12	0,07	0,7992	0,5328	0,3108			
CORPO HUMANO		3	0,44	0,42	0,46	1,32	1,26	1,38			
ABSORÇÃO TOTAL					6,7729	6,1981	8,5058	TR MÉDIO			1,076625

Definindo-se o TR para a sala e lançando os dados coletados nas Tabelas 4 e 5 na fórmula $R = L1 - L2 + 10 \log T / TO$ (ISO 140), é possível determinar o isolamento acústico da fachada em estudo sem o fechamento da sacada e o desempenho atingido pelo conjunto após seu fechamento (Tabela 6).

Tabela 6 – Isolamento acústico das partes da fachada.

R = L1-L2+10log T/TO				
L1	L2	TR	TO	R(conjunto fachada)
60,1 dB(A)	45,2 dB(A)	1,077 seg.	0,5 seg.	18,23 dB(A)
L1	L2	TR	TO	R(sacada)
60,1 dB(A)	44,3 dB(A)	1,077 seg.	0,5 seg.	19,13 dB(A)
L1	L2	TR	TO	R(conjunto fachada + sacada)
60,1 dB(A)	38,4 dB(A)	1,077 seg.	0,5 seg.	25,03 dB(A)

3. RESULTADOS

3.1 Descrição e análise dos resultados

Conforme a Tabela 4, o resultado obtido nas medições utilizando o artifício de fechamento da sacada demonstra o seguinte:

1 – O conjunto da fachada (paredes e aberturas), com a sacada aberta proporciona uma redução de 14,9 dB(A) entre os níveis de ruído externo e interno.

2 – O fechamento dos vidros da sacada, mesmo mantendo os vidros da fachada abertos, proporciona uma redução de 15,8dB(A) entre os níveis de ruído externo e interno.

3 – Finalmente, fazendo a medição com todas as aberturas fechadas, incluindo as da sacada, se atingiu uma redução total de 21,7 dB(A) entre os níveis de ruído externo e interno.

Conforme a Tabela 6, o resultado obtido nas medições utilizando o artifício de fechamento da sacada demonstra o seguinte:

1 – O conjunto da fachada (paredes e aberturas fechadas), com a sacada aberta proporciona um isolamento acústico de 18,23 dB(A).

2 – O conjunto dos elementos que compõem a sacada do apartamento, considerando suas esquadrias fechadas proporcionam um isolamento acústico de 19,13 dB(A).

3 – Finalmente, considerando todas as aberturas fechadas, incluindo as da sacada, se atingiu um isolamento acústico de 25,03 dB(A).

Dessa forma, a residência em questão se adequaria a qualquer uma das áreas definidas na Tabela 1, exceto a área predominantemente industrial, pois o nível de redução de ruído atingido com o fechamento de todas as esquadrias foi de 21,7dB(A). Mesmo considerando a pior situação da Tabela 1, com nível de ruído externo de 70 dB(A), a redução dos níveis de ruído atingidos pelo fechamento de todas as aberturas proporcionaria um nível de ruído dentro da sala de estar de 48,3 dB(A), índice muito próximo aos 45 dB(A) determinados pela NBR 10152 (Tabela 2).

4. CONCLUSÃO

É notável a fragilidade das fachadas de nossas edificações no que tange ao conforto acústico. Apesar de surgirem constantemente novos produtos no mercado com o objetivo de amenizar os ruídos que penetram no interior da edificação, a utilização desses produtos pelo público a que se destina ainda é limitada.

Após o estudo realizado, é possível afirmar que o procedimento de fechamento de sacada com esquadrias é, também, uma maneira de isolar os ruídos vindos do exterior da edificação.

Janelas acústicas tornam-se, muitas vezes, inviáveis de serem utilizadas devido ao custo elevado, representando portanto o fechamento da sacada uma alternativa àqueles que podem se utilizar desse artifício.

Porém, tal procedimento, acarreta a alteração visual e estética das fachadas, além de prejudicar, em alguns casos, o conforto térmico nesses ambientes. Os projetistas, conhecendo essa prática, deveriam especificar quando esse procedimento é recomendado, adaptando o projeto ao possível fechamento, estipulando, inclusive, padrões de aberturas e vidros. As condições impostas pelo projeto devem ser estudadas com bastante cuidado, pois a orientação solar é um fator determinante para que se atinja ou não uma melhora de conforto térmico a partir desse procedimento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GERGES, S. *Ruído: Fundamentos e Controle, Florianópolis*. Florianópolis: S.N.Y. Gerges, 192, 60 p.

GOMES, G. O. *Acústica aplicada a la construcción: el ruído*. Santiago de Cuba: Ediciones ISPJAM, 1988, 53p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – **ISO 140** – Acoustics – Measurements of sound insulation in buildings and of buildings elements. Part 3, 1995.

MÉNDEZ, A. STORNINI, A.J., SALAZAR, E.B. et al. *Acústica Arquitectônica*. Buenos Aires: UMSA, 1995, 238 p.

NBR 10151. Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999.

NBR 10152. Níveis de ruído para conforto acústico – procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987.

RECHIA, C. Estudo do desempenho acústico dos elementos construtivos que compõem a fachada. Santa Maria: UFSM, 2001, 131 p. Dissertação de Mestrado (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Maria.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.