

EFICIÊNCIA ACÚSTICA: LÃ DE VIDRO E DE LÃ DE ROCHA COMO ISOLANTES PARA O SISTEMA DRYWALL

Diana Fernandes¹

Claiton Rogério Zardo; Anderson Camargo; Poliana Bellei²

RESUMO

Dentro das novas tecnologias, o aperfeiçoamento das técnicas de construção cresceu consideravelmente, o *Drywall* veio como opção para quem quer diminuir custos e resíduos na obra. Além da rapidez de instalação, traz a possibilidade de receber um isolamento acústico, que é fundamental nas construções. Desta forma o objetivo principal desta pesquisa é apresentar o isolante acústico entre lã de vidro e lã rocha que possui mais eficiência acústica. A metodologia utilizada para esta pesquisa tem como método científico o método indutivo, classificando-se como pesquisa explicativa, o seu delineamento é experimental, com aplicação de testes como forma de instrumento de coleta de dados, para tanto foi definido a população como sendo os isolantes acústicos e as amostras a lã de vidro e a lã de rocha, e a interpretação de dados foi de forma quantitativa. Após coleta de dados e posterior análise conclui-se com este estudo que o tipo material, juntamente com o modo de aplicação, ambiente e tipo de chapa de gesso acartonado que será utilizado no sistema fazem com que a lã de rocha seja mais eficiente em questão de acústica em ambiente de sistema *Drywall* e, economicamente viável, se a lã de rocha for empregada na chapa *Standart*, faz com que o sistema seja o melhor em comparação com as outras chapas do sistema *Drywall*.

Palavras-chave: Acústica. Lã de vidro. Lã de rocha. *Drywall*.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado da indústria da construção civil, existe a necessidade de novos métodos cada vez mais eficientes e que sejam viáveis para quem irá usufruí-los, sendo que na construção civil, o principal método de execução continua sendo em alvenaria, escolhida na maioria das vezes por ser culturalmente mais conhecida.

Técnicas que superam o método convencional em termos de eficiência, rapidez e custo foram criadas para acabar com o domínio da alvenaria nessa área. Uma dessas técnicas que vem ganhando cada vez mais espaço é o *Drywall* pela sua rapidez na execução, redução significativa de resíduos na obra e o conforto térmico e acústico.

Conforme a Associação Brasileira de *Drywall*, a vinda de fabricas de gesso para *Drywall* no Brasil se deu por volta dos anos 90, isso representou um esforço inovador que traria a modernização da construção civil no Brasil. A normatização do sistema foi fator significativo

¹ Artigo desenvolvido com base nos dados do TCC do curso Engenharia Civil, (UCEFF, 2017)

² Docentes do curso da Engenharia Civil UCEFF. E-mail: polianabellei@gmail.com.

para afirmar que o mesmo atende a todos os requisitos de isolante acústico se bem executado (DRYWALL, 2015a).

No sistema *Drywall*, placas de gesso acartonado são fixados a perfis metálicos, as juntas recebem o devido acabamento e normalmente são recheadas (embuchadas) com algum material isolante. O isolamento acústico do sistema é essencial para sua completa eficácia.

As paredes sem função estrutural, normalmente são as que recebem mais técnicas para isolamento acústico, mesmo elas servindo também para forros. Atualmente inúmeros elementos de tratamento acústico para o sistema *Drywall* estão disponíveis no mercado, todos eles com propriedades isolantes com alto teor de eficiência.

Segundo Lima (2013) os materiais para isolamento acústico com mais utilização são: Lã de vidro, Lã de rocha, Lã PET, EPS, XPS, Espuma de poliuretano e agregado leve (vermiculita). Porém os fabricantes deste tipo de material, sempre buscam estar inovando e trazendo para o mercado cada vez mais novos tipos de isolantes térmicos.

A mão de obra especializada hoje é o maior problema do sistema *Drywall*, pois a necessidade de pessoas qualificadas para executar o mesmo é indispensável. As empresas que optam por essa técnica têm que oferecer a mão de obra já com treinamento, onde isso acarreta em custo, fator crítico do porque a alvenaria ainda está na maioria das construções brasileiras juntamente com a questão cultural.

O *Drywall* por apresentar baixo custo em relação a alvenaria convencional, é uma das técnicas que mais cresce no Brasil, a aplicação de materiais isolantes em seu sistema faz com que ocorra a diminuição de ruídos indesejáveis para seus usuários. No mercado existem inúmeros isolantes acústicos, com diferentes propriedades que influenciam diretamente no seu desempenho, dentre eles os mais utilizados são a lã de vidro e a lã de rocha, porém eles possuem características diferentes que influenciam na hora de escolher entre qual utilizar.

Neste sentido, a questão problema dessa pesquisa é: **Qual o isolante acústico para o sistema *Drywall* entre lã de vidro e lã de rocha que apresenta maior eficiência?** O objetivo geral desta pesquisa foi apresentar o isolante acústico que proporciona maior eficiência entre lã de vidro e lã de rocha utilizados no sistema *Drywall*. Esse objetivo se divide em três partes, que foram os objetivos específicos: a) levantar todos os custos que envolvem a execução de isolamento acústico no sistema *Drywall*, utilizando lã de vidro e lã de rocha; b) efetuar testes para verificar a eficiência quando da utilização de lã de rocha e lã de vidro com função de

isolante acústico no sistema *Drywall*; e c) apresentar os resultados dos testes acústicos que guiaram a pesquisa.

Esta pesquisa justificou-se pela importância da utilização de novos métodos na construção civil surge a partir do momento que se fala em custo. A alvenaria convencional tem suas vantagens como conseguir mão de obra em qualquer lugar, método simples e pontual.

Porém, quando o usuário compara rapidez, custo, acabamento é que começa a se repensar em porque a alvenaria ainda é o método mais utilizado, sendo que com o crescimento acelerado das cidades o objetivo é construir rapidamente, com a qualidade desejada e com custo mais atraente.

“As obras em *Drywall* tem a proposta de agilizar a obra, diminuir os desperdícios, além de um crescente acesso a materiais e ferramentas, tornando os custos deste processo vantajoso em relação ao processo convencional de alvenaria” (ROSEGHINI, 2015, p.15).

A técnica construtiva abordada não possui isolamento acústico, e por isso necessita de um isolamento acústico para aumentar sua taxa de eficiência acústica. Como há inúmeros materiais que podem ser utilizados, o teste e a análise dos mais utilizados se fazem necessário, para esclarecer se estes possuem bom rendimentos no quesito de isolamento acústico.

Por esse motivo, esta pesquisa justifica-se principalmente pelo fato do *Drywall* ser uma técnica construtiva recente comparado com a alvenaria convencional.

2 REVISÃO TÉORICA

Neste tópico estão presentes os estudos que foram encontrados referente a temática desta pesquisa.

2.1 DEFINIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO DRYWALL

Segundo Luca et al. (2006, p.50) “As paredes em *Drywall* são constituídas por chapas de gesso aparafusadas em ambos os lados de uma estrutura de aço galvanizado que pode ser simples ou dupla”. O gesso acartonado quando aplicado em estruturas metálicas recebe o nome de *Drywall*. Segundo Silva (2002 apud ROSEGHINI, 2015, p.16) “Em 1898, Augustine Sackett desenvolveu a chapa de gesso acartonado, prometendo revolucionar a construção civil nos

Estados Unidos. Porém, somente em meados de 1990, essa “chapa *Drywall*” ganhou aceitação no Brasil”.

Com o passar do tempo a placa de gesso acartonado foi sofrendo alterações, melhorando sua resistência, acústica, impermeabilidade, resistência ao fogo, isolamento térmico, sua estabilidade, ou seja, não contrai e nem dilata, e sua flexibilidade. A chapa de gesso acartonado ganhou rápido conhecimento e divulgação, pois seu método de instalação e execução comparada à alvenaria convencional é extremamente rápido.

A chapa de gesso garante uma diminuição no custo final da obra, diminuição do volume da mão de obra, e diminuição significava de resíduos na obra. As chapas normalmente são em tamanhos trabalháveis e extremamente versáteis, possibilitando o manuseio e aproveitamento das mesmas. As chapas de gesso acartonado, por serem cobertas por cartão duplex, garantem uma superfície lisa, garantindo a facilidade na parte de acabamento. Pela sua regularidade geométrica dispensa também camada de regularização (TANIGUTI, 1999).

As placas de gesso acartonado podem ser empregadas tanto em paredes, forros, revestimentos, mobiliários entre outros. Sendo que em paredes sem função estrutural sua aplicação é consideravelmente maior. Segundo Luca (2006), conforme a forma de montagem e os materiais utilizados vai ser o nível de desempenho.

Os componentes do sistema são as chapas de gesso, perfis metálicos em aço galvanizado, fixações (parafusos e buchas), massa para juntas e massa para a colagem, fitas, acessórios, materiais para isolamento térmico e acústico e as ferramentas necessárias para montagem (LUCA et al., 2006).

O rendimento do *Drywall* é excelente podendo chegar a 30 m² por dia, se o trabalhador tiver prática e conhecimento, já que sua montagem é feita com parafusos e buchas. A técnica prevê acessórios específicos para a metodologia, como ganchos, parafusos e buchas, dependendo da carga a ser suportada e da espessura da parede e perfis metálicos (CASA.COM.BR, 2014).

O acabamento sobre as chapas de gesso é feito após a montagem, uma massa a base de gesso é aplicada nas juntas para eliminas as marcas, após a secagem essa superfície é uniformizada para posterior aplicação de tinta. Os reparos nessa metodologia construtiva são fáceis e rápidos, para pequenas fissuras o reparo é feito aplicando uma massa específica para juntas, e posteriormente feito o acabamento, já para danos maiores recomenda-se a troca da chapa de gesso (CASA.COM.BR, 2014).

2.2 ACÚSTICA

O isolamento acústico no sistema *Drywall*, faz com inúmeras pessoas busquem esse método para solucionar problemas com ruídos incômodos. Os materiais isolantes se bem empregados podem minimizar quase todo o problema, trazendo para seu usuário total satisfação.

O ruído é um efeito incomodo e nocivo para o ser humano. Então para reduzir os efeitos causados pelo mesmo, inúmeras técnicas foram criadas dentro do ramo da construção civil, onde o objetivo principal é adequar os ambientes das edificações as exigências de qualidade ou conforto acústico requeridos, sempre buscando garantir o bem-estar de seus usuários (LUCA, 2015).

Segundo Luca (2015, p.7) o som “Ocorre quando um meio elástico é perturbado, excitando o sistema auditivo, gerando o fenômeno da audição”. Um ouvido humano percebe frequências entre 20 e 20.000 hertz (Hz). O número de vibrações por segundo podem ser: graves que variam de 125 a 250 Hz, sons médios que vão de 250 a 1.000 Hz ou sons agudos que vão de 1.000 a 4.000 Hz. A voz humana fica entre 500 a 2.000Hz.

Luca ainda contempla que quando é feito o mínimo de esforço fisiológico em relação ao som ou quando o som é agradável a audição esses dois extremos fazem parte do conforto acústico. Então técnicas novas são baseadas no que trará mais benefício para o usuário.

As paredes sem função estrutural do *Drywall* recebem um tratamento diferenciado quando o quesito é acústico, pois existem materiais para serem empregados entremedio as chapas para reduzir os ruídos (CATAI; PENTEADO; DALBELLO, 2006). “Quando uma onda sonora incide sobre uma superfície ou parede, acontecem três fenômenos: reflexão, absorção e transmissão”, (LUCA, 2015, p.4).

2.3 LÃ DE VIDRO

Segundo Ferrari (2015) a lã de vidro é muito utilizada devido a seu ótimo desempenho em relação a absorção sonora, por causa da porosidade da lã. É um componente obtido através da sílica e sódio juntados por resinas sintéticas em alto forno (CATAI; PENTEADO; DALBELLO, 2006). O mesmo autor contempla que “Devido ao ótimo coeficiente de absorção sonora em função à porosidade da lã, a onda entra em contato com a lã e é rapidamente

absorvida” (CATAI; PENTEADO; DALBELLO, 2006, p.4). A principal aplicação da lã de vidro é no sistema de divisórias no sistema de construção a seco.

Segundo Lamberts (2012) e *Drywall* (2010) apud Lima (2013, p.95):

- a) Massa: 65kg/m^3
- b) Espessura: 50mm
- c) Condutividade de térmica (λ) em $\text{W}/(\text{m.k})$ a 24°C : 0,045
- d) Resistência térmica $\text{m}^2.(\text{k}/\text{w})$: 1,52

As vantagens segundo Isover [s.d], são:

- a) O material possui excelente conforto acústico, reduzindo os ruídos gerados por ambientes vizinhos;
- b) Melhora a manutenção da temperatura interna do ambiente;
- c) Pela sua capacidade de compactação o material ocupa até 4 vezes menos espaço, melhorando assim o transporte e armazenagem;
- d) A maioria dos fabricantes utilizando material reciclado, diminuindo os impactos ambientais;
- e) Material inquebrável e bastante estável;
- f) Evita a proliferação de fungos e bactérias;
- g) Fácil instalação;

O material pode apresentar a desvantagem de causar coceira e incômodo (MUST NOW HOW, [s.d]). Segundo Catai, Penteado e Dalbello (2006) o mercado oferece em forma de manta do tipo manta ensacada com polietileno, manta aluminizada, manta revestida com feltro para construções metálicas e manta de fibro-cerâmica para tubulações e equipamentos com temperaturas elevadas.

2.4 LÃ DE ROCHA

Segundo Salvador (2001) apud Catai, Penteado e Dalbello (2006) as fibras que compõem a lã de rocha são originadas de basalto aglomerado juntamente com resina sintética. Conforme Amplitude Acústica o material não retém água e não sofre nenhum tipo de variação diante de eventuais condensações. Segundo Lima (2013) a lã de rocha tem como função conceder o isolamento tanto térmico quanto acústico.

Segundo Lamberts (2012) e *Drywall* (2010) apud Lima (2013, p.95):

- a) Massa: 100kg/m³
- b) Espessura: 15mm
- c) Condutividade de térmica (λ) em W/(m.k) a 24°C: 0,045
- d) Resistência térmica m².(k/w): 1,40

As vantagens segundo Amplitude Acústica [s.d], são: Possui ótima resistência mediante a ação do fogo; ótima absorção acústica; Custo/benefício favorável; fácil manuseio; Material não cancerígeno; quimicamente neutro; resistente a vibrações.

As desvantagens da lã de rocha, são quase imperceptíveis, só precisa de um cuidado maior, ao manusear o material, cuidar o contato direto com as mãos, isso pode resultar em uma sensação incomoda na pele (KIRCHHOFF, [s.d]). O mesmo autor ainda cita que partículas de poeira podem ser liberadas, por isso o uso de equipamentos de segurança é essencial. O material pode se apresentar na indústria da construção civil em painéis ou mantas.

2.5 LEVANTAMENTO DE CUSTOS

Segundo Cardoso (2009), orçamento é sem dúvidas um dos documentos mais valiosos para qualquer estudo preliminar de viabilidade. Qualquer obra iniciada sem um orçamento elaborado previamente, ou sem um supervisionamento dos recursos disponíveis, pode resultar em obra inacabada.

O levantamento de custos envolve uma elaboração detalhada de todos os materiais e serviços que serão utilizados para determinada obra, levando em consideração que ele pode ainda estar sendo utilizado para comparação entre técnicas (TISAKA, 2011). O autor ainda contempla que o levantamento de custos ou orçamento normalmente é quantitativo e traz a composição unitária de cada serviço. Dentro dos orçamentos temos custos diretos e indiretos, os custos diretos segundo Crepaldi (1998, p.59) apud Rosalino (2004, p. 21) são:

São os que podem ser diferentes (sem rateio) apropriados aos produtos, bastando existir uma medida de consumo (quilos, horas de mão de obra ou de máquina, quantidade de força consumida etc.). Em geral, identificam-se como os produtos e variam proporcionalmente à quantidade produzida. São aqueles que podem ser apropriados diretamente aos produtos fabricados, porque há uma medida objetiva de consumo nesta fabricação.

Já, os custos indiretos conforme Bernardi (1998, p. 51) apud Rosalino (2004, p.23) são “(...) custos imputados aos produtos de forma indireta, ou seja, não há, por razões técnicas,

operacionais ou de relevância, possibilidade de medição objetiva individual e consequente apropriação direta”.

3 METODOLOGIA

Neste tópico é apresentado a metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa, bem como sua classificação, população, amostra e técnicas utilizadas na coleta de dado.

O método utilizado de pesquisa foi o indutivo, sendo que a pesquisa partiu de dados particulares, constatados suficientemente e foi inferido uma verdade geral, onde não foi encontrada nas partes examinadas. Segundo Marconi e Lakatos (2010, p.68) “o objetivo dos argumentos indutivos é levar as conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam”.

Conforme Gil (2014) quando o pensamento indutivo foi inserido no meio das pesquisas, ele influenciou significativamente o pensamento científico.

O método indutivo se dá de duas formas, a completa ou formal que foi estabelecida por Aristóteles, essa forma se induz de todos os casos e não só de alguns. Neste caso não levará a novos conhecimentos, consequentemente não terá importância para o progresso da ciência (MARCONI, LAKATOS, 2010).

Os mesmos autores ainda citam a outra forma, do tipo incompleta ou científica, ela é baseada em um determinado número de fatos e não em todos. Com relação ao nível de pesquisa, classifica-se em explicativa, dentro do nível de pesquisa explicativa e o assunto proposto, os fatos que envolveram os testes ajudaram a entender e esclarecer os fenômenos estudados.

Segundo Gil (2002, p.42) “Essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos”. O mesmo autor ressalta que esse tipo de pesquisa explica o porquê das coisas, um tipo complexo e delicado. Conforme Gil (2002) o conhecimento científico está baseado nos resultados das pesquisas explicativas.

O delineamento da pesquisa fica definido como experimental, as variáveis e métodos definidos pelo pesquisador a fim de se obter de forma quantitativa as informações pertinentes ao estudo proposto. Segundo Gil (2014, p.16) “O método experimental consiste essencialmente em submeter os objetivos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas

e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto”. A pesquisa experimental é o mais prestigiado dos meios científicos (GIL, 2010).

O instrumento de coleta de dados utilizado foi a aplicação de testes. Os testes segundo Roesch (2009) tem como objetivo mensurar como ou o que o indivíduo entende sobre determinado fenômeno. Os ensaios pertinentes serão desenvolvidos no laboratório da Uceff Faculdades – Centro Politécnico, no período julho até novembro de 2017, para os testes será utilizado o aparelho decibelímetro ou medidor de pressão sonora terá a função de medir os níveis de pressão sonora, e conseqüentemente a intensidade do som.

O corpo de prova será a montagem de uma réplica de um ambiente em dimensões reduzidas, que consistirá na montagem do mesmo em sistema *Drywall* de acordo com as normas que lhe cabem, onde poderá ser aplicado os testes com os referidos isolantes acústicos.

As normas que serão utilizadas:

- a) ABNT NBR 10151: 2000- Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade;
- b) ABNT NBR 10152: 1987- Níveis de ruído para conforto acústico;
- c) ABNT NBR 15575: 2013- Edificações habitacionais;
- d) ISO 8253-1:2010- Acústica – Métodos de testes audiométricos;
- e) ISO 140-4: 1998- Acústica – Medição de som, isolamento em edifícios;
- f) ISO 717-1: 2013- Acústica – Classificação de isolamento acústico em edifícios e elementos de construção;
- g) ISO 10052: 2004- Acústica – Medições de campo de som no ar e impacto isolamento e som do equipamento;
- h) ISO 16032: 2004- Acústica – Medição do nível de pressão sonora do equipamento de serviço em edifícios;
- i) ISO NBR 3382-2:2017- Acústica - Medição de parâmetros de acústica de tempo de reverberação em salas comuns.

Em todo o estudo é essencial definir a população a ser estudada, observando as características que são importantes para escolha da mesma (SEHN, 2016). Segundo Gil (2010, p.76) “[...] é necessário determinar com grande precisão a população a ser estudada. Para isso devem ser consideradas as características que são relevantes para a clara e precisa definição da população”. A população são os isolantes acústicos que são utilizados no *Drywall* na construção civil. A amostra estudada delimita-se em dois isolantes acústicos: a lã de vidro e a

lã de rocha. Através dos dados obtidos através da pesquisa experimental, será realizada a interpretação quantitativa da relação entre as variáveis, demonstrando assim o resultado da pesquisa, em relação a qual material apresenta melhor desempenho acústico. A técnica de análise quantitativa segundo Gil (2002), são dados reunidos em forma numérica ou semelhante, método apropriado para o instrumento de coleta de dados, testes. Os resultados do aparelho de medição acústica basearam o resultado final da pesquisa.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados apresentados neste tópico são fontes de fornecedores dos materiais que envolvem o sistema, foram utilizadas diferentes empresas da região Sul que orçaram os materiais necessitados para esse sistema. Os materiais utilizados na elaboração dos corpos de provas são citados por Luca et al. (2006) como partes do sistema *Drywall*.

Algumas empresas não possuíam todos os itens, então foi utilizado o método de orçamento por item. Os itens orçados são os que seguem:

- a) Placa de gesso acartonado Standart 120cmx180cm;
- b) Placa de gesso acartonado resistente ao Fogo 120cmx180cm;
- c) Placa de gesso acartonado resistente a umidade 120cmx180cm;
- d) Perfil metálico do tipo montante;
- e) Parafuso ponta agulha de comprimento:25mm;
- f) Massa para rejuntamento do sistema;
- g) Fita de papel para o sistema;
- h) Lã de vidro;
- i) Lã de rocha.

4.1 ANÁLISE DE CUSTOS

O levantamento de custo será baseado em uma maquete de tamanho 60x60 (cm), a mesma será utilizada para os testes de cunho acadêmico. Os valores utilizados é a média unitário dos itens. Suas características serão:

- a) Cinco faces fechadas pelo sistema *Drywall*;
- b) Uma face será apoiada diretamente no solo onde será aplicado os testes;

- c) O sistema será isolado com lã de vidro/ lã de rocha em cinco faces;
- d) As cinco faces terão acabamento com massa e fita;
- e) Será apoiada em sistema de perfis metálicos M48.

Foram elaborados 6 testes, nos quais houve a utilização de três tipos de chapas mais utilizadas neste sistema, chapa *Standart*, resistente ao fogo e resistente a umidade, e para cada uma dessas chapas o teste será aplicado com dois isolantes acústicos, sendo lã de vidro e lã de rocha.

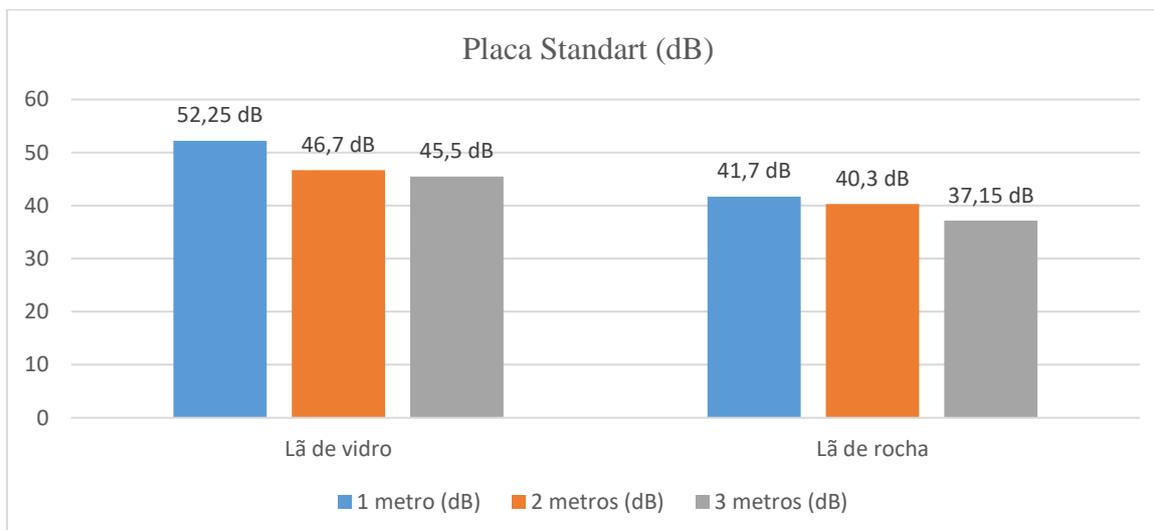
O levantamento de custo que obteve melhor resultado foi o apresentando na Tabela 1 que teve como principais características a lã de rocha aplicado na chapa *Standart*.

Tabela 1- Custo do sistema com melhor custo/benefício

Levantamento de custo n°2 de 60x60 cm		
Chapa ST com isolamento de lã de rocha		
	Quantidade	Valor (R\$)
Chapa ST 120x180cm (un)	1	27,58
Perfil metálico M48 (m)	6	21,02
Parafuso C25 (un)	60	1,56
Massa rejunte (kg)	1	2,37
Fita papel (m)	8	1,41
Lã de rocha (m ²)	1,8	16,29
Valor total		70,23

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Para o resultado final da pesquisa, foi elaborado testes com os corpos de provas orçados, os testes foram elaborados em um ambiente fechado. Os corpos de prova foram submetidos a ensaios com um emissor de ruído, os testes elaborados se deram a 1m, 2m e 3m de distância do emissor de ruído. O resultado dos corpos de prova que obtiveram melhor desempenho a 1m, 2m e 3m, foi também lã de rocha aplicado em chapa *Standart*, apresentado o resultado no Gráfico 1.

Gráfico 1-Placa que obteve melhor resultado de eficiência acústica -Standart

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

A lâ de rocha apresentou melhor desempenho que a lâ de vidro na questão de acústica, sendo que as duas estavam inseridas no sistema *Drywall* com a placa *Standart*. Com a utilização da lâ de rocha, que foi o isolante que apresentou mais desempenho acústico em todos os testes, foi realizado a comparação com os 3 tipos de chapas de gesso acartonado, a placa que apresentou melhor desempenho acústico, foi a chapa de gesso acartonado *Standart*. O conjunto entre isolante e chapa que possui mais desempenho acústico e é mais economicamente viável é lâ de rocha na placa *Standart*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cenário atual da engenharia civil, nova tecnologia vem sendo criadas e aperfeiçoadas, como é o caso do *Drywall* que ao decorrer do tempo se tornou muito mais utilizado e foi agregado no sistema de isolamento acústico, que assim o torna muito mais eficiente.

O objetivo geral da pesquisa foi trazer qual isolante acústico entre a lâ de vidro e a lâ de rocha é mais eficiente aplicados no sistema *Drywall*. O levantamento de todos os custos que envolvem a execução de isolamento acústico no sistema *Drywall* utilizando lâ de vidro e lâ de rocha, este objetivo foi alcançado através de levantamento de custos realizados com empresas da região sul do país.

Além disso foram feitos testes para a verificação da eficiência quando da utilização da lã de vidro e lã de rocha no sistema *Drywall*, este objetivo foi alcançado pois os isolantes foram testados em corpos de prova elaborados a determinadas distancias de um emissor de ruído.

A apresentação dos resultados dos testes acústicos que guiaram a pesquisa, após a coleta de dados utilizando os testes os mesmos foram submetidos ao emissor de ruído sem variações por um determinado período, essa exposição ocorreu com os dois isolantes nos três tipos de chapas utilizados no sistema *Drywall* para a obtenção de dos dados foi realizado um média de som baseados nas normas regulamentadoras. A lã de rocha apresentou melhores resultados na pesquisa juntamente empregada na placa *Standart* tem seu desempenho aumentado. O sistema também é o mais viável economicamente.

Sugere-se como possível linha de continuidade da pesquisa poderia ser incluída a espuma expansível, a fim de verificar seu desempenho acústico no *Drywall*, também sugere-se realizar testes submetendo os corpos de prova aos variados ambientes, como no clima úmido e mais seco.

REFERÊNCIAS

AMPLITUDE. **Soluções acústicas**. Catalogo virtual. [s.n]. Disponível em: <http://www.amplitudeacustica.com.br>. Acesso em maio 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Elaboração. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 10151**: Avaliação do ruído em área habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Elaboração. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 14715**: Chapas de gesso para *Drywall* - Parte 1: Requisitos. Elaboração. Rio de Janeiro, 2010a.

_____. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Parte 1: Requisitos gerais. Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Números do Segmento**. 2015. Disponível em: <http://www.drywall.org.br>. Acesso em abril 2016.

CARDOSO, Roberto Sales. **Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a engenharia de custos**. São Paulo: Pini, 2009. Acesso em: 05 nov. 2017.

CASA.COM.BR – Arquitetura e Construção - **Drywall: Entenda como Funciona esse Sistema de Construção**. 2014. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materia/drywallentenda-como-funciona-esse-sistema-de-construcao>>. Acesso em: 10 de maio 2017.

CATAI, Rodrigo Eduardo. PENTEADO, André Padilha. DALBELLO, Paula Ferraretto. **Materiais, Técnicas e Processos para Isolamento Acústico**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. 2006. Foz do Iguaçu-PR, Brasil. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT12032009181855.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

FERRARI, Fernando Henrique. **Comparativo acústico entre o sistema construtivo Drywall e alvenaria convencional**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Comunitária da Região de Chapecó. 2015. Disponível em: <http://fleming.unochapeco.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/0000db/0000dbb5.pdf>>. Acesso em maio 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ISOVER. **Fabricante de isolantes acústicos**. [s.a]. Disponível em: <<http://www.isover.com.br/construcao-civil/la-de-vidro-para-drywall/feltro-wallfelt>>. Acesso em maio 2017.

KIRCHHOFF, Herb. **O que é isolamento de lã de rocha?**. [s.a]. Disponível em: <http://www.ehow.com.br/isolamento-rocha-sobre_69224/>. Acesso em maio 2017.

LIMA, Rondinely Francisco de. **Técnicas, Métodos e Processos de Projeto e Construção do Sistema Construtivo Light Steel Frame**. Trabalho de Conclusão de Curso (Programa de Pós-graduação em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. 2013. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br>. Acesso em março 2017.

LUCA, Carlos Roberto de, et al. **Manual de Sistema de Drywall** – paredes, forros e revestimentos. São Paulo, 2006.

LUCA, Carlos Roberto de. **Desempenho Acústico em Sistemas Drywall - 2ª Edição**. São Paulo, 2015.

MARCONI, Marina de Andrade e LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMATIZAÇÃO. **ISO 140-4**. Acústica – Medição de som, isolamento em edifícios. Switzerland, 1998.

_____. **ISO 10052**. Acústica – Medições de campo de som no ar e impacto isolamento e som do equipamento. Switzerland, 2004.

_____. **ISO 16032**. Acústica – Medição do nível de pressão sonora do equipamento de serviço em edifícios. Switzerland, 2004.

_____. **ISO 8253-1.** Acústica – Métodos de testes audiométricos. Switzerland, 2010.

_____. **ISO 717-1.** Acústica – Classificação de isolamento acústico em edifícios e elementos de construção. Switzerland, 2013.

_____. **ISO 3382-2:** Acústica- Medição de parâmetros de acústica de salas – Parte 2: Tempo de reverberação em salas comuns. Switzerland, 2017.

ROESCH, S.M.A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ROSALINO, Iloneis. **Um estudo dos critérios de rateio dos custos indiretos por meio da análise de regressão.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina. 2004. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Contabeis295531.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

ROSEGHINI, Ana Gabriela. **Análise Comparativa entre Sistemas de Divisórias Internas de Edificação Residencial Unifamiliar.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Oeste de Santa Catarina. 2015. Disponível em: <<http://pergamum.unoesc.edu.br/pergamumweb/vinculos/000008/00000831.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

SEHN, Alessandro Gnoatto. **Desempenho dos isolantes térmicos poliestireno, lã de vidro, lã de rocha e lã de pet – aplicados no método construtivo Drywall.** Faculdade Empresarial de Chapecó. (Trabalho de Conclusão de Curso). 2016. Acesso em: 18 maio 2017.

TANIGUTI, Eliana Kimie. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado.** Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1999. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-14112001-163706/pt-br.php>. Acesso em: 28 mar. 2017.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução.** 2.ed. São Paulo: Pini, 2011. Acesso em: 10 nov. 2017.