

Analysis of the efficacy of the sealing glass wool in drywall system with emphasis on acoustics

Geovanny Baia dos Santos¹, Bruna Barbosa Matuti²

¹ Discente – Engenharia Civil - Centro Universitário do Norte (UNINORTE) - Manaus - AM.

² Docente – Engenharia Civil - Centro Universitário do Norte (UNINORTE) - Manaus - AM.

Email: baiageovanny@gmail.com, bruhmatuti@outlook.com

ABSTRACT

Received: September 27th, 2018

Accepted: November 06th, 2018

Published: December 20th, 2018

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International

License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



This article presents an analysis of the effectiveness of glass wool as insulation, in joint use with acoustic fencing systems in indoor environments. So that the wool is your total effectiveness as an insulating material, it must be applied over a solid surface, in this case, the surface used was the Drywall, a system that comes growing enough in Brazil due to your convenience, and be constructively the dry. It was studied and verified the acoustic performance of an acoustic blanket in a single-family residence located in one of the most important and busiest avenues in the city of Manaus, and that has a high level of noise during much of the day were analyzed distinctly the following phenomena: sound transmission between rooms and acoustic absorption of the insulating material under study. The analysis was carried out in two schedules to make a comparison between a daylight high-flow on the Boulevard and a moderate flow. The on-the-spot study used a noise-measuring equipment, called decibel meter that generates values in decibels. A study was conducted in two rooms of the residence, an acoustic treatment, and another environment without treatment. The results showed that glass wool had your performance effectively, with a considerable reduction of noise in the environment that has proofed. Despite the high level of noise in the vicinity of the residence, the material has developed a good sound-absorbing, adapting the environments according to the Regulatory standards requirements.

Key words: Glass wool, Drywall, Acoustics.

Análise da eficácia da lã de vidro para vedação em sistema drywall com ênfase em acústica

RESUMO

Este artigo apresenta uma análise da eficácia da lã de vidro como isolante acústico, em utilização conjunta com sistemas de vedações acústicas em ambientes internos. Para que a lã tenha sua total eficácia como material isolante, ela deve ser aplicada sobre uma superfície sólida, neste caso, a superfície utilizada foi o Drywall, um sistema que vem crescendo bastante no Brasil devido à sua praticidade, e por ser uma forma construtiva a seco. Foi estudado e verificado o desempenho acústico da manta acústica em uma residência unifamiliar localizada em uma das principais e mais movimentadas avenidas da cidade de Manaus, e que possui alto índice de ruídos durante grande parte do dia. Foram analisados distintamente os seguintes fenômenos: transmissão de sons entre ambientes e absorção acústica do material isolante em estudo. A análise foi realizada em dois horários para que fosse possível fazer uma comparação entre um horário de alto fluxo na avenida e um com fluxo moderado. No estudo in loco foi utilizado um equipamento de medição de ruídos, chamado decibelímetro, que gera valores em decibéis. Foi realizado um estudo em dois ambientes da residência sendo, um ambiente com tratamento acústico e outro sem tratamento. Os resultados obtidos mostraram que a lã de vidro teve seu desempenho de forma eficaz, com uma considerável redução de ruídos no ambiente que possui isolamento acústico. Apesar do alto índice de ruídos nas proximidades da residência, o material desenvolveu uma boa absorção do som, adequando os ambientes segundo às exigências das Normas Regulamentadoras.

Palavras-chave: Lã de vidro, Drywall, Acústica.

I INTRODUÇÃO

Atualmente na construção civil, a acústica é um tema com grande importância, principalmente por causa do surgimento de novos empreendimentos que demandam tratamento acústico em diversos ambientes. Devido ao crescimento urbano e aos barulhos constantes causados pelos transportes rodoviários, construções, máquinas, entre outros, as edificações e ambientes internos acabam necessitando de tratamento acústico, evitando que as pessoas expostas a esses ruídos, por um determinado período de tempo, não sofram efeitos psicofisiológicos como, estresse, hipertensão ou algum tipo de distúrbio auditivo [1].

O ruído causa problemas à saúde, e impacta econômica e financeiramente a vida das pessoas e de organizações. É também apontado como uma das principais causas de prejudicar a qualidade de vida humana nas cidades grandes, sendo um dos fatores mais poluentes. Pelo fato de não ser associado como ameaça à vida como os demais poluentes, acaba indo para o fim da lista das prioridades ambientais [2].

A finalidade da acústica na construção civil é de assegurar condições de conforto acústico em edificações habitacionais sob aspectos de propagação do som, com o intuito de diminuir seus efeitos, realizando um conjunto de critérios e de normas técnicas que precisam ser observadas durante o processo construtivo, sendo que, deve ser tratado com grande importância na fase inicial do projeto, estudando os ambientes onde ocorrerá a construção. Qualificar acusticamente o ambiente requer um conhecimento do profissional sobre as interferências acústicas que o projeto tem em relação ao espaço e suas consequências [3].

Devido ao crescimento acelerado da construção civil, há a necessidade de utilizar novos métodos ainda mais eficientes e viáveis para quem irá usufruí-los. A utilização de materiais isolantes nas construções, faz com que ocorra a diminuição de ruídos externos indesejáveis aos seus usuários, garantindo um ambiente mais silencioso. Alguns dos principais materiais empregados na construção civil, tais como os blocos de concreto, cerâmicos e o concreto armado já possuem determinada característica isolante, porém, nem sempre é suficiente em certas aplicações que necessitam de um elevado grau de atenuação [3].

Para essas construções que necessitam de um tratamento complementar, pode-se empregar algum outro tipo de isolante acústico. Atualmente no mercado, encontram-se diversos tipos de mantas acústicas, com propriedades distintas que influenciam seu desempenho. Dentre os isolantes existentes, há a lã de vidro, que é bastante usada devido a sua trabalhabilidade em relação a absorção sonora em razão de sua porosidade [4].

A lã de vidro, utilizada em diversos conceitos pelo mundo inteiro, é um material considerado como um dos mais tradicionais isolantes. Seu uso, na maioria das vezes, é juntamente com o Drywall, uma chapa com miolo de gesso e face de papel-cartão em uma estrutura de aço [5].

Este artigo visa analisar a eficácia e o desempenho da lã de vidro em um ambiente interno de uma residência unifamiliar, localizada em uma das principais avenidas da cidade de Manaus, que é extremamente movimentada e com alto índice de ruídos. O estudo foi realizado com a ajuda de um decibelímetro, que mediu a intensidade do som dentro da residência, determinando se a utilização da lã de vidro foi eficaz para reduzir os ruídos, adequando aquele ambiente segundo as normas regulamentadoras.

II MÉTODOS

O método de análise deste artigo envolveu um estudo in loco em uma residência unifamiliar com a utilização da lã de

vidro para vedação acústica. Foi realizado no dia 13 de setembro de 2018, quinta-feira, em dois horários distintos, pela manhã entre 07h e 08h, e a tarde entre 15h e 16h.

O início desta análise foi realizado através de um levantamento bibliográfico buscando estudos publicados acerca dos principais pontos aqui tratados, como as propriedades da lã de vidro e a sua utilização como isolante acústico. As fontes bibliográficas utilizadas nesta monografia foram obtidas com base de dados do Google Acadêmico e diversas literaturas como: monografias, trabalhos acadêmicos, artigos, dissertações e teses. Além de revistas eletrônicas, livros de engenharia, normas regulamentadoras e sites relacionados à utilização da lã de vidro para conforto acústico.

As pesquisas e experimentos foram estruturadas em duas etapas: a primeira etapa foi analisar as propriedades acústicas e químicas do material proposto. Já a segunda parte compreende a análise da eficácia do material em campo, avalia seu comportamento e trabalhabilidade como isolante acústico e redutor de ruídos externos, com o auxílio de um equipamento chamado decibelímetro, que é utilizado para medição de ruídos no local. O equipamento gera valores em decibéis, que foi a base para a elaboração de gráficos para analisar a redução de ruídos no ambiente com tratamento acústico.

III DESENVOLVIMENTO

III.1 FUNDAMENTOS DA ACÚSTICA

III.1.1 SOM

O som pode ser definido como uma variação de pressão que se propaga através do ar e de outros materiais (líquido, sólido e gasoso) tornando-se detectável pelo ouvido humano. Não são todas as variações de pressão que produzem a sensação de audição. Esta sensação apenas ocorrerá quando a amplitude destas variações e suas frequências estiverem dentro de determinadas faixas de valores, a qual é denominada de faixa de áudio. As ondas que se encontram fora do limite das frequências inferiores ou superiores à faixa auditiva humana se tornam inaudíveis, ou seja, não provocam sensação auditiva ao alcançar o ouvido [6]. Em cada onda há uma oscilação por segundo, e cada oscilação é chamada de frequência. A quantidade de que cada onda oscila por segundo é medida pela unidade Hertz (Hz) [2].

III.1.2 RUÍDO

A principal característica que difere o ruído de um som é a sua frequência. Bistafa caracteriza ruído como um som indesejável, de um modo geral, com conotação negativa. Todo fenômeno acústico não periódico, e sem harmonização definida é considerado como ruído [2]. Na maioria das vezes, o ruído produz efeitos desagradáveis que, em níveis consideravelmente elevados, podem causar perda de audição, aumento da pressão arterial (efeito fisiológico), incômodos (efeito psicológico), tais como stress, tensão, entre outros. Peneyron afirma que “a crescente verticalização das cidades e a constante evolução das tecnologias desenvolvidas pelo homem trouxeram consigo um aumento significativo no nível de ruído proveniente das mais variadas fontes e com ele os malefícios causados ao ser humano” [7].

O ruído é relativo e muda de indivíduo para indivíduo, dependendo da atitude de cada um frente ao som que está sendo emitido. O mesmo som considerado como desagradável para determinada pessoa pode não ser para outra. O ruído também possui utilidade em determinadas ocasiões como, por exemplo, são utilizados ruídos de baixa intensidade para mascarar outros que sejam de mais incômodo [8].

III.2 ASPECTOS FÍSICOS ENVOLVIDOS NOS FENÔMENOS ACÚSTICOS

III.2.1 INTENSIDADE E POTÊNCIA SONORA

O ruído possui diversas especificações para a sua descrição física, sendo a intensidade acústica uma delas. Bistafa [2] a define como “a quantidade média de energia, na unidade de tempo, que atravessa uma área unitária perpendicular à direção da propagação da onda”. Tendo energia na unidade de tempo como potência (Watts), logo a unidade para intensidade é de watt por metro quadrado (W/m^2). A menor intensidade acústica compreendida pelo ouvido humano é de $10^{-12} W/m^2$ e a maior intensidade audível sem que haja percepção de dor é de $1 W/m^2$, ambas estão presentes da frequência de 1000Hz [9].

O que caracteriza uma fonte sonora é a sua potência. Ela determina a capacidade de uma certa fonte sonora gerar som, portanto, se torna uma característica essencial da fonte sonora. A potência (W) é dada pela multiplicação da Intensidade Sonora (W/m^2) de uma onda esférica pela área da superfície esférica que envolve a esfera pulsante nessa distância [2].

III.2.2 DECIBEL

O decibel (dB) é definido como uma unidade logarítmica que se aproxima da percepção do ouvido humano, pois o mesmo

possui resposta logarítmica, que é a relação entre sensação auditiva e potência acústica [2]. Os sons que possuem mesmo nível de intensidade e frequências distintas findam não sendo perceptíveis como completamente intensos, pois o ouvido humano possui a capacidade de perceber de forma diferenciada as múltiplas frequências. Devido a isso, os sons que possuem baixa frequência acabam produzindo um mascaramento superior aos sons de alta frequência.

Caracterizado como um número relativo, o decibel permite retratar relações entre duas determinadas grandezas de mesma classe, como de potências, tensões ou qualquer outra adimensional, permitindo-nos definir relação sinal/ruído em um nível de referência explícito ou implícito [10]. Na Figura 1, pode-se visualizar a escala com os valores dos níveis de pressão sonora, que varia de 0 dB (limiar da audição humana) e 140 dB (limiar de dor). O ouvido humano possui maior sensibilidade às frequências médias, na qual se expressa a voz humana. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), sons que possuem mais de 55 dB já podem estressar e prejudicar a saúde humana e a partir de 85 dB o barulho já pode ser suficiente para causar a perda da audição [11]. Pelo fato de não se tratar de valores lineares, a aritmética do decibel exige cuidado. Os níveis sonoros e o nível médio de determinado período de tempo são medidos através de equipamentos [8].



Figura 1: Níveis de Decibéis Nocivos à Saúde.
Fonte: Autores, (2018).

III.3 PROPAGAÇÃO E ABSORÇÃO DE RUÍDOS

O ruído se propaga através de vibrações que se difundem devido aos impulsos gerados ao meio, por volta do corpo sonoro, ocasionados pelas pequenas mudanças que ocorrem na pressão, com isso, as ondas de pressão são criadas devido às deformações transitórias que se movimentam longitudinalmente. O meio natural que permite a propagação do som e que nos dá a sensação de audição é o ar. Os sons deixam de ser ouvidos caso não haja gás preenchendo o ar envolto. A propagação dos ruídos ocorre em forma de ondas esféricas, com início em uma fonte pontual.

Considera-se então a propagação de ruídos como a diferença de pressão sonora podendo ocorrer em campo livre, onde não haja obstáculos, ou em campo difuso, como em ambientes fechados [6]. A absorção acústica é caracterizada pela redução dos efeitos causado pelos sons em determinado ambiente. Quando o som que se propaga boa parte dele será transmitida através do material, já quando atinge uma superfície macia, parte considerável dele será absorvida pelo revestimento, e quando se trata de uma superfície dura e lisa, o som será refletido [8]. Para ele, o som que será absorvido retrata o coeficiente de absorção e depende do material que está utilizado como isolante.

III.4 NORMALIZAÇÃO DE DESEMPENHO ACÚSTICO

As Normas Técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) consideram diversos aspectos relacionados ao ruído. As Normas Brasileiras (NBR) que serão utilizadas durante a análise são: NBR 10.151/2000 [12], NBR 10.152/2017 [13] e NBR 15.575/2013 [14]. A NBR 10.151/2000 tem como finalidade “assegurar as condições exigidas para avaliar se ruído em comunidades são aceitáveis, e caracteriza um método para medição de ruídos, as correções que serão necessárias e um critério para realizar uma comparação dos níveis encontrados na medição e os estabelecidos pela norma” [12]. A NBR 10.152/2017 determina “os níveis de referência para os compartimentos das edificações, estabelecendo quais procedimentos técnicos são aplicáveis para se realizar medições dos níveis de pressão sonora”. Além de determinar o nível sonoro representativo e avaliar o nível de ruídos em ambientes internos, realizados a partir da comparação dos resultados obtidos com os valores usados como referência e que estão sendo indicados pela norma [13].

As duas normas citadas estão relacionadas à Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e devem ser consideradas em todo território brasileiro. Devido a isso, as leis municipais que regulam os níveis de ruído aceitável, não podem ser mais flexíveis do que os requisitos determinados por essas normas. Outra norma utilizada como base na análise foi a NBR 15.575 que apresenta “requisitos e critérios para que haja a verificação do isolamento acústico entre os meios tanto externos, quanto internos, e entre os cômodos de uma residência e áreas comuns” [14].

III.5 LÃ DE VIDRO

A lã de vidro, que pode ser visualizada na Figura 2, é mundialmente conhecida como um dos melhores isolantes termo acústicos, possui um excelente coeficiente de absorção sonora, devido à sua porosidade. Sua utilização como isolante acústico é dada pelo fato de se tratar de um material fibroso, capaz de evitar a transferência de ruídos entre ambientes. A onda sonora, quando entra em contato com a lã e sua superfície de fibras, acaba sendo absorvida rapidamente, isso acontece porque o atrito da onda com a superfície faz com que parte da energia sonora se transforme em calor, reduzindo assim a intensidade dos ruídos e resultando na absorção (ou isolamento) sonora. Porém, esse fenômeno de absorção e atrito ocorrem apenas com materiais fibrosos [2].



Figura 2: Lã de Vidro.
Fonte: Autores, (2018).

Além de ser leve, fácil de manusear e cortar, a lã também possui outros pontos que agregam valor à sua utilização, como por exemplo, ela é incombustível, evitando o risco de propagação

de chamas em caso de incêndio. Apesar de sua resistência às chamas, a lã de vidro não resiste a incêndios grandiosos, nem a temperaturas maiores que 800°C [15].

A lã de vidro é um material de isolamento acústico que não gera riscos à saúde das pessoas que vivem nas edificações que possuem sua utilização, evitando a proliferação de fungos e bactérias. A Agência Internacional para a Pesquisa do Câncer (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER – IARC) ligada à OMS, classificou a lã de vidro como um tipo de material não cancerígeno, devido ao fato de que suas fibras não possuem amianto, que é alvo de restrição quanto ao uso [16].

Com aplicação da lã, há também um consumo de energia reduzido consideravelmente, principalmente na utilização de condicionadores de ar, possibilitando o uso de equipamentos com menores investimentos. Algumas outras vantagens:

- Não deterioram e nem apodrecem;
- Não tem desempenho comprometido quando exposta às mudanças climáticas;
- Sua capacidade isolante não reduz com o passar do tempo;
- Inquebrável e bastante estável;
- Sustentável;
- Não contribui para a proliferação de pragas, como roedores e insetos.

Como desvantagem, está a sua aplicação que, apesar de prática, não é tão simples e requer um especialista capacitado e que conheça a estrutura para que a lã seja aplicada da melhor forma na superfície sólida [17].

III.5.1 PROPRIEDADES ACÚSTICAS

Os materiais tipicamente utilizados para absorver sons são os fibrosos e porosos. Esses materiais absorventes são leves e não possuem características estruturais [2]. A lã de vidro é considerada um bom absorvente de som, pois se trata de um material que permite que as partículas de ar penetrem e se movimentem em seu interior. Podemos, assim, perceber que a principal propriedade desses materiais absorventes é a sua resistência ao fluxo de ar, tendo em vista que a maximização da absorção sonora necessita de uma excelente resistência através do material em uso [2].

Ao reter grande quantidade de ondas sonoras transformando-as em energia térmica, diz-se que o material apresenta boa absorção acústica, ou seja, se trata de um material absorvente, e ao refletir grande parte da energia sonora, diz-se que o material se trata de um bom isolante acústico [2].

III.5.2 PROPRIEDADES QUÍMICAS

A lã de vidro é um material industrializado composto de sílica e sódio aglomerados por resinas sintéticas que formam suas fibras. Sua fabricação é feita em alto-forno, com temperatura próxima a 1500°C, formando uma massa em estado plástico com alta viscosidade que aumenta à medida em que se resfria, se mantendo em estado de fusão sem cristalizar. Foi feito esse aglomerado justamente para melhorar o isolamento termo acústico nos edifícios no qual são aplicados. Sua fabricação é realizada com 65% de material reciclado, tendo menor emissão de gases ao meio ambiente [3].

A lã de vidro origina-se de uma substância líquida e inorgânica que é obtida por meio de um composto básico de alguns elementos como: a sílica, em forma de areia dando a aparência de vidro; o carbonato de sódio; sulfato de sódio, potássio, para que a temperatura de fusão seja mais baixa; e o

carbonato de cálcio e magnésio, como estabilizantes para elevar a resistência à umidade do material. [...] A sua produção está ligada à geração de partículas para a atmosfera e à emissão de gases do tipo Dióxido de Enxofre (SO₂) e Dióxido de Carbono (CO₂) [2].

III.5.3 APLICAÇÃO E DURABILIDADE

Devido às características acústicas e térmicas da lã de vidro, a sua utilização é feita em diversos mercados, como da construção civil, automóvel, industrial, entre outros. É um material de bastante resistência e garante boa trabalhabilidade durante um longo período de tempo [18].

Durante a produção da lã, há sempre a sobra de resíduos que podem ser descartados em aterros industriais, ou podem ser utilizados na composição de outros materiais, como por exemplo, na incorporação em matriz de concreto, aumentando a trabalhabilidade, resistência e elasticidade. Nesses casos, a lã perde suas características como isolante termo acústico e se transforma em resíduo industrial [19].

O material foi desenvolvido para ser utilizado em sistemas de construções a seco, como exemplo o Drywall e o Light Steel Frame. Quanto a sua aplicação, ela costuma ser bem prática, uma vez que é feita apenas estendendo o rolo do material sobre a superfície horizontal que será isolada. Estes rolos podem ser cortados à mão e em alguns tipos, já possuem em sua face interior uma barreira para vapor. Um dos cuidados exigidos durante sua aplicação é em questão de não poder deixar espaços sobrando sem o material, pois caso isso aconteça, haverá complicações comprometendo o perfeito funcionamento do material como isolante. Não se pode também, colocar qualquer tipo de revestimento sobre a manta comprimindo-as, pois isso prejudicaria sua performance acústica. Diferente do que se possa imaginar, a lã de vidro possui também como vantagem de se adequar a diversos tipos de vedação interna, incluindo áreas sujeitas à umidade, como cozinha e banheiro, sendo integradas aos sistemas hidráulicos, elétricos e demais cabeamentos com segurança e de forma simples. Além de serem aplicadas em todas as paredes de construções tanto residências quanto comerciais, como hotéis, cinemas, escolas, entre outros [15].



Figura 3: Lã de Vidro Aplicada.
Fonte: Autores, (2018).

Deve-se ter cuidado, durante a aplicação, quanto as roupas utilizadas durante o processo, pois a lã é nociva para a pele e aos olhos, e pode causar coceira caso haja contato direto [15].

III.5.4 FORMA DE COMERCIALIZAÇÃO

A sua venda no comércio é feita em forma de manta, possuindo diversos tipos, como por exemplo, manta ensacada

com polietileno, manta aluminizada, manta revestida com feltro para utilização em construções metálicas e manta de fibrocerâmica para tubulações e equipamentos com temperaturas elevadas. No formato de manta, elas têm a capacidade de adquirirem a forma e se adequarem ao local no qual serão aplicadas, neste caso, não sendo necessário aplicação de resina [15]. Sua comercialização também pode ser feita em painéis e em rolos, possuindo uma diversidade de densidades e espessuras. O material vem revestido em uma das faces com véu de vidro [15].

O preço da lã de vidro é variável, de acordo com a região, porém custa em média de R\$15,00 à R\$25,00 o metro quadrado nas lojas de materiais de construção ou similares [4].

III.6 DRYWALL

Diante do avanço tecnológico nas técnicas da construção civil, o Drywall surge como alternativa para quem busca reduzir custo e resíduos durante a obra. Com rapidez em sua instalação, ele ainda possui a possibilidade de receber isolamento acústico, um dos pontos com bastante ênfase nas construções hoje em dia [18].

O Drywall, visto na Figura 4, é uma placa de gesso acartonado parafusadas em ambos os lados e fixado em uma estrutura de aço galvanizado, que recebem em suas juntas um acabamento adequado e possuem em seu interior algum material isolante. Sendo o isolamento acústico uma técnica de extrema importância para completa eficácia e eficiência acústica desse sistema e dessas paredes sem função estrutural [20].



Figura 4: Placa de Gesso Acartonado.
Fonte: Autores, (2018).

Um dos problemas enfrentados na utilização desse sistema, é a falta de mão de obra especializada, pois o processo necessita de pessoas qualificadas para que possa ser feita a sua execução, conforme Figura 5. Sendo obrigação da empresa que disponibiliza essa técnica, o oferecimento de treinamento para a mão de obra, gerando mais custos. Devido a isso, muitas pessoas acabam optando e preferindo a utilização da alvenaria tradicional nas construções.



Figura 5: Aplicação do Drywall.
Fonte: Autores, (2018).

III.6.1 USO COM A LÃ DE VIDRO

Quando o som atinge uma determinada superfície sólida, parte da energia sonora (E) se reflete, enquanto outra parte (que desaparece por trás da superfície) se constitui em duas partes: energia sonora dissipada e energia sonora transmitida pela parede [2]. Se fosse feito o uso da lã de vidro apenas, a energia sonora transmitida (e não a dissipada) seria a responsável pela absorção sonora, entretanto, a estrutura aberta da lã não impediria que a energia sonora incidente escapasse através da manta [2]. Para que materiais fibrosos/porosos, como a lã de vidro, tenham a sua capacidade de dissipar energia de forma correta e com eficácia, é necessário que a sua aplicação seja feita em uma superfície sólida, no interior do painel e entre as chapas, conforme Figura 6.

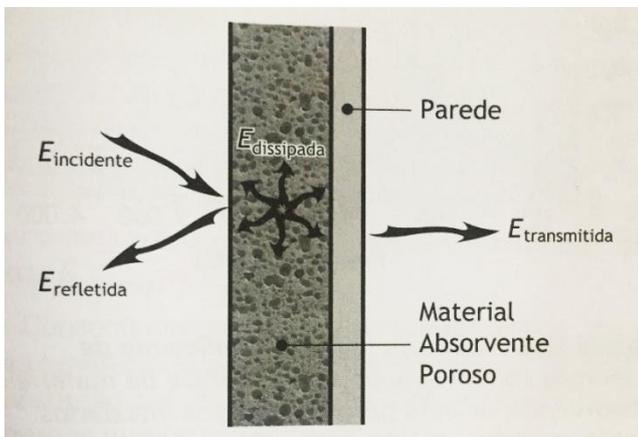


Figura 6: Dissipação de Energia no Drywall.
Fonte: [2].

“A onda refletida se combina com a onda incidente, gerando uma onda estacionária na frente da parede que interage com o material absorvente, provocando a dissipação por atrito da energia sonora na estrutura fibrosa do material” [2].

III.7 ESTUDO DE CASO

III.7.1 ÁREA DE ESTUDO

Foi realizada uma análise em uma residência unifamiliar, localizada na Avenida Max Teixeira, nº 50, Bairro Colônia Santo Antônio, Manaus, Amazonas. Latitude: -3.044714; Longitude: -60.0133296. A avenida possui alto fluxo de movimentação de veículos durante grande parte do dia. Apesar de bastante movimentada e com alto índice de ruídos, a área de estudo possui

em suas proximidades alguns condomínios residenciais, que provavelmente devem ter recebido algum tipo de tratamento acústico para evitar perturbação aos seus moradores.

A residência de estudo recebeu tratamento acústico com a utilização de lã de vidro em alguns de seus cômodos, tendo sua aplicação juntamente com o Drywall. O intuito da família residente foi de justamente reduzir o nível de ruídos que estava se tornando incômodo aos mesmos. A família escolheu o uso do Drywall por ser mais prático em sua aplicação, devido ao fato de que haveria apenas a divisão de um cômodo bem amplo.

III.7.2 EQUIPAMENTO UTILIZADO

O equipamento utilizado para medir o nível de pressão sonora no ambiente foi o decibelímetro, que pode ser visualizado na Figura 7. Este equipamento serve tanto para a medição de níveis de pressão como para intensidade de sons, tendo em vista que essas grandezas são as que representam razoavelmente bem a sensação de audição de certo volume sonoro. O instrumento ler o nível de som em decibéis, dando o valor mínimo e o valor máximo da área em que está sendo utilizado.

O modelo utilizado é do tipo digital e tem capacidade de realizar medições entre 30 dB até 130 dB. O mini decibelímetro para medição de ruídos sonoros utilizado é da marca Minipa, e o seu modelo é MLM-1001. O equipamento gera dois valores, um mínimo, que é o valor em dB ponderado pelo tempo mínimo na duração da gravação e outro máximo, que é o valor em dB ponderado pelo tempo máximo.



Figura 7: Decibelímetro.
Fonte: Autores, (2018).

III.7.3 ETAPAS DO PROCESSO DE MEDIÇÃO IN LOCO

A análise foi realizada em uma quinta-feira, no dia 13 de setembro de 2018, em dois horários, sendo um pela parte da manhã e outro à tarde. O primeiro horário foi escolhido por ser considerado como de alto fluxo na avenida, e o segundo foi escolhido por ser considerado com fluxo moderado.

Os cômodos que possuem tratamento acústico estão situados na parte da frente da residência, e são os que possuem maior nível de ruídos por estarem mais próximos da avenida. Porém, foi feito a análise em dois pontos: no cômodo com tratamento acústico e um logo ao lado que não possui tratamento, possibilitando assim, a realização de uma comparação do nível sonoro nos dois ambientes para a verificação do desempenho da

lã de vidro. O cômodo com que recebeu tratamento tinha como finalidade ser um dormitório, e outro sem tratamento seria uma sala de estar.

III.7.3.1 PRIMEIRA ANÁLISE

A primeira análise foi realizada entre 07h e 08h da manhã, em um horário considerado com alta intensidade de fluxo na avenida, nos dois cômodos da residência. O valor obtido na medição do cômodo sem a utilização da lã de vidro foi de 79,4 dB, e o valor obtido no cômodo com a utilização da lã de vidro foi de 61,7 dB.

III.7.3.2 SEGUNDA ANÁLISE

A segunda análise foi realizada entre 15h e 16h da tarde, em um horário considerado com intensidade moderada de fluxo na avenida, nos dois cômodos da residência. O valor obtido na medição do cômodo sem a utilização da lã de vidro foi de 71,0 dB, e o valor obtido no cômodo com a utilização da lã de vidro foi de 58,0 dB.

III.7.4 ANÁLISE COMPARATIVA COM OS PARÂMETROS DAS NORMAS

Para estabelecer um nível máximo de ruído permitido, a NBR 10.151 determina os níveis de pressão sonora permitidos (em dB) para possíveis zonas de um município, em duas situações, diurna e noturna, conforme a Figura 8 [12].

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO	NOTURNO
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial, urbana, de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativo	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Figura 8: Níveis de Ruídos em Determinadas Áreas.

Fonte: NBR 10.151, (2000).

Entretanto, a NBR 10.152 estabelece os níveis de ruído aceitáveis em locais específicos, relacionando-os as atividades que serão realizadas em cada ambiente. Por exemplo, em apartamentos, se define que 45 dB é o nível máximo aceitável e 35 dB o nível para se ter conforto. Pode-se perceber que o mesmo critério de nível máximo aceitável em um apartamento da NBR 10.152 [13], se iguala ao mesmo nível para área estritamente residencial, no período noturno, da NBR 10.151 [12]. Na Tabela 1, podemos ver os níveis de ruídos permitidos segundo a NBR 10.152 [13], com valores em dB e NC (Método de avaliação de um ruído num ambiente determinado). O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade. Os níveis superiores aos estabelecidos nesta tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de danos à saúde [13].

Tabela 1: Valores dB e NC.

Locais	dB	NC
Residenciais		
Dormitórios	35-45	30-40
Sala de estar	40-50	35-45

Fonte: Adaptado pelo Autor, NBR 10.152, (2017).

A NBR 15.575 avalia o desempenho dos diversos sistemas construtivos nas edificações, ampliando as exigências de conforto acústico. Na Tabela 2, pode-se visualizar o local de análise, o nível ponderado entre os ambientes (em dB) e o nível de desempenho [14].

Tabela 2: Nível Ponderado entre os Ambientes.

LOCAL DE ANÁLISE	NÍVEL PONDERADO ENTRE OS AMBIENTES (dB)	NÍVEL DE DESEMPENHO
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde haja ambiente dormitório	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥50	S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso em que pelo menos um dos ambientes é dormitório	45 a 49	M
	50 a 55	I
	≥55	S
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥50	S
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos	30 a 34	M
	35 a 39	I
	≥40	S

Fonte: Adaptado pelo Autor, NBR 15.575, (2013).

- Sendo estabelecido os níveis mínimos (*M*) de desempenho para cada requisito, que devem ser atendidos;
- Considerando a possibilidade de melhoria da qualidade da edificação, com uma análise de valor da relação custo/benefício dos sistemas, neste anexo são indicados os níveis de desempenho intermediário (*I*) e superior (*S*) e repetido o nível *M* para facilitar a comparação;
- Recomenda-se que o construtor ou incorporador informem o nível de desempenho dos sistemas que compõem a edificação habitacional, quando exceder o nível mínimo (*M*).

IV RESULTADOS

Na primeira análise, realizada pela parte da manhã, os resultados obtidos foram de 79,4 dB no cômodo que não possui tratamento acústico, e 61,7 dB cômodo com tratamento. Comparando com os valores mostrados nas Tabelas 1 e 2, o cômodo sem tratamento ultrapassou de forma considerável o limite de decibéis permitidos, o que significa que precisa de uma avaliação para aplicação de um isolante acústico no local para reduzir o nível de ruído. Entretanto, o cômodo com tratamento também ultrapassou o limite, mesmo tendo uma redução considerável no nível de ruídos com a utilização da lã de vidro, no horário de alto fluxo na avenida, o nível de ruído continua alto.

Na segunda análise, realizada pela parte da tarde, os resultados obtidos foram de 71 dB no cômodo sem tratamento acústico, e 58 dB no cômodo com tratamento acústico. Fazendo a comparação com os valores das Tabelas 1 e 2, o cômodo sem tratamento ultrapassou consideravelmente o nível de ruído permitido. Já no cômodo com tratamento, o nível de ruído também ultrapassou o limite, mas não foi um valor tão expressivo, o que não significa risco à saúde humana. Desse modo, a lã de vidro teve eficácia na redução de ruídos no cômodo.

Foi realizado também uma medição na parte externa da residência nos dois horários das análises internas. No período da manhã o nível de ruídos chegou em 102,5 dB e no período da tarde, chegou a 89,7 dB. Comparando a média desses valores com o da Figura 8, considerando o local como área mista com vocação comercial e administrativo e período diurno, o nível de ruídos ultrapassou bastante o nível de ruído permitido na área, podendo

considerar o barulho produzido na avenida pode ser prejudicial à audição e saúde humana.

Os gráficos a seguir mostram uma comparação dos valores dos níveis de ruídos nos ambientes em análise. O valor no eixo do gráfico vai de 30 dB à 130 dB, conforme o limite de medição do decibelímetro utilizado. No Gráfico 1 da primeira análise, pode-se verificar uma queda expressiva no nível de ruído entre os dois cômodos em estudo. A redução de ruídos foi em cerca de 17,7 dB no ambiente com tratamento acústico. Levando em conta o alto fluxo de tráfego no horário da primeira análise, a lã de vidro mostrou eficácia na redução de ruídos.

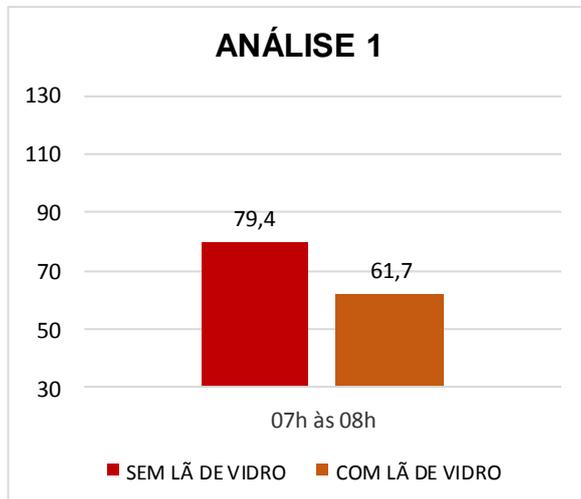


Figura 8: Primeira Análise de Comparação de Nível de Ruídos.
Fonte: Autores, (2018).

No Gráfico 2 da segunda análise, pode-se verificar uma queda considerável no nível de ruído entre os dois cômodos em estudo. A redução de ruídos foi em cerca de 13 dB no ambiente com tratamento acústico. Levando em conta o fluxo moderado de tráfego no horário da segunda análise, a lã de vidro conseguiu de forma eficaz reduzir o nível de ruídos.

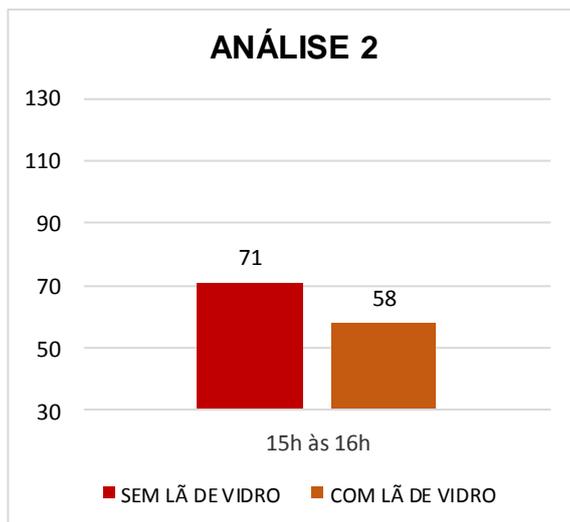


Figura 9: Gráfico 2: Segunda Análise de Comparação de Nível de Ruídos.
Fonte: Autores, (2018).

V DISCUSSÕES

Durante a análise realizada, pôde-se verificar a insatisfação dos residentes em relação ao nível de ruídos causado

pelo alto fluxo de tráfego na avenida. Depois de alguns estudos, o proprietário da residência encontrou um método para dividir um cômodo da casa (um dos mais afetados pelos ruídos externos por estar localizado na parte da frente da residência) de forma prática e que pudesse ajudar a reduzir o nível de ruídos. Foi então que ele encontrou o sistema Drywall com a utilização da lã de vidro. Fazendo a comparativa de preços (material, mão de obra), solicitou o serviço de uma Empresa X que fez todo o serviço da aplicação do sistema e da vedação acústica.

O isolamento utilizando a lã de vidro apresenta uma boa performance na redução do nível de ruídos em diversos tipos de ambientes, como escritórios, lojas, residências, entre outros [3]. Uma desvantagem encontrada na utilização da lã de vidro é a falta de conhecimento técnico no assunto para que haja uma mão de obra qualificada. Por se tratar de um método diferente do tradicional, a sua aplicação requer um estudo específico na área.

A falta de conhecimento na área acústica, por parte dos construtores, é devido à cultura negligente diante da qualidade acústica nas edificações. Sendo necessária a qualificação dos mesmos para que possam responder às exigências determinadas pela Norma Regulamentadora. Na maioria das vezes, os construtores se preocupam mais em obedecer às regras de edificações municipais sem levar em conta a parte de conforto acústico. Mesmo se obra finalizada estiver dentro de todos os padrões exigidos pela lei municipal, e ocorrer perturbação sonora, essa perturbação é considerada como falha construtiva, ou um defeito relativo a segurança na construção, por colocar em risco à saúde das pessoas. O responsável técnico da obra é responsável pela perfeita aplicação da lã de vidro e do sistema Drywall, desde o funcionamento e segurança até os aspectos estéticos e de conforto. A utilização do Drywall com a lã de vidro entre dois recintos reduz a transmissão sonora entre eles. Quando há a utilização de um material fibroso, como a lã no interior de uma superfície sólida, a onda refletida na superfície se combina com uma onda incidente, e assim há a geração de uma nova onda na frente da superfície que interage com o isolante em uso. Devido a isso, a energia sonora na estrutura fibrosa da lã é dissipada por atrito [2].

A análise mostrou que a lã de vidro tem eficácia quando se trata de redução de ruídos, porém, neste caso, esperava-se que a redução fosse maior, e que os valores obtidos ficassem dentro dos valores exigidos pelas Normas Regulamentadoras. Rezende [23] em sua pesquisa sobre esse tema, também não obtiveram o valor desejado, afirmando que todos os ensaios que realizaram, apresentaram resultados superiores ao que se era esperado pelos materiais e obtiveram um nível de adequação às normas relativamente baixo.

Em uma comparação entre dois tipos de mantas acústicas realizadas, a lã de vidro também não obteve melhor desempenho na questão acústica, sendo que os dois materiais que foram analisados estavam inseridos no sistema Drywall. Tendo a lã de vidro melhor desempenho térmico do que acústico, na pesquisa realizada pela autora [18]. Entretanto, concluiu em um estudo realizado que, o resultado obtido pelo material depende do seu coeficiente de resiliência para que tenha uma boa performance acústica apresentada. E dentre os materiais estudados pelo autor, a lã de vidro se sobressaiu obtendo o melhor resultado [22].

VI CONCLUSÃO

Pode-se compreender com isso que, o estudo para aplicação de um isolante acústico é fundamental pois, apesar das qualidades apresentadas pelo material, precisa ser levado em conta o ambiente em que o mesmo será aplicado. Neste caso, a lã

de vidro não era o mais viável a ser utilizado, devido ao alto índice de ruídos na avenida, sendo de responsabilidade da construtora ou empresa que está a frente da obra, o estudo de viabilidade do material mais adequado para o tratamento acústico dos cômodos da residência. Evidencia-se com esses resultados que, embora haja a possibilidade de adaptação à norma com o sistema analisado, existe também uma necessidade de se procurar materiais, métodos e processos executivos que possibilitem uma maior conformidade com os critérios exigidos pelas normas, que sejam utilizados de forma adequada para cada tipo de área e intensidade de ruídos, e que propiciem conforto aos usuários – sem ser apenas o desempenho mínimo.

VI REFERÊNCIAS

- [1] Pimentel-Souza, Fernando. **Efeitos da Poluição Sonora no Sono e na Saúde em Geral – Ênfase Urbana**. Disponível em: <<http://labs.icb.ufmg.br/lpf/2-1.html>>. Acesso em: 24 set. 2018.
- [2] Bistafa, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2º Ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- [3] Catai, Rodrigo Eduardo. Pentead, 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: 27 set. 2018.
- [4] DOCEOBRA. **Lã de Vidro: O que é? Usos, vantagens, preços e tudo sobre**. Disponível em: <<https://casaeconstrucao.org/materiais/la-de-vidro/>>. Acesso em: 28 set. 2018.
- [5] EMARKET. **Lã de Vidro ou Lã de Rocha? Qual a melhor manta acústica?** Disponível em: <<http://www.amplitudeacustica.com.br/la-de-vidro-ou-la-de-rocha-qual-melhor-manta-acustica/>>. Acesso em: 17 set. 2018.
- [6] Silva, Carlos Roberto Ilário da. **PME 5422 – Acústica Aplicada ao Controle de Ruído. 2014**. 37 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2014.
- [7] Peneyron, Daniel. **Estudo de tipologias de lajes quanto ao isolamento ao ruído de impacto**. 2008. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- [8] Costa, Ennio C. **Acústica Técnica**. São Paulo: Ed. Blucher, 2003.
- [9] Gerges, S. N. Y. **Ruído: Fundamentos e controle**. 2º ed. Atual. Florianópolis: NR, 2000.
- [10] Cabral, Leonardo. **Decibéis e Escala logarítmica**. Disponível em: <<http://nerdeletrico.blogspot.com/2012/05/decibeis-e-escala-logaritmicahtml>>. Acesso em: 24 set. 2018.
- [11] HINOR. **Lei do Silêncio: Entenda**
- [12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151: **Acústica – Avaliação de ruídos em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade**. Rio de Janeiro, 2000, 4 p.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.152: **Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 2017, 21 p.
- [14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575-4: **Edificações habitacionais – Desempenho (Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE)**. Rio de Janeiro, 2013, 57 p.
- [15] ISOVER. **Lã de Vidro para Drywall**. Disponível em: <<https://www.isover.com.br/construcao-civil/la-de-vidro-para-drywall/feltro-wallfelt>>. Acesso em: 27 set. 2018.
- [16] SULMODULOS. **Isolamento Lã de Vidro**. Disponível em: <<http://www.sulmodulos.com.br/produtos/isolamento-la-de-vidro/>>. Acesso em: 26 set. 2018.
- [17] RESTHERM. **Lã de Vidro**. Disponível em: <<http://www.restherm.com.br/la-de-vidro>>. Acesso em: 26 set. 2018.
- [18] Fernandes, Diana. **Eficiência Acústica: Lã de vidro e de lã de rocha como isolantes para o sistema Drywall**. 2017. 13 f. Trabalho Acadêmico (Graduação em Engenharia Civil). UCEFF - Unidade Central De Educação Faem Faculdade LTDA, Chapecó, Santa Catarina, 2017.
- [19] Borges. **Utilização de resíduo de lã de vidro em fabricação de concreto**. 2007. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.
- [20] Luca, Carlos Roberto de. **Desempenho Acústico em Sistemas Drywall - 2ª Edição**. São Paulo, 2015.
- [21] CONAMA-CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 272**, de 14 de setembro de 2000. Dispõe sobre os limites máximos de ruído para os veículos nacionais e importados em aceleração, exceto motocicletas, motonetas, ciclomotores e veículos semelhantes. 2000.
- [22] Brondani, S. **Pisos flutuantes: análise da performance acústica para ruído de impacto**. 1999. 63p. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999.
- [23] Rezende, Jardel Masciocchi et al. **O Desempenho Acústico Segundo a Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575: Isolamento sonoro contra ruído aéreo de vedações verticais internas medido em campo**. 2014. 126 f. Trabalho Acadêmico (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2014.