

INFLUÊNCIA DAS ESQUADRIAS E DA GEOMETRIA DO AMBIENTE NO DESEMPENHO ACÚSTICO DE VEDAÇÕES VERTICAIS EM EDIFÍCIOS

Influence of environmental frames and geometry on the acoustic performance of vertical partitions in buildings

Pedro Henrique Rosa de Souza, Pesquisador do POLITECH, Escola Politécnica de Pernambuco - UPE

phrs1110@gmail.com

Fábia Kamilly Gomes de Andrade, MSc., Pesquisadora do POLITECH, Escola Politécnica de Pernambuco - UPE

fabiakamilly@hotmail.com

Alberto Casado Lordsleem Júnior, Pós DSc., Coordenador do POLITECH, Escola Politécnica de Pernambuco - UPE

acasado@poli.br

Resumo

A excessiva exposição aos ruídos é um problema das metrópoles brasileiras. Seus efeitos podem afligir a saúde do indivíduo. A transmissão sonora aos ambientes internos de edifícios deve, portanto, ser prevista em projeto para que ocorra adequadamente. O presente artigo objetiva investigar a conformidade do desempenho acústico obtido por vedações verticais em edifícios habitacionais localizados no Recife e analisar a influência das esquadrias utilizadas e da geometria dos ambientes analisados. Para tal, avaliou-se o desempenho acústico de vedações verticais internas e externas de 7 edifícios residenciais da cidade, por ensaio de procedimento preconizado pela norma NBR 15575 (ABNT, 2013) e compilou-se os dados no *software* dBbati, os quais foram analisados em relação aos fatores indicados. 13% das vedações internas analisadas apresentou isolamento em conformidade com a normalização. Nenhuma das vedações externas avaliadas apresentou resultado satisfatório. Observou-se uma relação dos menores tempos de reverberação com cômodos de volumes de valor intermediário.

Palavras-chave: Isolamento acústico; vedação vertical; desempenho

Abstract

Excessive exposure to noise is a problem of Brazilian metropolises. Its effects can afflict the individual health. Therefore, sound transmission to indoor environments of buildings should be predicted in design to occur properly. This article aims to investigate the acoustic performance achieved by vertical fences in residential buildings located in Recife and to analyze the influence of the frames used and the geometry of the analyzed environments. The acoustic performance of internal and external vertical seals of 7 residential buildings in the city was evaluated by a procedure test recommended by NBR 15575 (ABNT, 2013) and the data were compiled in dBbati software, which were analyzed in relation to the indicated factors. 13% of the internal seals analyzed presented isolation in accordance with normalization. None of the evaluated external fences presented satisfactory results. It was observed a relation of the smaller reverberation times with rooms of intermediate value volumes.

Keywords: *Acoustic insulation; vertical partition; performance*

1. Introdução

A abertura de crédito aos consumidores e produtores ocorrido entre 2006 e 2014 (MATTEI, 2012; CURY; CAOLI, 2016) ocasionou o crescimento dos centros urbanos brasileiros. Isto contribuiu para a exposição de seus habitantes a níveis de ruídos excessivos. A transmissão sonora em limites acima do ideal pode acarretar problemas não só de ordem psíquica, como também disfunções gastrointestinais, vasculares, respiratórias, hormonais e nervosas (CARVALHO, 2006; CARDOSO, 2006; MARTINS, 2008).

Ao mesmo tempo, a qualidade nos serviços oferecidos pela indústria da construção civil torna-se cada vez mais necessária, a fim de obter maior aceitação de mercado, tendo em vista a nova situação econômica no país (FRAGA, 2017). Além disso, o usuário se torna mais exigente na avaliação de atributos de uma edificação para a compra de um imóvel.

Segundo Zhou e Wu (2010), o desenvolvimento de atributos tecnológicos por parte das empresas é fundamental para que haja vantagem competitiva sustentável. Isso sugere a necessidade das construtoras em aprimorar a racionalização dos processos construtivos, focando suas metas no atendimento do desempenho requerido.

Para esse fim, a norma NBR 15575 (ABNT, 2013) traz importantes contribuições ao incremento tecnológico das habitações, promovendo ao consumidor a garantia de atendimento a suas necessidades e maior valorização comercial às edificações (CBIC, 2013; SILVA JÚNIOR, SILVA, PINHEIRO, 2015). A parte 4 da NBR 15575 trata dos requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas e possui seção dedicada ao desempenho acústico.

Segundo Penedo e Oiticica (2015), os requisitos acústicos são características específicas que possibilitam a análise do desempenho dos ambientes. Eles podem ser medidos por meio de 3 tipos de ensaios, indicados pela norma de desempenho.

Diante deste contexto, o presente trabalho objetiva analisar a conformidade do desempenho acústico obtido por vedações verticais em edifícios habitacionais com os

critérios determinados pela norma brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013); além de relacionar estes resultados com detalhamentos construtivos da vedação. Tais detalhamentos se referem à área das esquadrias em função da parede na qual estão instaladas, bem como ao volume dos ambientes analisados.

2. A importância dos elementos da vedação vertical no desempenho acústico

As vedações verticais são o subsistema do edifício que limita, define e compartimenta a edificação (MARQUES, 2013; LORDSLEEM JR, 2012). Ela é a responsável pela delimitação dos ambientes internos e pela proteção contra agentes indesejáveis, inclusive o ruído (LORDSLEEM JR, 2012). Seus elementos formadores são o vedado, que caracteriza a vedação vertical; a esquadria, que permite o controle de acesso aos ambientes; e o revestimento, que possibilita o acabamento da vedação (MEDEIROS, 2013).

A diversidade de soluções para a constituição e construção destes elementos pode resultar em diferentes desempenhos acústicos (SCHVARSTZHaupt, TUTIKIAN, NUNES; 2014). Por isso, a transmissão sonora entre ambientes pode ser atenuada ou revertida por meio do aperfeiçoamento de materiais construtivos a serem utilizados nos mesmos, como sugere Santos Neto et al. (2014).

As esquadrias também são elementos de grande variedade de formas e dimensões, sendo variadas as possibilidades de posicionamento e aberturas das mesmas em relação à parede.

Segundo Beltrame (2013), as janelas de correr com vidros de 6 mm de espessura obtiveram o desempenho acústico mais satisfatório em comparação às janelas venezianas e de correr simples com a mesma espessura.

O tipo de vidro e a adição de acessórios a esquadria também influenciam no desempenho acústico da mesma. Segundo Schvarstzhaupt, Tutikian e Nunes (2014), o uso de persianas, por exemplo, pode contribuir para o aumento do isolamento sonoro da esquadria em vidro simples de 4 mm, as quais não oferecem tão boa eficiência no desempenho acústico quanto as de vidro laminado.

Segundo Jones (2008), não só a esquadria em si influencia na transmissão sonora, como também o seu sistema de fechamento. O autor sugere a aplicação de materiais que promovam vedação das fendas das portas, a exemplo das dobradiças de levantamento, que proporcionam o abaixamento da porta no momento em que ela é fechada. Carvalho (2006) também mostra preocupação com a vedação da porta em relação ao piso ao propor a adoção de chanfros vedados na região da soleira.

Também é citado por Jones (2008) que a contribuição de uma janela ao desempenho acústico de um ambiente depende do cuidado com que o elemento foi instalado e da área relativa entre o mesmo e a parede na qual foi instalado, além da perda de transmissão sonora por parte da esquadria isoladamente.

Carvalho (2006) salienta a importância de se aplicar material absorvente nas conexões dos vidros com as esquadrias e de se escolher a forma de fechamento das mesmas.

Também é citada por este autor a hipótese de criação de vácuo entre cada duas lâminas de vidro.

A escolha da geometria do ambiente adequada ao seu uso é uma outra alternativa para o atendimento do desempenho acústico através da otimização do tempo de reverberação no recinto, de acordo com Mateus (2008).

O autor também afirma que, para esta finalidade, o ruído de fundo deve ser minimizado e o som bem distribuído e inteligível em seu interior.

Segundo Carvalho (2006), o tempo de reverberação é uma grandeza que depende da aplicação de volumes próprios para a sua destinação; enquanto, há a potencial ocorrência de ecos em ambientes de paredes opostas muito distantes.

Já Fauro, Rocha e Pereira (2011) afirmam que em superfícies muito próximas e paralelas também há suscetibilidade à ocorrência da reverberação. Essa configuração em planta é bastante presente em cômodos de apartamentos em edifícios habitacionais.

3. O desempenho acústico segundo a norma NBR 15575

A norma de desempenho, NBR 15575-4 (ABNT, 2013), apresenta 3 parâmetros acústicos relativos às vedações verticais, dos quais 2 foram utilizados no presente trabalho: a diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) e a diferença padronizada de nível ponderada a 2 m de distância da fachada ($D_{2m,nT,w}$), presentes na ISO 140-4 (ISO, 1998) e ISO 140-5 (ISO, 1998), respectivamente.

Estas normas internacionais foram recentemente atualizadas para a ISO 16283-1 (ISO, 2014) e, portanto, ainda não foi atualizada na norma de desempenho.

O $D_{nT,w}$ mede o isolamento acústico promovido por vedações internas da edificação e o $D_{2m,nT,w}$, por fachadas de edifícios e sobrados. Estes parâmetros podem ser medidos por meio do método de avaliação de engenharia, que caracteriza de forma direta o comportamento acústico do subsistema de vedações. Esta é a metodologia mais precisa, segundo a norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013).

Esta norma também estabelece os critérios mínimos exigidos para estes parâmetros. O $D_{2m,nT,w}$ possui limites inferiores associados ao entorno da obra, que foi categorizado em classes de ruído, como segue no Quadro 1.

Ele deve ser medido nos dormitórios da unidade habitacional, com as portas e janelas fechadas. Em regiões próximas de equipamentos urbanos de emissão sonora de grande magnitude devem ser realizados estudos específicos, conforme é indicado.

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

Quadro 1: Valores mínimos de $D_{2m,nT,w}$. Fonte: ABNT, 2013

São também estabelecidos critérios mínimos para o $D_{nT,w}$, os quais diferem de acordo com o ambiente de análise. A seguir, segue quadro 2 com valores mínimos do $D_{nT,w}$ a serem obtidos na edificação.

Elemento	$D_{nT,w}$ (dB)
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	≥ 40
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório	≥ 45
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	≥ 40
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos	≥ 30
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	≥ 45
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades).	≥ 40

Quadro 2: Valores mínimos de $D_{nT,w}$ entre ambientes. Fonte: ABNT, 2013

4. Método

4.1. Caracterização do objeto de estudo

O presente estudo analisou 7 edifícios habitacionais multifamiliares em fase final de execução devido à presença necessária de todos os elementos constituintes da vedação nos ambientes avaliados, como concebido em projeto.

Os empreendimentos monitorados se localizam na cidade do Recife, sendo localizados em classes de ruído distintas, conforme a NBR 15575 (ABNT, 2013), como pode ser observado no quadro 3.

Obra	Bairro	Torres	Pavimentos tipo	Unidades por pavimento	Quartos por unidade	Área privativa (m ²)
A	Madalena	1	29	2	4	153
B	Boa Vista	1	29	4	3	69 e 76
C	Rosarinho	1	20	2	3	108
D	Poço da Panela	2	7	4	3	108
E	Arruda	1	17	6	3	58,38
F	Boa Vista	1	20	12	1 e 2	38 e 52
G	Torre	1	28	4	2 e 3	51,32 e 62,82

Quadro 3: Caracterização dos empreendimentos estudados. Fonte: Os autores

As unidades habitacionais estudadas ainda não estavam em fase de operação e, portanto, os espaços foram avaliados vazios. No total, foram analisadas 23 vedações internas e 13 vedações externas.

As esquadrias instaladas nas obras em análise são todas em alumínio, com escova de polipropileno nas áreas de flancos, e possuem vidro comum de 4 mm de espessura. Todas operam em abertura de correr. Uma das vedações analisadas na obra B possui uma parte fixa e a observada na obra C tem formato de L. As áreas variam entre 1,3 e 2,1 m².

4.2. Os equipamentos de medição

Os equipamentos de medição usados em campo na pesquisa constam de um sonômetro, uma fonte emissora de ruído dodecaédrica omnidirecional e um calibrador. Para a compilação dos dados obtidos nos experimentos, utilizou-se os *softwares* dBati e Excel. As funções de cada um dos equipamentos anteriormente citados estão elencadas no quadro (4).

Sonômetro	Medidor de nível de pressão sonora. Coleta os ruídos de emissão, recepção e os tempos de reverberação no experimento.
Calibrador acústico	Verifica a calibração do medidor, conforme as especificações do fabricante.
Fonte emissora de ruído	Composta por 1 haste elevatória, 1 amplificador de potência, 1 fonte sonora dodecaédrica e 1 controle remoto. Responsável pela criação de condição acústica no ambiente favorável à realização do procedimento experimental.
<i>Software</i> dBati	Responsável pela compilação dos dados de campo e geração dos resultados.
<i>Software</i> Excel	Utilizado para documentação e análise dos dados compilados.

Quadro 4: Equipamentos utilizados nos experimentos. Fonte: Os autores

4.3. Coleta e compilação de dados

Os experimentos foram realizados segundo o método de engenharia recomendado pela norma NBR 15575 (ABNT, 2013), a qual indica, para o sistema de vedações verticais externas (fachadas), o procedimento descrito na norma ISO 140-5 (ISO, 1998), bem como para o sistema de vedações verticais internas, o descrito na ISO 140-4 (ISO, 1998).

Ressalta-se a substituição dessas 2 normas pela ISO 16283-1 (ISO, 2014), sendo assim levada em consideração a mais recente.

Nesta norma são indicadas as seguintes distâncias:

- a fonte sonora deve ser colocada no centro da sala;
- o medidor e qualquer superfície não devem estar distanciados a menos que 0,5 m;
- os pontos de leitura do medidor devem estar preferencialmente sem alinhamento e distantes de, no mínimo, 0,7 m entre si;
- a distância entre o piso e o medidor deve ser maior ou igual 1,2 m;
- entre o medidor e a fonte sonora, a distância deve ser maior ou igual a 1,0 m.



Figura 1: Realização do ensaio. Fonte: Os autores

A intensidade das ondas sonoras emitidas pela fonte foi mantida elevada o suficiente para que, juntamente com o ruído de fundo, atingisse 110 dB. Isso garante uma diferença de, pelo menos 10 dB entre o ruído de fundo e o de recepção, como recomenda a norma ISO 16283-1 (ISO, 2014), conferindo eficiência à compilação de dados por parte do *software* dBbati, o qual exige uma diferença mínima de 6 dB entre os mesmos ruídos.

5. Resultados

5.1. Avaliação da conformidade acústica

Foram analisadas 23 vedações internas, indicadas na tabela abaixo pelo índice I, totalizando 69 resultados de $D_{nT,w}$ em dB, conforme a tabela (1). Os valores mínimos obtidos em cada vedação está indicado em negrito.

Obra	Vedação	D _{nT,w} (dB)		
		Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3
A	I1	38	*	38
	I2	39	40	40
	I3	40	40	40
B	I4	39	39	40
	I5	38	37	38
	I6	37	38	38
	I7	36	36	36
C	I8	38	38	38
D	I9	39	40	41
	I10	40	*	42
	I11	41	42	42
E	I12	38	38	37
	I13	34	*	34
	I14	39	38	38
	I15	37	38	38
F	I16	36	36	36
	I17	37	37	38
	I18	37	38	37
	I19	34	34	34
G	I20	39	38	39
	I21	37	37	37
	I22	37	37	38
	I23	35	35	35

Tabela 1: Resultados de D_{nT,w} em vedações internas. Fonte: Os autores

Da mesma forma, segue na tabela (2) os 39 resultados decorrentes das 13 vedações externas avaliadas, sendo 3 resultados por vedação. O menor destes 3 resultados está indicado em negrito. Também estão expressas as classes de ruído para cada uma das obras, a fim de servir como base para a análise do desempenho de cada uma das vedações.

Obra	Classe de ruído	Vedação	D _{2m,nT,w} (dB)		
			Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3
A	II	E1	23	23	23
B	III	E2	21	21	20
		E3	23	23	23
C	II	E4	20	19	20
D	II	E5	21	21	21
		E6	20	21	21
		E7	24	24	24
E	III	E8	19	19	19
		E9	19	19	19
F	III	E10	23	22	23
		E11	22	22	22
G	II	E12	18	18	18
		E13	19	20	21

Tabela 2: Resultados de D_{2m,nT,w} em vedações externas. Fonte: Os autores.

Levando-se em consideração os dados acima citados, pôde-se constatar que, entre as vedações internas, apenas 13,04% apresentaram conformidade com as recomendações da norma de desempenho, como indica o gráfico (1). Nenhuma das vedações externas obteve resultados satisfatórios quanto à adequação do D_{2m,nT,w} em relação à classe de ruído na qual a habitação está localizada.

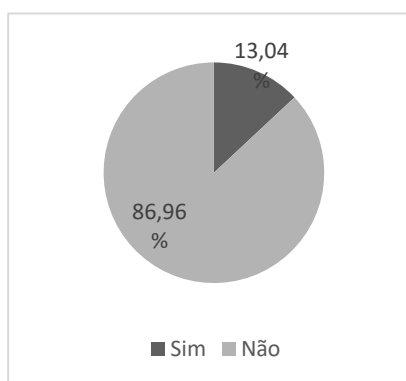


Gráfico 1: Conformidade de vedações internas com a NBR 15575 (ABNT, 2013). Fonte: Os autores.

O maior valor de desempenho acústico foi observado na vedação E7 e o menor nas vedações E8 e E9, que mesmo assim não apresentaram o resultado mínimo exigido. Na Tabela 3, é possível verificar a diferença necessária para ambos os casos, a fim de obter a conformidade.

	Esquadria	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	Classe de ruído	Decréscimo (dB)
Melhor Desempenho	E7	24	II	-1
Pior Desempenho	E8, E9	19	III	-11

Tabela 3: Valores deficitários de $D_{2m,nT,w}$ dentre as vedações externas em análise. Fonte: Os autores.

5.2. Avaliação quanto ao volume dos ambientes

A seguir, apresenta-se a relação entre os volumes dos ambientes de recepção com o desempenho acústico obtido pelas vedações internas analisadas.

Algumas das vedações estão contidas em ambientes de mesmo volume e, nesse caso, a análise foi realizada com o valor médio do isolamento obtido entre os valores mínimos das leituras do $D_{nT,w}$ de vedações presentes nesses ambientes.

O gráfico 2 indica que volumes maiores garantem melhor desempenho acústico. No entanto, o contrário não foi observado: os menores desempenhos estão relacionados a volumes de valor intermediário.

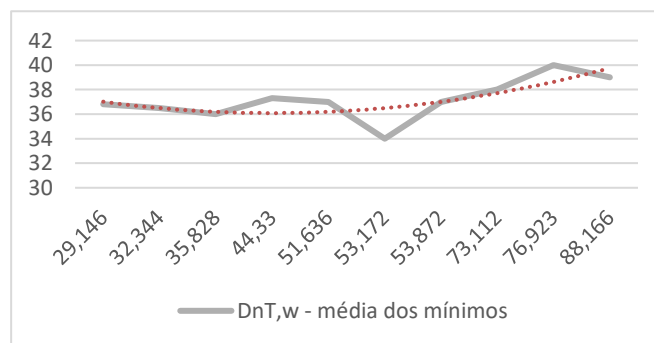


Gráfico 2: Desempenho acústico das vedações internas em relação ao volume dos ambientes de recepção. Fonte: Os autores.

A mesma tendência foi obtida com a relação entre os volumes dos ambientes avaliados e os respectivos tempos de reverberação máximos encontrados, como indicado no gráfico (3), o que aponta a existência de volumes ótimos para a minimização do TR60 no ambiente.

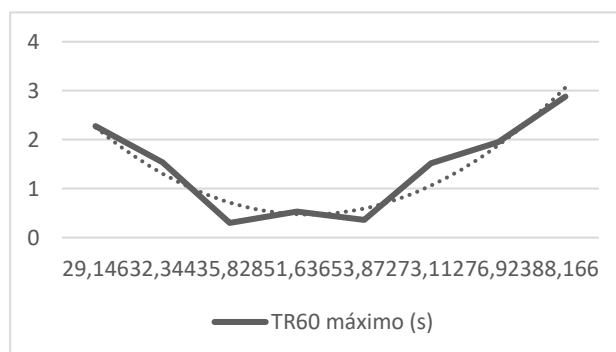


Gráfico 3: Tempos de reverberação em relação aos volumes dos ambientes de recepção. Fonte: Os autores.

5.3. Avaliação quanto às características das esquadrias dos ambientes

Os valores de $D_{2m,nT,w}$ foram comparados com a razão entre a área da esquadria e a área da parede na qual a mesma foi inserida.

O gráfico 4 apresenta oscilação dos resultados, visto que os menores desempenhos se encontram não só associados aos valores extremos, como também aos intermediários da relação. No entanto, é estreita a faixa de variação de valores: o isolamento encontrado se manteve entre aproximadamente 20 e 25 dB, indicando baixa correlação entre as grandezas avaliadas.

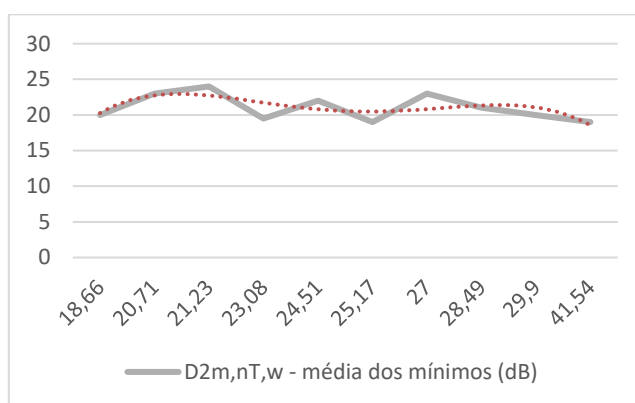


Gráfico 4: Relação entre área da esquadria/área da parede e desempenho acústico. Fonte: Os autores.

6. Considerações Finais

O presente artigo consta de uma breve avaliação do comportamento de vedações verticais de edifícios habitacionais no tocante à sua capacidade de bloquear a propagação de sons indesejáveis em seu interior.

Os baixos resultados referentes aos requisitos de desempenho citados na pesquisa e encontrados por meio das avaliações realizadas indicam que a norma de desempenho ainda não se encontra em um patamar de uso esperado.

A relação entre tempo de reverberação e volume do ambiente encontrada apresentou dados de potencial importância para a otimização dos projetos de unidades habitacionais, no que se refere à concepção das áreas sociais, a fim de garantir espaço e conforto aos seus futuros usuários.

Alguns dos resultados encontrados mostram baixas relações entre as grandezas utilizadas para averiguação. Isso porque a heterogeneidade das amostras torna difícil a separação de apenas uma variável para análise. Resultados mais detalhados, além de uma amostragem maior, podem ser obtidos no caso de se prosseguir com a linha de pesquisa.

Vale salientar, no entanto, que os baixos desempenhos acústicos constatados não dependem apenas das grandezas avaliadas na pesquisa. Faz-se necessário também intensificar o aprimoramento tecnológico de materiais e serviços utilizados para a

construção de edificações habitacionais, a fim de garantir a entrega de empreendimentos que disponham de alta qualidade e salubridade.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12179: Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

_____. NBR 15575-4: Edificações habitacionais - desempenho. Parte 4: sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BELTRAME, Fabíola Rago. Esquadrias para Edificações – Como atender a norma de desempenho das edificações ABNT NBR 15575 - 4. São Paulo: Afeal, 2013. 78 slides, color. Disponível em: <<http://www.afeal.com.br/portal/dados/imagens/1378234873.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2. ed. Brasília: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. 311 p. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho_2_edicao.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2016.

CARDOSO, António Paes et al. Efeito da exposição prolongada a ruído ocupacional na função respiratória de trabalhadores da indústria têxtil. Revista Portuguesa de Pneumologia, [s.l.], v. 12, n. 1, p.45-60, jan. 2006. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0873-2159\(15\)30418-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0873-2159(15)30418-9).

CARVALHO, Régio Paniago. Acústica Arquitetônica. 1. ed. Brasília: Thesaurus, 2006.

CURY, Anay; CAOLI, Cristiane. PIB do Brasil cai 3,8% em 2015 e tem pior resultado em 25 anos. G1. São Paulo, Rio de Janeiro. 3 mar. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2016/03/pib-do-brasil-cai-38-em-2015.html>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

FAURO, Daiana; ROCHA, Bibiana da; PEREIRA, Clarissa de Oliveira. A influência da forma no desempenho acústico dos ambientes. Sepe: Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão, Santa Maria, 2011.

FRAGA, Érica. Brasileiro tem pela 1ª vez poder de compra menor do que chinês. Folha de São Paulo. São Paulo. 27 ago. 2017. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/08/1913381-brasileiro-tem-pela-1-vez-poder-de-compra-menor-do-que-chines.shtml>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Evolução da frota de automóveis e motos no Brasil: 2001 - 2012. Rio de Janeiro: INCT, 2013. 40 p. Disponível em:

<http://www.observatoriodasmetroles.net/download/auto_motos2013.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2016.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 16283-1: Acoustics - Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Switzerland: ISO, 2014.

_____. ISO 140-4: Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms. Switzerland: ISO, 1998.

_____. ISO 140-5: Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades. Switzerland: ISO, 1998.

JONES, D. Acoustical Noise Control. In: Handbook For Sound Engineers. Oxford: Taylor & Francis, 2008.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado. Melhores Práticas: Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2012. 72 p.

MARQUES, Diego Vianna Pinto. Racionalização do processo construtivo de vedação vertical em alvenaria. 2013. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Ufrj, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006318.pdf>>. Acesso em: 06 set. 2016.

MARTINS, João Tomás Puga. Acústica de Edifícios - Validação experimental do cálculo de transmissões marginais a sons aéreos em edifícios. 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

MATEUS, Diogo Manuel Rosa. Acústica de Edifícios e Controlo de Ruídos. Coimbra: Fctuc - Universidade de Coimbra, 2008. 84 p.

MATTEI, Lauro. Desenvolvimento Brasileiro no início do Século XXI: Crescimento Econômico, Distribuição de Renda e Destruição Ambiental. 2012. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/downloads/lauro_mattei.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2016.

MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de. Vedações Verticais: Curitiba: Ufpr, 2013. 74 slides, color. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/5/5f/TC025_Vedações_A_x.pdf>. Acesso em: 06 set. 2016.

PENEDO, Rafaella Cristina Teixeira; OITICICA, Maria Lúcia Gondim da Rosa. Isolamento sonoro aéreo de partições verticais de um apartamento em Maceió-AL Brasil. Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção, [s.l.], v. 5, n. 2, p.7-14, 31 dez. 2014. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v5i2.8634533>.

SANTOS NETO, J. B. S. et al. INNOVATION IN THE USE OF RESIDUAL FROM THE SUGAR-ALCOHOL SECTOR. Revista Gestão, Inovação e Tecnologias, [s.l.], v.

4, n. 5, p.1536-1549, 22 dez. 2014. Universidade Federal de Sergipe.
<http://dx.doi.org/10.7198/s2237-0722201400050019>.

SCHVARSTZHAUPT, Cristiane Cassol; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; NUNES, Maria Fernanda de Oliveira. Análise comparativa do desempenho acústico de sistemas de fachada com esquadrias de PVC com persiana e diferentes tipos de vidros em ensaios de laboratório. *Ambiente Construído*, [s.l.], v. 14, n. 4, p.135-145, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212014000400010>.

SILVA JÚNIOR, Otávio Joaquim da; SILVA, José Jéferson do Rêgo; PINHEIRO, Marco Antonio Silva. Desempenho acústico de divisórias verticais em blocos de gesso: uma avaliação a partir de medições de campo e em laboratório. *Parc Pesq. em Arquit. e Constr.*, [s.l.], v. 5, n. 2, p.1-7, 31 dez. 2015. Universidade Estadual de Campinas.

ZHOU, K. Z.; WU, F. Technological capability, strategic flexibility, and product innovation. *Strategic Management Journal*, v.31, p. 547-556, 2010.