



# TRABALHO DE GRADUAÇÃO

ENGENHARIAS 2020

## DRYWALL REVESTIDO COM VERMICULITA EXPANDIDA PARA ISOLAMENTO ACÚSTICO

Evandro Pereira Leite<sup>1</sup>  
Rodrigo Benedito Falciroli Júnior<sup>1</sup>  
Ms Rafael Augusto V. da Cruz Magdalena<sup>2</sup>  
Universidade São Francisco  
[evandropleite@gmail.com](mailto:evandropleite@gmail.com)

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista SP.

<sup>2</sup>Professor Orientador MS Rafael Augusto V. da Cruz Magdalena, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista SP.

**Resumo.** A presente pesquisa científica tem por finalidade relatar a intensa busca por novos materiais e tecnologias para a construção civil no que proporcione melhorias, principalmente no sentido do aprimoramento de sistemas construtivos que apresentam deficiências. Nestas circunstâncias, o método de construção Drywall tem como ponto negativo o isolamento acústico, motivo pelo qual acarrete grandes transtornos aos usuários deste sistema de construção. Os danos gerados pela poluição sonora ao ser humano são grandes, principalmente ao bem-estar e saúde, podendo ocasionar em doenças. Neste contexto, foi estudado o minério chamado vermiculita expandida, que tem como uma de suas principais características o isolamento térmico e acústico. Pelo fato da vermiculita expandida obter estas qualidades realizaremos estudos para inserir este mineral isolante no método construtivo Drywall através da introdução da vermiculita expandida no interior das paredes Drywall, para então se obter o melhoramento acústico. Foram nos exibido a importância das inovações e de novas técnicas de uso de materiais para a evolução da construção civil.

**Palavras-chave:** Construção Civil, Drywall, Vermiculita Expandida.

### Introdução

Na construção civil observam-se muitas readequações desde o início dos anos 90, devido às mudanças em materiais utilizados, ferramentas e a tecnologias existentes. A rapidez com que se quer a finalização sem perder a qualidade faz com que novas técnicas sejam observadas.

No Brasil avanços são observados em obras no processo de construção. O crescimento do país está sendo inevitável. Como consequência o crescimento econômico das famílias. Para atender essa demanda novas técnicas são desenvolvidas juntamente com novos materiais como aliados nessa empreitada. Muitos desses materiais são feitos para atender as características do projeto e principalmente minimizar tempo de sua execução. Entre muitos materiais desenvolvidos o Drywall se destaca devido aos benefícios por ele apresentado.

O Drywall é popularmente conhecido como gesso acartonado, trazido dos EUA e Europa na década de 70. Basicamente é feito por chapas de gesso comum, encapado por

cartão nas duas faces e estruturadas por perfis metálicos. Sua fabricação, hoje, desenvolvida no Brasil, é feita por máquinas nos quais são adicionados água, gesso e aditivos. A mesma é cilindrada, definindo assim sua forma. Após esses processos as chapas são cortadas, secadas e armazenadas estando pronto para ser utilizadas.

O Drywall pode ser utilizado em diversas funções como: parede, forro, acabamento, isolamento térmico, isolamento acústico, divisórias, entre outras. Sua instalação se dispõe de poucas ferramentas. Seu manuseio é um fator que se destaca. A eficiência e rapidez com que os resultados são obtidos o tornam um dos materiais em destaque nas construções atuais.

Muitas facilidades e qualidades são observadas na finalização e fazem com que esse material seja muito utilizado em vários segmentos da construção civil no Brasil e no mundo. Enfim, o Drywall está tornando-se um material muito viável e indispensável devido a seu custo benefício.

O barulho que os grandes centros se dispõem devido a veículos, indústrias, bares, danceterias, entre outros locais, faz com que a procura por ambientes isolados acusticamente se torne cada vez maior. No local de trabalho, o silêncio se torna um dos aliados para uma maior produtividade e, conseqüentemente, uma maior absorção de aprendizado e qualidade vida.

Pensando no isolamento acústico de ambientes comerciais e residenciais, o Drywall que é usado em divisórias, revestido com a vermiculita expandida, torna-se um aliado na busca cada vez maior de um ambiente com baixos índices de barulho.

A vermiculita expandida é um minério que quando exposto a altas temperaturas são criadas bolhas de ar fazendo com que se torne um excelente isolador acústico e térmico. A vermiculita expandida está sendo cada vez mais utilizada na construção civil como isolador acústico tornando o ambiente de trabalho e o residencial mais adequado e produtivo e melhorando a qualidade de vida de todos. Espera-se obter resultados a partir desse estudo sobre Drywall revestido com vermiculita expandida acerca da isolação acústica em ambientes residenciais e comerciais, tendo em vista o melhor custo/benefício.

### *Drywall*

A expressão Drywall é de origem inglesa e significa “parede seca”. Por meio do fim da segunda guerra mundial este tipo de construção ficou conhecido na Europa e Estados Unidos devido à rapidez na construção. O Drywall é versátil, fácil, rápido de instalar e oferece um ótimo acabamento fazendo que a construção se torne uma referência.

O nome Drywall é usado porque estes materiais não requer água para sua aplicação. Esta técnica se apresenta como uma alternativa competitiva à construção com alvenaria convencional mais usada no mercado brasileiro.

A tecnologia de Drywall foi desenvolvida a princípio em 1895 por Augustine Sackett com a utilização de placas de gesso acartonado. Gellner (2003) diz que antes da segunda guerra mundial o material mais empregado na construção de residências nos EUA era a madeira. No entanto por pleito da guerra a urgência de desenvolver em menor espaço de tempo, o Drywall “gesso acartonado” foi à escolha seguida.

O uso de Drywall nos EUA se efetua em torno de 10 m<sup>2</sup> por habitantes ao ano. No Brasil o método chegou à década de 1970, começando a ser empregado em 1972, sendo utilizado especialmente em programas governamentais. A primeira indústria de Drywall “placas de gesso acartonado” foi instalada em Petrolina no estado de Pernambuco. No Brasil o uso é de 0.25m<sup>2</sup> por habitante ao ano. Nota-se que o mercado brasileiro possui bastante a crescer em comparação com EUA e Europa.

As paredes de Drywall vêm ganhando lugar no Brasil, na proporção em que técnicas construtivas mais rápidas e industrializadas se tornam cada vez mais essenciais nos canteiros de obras. No ano de 1970 a primeira fábrica de gesso acartonado, mas conhecido como

Drywall é implantada no estado de Pernambuco na cidade de Petrolina, fazendo parte do projeto do governo de tornar a casa própria mais acessível, economizando custo e tempo de construção. Também foi utilizada na construção de conjuntos habitacionais atendendo o governo de São Paulo, na década de 70.

Na década de 80, este método construtivo ainda não era utilizado com frequência, sendo empregado apenas em salões comerciais, onde na maioria das vezes usavam-se como lajes, e muito pouco em paredes.

Na década de 1990 foi mais propícia no esclarecimento de inovações tecnológicas até mesmo o sistema Drywall, considerando a grande abertura de mercado de construção de edifícios e a demanda pela racionalização e industrialização da construção. Com as mudanças da década o Drywall representou um impacto de imediato para conquista da construção civil brasileira, tradicionalmente caracterizada pelas técnicas artesanais, baixa produtividade, elevados índices de desperdícios e reduzida valorização da mão de obra. O histórico revela que o mercado brasileiro de Drywall está em constante crescimento desde o ano de 1995, mas nos últimos anos nota-se que este método construtivo vem se destacando.

O IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) tem verificado de perto e contribuído para os avanços tecnológicos nestas últimas décadas que o sistema Drywall começou a entrar no Brasil importado da Europa e imediatamente com instalações de fábricas no Brasil. Houve grande preocupação no setor produtivo em exibir o desempenho do Drywall. O IPT fez o estudo de 3 fabricantes no Brasil e produziu referências técnicas comparando os produtos importados com os fabricados aqui.

Com o grande número de procura por essa técnica foi preciso à elaboração de Normas Técnicas para certificar-se a segurança, qualidade e desempenho. Essas Normas no momento em que cumpridas possibilita um bom resultado na obra construída.

Na década de 2000 ocorre a normalização dos sistemas e são implantados programas setoriais de qualidade com participação do IPT. Em 2001 foi publicada a primeira norma brasileira para chapas de gesso acartonado, mais conhecido como Drywall, composto pela NBR 14.715, NBR 14.716 e NBR 14.717.

Com o grande avanço de sua utilização como paredes, divisão de ambientes internos e forros, tornou-se necessário a criação de normas técnicas, que asseguram a sua qualidade de desempenho; sendo elas: NBR 15758-1/2009 - 1: Requisitos para sistemas usados como paredes; NBR 15758-2/2009 - 2: Requisitos para sistemas usados como forros; NBR 15758-3/2009 - 3: Requisitos para sistemas usados como revestimentos.

Em 2007 visando à qualidade no sistema de Drywall, oferecendo garantia aos seus consumidores, foi fundado o Programa Setorial de Qualidade do Drywall.

Atualmente no Brasil esta alternativa em sistemas de divisórias vem sendo utilizada na construção civil, conhecido por “parede seca”. Este sistema é uma tecnologia que está substituindo vedações internas convencionais - paredes, divisórias e revestimentos - de edificações, integralizado de chapas de gesso acartonado aparafusadas em estruturas de perfil de aço galvanizado.

Foram feitas algumas mudanças para se adaptar ao Brasil por causa de as diferentes técnicas que cada país desenvolve na elaboração de suas construções. Nos dias de hoje há três tipos de placas de gesso acartonado. Cada um deles está apropriado para cada tipo de construção. Elas são classificadas por cores e espessuras. A Placa de Drywall Branco Standard (ST), similarmente pode ser cinza, é recomendado para utilização em maior parte, em paredes ou forros, salas, escritórios, e mais ambientes que precisam de divisão e isolamento termo acústicos. A espessura usada é: 9,5; 12,5; e 15 mm A Placa de Drywall Verde (RU – resistente a umidade), é utilizado em áreas úmidas, como cozinhas, banheiros, lavabos, lavanderias ou áreas de serviço. Este tipo de padrão possui em sua composição química, componentes hidrofugantes, que protegem a parede em oposição a respingos e umidade. Não deve ser utilizado em piscinas, saunas, uma vez que a umidade nesses

ambientes é constante. A espessura usada é: 12,5 e 15 mm. Por último têm a placa de Drywall Rosa (RF – resistente ao fogo), são utilizadas em saídas de emergência, escadas enclausuradas e ambientes com risco de incêndio. Este tipo de placa possui em seu composto fibra de vidro, condição que garante maior resistência ao calor e ao fogo. A variedade de funcionalidade oferecida por algumas dessas placas torna mais fácil sua utilização em qualquer local da construção civil.

O sistema de Paredes de Drywall é composto por pilares e vigas parafusadas tornando uma estrutura. Essas estruturas são metálicas, em aço galvanizado. Em seu interior são utilizadas lãs minerais para proporcionar maior isolamento acústico e isolamento térmico ao ambiente e por fim são inseridos placas de gesso acartonado, que tem o papel de revestimento na estrutura. É permitido também passar instalações elétricas e hidráulicas em seu interior.

O sistema de Forro de Drywall é composto por painéis de gesso parafusados em uma estrutura de aço suspenso por tirantes presos na laje ou presos no teto.

Os métodos de instalação das paredes Drywall são feitas do seguinte formato. 1º etapa: instalação da estrutura parafusando-as nos locais definidos no projeto. 2º etapa: instalação de uma lateral das chapas de gesso. 3º etapa: passar as Instalações hidráulicas e elétricas. 4º etapa: Instalações do isolamento acústico. 5º etapa: é realizada a instalação da outra lateral das chapas de gesso finalizando a parede.

Os métodos de instalação dos forros Drywall são feitas do seguinte formato: 1º etapa - instalação das estruturas, definidos no projeto. 2º etapa - instalação das chapas de gesso finalizando o forro.

### *Poluição Sonora*

Nos últimos tempos, estudos da OMS (organização mundial da saúde – fonoaudiologia), o ruído passou a ter conotações ambientais sendo conceituado como poluição, devido causar alterações prejudiciais ao meio em que habitam homens e animais. Consideravelmente são utilizados o termo ruído e som como sinônimo, percebendo que o som é geralmente utilizado para sensações prazerosas como músicas, artes, falas, etc... Enquanto o ruído é visto como um som indesejável como sirene, máquinas, buzinas, explosão, etc..

O conceito legal de poluição sonora pode ser encontrado na própria definição de poluição dada pela lei n 6.938/81, da Política Nacional do Meio Ambiente, no art. 3º:

Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: [...]

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

Desta forma um dos tipos de poluição é a poluição sonora, visto que o barulho em excesso se enquadra na legislação ambiental no que diz respeito ao trazer prejuízos à saúde e ao bem-estar da população. Na prática o ruído exerce pressão no sistema auditivo humano. A medida que esta pressão aumenta são causados danos a saúde, comportamentais, e até físicos, sendo assim considerada poluição.

Os padrões ambientais em termos de poluição sonora podem ser encontrados em várias normas emitidas pela ABNT, Resoluções do CONAMA, e portarias do CONTRAN, bem como em legislações estaduais e municipais que se necessita. A Organização Mundial da Saúde considera a poluição sonora ambiental a segunda forma mais dominante de poluição na era industrializada. Portanto, na legislação ambiental a poluição sonora constitui crime,

conforme disposto no art. 54 da Lei no 9605/98 – Lei de Crimes Ambientais. Segue o previsto no artigo:

Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora: Pena – reclusão, de 1 (um) a 4 (quatro) anos, e multa.

§ 1º Se o crime é culposo: Pena – detenção, de 6 (seis) meses a 1 (um) ano, e multa.

### *Tipos de Poluição Sonora*

De todas as formas de poluição, considerando as que desagradam o homem, a poluição sonora é uma das que merece maior atenção. Não podemos deixar de realçar que todo homem possui direito necessário de viver em um meio ambiente saudável. O princípio da 1ª declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 tem o seguinte enunciado: “Os seres humanos estão no centro das preocupações com o desenvolvimento sustentável. Tem direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza”.

A unidade de medida do ruído é os decibéis e por meio dele são medidos os graus aceitáveis e não aceitáveis de acordo com código vigentes. De acordo com a OMS, o limite tolerável ao ouvido humano sem provocar danos à saúde é de 65db.

O resultado da poluição sonora causa vários danos à saúde humana, podendo prejudicar o sistema auditivo, o sistema cardiológico, o sistema nervoso, o sistema respiratório, o sistema gástrico e o sistema psicológico causando desde depressão a surdez prematura.

Os tipos de causadores de poluição sonora são os mais variados. Entre eles estão os Aeroportos, onde os ruídos ocasionados pelos aviões a partir de a decolagem a aterrissagem, variam desde 92 DB a 103dB. Os Heliportos similarmente são um tipo de causador de poluição sonora. Bares e casas noturnas sendo considerado um dos maiores poluidores sonoros devido a estarem localizados tanto em áreas residenciais como em áreas comerciais. Templos religiosos também são causadores de poluição sonora. As indústrias são tipos de causadores de poluição sonora, assim como o trânsito de veículos e as casas de shows. Em suma são vários os tipos de causadores de poluição sonora e a cada dia novas modalidades vão surgindo, com graves consequências para o ser humano e ao meio ambiente.

### *Danos Causados pela Poluição Sonora*

A poluição sonora é hoje em dia, após a poluição do ar e da poluição da água, o problema ambiental que influencia a maior quantidade de indivíduos no mundo de acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde).

A poluição sonora vai muito além do desconforto e insatisfação humana, responsável de graves danos à saúde, afetando o sistema auditivo, psicológico, nervoso, cardiológico, circulatório, gástrico, entre outros. As consequências geradas pela poluição sonora ao humano tem relação entre a intensidade do barulho, principalmente na perda da audição.

O prejuízo causado ao homem devido ao incômodo dos ruídos tem crescido rapidamente no seu local. A seqüela deixada depende além do nível de emissões sonoras, de elementos como: tempo de exposição, condições gerais de saúde, idade, etc... Todos estes elementos combinados determinarão as seqüelas deixadas pelo ruído no indivíduo. Algumas dessas seqüelas são capazes de: aumento da pressão arterial, aumento da aceleração da respiração, aumento da pressão no cérebro e aumento das secreções na adrenalina. Ruídos acima de 60db provocam reações inconscientes e são independentes do fato de o ruído estar sendo considerado incômodo ou não. Várias pesquisas têm presenciado que o homem parece estar cada dia mais habituado com os ruídos. Várias pessoas questionadas ao longo da

pesquisa feita por YORG e ZANNIN (2003), por exemplo, se sentiam incômodos em seu local laboral e/ou seu local urbano, a resposta foi: "... Nós já estamos acostumados a estes ruídos, com o tempo a gente acostuma...". Estas respostas demonstram diretamente que a exposição repetida e contínua ao ruído, não é mais percebida de uma forma consciente ou incômoda, no entanto os efeitos danosos à saúde são capazes de serem adquiridos por essa exposição.

Reações psíquicas como a motivação e a disposição são capazes de ser modificadas negativamente por meio do ruído. A agressividade e o nervosismo aumentam e a capacidade de aprendizado e de concentração é sensivelmente afetada. Em ambientes industriais, pode provocar a diminuição da capacidade de trabalho, redução da percepção podendo aumentar a probabilidade de ocorrência de acidentes. Em ambientes domésticos graus sonoros que ultrapassem 30db são capazes de serem considerados inoportunos e incomodativos. Em suma, a poluição sonora precisa ser averiguada como algo agressivo. O ruído é um poluente imperceptível que, continua e lentamente vai agredindo as pessoas, causando-lhes danos tanto auditivos como em todo organismo e suas sequelas são capazes de ser irreparáveis.

Segundo o pesquisador Yotaka Fukuda, professor de Otorrinolaringologia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), a partir dos 70 decibéis as pessoas começam a sentir problemas causados por "desconforto psicológico". Com 80 decibéis, os batimentos cardíacos se aceleram e a pressão arterial aumenta, assim como o nível de adrenalina no sangue. Já a partir de 90 o sistema auditivo começa a ser afetado. Nesse momento, uma exposição mais prolongada pode deixar sequelas. Além de causar danos à saúde, a poluição sonora acarreta a perturbação do sossego e da tranquilidade do ser humano.

As fontes causadoras de poluição sonora são das mais diversificadas possíveis, com o avanço tecnológico, desenvolvimento industrial, comercial, e das cidades, novos tipos de poluição vem surgindo ao lado dos já conhecidos tipos de poluição existentes; assim fazendo desta poluição cada vez mais prejudicial ao bem-estar humano.

### *Quanto a Poluição Sonora afeta sua vida*

De acordo com a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) estamos no ano internacional do som. Os efeitos ocasionados pelo ruído nas vidas dos indivíduos tem crescido dia após dia, em todo mundo.

Dados informados nos dias de hoje pela OMS mostram que 1 em cada 3 indivíduos na Europa é submetida a altos volumes de som durante do dia e 20% não pode ter uma ótima noite de sono por causa do excesso de ruído. No Reino Unido existem cerca de 1.8 milhões de indivíduos que confirmaram que o exagero de ruídos os deixam estressados.

No Brasil ocupamos o 5 lugar nos países com maiores índices de contaminação sonora. Os ruídos ocasionados pelo tráfego, ou seja, ruído rodoviário aponta algo em torno de 65-70% do incômodo das pessoas associado ao ruído provocado pelo trânsito. Estes índices são baseados em dados de reclamação direta aos órgãos de fiscalização ambiental e aos chamados da polícia. Os bares e casas noturnas similarmemente estão nos centros de atenção do desenvolvimento ao aprendizado (estudo), à saúde, além de crimes, conflitos judiciais, o ruído está em toda parte e é cada vez mais agentes causadores dos males ocasionados acima.

O ruído influencia o corpo humano e contribui para o progresso de vários tipos de complicações de saúde. Entre os mais comuns estão os relacionados com a audição e ao estresse. Esse é um problema de saúde pública em grandes metrópoles. Muitos outros problemas de saúde são capazes de ser detectados: aceleração dos batimentos cardíacos, aumento da pressão arterial, falta de sono, estado de vigília, impaciência, stress, pressão alta, distúrbios endócrinos, entre outros. Estes males vale advertir que varia em cada corpo e depende do tempo e intensidade do barulho ao qual a pessoa foi exposta. Similarmemente não podemos esquecer que o excesso de barulho pode prejudicar a vida dos animais. Gatos, aves e

cães são expostos a ruídos excessivos e são capazes de sentir mudanças no metabolismo, causando complicações na audição e complicações renais. Animais silvestres também são prejudicados com exagero de barulho. Os ruídos são ameaças para espécies migratórias e animais em cativeiro. O excesso de barulho causa redução da qualidade de vida dessas espécies e interfere nas suas condições fisiológicas.

**Tabela 1** – Limites de Níveis Sonoros Permitidos (LF 9.605/98, LE 6.621/94, LCP/41 e CF/88).

<b>Tipos de Área</b>	<b>Dia</b>	<b>Noite</b>
Sítios e Fazendas	40	35
Residencial urbano ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista residencial	55	50
Mista Comercial	60	55
Área mista	65	55
Industrial	70	50

Fonte: SSP SP 2020.

Vários prejuízos econômicos são ocasionados pelo exagero de barulho. As multas aplicadas pelos órgãos competentes são um exemplo desses prejuízos. O impacto do exagero de barulho na saúde e na qualidade de vida dos indivíduos também acarreta em redução de produtividade dos trabalhadores e como resultado a redução de lucros das companhias.

Altos índices de contaminação sonora tem deteriorado a saúde física e financeira da sociedade em geral, com isto todos são prejudicados a começar pelo governo, com gastos em saúde pública a empresas, com funcionários com baixa produtividade e afastamentos.

Estar livres de barulho é hoje em dia quase que uma missão impossível, porém há soluções acústicas que minimizam os efeitos da contaminação sonora na saúde, no trabalho e na vida comunitária.

#### *As Técnicas mais utilizadas para evitar a expansão de ruídos*

Muitas dúvidas são adquiridas sobre paredes de alvenaria e paredes de Drywall referentes a isolamento acústico. Com a parede de Drywall podemos melhorar o desempenho acústico sem aumentar a espessura e o peso da parede. Para fazermos isso uma opção seria a colocação de 2 chapas de gesso (uma sobre a outra em cada lado). Com essa técnica podemos ter um ganho de 6 (seis) dB a mais no isolamento acústico. Uma segunda opção seria fazer a parede de Drywall com 2 chapas simples (uma de cada lado) e dentro inserir lã de vidro, lã de rocha ou lã de pet. Também teremos um isolamento acústico de 6 dB comparado com uma parede simples.

O mesmo não ocorre com uma parede de alvenaria. Para aumentarmos o isolamento acústico teremos que aumentar a espessura da argamassa. Com isso aumentamos o peso da parede, ou seja, quanto maior o isolamento acústico maior o peso e a espessura da parede.

Por esses motivos as paredes feitas em Drywall atende as normas da ABNT que normatiza que paredes necessitam ter desempenho acústico de 40 a 45 dB. O sistema Drywall se enquadra nessas exigências.

Também não podemos deixar de atentar quanto ao ambiente isolado no que se refere a portas e paredes. Do que adianta se preocupar com as paredes se o ruído pode adentrar pelas portas e paredes? Do que adianta colocarmos chapas de Drywall revestidas com duas camadas de gesso ou revestir internamente com lã de vidro, lã de rocha ou lã de pet se as paredes estão sem isolamento acústico?

Para isso podemos utilizar a espuma expansiva para assentamento de batentes de porta e janelas. Com ela podemos ter um desempenho acústico satisfatório em ambas.

Outra técnica utilizada para evitar a expansão de ruídos é a utilização de contra parede de Drywall. A contra parede de Drywall é utilizada rente à parede de alvenaria. Também pode

ser utilizada 2 chapas de gesso de cada lado ou somente uma. Vai depender do isolamento acústico que se quer.

### *Os Materiais mais utilizados para evitar a expansão de ruídos*

Algumas técnicas para evitar a expansão de ruídos foram demonstradas acima e podem ser úteis no processo de implantação de sistema Drywall para isolamento acústico.

Os principais tipos de materiais usados para isolamento acústico são capazes de ser classificados em materiais convencionais e materiais não convencionais. Os materiais convencionais são os materiais de vedação de utilização mais comum na construção civil. Contém alguns benefícios. A essencial delas é o isolamento acústico. Alguns exemplos podem ser: Blocos cerâmicos, blocos de concreto, blocos de barro, madeira, vidro, plástico, etc...

Os materiais não convencionais são os materiais desenvolvidos especificamente para isolamento acústico em distintos ambientes. Vários desses materiais são capazes de ter benefícios térmicos. Como exemplo vamos mencionar: a lã de vidro, lã de rocha, vermiculita, fibra de coco, etc...

A Vermiculita é um material da família das micas (alumino, silicato hidratado de ferro e de magnésio) integrado de finas lâminas que ao ser exposto a altas temperaturas (1000 graus) se expande alcançando uma massa 20 vezes maior que seu volume original, deixando em seu interior um grande vazio. As vantagens podem ser observadas por: baixa densidade, baixa condutibilidade, não se mistura a água, não tóxico, sem cheiro, não decompõe não abrasivo, não causa combustão. A vermiculita pode ser usada na construção civil aplicada em enchimento de pisos, divisórias, forros, lajes, parede, corta fogo, câmara a prova de som, câmara a prova de fogo, rebocos, etc... É oferecido no mercado em forma de placas, blocos e concreto leve com vermiculita expandida.

### *O que é Vermiculita Expandida?*

A Vermiculita na composição química desmembrada pela fórmula química  $(Mg, Fe)_3 [(Si, Al)_4 O_{10}] [OH]_2 4H_2O$ , é um silicato hidratado de magnésio, alumínio e ferro com uma estrutura micáceo-lamelar e clivagem basal, ou seja da família da mica. Tem coloração cor de bronze ao amarelo-amarronzado e brilho.

O termo vermiculita é originário do latim vermiculus, que significa verme e se deve ao fato de que este material se expande quando aquecido, e durante o qual suas partículas movimentam-se de maneira similar aos vermes.

O mineral vermiculita no momento em que aquecida de forma rápida com elevadas temperaturas causa o crescimento de seu volume aumentando em dezenas de vezes seu volume natural. A vermiculita expandida vendida hoje em dia tem características como: baixos valores de massa específica aparente, ou seja, seu volume é grande, no entanto tem peso irrelevante, baixa condutividade térmica e isolador acústico. Com essas qualidades associadas à granulometria tornam o produto mineral vermiculita muito atrativo para uso em muitas áreas dentre as quais a construção civil.

No Brasil o mineral Vermiculita é achado em jazidas nos estados de Goiás, Paraíba, Bahia e Piauí. O país detém 11% das reservas mundiais de vermiculita e ocupa a quarta posição na fabricação mundial com 6%. O estado de Goiás é o maior produtor desse mineral, acompanhado de Piauí, Bahia e Paraíba.

O processo de beneficiamento (Lavra) é a céu aberto, semi mecanizado ou completamente mecanizado.

O processo consiste em remover a água associado ao mineral no menor tempo possível com melhor rendimento.

O aquecimento converte basicamente expandindo a vermiculita natural. Com este processo o mineral vermiculita obtém qualidades como: resistência ao fogo, características acústicas, características térmicas, resistência à formação de rachaduras e enrugamentos, excessiva absorção de líquidos devido à porosidade excessiva.

No momento em que o mineral vermiculita é aquecido a 150°C a água responsável pelo sua umidade é removida, evaporado.

No entanto, quando o mineral vermiculita é aquecido a 250°C a 1100°C é eliminada a água ligada a estrutura do mineral e também o processo de desidroxilação (retirada de hidroxina da molécula  $\text{OH}^-$ ) da vermiculita, tornando-se um processo irreversível.

A sua expansão quando passada por este processo de aquecimento o torna um mineral com volume dezenas de vezes maiores que suas características obtidas naturalmente o tornando um excelente isolador acústico e térmico.

### *Possíveis Usos da Vermiculita e Sua Composição*

Sendo um material cerâmico químico/mineralógicas/estruturais, a vermiculita reúne características propriedades bastante interessantes, tais como: isolante térmico, isolante acústico, incombustibilidade, ausência de toxidez, capacidade de absorção de líquidos, lubrificante para altas temperaturas, trocador de cátions.

**Tabela 2** – Características Técnicas da Vermiculita Expandida.

<b>Granulometria</b>	Super fina
<b>Massa específica aparente</b>	80-150 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Condutividade térmica</b>	0,070 W/m.K
<b>Temperatura de amolecimento</b>	1260°C inicial / 1350° C final
<b>Umidade máxima</b>	7,0 %

Fonte: <<https://terramaterbrasil.com/produtos/isomater-vermiculita-expandida/>> Acesso março 2020.

Destas características as duas primeiras, indicam um grande potencial de uso como agregado em isolamentos refratários para altas temperaturas e na construção civil, tanto nas formas de isolante acústico, argamassas, enchimentos, recobrimentos, ou em forma de produtos como placas, painéis, entre outros.

### *Composição Vermiculita utilizada como Agregados Leves*

Os agregados leves são considerados, agregados minerais de baixa densidade, que podem ser encontrados ao natural ou produzidos sinteticamente a partir de materiais naturais ou de subprodutos industriais. Dentre eles temos a argila expandida, a vermiculita, a perlita e tijolos isolantes moídos. Sua principal característica é a elevada porosidade, o que resulta numa baixa massa específica, sendo usado em argamassa e concreto quando se necessita de leveza e isolamento térmico e acústico. Porém deve-se ficar atento à pouca resistência mecânica do produto final.

As características mais relevantes do agregado leve são as propriedades de porosidade e absorção. Estas representam um papel muito importante tanto na dosagem de argamassas e concretos como nas propriedades resultantes.

O agregado leve tem a capacidade de absorção de grandes quantidades de água e de permitir a entrada da pasta de cimento fresca nos poros abertos da superfície das partículas, com esta absorção de água, a massa específica das partículas se torna maior do que das partículas secas em estufa, o que é importante para a massa específica do concreto ou argamassa.

## *Ciclo Produtivo da Vermiculita*

O ciclo produtivo da vermiculita envolve a prospecção e pesquisa, extração, transporte e esfoliação.

a) Prospecção e pesquisa: no Brasil as regiões exploradas por empresas de mineração de vermiculita, são o Centro-Oeste e o Nordeste. São utilizados os métodos tradicionais como mapeamento geológico, métodos geofísicos de eletrorresistividade, magnetometria e potencial espontâneo, com a finalidade de delimitar corpos mineralizados, e sua área de circunscrição nos veios e bolsões de vermiculita, deste modo evitando trabalhos de sondagens em áreas estéreis.

b) Extração ou Lavra: a vermiculita é extraída por método de lavra a céu aberto, e levando-se em conta que o material é friável, o desmonte é efetuado por equipamentos mecânicos, por tipos de esteiras ou escavadeira hidráulica, também quando necessário é utilizado explosivo, isto quando o minério é um veio na rocha, dificilmente ocorre no Brasil. Após ser retirado o minério do solo é encaminhado para a usina de beneficiamento.

c) Transporte: geralmente a vermiculita é transportada como concentrada e sua esfoliação acontece próxima ao mercado consumidor. O mais comum é o transporte em big-bags de polipropileno retornáveis, com capacidade de 1(uma) tonelada, que simplificam a estocagem.

d) Esfoliação ou expansão: a esfoliação é o processo onde a vermiculita ao ser aquecida a uma temperatura aproximada de 1000°C em fornos, expande devido à saída da água de sua estrutura lamelar.

## *Reservas de Vermiculita*

A exploração da vermiculita no Brasil iniciou no século XX em S. Paulo, e a partir de 1971, a empresa MINEBRA começou a explorar em minas de São Luís de Montes Belos, Goiás assim intensificando a utilização deste material.

Em 1977, a Eucatex Mineração do Nordeste começaram suas operações em Paulistana, no Piauí, e no final da década de 80, a União Brasileira de Mineração iniciou a exploração de um depósito em Santa Luzia, na Paraíba.

A maior reserva de vermiculita no Brasil, quarta maior produtora do mundo encontra-se em Catalão, no estado de Goiás, representando 40% das reservas do país. Mundialmente a maior reserva localiza-se em Palabora, na África do Sul, representando 42% das reservas mundiais, ficando em segundo a reserva dos Estados Unidos e terceiro a reserva é da China.

Na siderurgia e Fundição a vermiculita é usada como cobertura de metais líquidos (isolador térmico). Em elementos de fricção a vermiculita é usada na construção de elementos de fricção e frenagem automobilística, como lonas e pastilhas de freios. Enfim podemos utilizar a vermiculita em vários ramos, desde as atividades industriais a atividades agrícolas.

## *Aplicações da Vermiculita Expandida como preenchimento no Interior do Drywall*

Baseado nas características da vermiculita expandida em estudos pré-definidos, realizaremos testes em laboratório a fim de buscar os resultados propostos que é diminuição da poluição sonora em ambientes internos com o uso de vermiculita expandida no interior do drywall.

## *NBR 10151:2000 (para ensaios de ruídos)*

Pensando na melhora e respeito quanto a poluição sonora foi elaborado a NBR10151:2000 – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade

– Procedimento. Esta NBR estabelece procedimentos técnicos que devem ser adotados na execução de medição de níveis de pressão sonora em ambientes internos e externos de edificações.

A NBR10151:2000 recomenda limites toleráveis no período diurno e vespertino em comparação com o período noturno, fato esse que se faz pelo período de descanso da maioria da população. Esses valores também variam a partir da classe de uso e ocupação do solo. Alguns estados possuem uma lei estadual sobre a questão. Muitos municípios tem sua lei sendo averiguada pelos agentes responsáveis sempre pensando no bem comum da população em geral. Na regra em geral o respeito pelo limite de dB e os horários são respeitados.

O objetivo da NBR10151 é adotar as condições para avaliação admissível do ruído em conformidades, seja com alguma pessoa reclamando ou não.

A norma NBR10151 cita um procedimento a ser adotado para avaliação da poluição sonora, ruído. O procedimento estudado abrange medições do nível de pressão sonora equivalente (LAeq).

São adotadas as Definições apontada na tabela (3) para rigidez da norma:

**Tabela 3** – Definições NBR 10151:2000.

<b>Critério</b>	<b>Definição</b>
Nível de Pressão Sonora equivalente (L <sub>aeq</sub> ), em decibels ponderados em “A” [dB (A)]. Ruído com caráter impulsivo.	Nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com a ponderação A) referente a todo o intervalo de medição.  Ruído que contém impulsos que são picos de energia acústica com duração menor do que 1 s e que se repetem a intervalos maiores do que 1 s (por exemplo martelagens, bate-estacas, tiros e explosões).
Ruído com componentes tonais.	Ruído que contém tons puros, como o som de apitos ou zumbidos.
Nível de ruído ambiente (L <sub>ra</sub> ).	Nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A”, no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão.

Fonte: ABNT 10152:2000

São usados os seguintes equipamentos de medição:

1. Medidor de nível de pressão sonora.

O equipamento para medição de nível de pressão sonora deve atender as especificações da IEC 60651 (International Electrotechnical Commission 60651).

2. Calibrador acústico.

Atender as especificações IEC 60942.

3. Calibração e ajustes de instrumentos.

O medidor de nível de pressão sonora e o calibrador acústico devem ter certificado de calibração da Rede Brasileira de Calibração - RBC ou do Instituto Nacional de Meteorologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, renovado a cada 2 anos. A verificação e ajuste ao medidor de nível de pressão sonora ou do sistema de medição deve ser realizada pelo operador do equipamento, antes e após cada medição.

São seguidos os seguintes Procedimentos para a correta medição afim de obter os melhores resultados:

1. Condições Gerais.

No levantamento dos níveis de ruído deve-se medir externamente aos limites da propriedade que contém a fonte. As medições devem ser efetuadas nas condições e locais indicados pelo reclamante. Todos os valores medidos do nível de pressão sonora devem ser aproximados ao valor inteiro mais próximo. Não devem ser efetuadas medições na existência de interferências audíveis advindas de fenômenos da natureza como, por exemplo: trovões, chuvas fortes, chuvas de granizo, etc... O tempo de medição deve ser escolhido de forma a permitir a caracterização do ruído em questão. A medição pode envolver várias amostras ou somente uma delas.

2. Medições no exterior de edificação.  
Segue tabela abaixo.

**Tabela 4** – Parâmetros de medição para ambientes externos.

<b>Critério</b>	<b>Parâmetro</b>
Altura do medidor em relação ao solo ou piso	1,20 m
Distância mínima ao limite da propriedade	2,00 m
Distância mínima a superfícies refletoras	2,00 m

Fonte: ABNT 10152:2000.

3. Medições no interior da edificação.

As medições em ambientes internos devem ser efetuadas a uma distância de no mínimo de 1 metro de quaisquer superfícies, como paredes, teto, pisos e móveis.

Os níveis de pressão sonora em interiores devem ser o resultado da média aritmética dos valores medidos em pelo menos três posições distintas com uma distância de 0.5 metros entre si. Pode ser medido um ponto que não se enquadre nos itens acima, porém deve ser constado no relatório. As medições devem ser efetuadas de acordo com as condições normais do ambiente, tanto com as janelas abertas ou fechadas.

São seguidas as seguintes Correções para ruídos com características especiais conforme mostrado na tabela (5):

**Tabela 5** – Correções para ruídos com características especiais.

<b>Tipo de Ruído</b>	<b>Correção (Lc)</b>
Sem caráter impulsivo e sem componentes tonais.	Determinado pelo nível de pressão sonora equivalente (L <sub>aeq</sub> ).
Com características impulsivas ou de impacto.	Determinado pelo valor máximo medido com o medidor de nível de pressão sonora ajustado para resposta rápida (fast), acrescido de 5 dB(A).
Com componentes tonais.	Determinado pelo nível de pressão sonora equivalente (L <sub>aeq</sub> ) acrescido de 5 dB(A).
Com características impulsivas e componentes tonais.	Realizar os procedimentos previstos para a determinação das situações “Com características impulsivas ou de impacto” e “Com componentes tonais”, tomando-se como resultado o maior valor obtido.

Fonte: ABNT10151:2000.

São seguidos as seguintes Avaliações de ruídos:

1. Generalidades.

O método de avaliação baseia-se na comparação entre o nível de pressão sonora corrigido e o nível de critério de avaliação NCA.

2. Determinação do nível de critério de avaliação – NCA.

O nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos será indicado na tabela (6). Os limites de horário para o período diurno e noturno são definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Sempre é bom atentar que o período noturno não deve começar depois das 22 h e não dever terminar antes das 7 h do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 09hs.

**Tabela 6** – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).

<b>Tipo de Área</b>	<b>Diurno</b>	<b>Noturno</b>
Área de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominante residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominante industrial	70	60

Fonte: ABNT10151:2000.

O Relatório do ensaio deve conter as seguintes informações para se ter uma ótima performance na obtenção dos resultados:

- a) marca tipo ou classe e número de série de todos os equipamentos de medição utilizados;
- b) data e número do último certificado de calibração de cada equipamento de medição;
- c) desenho esquemático e/ou descrição detalhada dos pontos da medição;
- d) horário e duração das medições do ruído;
- e) nível de pressão sonora corrigido  $L_c$ , indicando as correções aplicadas;
- f) nível de ruído ambiente;
- g) valor do nível de critério de avaliação (NCA) aplicado para a área e o horário da medição;
- h) referência a esta Norma.

## **Material e Métodos**

A pesquisa possibilita uma aproximação de um entendimento da realidade a investigar. Para desenvolver uma pesquisa precisamos definir o método de pesquisa utilizado. Utilizaremos o método de pesquisa experimental. A pesquisa experimental é aprender as relações entre causa e efeito. Para isso a elaboração de instrumentos para a coleta de dados deve ser submetida a testes para assegurar melhor eficácia em medir aquilo que a pesquisa se propõe a medir. A medida por ser desenvolvida em laboratório ou em campo. Desenvolvemos nossos testes em campo simulando uma situação mais próxima da realidade.

### *Objetivo do Teste*

O teste proposto tem como finalidade o isolamento acústico usando o minério vermiculita expandida e o pó de serra.

### *Ferramentas e materiais utilizados no projeto*

Para construção do trabalho foram necessários algumas ferramentas e materiais como:

- Placas de Drywall Standard;
- Canaleta Metálica;
- Cantoneira metálica;
- Canaleta f530;
- Parafusos para fixação de Drywall;
- Parafusadeira;
- Estilete;
- Trena;
- Decibelímetro;
- Vermiculita expandida;
- Pó de Serra;
- Caixa de Som JBL Flip 4;
- Tesoura para cortar perfil e canaleta;
- Reguá para medição dos pontos a serem cortados da placa de Drywall;
- Celular Samsung para gravação do ruído dentro do cubo;
- Celular Apple modelo SE2020 para execução de som para testes;

### *Local, data, horário e ambiente que foi proposto o teste*

O local escolhido para o teste foi na cidade de Socorro SP, no dia 07/11/2020. Os testes propostos começaram por volta das 09:35hs e terminaram por volta das 16:49hs. O ambiente que foi proposto o teste é um dormitório de aproximadamente 12m<sup>2</sup> com uma porta frontal e uma janela lateral. No momento do teste a janela e a porta foram fechadas para inibir o barulho externo gerada no dia a dia. Conforme medição o valor ambiente estava em torno de aproximadamente 40dB conforme mostra a figura 1.



**Figura 1** – Medição ambiente local do teste (Fonte: Autor 2020).

### *Equipamento utilizado para medição*

O equipamento utilizado para medição foi um decibelímetro modelo GM1352 do Fabricante BENETECH, número de série JD:025615, calibrado com 1Khz a 94dB, com faixa de medição entre 30dBA ~130dBA, precisão de + ou - 1.5 dB ( 94dB@1KHz), alcance de frequência 31.5 ~ 8Khz, bateria de alimentação: 3\*1.5V AAA.

### *Procedimentos usados para os testes ou ensaios efetuados*

Conforme figuras 2, 3, 4 e 5 foi feito um cubo nas dimensões (70cm x 55cm x 55cm) com paredes internas de 15cm de espessura simulando um cômodo. As placas de Drywall possui 1,5 cm de espessura. Esse cubo foi feito para fazer o teste de isolamento acústico usando vermiculita expandida e pó de serra como componentes isolantes.



**Figuras 2, 3, 4 e 5** – Montagem Cubo Drywall (Fonte: Autor 2020).

### *Tipos de testes*

O teste proposto foi a inserção de vermiculita expandida nas laterais, parte frontal e parte superior do cubo para simular um cômodo e a medição dos níveis de pressão sonora capaz de absorver com esse componente conforme mostra a figura 6. Também foi proposto o teste com pó de serra inserida nas laterais, parte frontal e parte superior conforme mostra a figura 7. E por último foi proposto o teste com a inserção de vermiculita expandida e pó de serra na proporção de 50% cada conforme mostra a figura 8. Depois de inserido os componentes dentro do cubo o mesmo é fechado com uma placa de gesso acartonado “Drywall” conforme mostra a figura 9. Foram efetuados três testes para verificação dos resultados.



**Figura 6** – Vermiculita expandida (Fonte: Autor 2020).



**Figura 7** – Pó de Serra (Fonte: Autor 2020).



**Figura 8** – Vermiculita e Pó de Serra (Fonte: Autor 2020).



**Figura 9** – Caixa pronta para teste (Fonte: Autor 2020).

Foi inserido dentro do cubo um medidor Decibelímetro modelo GM1352 calibrado com frequência de 1Khz a 94db conforme instrução do manual do fabricante. Sua função é a avaliação dos ruídos no ambiente. Foi colocada uma caixa de som para gerar ruídos externos para medições durante um período de 5 segundos em média para obtenção de valores para verificação de resultados conforme mostra as figuras 10 e 11.



**Figura 10** – Medidor decibelímetro (Fonte: Autor 2020).



**Figura 11** – Caixa de Som emitindo ruídos (Fonte: Autor 2020).

#### *Peso da Vermiculita Expandida e Peso do Pó de Serra*

Foi feito a medida do peso da vermiculita e do pó de serra conforme mostra a figura 13 e 14. A vermiculita expandida pesa em torno de 400g o litro. O pó de serra pesa em torno

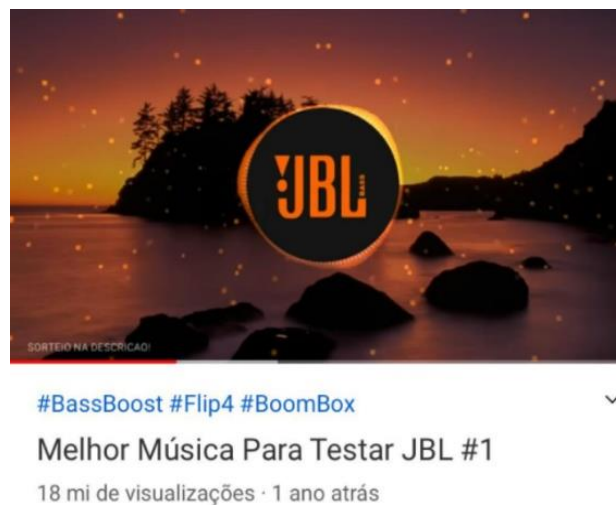
de 250g. Deduz-se que 50% vermiculita + 50% pó de serra pesa em torno de 325g. A embalagem utilizada para medição pesa em torno de 300g conforme mostra a figura 12.



**Figuras 12, 13 e 14** – Peso medidor, Peso Vermiculita Expandida e Peso do Pó de Serra (Fonte: Autor 2020).

#### *Música utilizada para o teste proposto*

A música utilizada para o teste proposto foi a música #BassBoost#Flip4#BoomBox conforme mostra a figura 15.



**Figura 15** – Música utilizada para o teste proposto (Fonte: Autor 2020).

#### *Custo da Vermiculita, Drywall e Canaleta*

O preço da vermiculita está em torno de R\$ 0.735 o litro, que corresponde a  $0.001\text{m}^3$ . O preço da placa de Drywall de 1.20m x 1.80m por 12.50mm de espessura está em torno de R\$ 25,68. O preço da canaleta f530 barra de 3m está em torno de R\$ 9.98. Baseado nessas informações o custo por  $\text{m}^2$  será aproximadamente ( R\$ 110.25 = 150 litros de vermiculita expandida (R\$ 11,88  $\text{m}^2$  = placa de Drywall) + ( R\$ 26.61 = canaleta f530) = R\$ 148.74. Esse valor corresponde aos materiais sem mão de obra com uma parede de 15cm de espessura.

## Resultados e Discussão

Os resultados obtidos pelos testes propostos estão mostrados conforme as tabelas abaixo.

### *Medições dos níveis de Pressão Sonora*

Os níveis de pressão sonora adquirida em ambiente fechado ficou em torno de 74.77 dB (medição efetuada durante 10 segundos para todos os testes de medição). Esse valor foi o valor de referência para medições.

**Tabela 7** – Caixa com paredes de Drywall vazias.

<b>Tempo</b>	<b>Segundos</b>	<b>Decibéis (dB)</b>	<b>Média (dB)</b>
1	0,5	71,2	...
2	1	66,2	...
3	1,5	56,6	...
4	2	55,9	...
5	2,5	46,9	...
6	3	45,1	...
7	3,5	43,4	...
8	4	62,7	...
9	4,5	68	...
10	5	67,5	...
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>583,5</b>	<b>58,35</b>

Fonte: Os autores.

**Tabela 8** – Caixa com paredes de Drywall preenchidas com Vermiculita.

<b>Tempo</b>	<b>Segundos</b>	<b>Decibéis (dB)</b>	<b>Média (dB)</b>
1	0,5	58	...
2	1	72,1	...
3	1,5	59	...
4	2	55,4	...
5	2,5	49,1	...
6	3	45	...
7	3,5	44,2	...
8	4	45,3	...
9	4,5	67,9	...
10	5	67,3	...
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>563,3</b>	<b>56,33</b>

Fonte: Os autores.

**Tabela 9** – Caixa com paredes de Drywall preenchidas com pó de serra.

<b>Tempo</b>	<b>Segundos</b>	<b>Decibéis (dB)</b>	<b>Média (dB)</b>
1	0,5	68,2	...
2	1	61,8	...
3	1,5	56,8	...
4	2	51,3	...
5	2,5	45,1	...
6	3	44,6	...
7	3,5	42,7	...
8	4	63,6	...
9	4,5	66,2	...
10	5	61,7	...
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>562</b>	<b>56,2</b>

Fonte: Os autores.

**Tabela 10** – Caixa com paredes de Drywall preenchidas com vermiculita + pó de serra.

Tempo	Segundos	Decibéis (dB)	Média (dB)
1	0,5	64,7	...
2	1	66,3	...
3	1,5	58	...
4	2	55,2	...
5	2,5	47,7	...
6	3	45,1	...
7	3,5	45,4	...
8	4	45,1	...
9	4,5	67,1	...
10	5	62,6	...
TOTAL	10	557,2	55,72

Fonte: Os autores.

## Conclusões

Concluimos com os testes propostos que a vermiculita expandida é um ótimo isolador acústico o que ajuda a diminuir a poluição sonora oriundos de diversos emissores. A vermiculita expandida como minério tem propriedades muito benéficas para diversos setores e como isolador acústico se consolidou com ótimos resultados conforme foi mostrados nos gráficos acima. Ele se torna um ótimo aliado no combate a poluição sonora de ambientes internos. A vermiculita expandida apresentou a possibilidade de um estudo mais aprofundado sobre uso ou aplicação como matéria prima para isolamento acústico. Uma sugestão para futuras pesquisas seria o uso da vermiculita expandida em paredes com espessuras menores e misturado com cabelos cortados (restos de cabelos cortados em barbearia), para se obter um isolamento acústico satisfatório e ajudar a preservar o meu ambiente dos lixos oriundos dos cabelos cortados que são depositados em lixões.

## Agradecimentos

A DEUS, pelo dom da vida e por estarmos com saúde!

## Referências Bibliográficas

AGUIAR; AMANDA LORENA DANTAS. **Estudo Das Propriedades Tecnológicas Da Argamassa De Revestimento Com Incorporação Da Vermiculita Expandida**. Disponível em <<https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/propriedades-argamassa-vermiculita-Aguiar-monografia.pdf>>. Acesso em 20/06/2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Níveis de Ruído para Conforto Acústico**, 10152. Rio de Janeiro, 1987. 4 página (s).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento**, 10151. Rio de Janeiro, 2000. 4 página (s).

BRITO DA COSTA, Eliane; ALBUQUERQUE DA SILVA, TAYNARA; BOMBONATO, FABIELE. **Apresentando o Drywall em Paredes, forros e revestimentos**. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/55953b6667236.pdf>>. Acesso em: 23/03/2020.

C. A. FRANÇA, SILVIA; F. A. BRAGA, PAULO; J. B. COUTO, HUDSON; C. GONÇALVES, CAROLINE. **Vermiculita, mais que um mineral termo acústico**.

Disponível em: <<https://www.cetem.gov.br/images/congressos/2016/CAC00460016.pdf>>. Acesso em: 18/05/2020.

CAMPOS, H.S.V.; TENÓRIO, H.O.; ARAÚJO, D.L. **Traços de Argamassa com Vermiculita Expandida para Preenchimento de Painéis Sanduíche de Concreto.** Disponível em: <<https://projetos.extras.ufg.br/conpeex/2004/pibic/exatas/Helem.html>>. Acesso em 27/06/2020.

CAMPOS, HEITOR BERGER. **Tecnologia da Construção civil.** Disponível em: <[https://www.eadfranciscanos.com.br/pluginfile.php/1489887/mod\\_resource/content/0/Parte%202.pdf](https://www.eadfranciscanos.com.br/pluginfile.php/1489887/mod_resource/content/0/Parte%202.pdf)>. Acesso em: 29/03/2020

DEMORI ESTEVAM, GUILHERME. **Poluição Sonora E Seus Efeitos Na Saúde Humana.** Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2591.pdf>>. Acesso em:30/05/2020.

EDUARDO CATAI, RODRIGO; PADILHA PENTEADO, ANDRÉ; FERRARETTO DALBELLO, PAULA. **Materiais, técnicas e processos para isolamento acústico.** Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17747/material/Engenharia%20de%20Produ%C3%A7%C3%A3o,%20Engenharia%20Civil,%20Mecatr%C3%B4nica.pdf>>. Acesso em: 11/05/2020.

FERNANDES DE OLIVEIRA UGARTE, JOSÉ; ALVES SAMPAIO, JOÃO; CRISTINA ALVES FRANÇA, SILVIA. **Vermiculita.** Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1142/1/38.%20VERMICULITA%203%20sampaio.pdf>>. Acesso em: 18/05/2020.

FERNANDO BONDARENCO ZAJARKIEWICCH, DANIEL. **Poluição sonora urbana: principais fontes. Aspectos jurídicos e técnicos.** Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp136499.pdf>>. Acesso em: 06/04/2020.

GYP SUM DRYWALL. **Sistemas Gypsum Drywall. Guia de especificação.** Disponível em <<https://www.gypsum.com.br/download/file/pt/be25a62b02de40f3b060a62f014b8d06?rev=3fbd2842-e45b-4175-9863-e6482ed4ccad>>. Acesso em: 10/03/2020

**Isolamento acústico em parede Drywall, como fazer** 04/10/2017. BLOG DO GESSEIRO, 2017. 1 vídeo (5:22). Publicado pelo canal BLOG DO GESSEIRO. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IUFNSduHPjk>>. Acesso em: 11/06/2020.

PIRES, LUCAS GUIMARÃES; SANTO, MAX WILLIAN DO ESPÍRITO; NETO, MOZART MARIANO CARNEIRO. **Uso De Drywall Na Construção Civil.** Disponível em: <[https://servicos.unitoledo.br/repositorio/bitstream/7574/229/1/Pires\\_%20Santo\\_Neto\\_2017.pdf](https://servicos.unitoledo.br/repositorio/bitstream/7574/229/1/Pires_%20Santo_Neto_2017.pdf)>. Acesso em: 15/03/2020

SILVEIRA, DALILA MOREIRA; MARTINS, JADER; MELO, TÂNIA MÁRCIA SACRAMENTO; GIL, LAURENT FRÉDÉRIC. **Avaliação Da Capacidade De Adsorção De Vermiculita Hidrofóbica Em Contato Direto Com Óleo.** Disponível em:<[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037044672006000300013&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037044672006000300013&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em 15/06/2020.

SERRANO, P. **Problemas com barulho: o quanto a poluição sonora afeta a sua vida (e a sociedade)?**. Serrano, Pablo. Blog Portal Acústica. Rio de Janeiro, 07 janeiro 2020. Disponível em: <<http://portalacustica.info/problemas-com-barulho/>>. Acesso em:01/06/2020.