



AValiação DA ISOLAÇÃO SONORA DA FACHADA DE UM EMPREENHIMENTO ATRAVÉS DO ÍNDICE DE REDUÇÃO SONORA PONDERADO (RW) E INFLUÊNCIA DA ESQUADRIA NO RESULTADO FINAL EM CAMPO

Thayná Damascena Gomes dos Santos¹
thaynadamascena1@gmail.com

Flávia Garrett Azevedo ²
flavia.garrett@estacio.br

RESUMO

A Norma de Desempenho de Edifícios Habitacionais, NBR 15.575 (ABNT, 2013), estabelece critérios de desempenho acústico para as vedações externas, no que se referem aos ruídos aéreos provenientes do exterior da edificação habitacional. O desempenho acústico para o edifício em construção pode ser avaliado através de ensaios em laboratório, em que há análise de cada componente, elementos e sistemas construtivos individualmente representados pelo R_w (índice de Redução Sonora Ponderado), já que o ensaio em campo pode ser realizado apenas quando a construção está concluída, analisando todo o conjunto através do $D_{2m, ntw}$ (Diferença Padronizada de Nível). Este trabalho tem como metodologia o estudo de uma avaliação de desempenho acústico da fachada de um empreendimento, através do ensaio em laboratório feito por uma empresa de consultoria, em que foi verificado o não atendimento mínimo dos componentes que compõem o Sistema de Alvenaria Vertical Externa- SVVE dos dormitórios do edifício. Com isto, este artigo objetiva a análise dos resultados obtidos pela avaliação realizada, como também a apresentação de possíveis ações em que a empresa em questão possa tomar em relação à escolha da esquadria, visto que este componente é o maior influenciador em relação ao desempenho acústico em fachadas.

Palavras-chave: Análise de dados; Desempenho acústico; Esquadrias dos dormitórios; Ensaios de laboratório.

ABSTRACT

The Performance Standard of Housing Buildings, NBR 15.575 (ABNT, 2013), establishes acoustic performance criteria for external seal, regarding air noises coming from outside the housing building. The acoustic performance for the building under construction can be assessed through laboratory tests, where each component, elements and building systems are individually represented by the R_w (weighted sound reduction index), whereas the field test can only be performed when construction is complete, analyzing the whole set through $D_{2m, ntw}$ (weighted standardized level difference). This work has as methodology the study of an acoustic performance evaluation of the facade of an enterprise, through the laboratory test done by a consulting company, in which the minimum non-compliance of the components that compose the External Vertical Masonry System - SVVE from the dorms of the building. Thus, this article aims to analyze the results obtained by the evaluation performed, as well as the presentation of possible actions that the company in question may take in relation to the choice of the frame, since this component is the major influencer in relation to acoustic performance in facade.

Keywords: Acoustic performance; Laboratory tests; Analysis of data; bedroom frame.

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Estácio Recife.

² Professora dos Cursos das Engenharias do Centro Universitário Estácio Recife.



1. INTRODUÇÃO

No setor da construção civil existem consideráveis normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que regem o processo construtivo, porém até o ano de dois mil e trezes (2013), ainda não havia vigência de NBR que se preocupasse principalmente com o conforto e segurança dos usuários de edifícios habitacionais, princípio o qual parte a NBR 15.575, mais conhecida como norma de desempenho.

A norma é dividida em seis partes: Requisitos gerais, Estrutura, Sistema de piso, Vedações verticais (internas e externas), Coberturas e Sistemas hidrossanitários, que descrevem os itens para seu atendimento e a devida nomeação do responsável sob cada um deles. De acordo com a norma, os projetistas, fornecedores e construtores devem estar atentos para viabilidade do comprimento da mesma desde a compra do terreno para realização de uma construção até a finalização do empreendimento. A NBR 15.575 possui critérios qualitativos e quantitativos, que se torna um diferencial das demais normas, estabelecendo estes critérios para que haja o atendimento mínimo em relação à durabilidade e manutenibilidade, segurança contra incêndios, desempenho térmico, desempenho lumínico, como também desempenho acústico dos edifícios habitacionais, sendo este último o foco deste trabalho.

O desempenho acústico é essencial para qualidade de vida dos usuários e a norma de desempenho, por sua vez, estabelece requisitos e critérios para que sejam atendidos minimamente. As generalidades do desempenho acústico são tratadas na primeira parte da norma no item 12, onde estabelecem os requisitos divididos em isolamento acústica de vedações externas, isolamento acústica entre ambientes e o requisito para ruído de impacto, porém as outras cinco partes da norma contemplam os critérios de desempenho acústico que precisam ser atendidos sob cada sistema.

As medições do desempenho acústico são realizadas através de ensaios em laboratório que analisam separadamente os componentes, no caso da fachada que é o objeto de estudo deste trabalho, é avaliado o ruído aéreo através da análise de cada elemento que compõe o sistema, através de avaliações de projeto que constam os materiais que irão ser utilizados. Outro ensaio é o de campo, que acontece apenas quando a construção está concluída, ou seja, quando está pronta para ser entregue ao usuário, em que há medição do sistema construtivo como todo, não apenas dos elementos.

Este trabalho teve como objetivo a avaliação da análise de projeto do sistema vertical externo- SVVE de um empreendimento em relação ao desempenho acústico, especificamente da esquadria utilizada no projeto, realizando análises dos dados obtidos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho foi o estudo de caso, através da análise de resultados e estudo da NBR 15575 principalmente na sua parte 4 e ISO 140-2 referenciada na mesma.

As abordagens foram de forma qualitativa e quantitativa, através da avaliação dos dados obtidos em laboratório realizado por uma empresa de consultoria contratada pelo empreendimento estudado.



O objeto de estudo foi o relatório de avaliação do projeto da alvenaria externa de um edifício habitacional que ainda não havia iniciado sua construção. O relatório em questão contém os resultados de avaliação acústica dos componentes que formam o sistema da fachada.

Os equipamentos de medição para realização dos ensaios em laboratório são pertencidos à empresa contratada pelo empreendimento que realizou as avaliações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A verificação do desempenho acústico do Sistema de Vedação Vertical Interna e externa - SVVIE é realizada através dos parâmetros estabelecidos pela NBR 15.575, por meio de requisitos e critérios, recorrendo inclusive às normas internacionais- ISO.

3.1 Parâmetros de verificação do Desempenho Acústico

Conforme mostra a tabela 1, a NBR 15.575-4 estabelece parâmetros para determinação das medições precisas do desempenho acústico, através de normas internacionais aplicadas.

Tabela 1- Parâmetros acústicos de verificação.

Rw	Índice de Redução Sonora Ponderado	ISO 10140-2 ISO 717-1	Componentes, em laboratório
DnT,w	Diferença Padronizada de Nível Ponderada	ISO 140-4 ISO 717-1	Vedações verticais e horizontais internas, em edificações (paredes etc.)
D2m,nT,w	Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2m de distância da fachada	ISO 140-5 ISO 717-1	Fachadas, em edificações Fachadas e coberturas em casas térreas e sobrados

Fonte: NBR 15.575-4(ABNT, 2013).

Como as normas ISO referenciadas não possuem versão em português, foram mantidos os símbolos nelas consignados com os seguintes significados:

Rw - índice de redução sonora ponderado (weighted sound reduction index).



DnT,w - diferença padronizada de nível ponderada (weighted standardized level difference).

D2m,nT,w - diferença padronizada de nível ponderada a 2 m (weighted standardized level difference at 2 m).

Neste estudo utilizaremos o **Rw** como parâmetro do desempenho acústico para a o sistema de vedação externa, visto que na fase de projeto, a ABNT NBR 15.575 permite que a avaliação seja realizada a partir de ensaios feitos em laboratório.

3.2 Requisitos e critérios conforme classe de ruído do empreendimento

A NBR 15.575-4(ABNT, 2013) “Desempenho das edificações- requisitos para sistemas de vedações verticais internas e externas” apresenta valores mínimos de índice de redução sonora ponderado para vedações verticais externas (fachadas) de acordo com a localização do empreendimento, determinadas de classes de ruído. A tabela 2 apresenta o índice de redução sonora (**Rw**) para cada classe de ruído.

Tabela 2 - Níveis de desempenho para componentes de fachada para ensaios em laboratórios.

Classe de ruído	Localização da habitação	Rw (dB)	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 25	Mínimo
		≥ 30	Intermediário
		≥ 35	Superior
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III.	≥ 30	Mínimo
		≥ 35	Intermediário
		≥ 40	Superior
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação.	≥ 35	Mínimo
		≥ 40	Intermediário
		≥ 45	Superior

Fonte: NBR 15.575-4 (ABNT, 2013).

Segundo descreve o “Manual Pró-Acústica para classe de ruído das edificações habitacionais”, devem ser avaliados no entorno onde será construída a edificação, a existência de ruídos dos sistemas de transporte, como rodoviário, ferroviário, aeroviário e do tráfego urbano., mas também é importante não se restringir apenas ao entorno próximo dos limites do lote, mas observar todas as potenciais fontes que possam influir nos níveis sonoros incidentes nas futuras edificações, mesmo que mais distantes.

No período de realização do mapeamento acústico (emissão de ruído) da edificação estudada, a mesma ainda não havia sido executada, sendo a avaliação realizada a partir de projetos fornecidos pela empresa ao laboratório que executou as medições, através de software para que fosse realizada uma simulação computacional, como também medições realizadas em campo no entorno do local onde iria ser construída a edificação.



Os resultados do mapeamento apresentaram os níveis de pressão incidentes nas quatro fachadas estudadas, dados através em dB, porém a norma de desempenho não estabelece níveis de pressão sonora que permitam definir a classe de ruído da edificação, visto isto, utilizou-se a tabela criada pela Associação Brasileira para qualidade acústica - Pró-Acústica, que estabelece os níveis de pressão sonora máxima para cada classe de ruído, como da seguinte forma:

Classe de ruído I - Nível de pressão Sonora equivalente até 60 dBA;

Classe de ruído II - Nível de pressão Sonora equivalente de 60 a 65 dBA

Classe de ruído III- Nível de Pressão Sonora equivalente de 65 a 70 dBA.

Diante das avaliações realizadas, foram obtidos níveis de incidência nas quatro fachadas entre 60 e 65 dB, com isso, foram seguidas as recomendações do Manual citado, enquadrando-se a localização da edificação na **Classe II** de ruído.

Com a definição da classificação de ruído do empreendimento, as medições devem atender aos valores de R_w mostrados na tabela 2, ou seja, o índice de redução sonora deve apresentar valores superiores ou iguais a 30 dB, 35 dB, 40dB para atender, aos níveis de desempenho: Mínimo, Intermediário e Superior, respectivamente.

3.3 Medições de componentes em laboratório para avaliação da isolamento sonora em fachadas dos dormitórios do empreendimento

Segundo o Guia sobre Norma de Desempenho do CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), no Brasil ainda não existe apresentação de grande número de resultados de isolamento acústica de janelas, apresentando-se na tabela 3, valores indicativos da isolamento sonora para alguns desses componentes.

Tabela 3 - Valores indicativos para índice de Redução Sonora Ponderado (R_w) para algumas Janelas.

Material/ Sistema	R_w (dBA)
Janela de alumínio de correr, duas folhas, vidro de 4 mm (L= 1200, h= 1200 mm)	20
Janela de alumínio de correr, uma folha, vidro 4 mm (L= 1200, h= 1200 mm)	19
Janela de alumínio de correr integrada*, duas folhas com vidro de 4 mm (L= 1200, h= 1200 mm)	26
Janela de alumínio de correr, duas folhas, vidro de 3 mm (L= 1200, h= 1200), linha comercial	23
Janela de alumínio de correr, uma folha, vidro de 3mm e duas folhas venezianas (L=1200, h= 1200), linha comercial	16
Janela de alumínio, Maxim- ar, linha comercial, 800 x 800 mm, vidro com espessura de 4 mm	27
	24
Janela de aço, Maxim- ar, linha comercial, 800 x 800, vidro com espessura de 4 mm	
Janela de aço de correr, uma folha vidro com 4 mm e duas folhas venezianas (L=1200, h=1200 mm), linha comercial	15
Janela de aço de correr, 4 folhas de vidro com 4 mm, linha comercial	16
Janela de alumínio de abrir, vidro duplo, com espessura de 6 mm e 4 mm, câmara de ar de 10 mm entre as placas de vidro	30*



Janela de alumínio de abrir, vidro duplo, com espessura de 8 mm e 6 mm, câmara de ar de 12 mm entre as placas de vidro

36*

*Valores indicados pela universidade de Coimbra

Fontes: CBIC - IPT, AFEAL, Universidade de Coimbra.

Para avaliação da isolamento sonora aérea que incide na fachada dos dormitórios é necessário a obtenção também dos resultados em laboratório dos materiais que compõem a parede, já que deve ser avaliado os dois elementos que compõem a vedação externa do empreendimento: parede + janela.

Através da análise do projeto, obtiveram-se os componentes que iriam ser utilizados no empreendimento no sistema da fachada dos dormitórios (local exigido pela norma para avaliação quanto ao desempenho acústico da vedação externa), para que assim, pudesse comparar com os resultados apresentados pelo Guia CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), referentes aos ensaios existentes em laboratório.

Foram observados os seguintes componentes utilizados em projeto do empreendimento nas suas vedações verticais externas dos dormitórios e o R_w do componente utilizado fornecido pelo CBIC: Bloco cerâmico com 14 cm de espessura, revestido externamente com chapisco e emboço(3,0 cm)- R_w : 42 dBa (Será o R_w adotado para o elemento parede) e placas de cerâmica(1,0 cm), e internamente com chapisco e emboço (1,5 cm): , atribuindo à parede uma espessura final de aproximadamente 19,5 cm. Além das paredes, as fachadas dos dormitórios possuem esquadria de correr com duas folhas em alumínio e vidro verde de 4 mm de espessura. O empreendimento possui 26 pavimentos, sendo cada um deles compostos por dois apartamentos tipos, cada apartamento composto por 4 dormitórios. Com estes dados foram obtidos os seguintes resultados quanto à isolamento sonora aérea da fachada de cada dormitório, com base no que já foi citado e nos procedimentos descritos na ISO 140-2.

Tabela 4 - Isolação sonora promovida pela fachada do empreendimento.

Apartamento	Dormitório	R_w da parede	Área de vedação	R_w da janela	R_w da vedação (Compensado)	Classe de ruído	Avaliação de desempenho
	Quarto	42	6,9	20	24	II	Não atende



01	Suíte 01	42	10,3	20	29	II	Não atende
	Suíte 02	42	5,8	20	26	II	Não atende
	Suíte Master	42	8,5	20	28	II	Não atende
	Quarto	42	6,9	20	24	II	Não atende
02	Suíte 01	42	10,3	20	29	II	Não atende
	Suíte 02	42	5,8	20	26	II	Não atende
	Suíte Master	42	8,5	20	28	II	Não atende

Fonte: Relatório de análise do projeto do empreendimento, realizado por empresa de consultoria, 2019.

Diante da avaliação de desempenho feita no SVVE dos dormitórios do empreendimento, conforme sua classe de ruído observou-se o não houve atendimento em relação aos componentes utilizados que formam o sistema, no entanto segundo o CBIC, a isolamento sonora promovida pelas esquadrias, maior influenciador no desempenho acústico da fachada, é função da qualidade na fabricação/ montagem, com relevante influência no sistema de vedação constituída por gaxetas e escovas. A tabela 5 apresenta o R_w requerido para cada dormitório.

Tabela 5- Isolação sonora requerida pelas janelas considerando-se o R_w das paredes externas.



Fonte: Relatório de análise do projeto do empreendimento, realizado por empresa de consultoria, 2019.

Apartamento	Dormitório	Classe de ruído	Rw da parede	Área de vedação	Área da janela	Índice de redução sonora da esquadria (Rw)		
						Mínimo	Intermediário	Superior
01	Quarto	II	42	6,9	1,4	23	29	36
	Suíte 01	II	42	10,3	1,4	21	27	34
	Suíte 02	II	42	5,8	1,4	24	29	36
	Suíte Master	II	42	8,5	1,4	22	28	35
02	Quarto	II	42	6,9	1,4	23	29	36
	Suíte 01	II	42	10,3	1,4	21	27	34
	Suíte 02	II	42	5,8	1,4	24	29	36
	Suíte Master	II	42	8,5	1,4	22	28	35

Com os resultados apresentados acima, torna-se possível ao atendimento à NBR 15.575 pela construtora em relação ao desempenho acústico da sua vedação externa, por meio da cobrança ao fornecedor das esquadrias do empreendimento, os devidos ensaios do componente para que possa garantir que o Rw das esquadrias atinja ao menos o nível mínimo requerido pela vedação externa do empreendimento de acordo com sua classe de ruído.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo a NBR 15575-4, para estimar a resposta global ou avaliar a resposta conjunta de diversos elementos (parede com janela, parede com porta e etc.), é necessário ensaiar cada elemento ou componente isoladamente para que depois ocorra a obtenção global do conjunto.

Tratando-se de uma vedação externa, o CBIC afirma que a esquadria é o maior influenciador da isolamento sonora aérea no Sistema de Vedação Vertical Externa- SVVE. Sendo assim, diante dos estudos realizados, é possível que o empreendimento consiga cumprir às exigências da norma de desempenho quanto aos seus requisitos e critérios, no momento em que ocorrer o ensaio em campo na etapa final da obra com as esquadrias instaladas, no entanto recomendam-se algumas ações a serem tomadas: Solicitação ao fornecedor de esquadrias os ensaios do componente com o Rw da esquadria fornecida; inspeção durante a instalação das esquadrias, para que não haja nenhum tipo de fresta que influencie na isolamento do som aéreo incidido pela fachada, conseqüentemente deverá haver uma mão de obra qualificada para que a instalação ocorra perfeitamente.

Outro fator importante a ser citado diz respeito a diferença da precisão de ensaios realizados em campo e em laboratório, segundo o IPT (Instituto de Pesquisas



Tecnológicas), há tipicamente diferença entre os valores de desempenho acústico medidos no campo ($D_{2m,Nt,w}$) e em laboratório (R_w). Os medidos em campo são inferiores aos medidos em laboratório. A diferença entre estes resultados depende das condições do entorno e execução dos sistemas (ISO 15712 e EN 12354). Ou seja, é possível através das ações citadas, que a construtora ao realizar o ensaio em campo, a esquadria bem executada e de qualidade, consiga oferecer o desempenho acústico mínimo exigido pela NBR 15.575.

Com isto, o presente trabalho também possibilita o estudo posterior de uma avaliação se possível do empreendimento pós conclusão e a confirmação dos estudos através do ensaio em campo, realizando a avaliação da boa escolha da esquadria e sua influência.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1:** Requisitos gerais. 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-4:** Sistemas de vedações verticais internas e externas- SVVIE. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575- 5:** Requisitos para sistemas de coberturas. 2013.

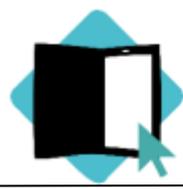
CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). Desempenho de edificações habitacionais- Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15.575/2013. 2013. Disponível em <https://cbic.org.br>. Acesso em 19 Ago. 2019

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). Guia de Esquadrias para edificações- Desempenho e aplicações. 2017. Disponível em <https://cbic.org.br>. Acesso em 20 Ago.2019

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). Requisitos de Conforto Acústico, Desempenho Acústico e as experiências de ensaios de laboratório e campo. 2013. Disponível em http://www.proacustica.org.br/assets/files/DiaRuido/Apresentacoes-2013/fulvioVitorino_IPT_24AbrilProAcustica.pdf. Acesso em 01 Set.2019.

INTERNATIONAL STANDARD. **ISO 140:** Acoustics –Laboratory measurement of sound insulation of building elements- Part 2: Measurement of airborne sound insulation. 2010.

PROACÚSTICA. Manual Pró-acústica para classe de ruído das edificações habitacionais. 2017. Disponível em <http://www.proacustica.org.br/>



publicacoes/manuais-tecnicos-sobre-acustica/manual-proacustica-classe-de-ruído.html. Acesso em 12 Ago. 2019.