



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JEFFERSON EDUARDO SOUZA  
WESLEI CAIQUE FERREIRA PEDROSA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMA DE  
ISOLAMENTO ACÚSTICO EM PAREDES DE  
ALVENARIA E DRYWALL UTILIZANDO ARDUÍNO**

**PUBLICAÇÃO Nº: 10**

**GOIANÉSIA - GO  
2020/1**



**JEFFERSON EDUARDO SOUZA  
WESLEI CAIQUE FERREIRA PEDROSA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMA DE  
ISOLAMENTO ACÚSTICO EM PAREDES DE  
ALVENARIA E DRYWALL UTILIZANDO ARDUÍNO**

**PUBLICAÇÃO N°: 10**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

**ORIENTADOR: IVANDRO JOSÉ DE FREITAS ROCHA**

**GOIANÉSIA - GO  
2020/1**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SOUZA, JEFFERSON EDUARDO; PEDROSA, WESLEI CAIQUE FERREIRA.

Estudo comparativo entre sistema de isolamento acústico em paredes de alvenaria e Drywall utilizando Arduíno; Goianésia, 2020. 49p.

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Construções

2. Células Teste

3. Sensores

4. Arduíno

5. Tintas

6. Resultados e Comparações

### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, J. E.; PEDROSA, W. C. F. Estudo comparativo entre sistema de isolamento acústico em paredes de alvenaria e Drywall utilizando Arduíno; TCC, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, GO, 49p. 2020.

### CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Jefferson Eduardo Souza e Weslei Caique Ferreira Pedrosa.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo comparativo entre sistema de isolamento acústico em paredes de alvenaria e Drywall utilizando Arduíno.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2020

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Weslei Caique Ferreria Pedrosa

Avenida Minas Gerais, Nº 127, APART: 402, Bloco: 21 Residencial Bougainville.

CEP: 76380000- Goianés/GO - Brasil

**JEFFERSON EDUARDO SOUZA  
WESLEI CAIQUE FERREIRA PEDROSA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMA DE  
ISOLAMENTO ACÚSTICO EM PAREDES DE  
ALVENARIA E DRYWALL UTILIZANDO ARDUÍNO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

**APROVADO POR:**

---

**IVANDRO JOSÉ DE FREITAS ROCHA, Me (FACEG)  
(ORIENTADOR)**

---

**EDUARDO MARTINS TOLEDO, Me (FACEG)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**JOAQUIM ORLANDO PARADA, Me (FACEG)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**NOME DO EXAMINADOR EXTERNO, titulação (instituição)  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**DATA: GOIANÉSIA/GO, 26 de junho de 2020.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, pois foi Ele que nos deu força para que pudéssemos concluir esse trabalho. Aos nossos pais, que sempre fizeram de tudo para que tivéssemos sempre o melhor, ao nosso orientador Ivandro José, por ter paciência e sabedoria para nos ensinar e orientar nesse trabalho de conclusão. A instituição Faculdade Evangélica de Goianésia por ter nos dado a oportunidade de ter o melhor ensino, ajudando a concluir este curso, por ter colocado à disposição sua estrutura, dando todo apoio e suporte através de seus colaboradores.

Aos professores do curso de Engenharia Civil da FACEG, que nos incentivaram e nos auxiliaram.

Jefferson Eduardo Souza

Primeiramente a Deus por ter nos dado saúde, sabedoria, discernimento e força para superar as dificuldades, ao corpo docente da Faculdade Evangelica de Goianesia. Ao nosso orientador Ivandro José, pelo total apoio e suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos. Aos nossos pais e esposas ou namorada, pelo amor, incentivo e o apoio incondicional e todos que direta ou indiretamente fizeram parte de nossa formação nosso muito obrigado.

Weslei Caique Ferreira Pedrosa

*“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.*

**Albert Einstein.**

## RESUMO

O tratamento em isolamento acústico é fundamental devido o desenvolvimento acelerado das áreas urbanas, resultando em grande aumento da poluição sonora. O isolamento acústico tem como objetivo bloquear som ou ruído, visando proporcionar um ambiente de melhor qualidade e conforto no interior do ambiente. Esse trabalho foi elaborado de acordo com os conhecimentos adquiridos “*in loco*” a importância do sistema de vedação para evitar som ou ruídos que possam prejudicial o conforto e privacidade dos frequentadores do ambiente. Inicialmente foram construídas 06 (seis) células testes, sendo 03 em alvenaria e 03 em drywall. O desempenho acústico, bem como sua eficácia são obtidos através da avaliação das medições acústicas a partir dos testes feitos em protótipos que simula um cômodo de uma residência. As células construídas possuem dimensões internas de 50 x 50 cm, com a altura de 1 m e espessura das paredes de 15 cm construída no canterio de obras de uma residência. Para a medição e monitoramento do ruído que passa do lado externo para o lado interno das células testes contamos com o auxílio de sensores de detecção de ruído KY-38 conectado a um sistema de aquisição de dados por programação em Arduino. Além das formas de coleta de dados, foram feitos registro em um acervo de fotos realizadas em campo, detalhando todo o processo de ensaios e a construção das células testes, bem como, a forma como foram feitas as aplicações das tintas. Os resultados obtidos nos testes, foram colocados em confronto às técnicas de execuções teóricas e práticas com as seguintes finalidades: comprovar a eficácia da tinta acrílica emborrachada, a tinta *acousti-coat* aplicadas no sistema de alvenaria e no sistema drywall. Os valores obtidos e comparados mostrou que a tinta *acousti-coat* apresentou melhor resultado na tratativa de isolamento acústico na célula teste de alvenaria, quanto na célula teste de drywall as duas tintas mostrou eficácia praticamente iguais.

**Palavras-chaves:** Desempenho acústico, células testes, ambiente de qualidade, medição e isolamento.

## ABSTRACT

Acoustic insulation treatment is essential due to the accelerated development of urban areas, resulting in a great increase in noise pollution. The acoustic insulation aims to block sound or noise, aiming to provide an environment of better quality and comfort inside the environment. This work was elaborated according to the knowledge acquired "in loco" the importance of the sealing system to avoid sound or noise that could harm the comfort and privacy of the people in the environment. Initially, 06 (six) test cells were built, 03 in masonry and 03 in drywall. The acoustic performance, as well as its effectiveness, is obtained through the evaluation of acoustic measurements based on tests carried out on prototypes that simulate a room in a residence. The built cells have internal dimensions of 50 x 50 cm, with a height of 1 m and a wall thickness of 15 cm built in the construction site of a residence. For the measurement and monitoring of the noise that passes from the external side to the internal side of the test cells, we rely on the aid of noise detection sensors KY-38 connected to a data acquisition system by programming in Arduino. In addition to the forms of data collection, records were made in a collection of photos taken in the field, detailing the entire testing process and the construction of the test cells, as well as the way in which the paints were applied. The results obtained in the tests were compared to the techniques of theoretical and practical executions with the following purposes: to prove the effectiveness of the rubberized acrylic paint, the acoustic-coat paint applied in the masonry system and in the drywall system. The values obtained and compared showed that the acoustic-coat paint presented better results in the treatment of acoustic insulation in the masonry test cell, while in the drywall test cell the two paints showed practically equal effectiveness.

**Keywords:** Acoustic performance, test cells, quality environment, measurement and insulation.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Tinta acrílica emborrachada. ....	5
<b>Figura 2</b> - Tinta <i>acousti-coat</i> . ....	6
<b>Figura 3</b> - Parede de drywall .....	7
<b>Figura 4</b> - Alvenaria.....	8
<b>Figura 5</b> - Decibelímetro .....	9
<b>Figura 6</b> - Placa de Arduino UNO .....	10
<b>Figura 7</b> - Sensor KY-38. ....	12
<b>Figura 8</b> - Projeto células testes.....	13
<b>Figura 9</b> - Células testes Alvenaria.....	14
<b>Figura 10</b> - Célula Testes mapeada. ....	14
<b>Figura 11</b> - Construção da célula de drywall.....	15
<b>Figura 12</b> - Fechamento com as placas de drywall.....	16
<b>Figura 13</b> - Células em Drywall .....	16
<b>Figura 14</b> - Célula de drywall mapeada.....	17
<b>Figura 15</b> - Preparação da tinta.....	18
<b>Figura 16</b> - Pintura das células testes. ....	18
<b>Figura 17</b> - Sistema de aquisição de dados.....	19
<b>Figura 18</b> - Bloco de armazenamento de dado em texto. ....	20
<b>Figura 19</b> - Calibração dos Arduínos.....	21
<b>Figura 20</b> - Posição dos sensores.....	22
<b>Figura 21</b> - Sensores internos. ....	23
<b>Figura 22</b> - Sensores externos. ....	24
<b>Figura 23</b> - Célula teste de alvenaria testemunha.....	25
<b>Figura 24</b> - Célula teste de alvenaria tinta acrílica emborrachada.....	26
<b>Figura 25</b> - Célula teste alvenaria tinta <i>acouti-coat</i> . ....	27
<b>Figura 26</b> - Célula teste drywall testemunha. ....	28
<b>Figura 27</b> - Célula teste drywall tinta acrílica emborrachada.....	29
<b>Figura 28</b> - Célula teste drywall tinta <i>acousti-coat</i> .....	30
<b>Figura 29</b> - Comparativo de Ruido Sensor 1 nas Células Testes - Alvenaria. ....	31
<b>Figura 30</b> - Comparativo de Ruido Sensor 1 nas Células Testes - Drywall.....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

OMS – Organização Mundial de Saúde

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

PIB – Produto Interno Bruto

MNPS – Medidor de Nivel de Pressão Sonora

EUA – Estados Unidos

MNPS – Medidor de Nivel de Pressão Sonoro

USB – Universal Serial Bus

PWM – *Pulse Width Modulation*

Hy-Tech – Soluções térmicas Hy-Tech LLC

## LISTA DE SÍMBOLOS

dB - Decibéis

cm - Centímetro

mm - Milímetro

Hz - Hertz

kg - Quilo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	3
1.2 OBJETIVOS .....	4
1.2.1 Objetivo Geral.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	4
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>5</b>
2.1 ISOLAMENTOS ACÚSTICO.....	5
2.1.1 Tinta acrílica emborrachada.....	5
2.1.2 Tinta acousti-coat .....	6
2.2 VEDAÇÕES VERTICAIS.....	7
2.2.1 Drywall.....	7
2.2.2 Alvenaria.....	8
2.3 DECIBELÍMETRO.....	9
2.4 ARDUÍNO .....	10
2.4.1 Armazenamento de informações.....	11
2.4.2 Sensores .....	11
<b>3 MATERIAS E METODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1 CONSTRUÇÃO DAS CÉLULAS TESTE.....	13
3.1.1 Células testes de alvenaria .....	13
3.1.2 Células testes de drywall.....	15
3.2 PROCESSOS DE PINTURA.....	17
3.3 PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS.....	19
3.3.1 Sistema de aquisição de dados e central monitoramento .....	19
3.3.2 Software .....	20
3.3.3 Validação dos sensores .....	20
3.3.4 Medição do som/ruído.....	21
3.3.5 Posição dos Sensores .....	22

3.3.6 Período de coleta de dados.....	24
3.4 INSTRUMENTOS DE TRANSMISSÃO DE SOM/RUIDOS.....	24
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
4.1 DADOS COLETADOS .....	25
4.1.1 Células testes de alvenaria .....	25
4.1.2 Células testes de drywall.....	27
4.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ISOLAMENTO ACÚSTICO.....	30
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o isolamento acústico está sendo cada vez mais necessário e até indispensável na vida urbana, principalmente porque os ruídos e barulhos são uns dos principais incômodos quando falamos de conforto e privacidade dentro dos lares, com nova revisão da NBR 15575 (ABNT, 2013) que define parâmetros já no início da construção para tratativa do ruído. A vida moderna tem ampliado os decibéis e o barulho não tem hora nem lugar para interferir ou até mesmo atrapalhar nossa vida, seja na rua, no trabalho ou no conforto de nossas casas.

Isolamento acústico pode ser caracterizado como a capacidade que um material tem em bloquear o som ou ruído entre diferentes ambientes, resultando em um ambiente de melhor qualidade e conforto do lado de dentro (SAINT-GOBAIN, 2019). Segundo Vianna e Ramos (2006), só se tem conforto quando há no mínimo esforço fisiológico em relação ao som (e a luz, ao calor e à ventilação) para a realização de uma determinada tarefa.

Sinteticamente, acústica é definida como a ciência que visa ao estudo de sons e ondas sonoras (PAIXÃO, 2002). Bistafa (2011), conceitua a acústica como ciência do som, incluindo sua geração, transmissão e efeitos. Na natureza tudo tem propriedades acústicas, porém a competência de absorvimento varia em função do material. Segundo Nakamura (2017), quanto à capacidade que o material tem de absorção, depende da transformação vibratória de energia térmica, que o material é capaz de dissipar a energia sonora que incide sobre ele.

Conforme NBR 15575 (ABNT, 2013), admite um nível do barulho nos grandes centros urbanos de até 50 dB, porém, o que geralmente é verificado chega de 90 a 100 dB. Admite-se, portanto, que qualquer som que ultrapasse 50 dB, já pode ser considerado nocivo à saúde. Os principais locais e objetos que costumam passar desse nível são, construções civis, transportes urbanos, buzinas e sirenes, casas de show, som automotivos, entre outros

Segundo Juan Pierrard (2018), para garantir a eficácia e segurança do isolamento, devem-se ter critérios bem definidos ao escolher os materiais que serão utilizados é muito importante considerar a tipologia da parede, características dos forros, dos elementos da parede e a metodologia de instalação para níveis elevados de desempenho, serão necessárias soluções mais sofisticadas.

Conforme Bistafa (2011), por muito tempo estes incômodos acústico se direcionavam principalmente ao ambiente vizinho, que seria o responsável pelo desconforto proveniente de

suas atividades diárias. Entretanto, com a crescente conscientização dos consumidores de seu poder de demanda de qualidade, o aumento de insatisfações com o produto adquirido na indústria da construção se tornou evidente.

A poluição sonora está cada vez mais exposta na sociedade, nas ruas: carros buzinando, ônibus passando, obras nas ruas; em casa: pessoas caminhando nos corredores dos prédios, cachorro latindo, móveis sendo arrastados, som automotivo de vizinhos e etc. Por outro lado, essa realidade é quase impossível de ser evitada, principalmente pelo fator determinante chamado “evolução/modernização”. Poucos podem viver em um local de silêncio e tranquilidade. A nova norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013) no capítulo 1 desempenho parte 1: Requisitos gerais anexo E5 estabelece requisitos mínimos de atendimento e eficiência acústica, existindo níveis de tolerância aos barulhos.

E é justamente pensando nisso, a Lei 15.575 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que entrou em vigor em julho de 2013, estabeleceu-se o desempenho mínimo de 45 dB de isolamento acústico para paredes, além da espessura das paredes de alvenaria, que agora passam de 9 para 15 cm. Atendendo às especificações acústicas a fim de garantir a qualidade de vida dos que nele residem. Um dos principais motivos e responsáveis por essa negligência e poluição sonora atualmente sem sombra de dúvidas, se encontra em nossa área de atuação, as construções civis; a cultura criada no mercado, de redução de prazos e custos das obras para obtenção de preços e lucros sempre melhores, especialmente provocados pela utilização de materiais cada vez mais leves e práticos (pois quanto maior o peso ou a massa destes componentes, maior o seu índice de isolamento acústico).

Segundo a NBR 15575-3 (ABNT, 2013) essa transmissão se dá através pelo meio aérea, onde a energia sonora é transmitida pelo ar, caracterizado por vozes, trânsito, aviões, quanto pelo de ruído de impacto, como passos do apartamento superior, é transmitido via estrutura, ou seja, pela vibração que caminha através de teto e paredes, chegando até o receptor (quem ouve).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Responsável por execuções das obras de mobilidade urbana, saneamento, obras residenciais, infraestrutura e edifícios comerciais, o setor da construção civil movimenta 9,9% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, com um potencial para alavancar ainda mais a economia. A habitação passa a ter atributos tais como: custo, vida útil, eficiência e desempenho. As empresas então tentam aproximar seu produto dos desejos do público alvo, investindo pontualmente em suas necessidades, sabendo que, quanto maior os níveis de exigências da demanda, maiores vão ser os investimentos e custos requeridos, que deveriam resultar em melhores edificações, considerando solidez, segurança e conforto acústico. No entanto, é um atributo que não aparece à vista do consumidor, apesar de que a sua falta seja amplamente sentida, essa condição, quase sempre, é deixada para prioridades secundárias da construtora (BRASIL, 2018).

Atualmente o isolamento acústico vem sendo cada vez mais necessário na vida urbana, o incômodo dos barulhos causados por diversos mecanismos causa o desconforto ao usuário no seu momento de descanso. O baixo desempenho do isolamento acústico nas residências impulsiona as buscas de novos métodos para solucionar o problema. A precisão de se aliar condições isolantes acústicas favoráveis (conforto acústico) para que o usuário possa ter sua privacidade, surgiu desenvolvimento de pesquisas e estudos relacionados ao desempenho isolamentos acústicos de elementos e componentes da edificação. Vários pesquisadores têm buscado caracterizar esse ruído e identificar os malefícios que eles acarretam aos seres humanos (KAGEYAMA, 1997; MASCHKE, 1999; ZANNIN et al., 2003; PAZ et al., 2005).

Deste modo, é fundamental conhecer o desempenho dos materiais de isolamento acústico que serão utilizados para compor a edificação. Nessa perspectiva, foi proposto um estudo para avaliar o desempenho de isolamentos acústico de dois tipos de matérias, tintas acrílica emborrachada e tinta *acousti-coat* disponível no mercado da construção civil brasileira NBR 15.575 (ABNT, 2013).



## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo analisar, através de um estudo comparativo o desempenho acústico de dois tipos de tinta: tinta acrílica emborrachada e a tinta *acousti-coat*, aplicada em diferente tipo de estrutura: alvenaria e drywall, utilizando o método de medição em arduíno através de células teste.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Projetar e construir três células testes de alvenarias e três de drywall;
- Testar os materiais isolantes acústicos, tinta acrílica emborracha e tinta *acousti-coat*;
- Utilizar o Arduíno como fonte de coleta dos decibéis, substituindo o decibelímetro;
- Comparar o desempenho de cada tinta nas diferentes células.
- Identificar qual dos isolantes mostrou mais eficácia por meio dos testes realizados.

## 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em 05 capítulos. Onde, no capítulo 2, apresentamos e descrevemos as etapas e os procedimentos da revisão bibliográfica, utilizados para a realização da pesquisa e aquisição de dados. No capítulo 3, foram apontados os materiais e métodos do trabalho. No capítulo 4 apresentamos e discutimos os resultados obtidos por meio do monitoramento acústico das seis células teste através de uma avaliação comparativa. No capítulo 5, apresentamos nossas conclusões e perspectivas para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 ISOLAMENTOS ACÚSTICO

Segundo Knauf e Gmbh (2019) entende-se como isolamento acústico o conjunto de procedimentos que são usados para reduzir diretamente e evitar a transmissão de ruído; que pode ser aéreo ou estrutural. Os ruídos podem ser espalhados de diversas maneiras como, de um ambiente para outro, de fora para dentro de um recinto, ou precisamente o contrário, do recinto para o exterior.

#### 2.1.1 Tinta acrílica emborrachada

Conforme o fabricante Anjo (2019), a tinta acrílica emborrachada é um revestimento elástico, e tem propriedades de redução acústica do ambiente ao qual está sob sua cobertura. Possui resistência à alcalinidade, à ação da maresia, às intempéries e excelente aderência, e sua composição permite uma durabilidade superior por ser anti-mofo. De acordo com o fabricante a pintura com a tinta emborrachada garante a redução de ruídos em até 5dB, útil como isolante acústico para tornar ambientes mais agradáveis e silenciosos. A tinta está classificado conforme a NBR 11702 da ABNT – Tipo 4.8.5 e 4.5.8. A Figura 1 mostra a tinta mencionada no trabalho.

**Figura 1.** Tinta acrilica emborrachada.



**Fonte:** Blog da Anjos – Anjos Tintas, (2019).

### 2.1.2 Tinta acousti-coat

Conforme prescrição do fabricante a *acousti-coat* é uma tinta de látex plana de corpo pesado, à base de água, formulada com microesferas de cerâmica e cargas que absorvem o som. A combinação de um alto carregamento de *ThermaCels* com seus centros de vácuo reduz a transmissão de som; o aditivo de tinta isolante de cerâmica da *HY-TECH* é uma mistura fina de pó branco que possui "microesferas" de cerâmica de alta resistência.

O *acousti-coat* é para uso em superfícies internas como drywall, tetos, paredes, gesso, metal e madeira. Este produto é um revestimento de superfície barato e fácil de aplicar, com propriedades superiores de absorção de som, em comparação com as tintas convencionais. O *acousti-coat* não apenas reduz a transmissão do som, mas devido à grande concentração de *ThermaCels*, também fornece uma barreira térmica altamente refletiva à superfície pintada. Isso reduz a intrusão de calor nas salas adjacentes. A Figura 2 mostra a tinta *acousti-coat*.

**Figura 2.** Tinta *acousti-coat*.



**Fonte:** Autores, (2020).

## 2.2 VEDAÇÕES VERTICAIS

A vedação vertical pode ser definida como um subsistema construtivo, constituído por elementos que define, limita e compartimenta um edifício e tem como função básica vedar ambientes internos. A parede é a principal responsável pelo desempenho global da vedação vertical e define a tecnologia de produção (LORDSLEEM JÚNIOR, 2004).

### 2.2.1 Drywall

Segundo Silva (2002), o início da revolução para a construção civil veio a partir do desenvolvimento da chapa de gesso acartonado, em de 1898 nos Estados Unidos por *Augustine Sackett*, diante da necessidade de modernizar as vedações verticais. Infelizmente o Brasil estava em atraso de cerca de 100 anos desde a criação dessa tecnologia, tendo aceitação no mercado brasileiro, somente após muitas alterações em meados de 1990 (DRYWALL, 2011).

O drywall é um sistema utilizado na construção de paredes e forros para ambientes externos e internos. É formado por chapas de gesso, parafusadas em perfis de aço galvanizado, com alta resistência mecânica e acústica (COMAT, 2012). O sistema construtivo do drywall é composto de chapas de gesso com dimensões padrões de 120 cm de largura e comprimento variando de 180 a 360 cm, e espessura de 12,5 mm sendo a de uso mais comum e suas chapas são combinadas com massa de gesso e aditivos, prensados entre duas lâminas de cartão (DRYWALL, 2011). Na Figura 3 mostra um comodo (divisórias) feito por estrutura em drywall.

**Figura 3.** Parede de drywall



**Fonte:** Gessowall, (2019).

### 2.2.2 Alvenaria

Segundo Sonda (2007), alvenaria é um tipo de estrutura constituída por paredes, que além de seu peso próprio, também resiste a outras cargas da construção, e são compostas por unidades de alvenaria ligadas com a argamassa. A alvenaria é obtida através de cálculos, e o canteiro de obras sempre que possível, deve funcionar como uma linha de montagem para esse tipo de estrutura.

Conforme Parsekian e Soares (2010), a alvenaria é definida como um componente constituído de blocos ou tijolos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso. A alvenaria tem como funções a vedação, conforto térmico e acústico, estanqueidade, resistência ao fogo e a durabilidade, além do mais a alvenaria tem a função de absorver e transmitir ao solo, ou à estrutura de transição, todos os esforços a que o edifício possa ser submetido.

Dentre as construções que têm maior aceitação pelo homem, estão as edificações em alvenaria, não somente nos tempos modernos, como também nas civilizações antigas. Como testemunho da durabilidade e aceitação desse sistema construtivo ao longo da história, as edificações em alvenaria de pedras e tijolos ainda continuam de pé, mesmo depois após mais de 2.000 anos passados do início de sua construção, sendo alguma ainda utilizada (DUARTE, 1999). Na Figura 4 retrata a construção de uma parede em alvenaria.

**Figura 4.** Alvenaria



**Fonte:** Totalconstrução, (2019).

### 2.3 DECIBELÍMETRO

Segundo Educalingo (2019) o Medidor de Nível de Pressão Sonora (MNPS), o decibelímetro, é um equipamento projetado para aferir a medição dos níveis de pressão sonora em ambientes internos e externos. O instrumento é fabricado para detectar ruídos abaixo e acima do que o aparelho auditivo humano pode registrar. Para tanto, possui um alto grau de sensibilidade no microfone acoplado ao aparelho.

O decibelímetro é acoplado por um microfone interno que recebe o som e qualifica comumente para decibéis (dB). Este fenômeno através do qual explica o funcionamento do decibelímetro é conhecido como ressonância. O aparelho tem um oscilador no interno que vibrará conforme a frequência do som que lhe chega da leitura do microfone. Por ressonância, esse oscilador interno vibrará com a energia oriunda externamente e o aparelho estará apto a fazer a leitura (NETSABER, 2014). Na Figura 5 mostra o modelo de decibelímetro usada na avaliação os sensores.

**Figura 5.** Decibelímetro.



**Fonte:** Skill-Tec, (2019).

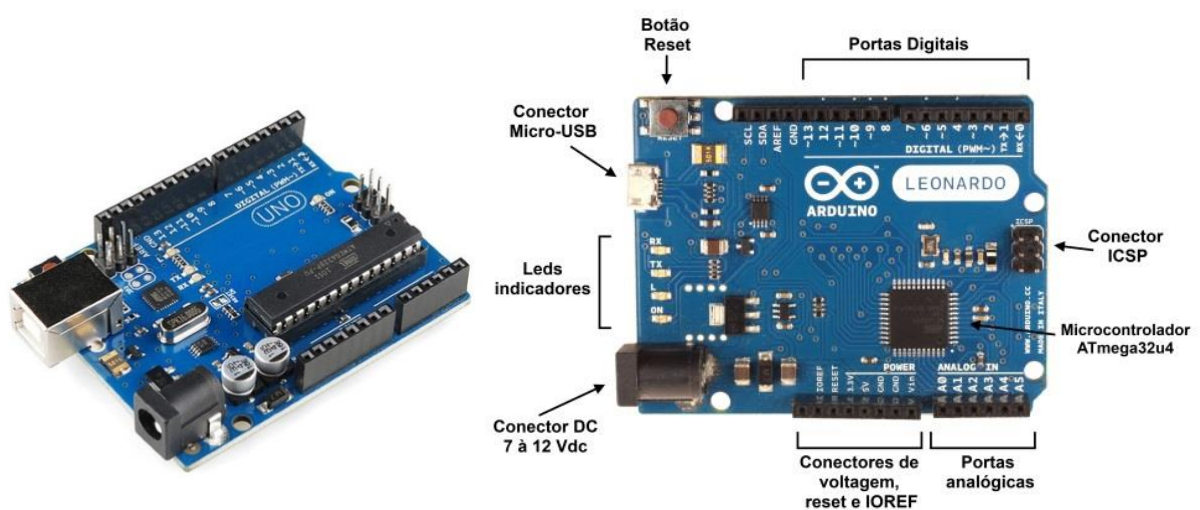
## 2.4 ARDUÍNO

Arduíno é uma plataforma de código aberto de prototipagem eletrônica, composto por um microcomputador *Atmel* de *hardware* livre com suporte de entrada/saída embutido (o que nos permite facilmente conectá-lo no computador) a linguagem de programação padrão baseada em C e C++. Onde sua programação é capaz de controlar dispositivos, e sua grande vantagem é o baixo custo para sua aquisição, e é considerado de fácil manuseio (MCROBERTS, 2012).

O *software* e o *hardware* do Arduíno são *open source* (código aberto), por esse motivo códigos e esquemas são disponibilizados livremente, sendo utilizado por quaisquer pessoas tendo vários projetos disponibilizados via web, como acender um *led* automático, ou até automatização completa de uma residencia (MCROBERTS, 2012).

O Arduíno proporciona a criação de ferramentas acessíveis, de baixo custo, fáceis de usar para fins domésticos, comerciais ou móveis. Podendo ser utilizado de forma independente ou conectado a um computador. Existem varios modelos de placas Arduíno, que variam em seu tipo, processador, tamanho e quantidade de portas disponíveis para ligar as *shields* ou dispositivos. O Arduíno utilizado no trabalho é o modelo UNO, ele vem sendo o mais utilizado e o mais recomendado para quem tem pouca experiência e vai começar com eletrônica e codificação (LAUREANO, 2005). Na Figura 6 mostra uma placa de Arduino Uno.

**Figura 6.** Placa de Arduíno UNO.



**Fonte:** Arduo eletro, (2020).

A placa de Arduíno UNO é fabricada e composta por um sistema de microcontrolador *ATmega 328* com 6 portas analógicas e 14 portas de digitais, além de uma interface USB que foi projetada para interligar-se ao hospedeiro com a finalidade de programá-lo em tempo real. Das 14 portas digitais que dele, 06 delas possuem a funcionalidade de serem utilizadas como o que chamam de pseudo-analógicas, onde se torna possível ter o controle de dispositivos PWM (*Pulse Width Modulation* ou Modulação de Largura de Pulso), (MCROBERTS, 2012).

#### **2.4.1 Armazenamento de informações**

Qualquer trabalho ou projeto de pesquisa as informações adquiridas, devem ser tratadas com grande importância, uma informação errada pode mudar o rumo de sua pesquisa e de como você irá trabalhar com os dados obtidos (HOPPEN; MEIRELLES, 2005).

O armazenamento de dados obtido com Arduíno pode ser salvos de varias maneiras em cartão de memoria, bloco de notas, pendrive, banco de dados localizados na internet. E utilizando *led*, sons, criar sinalizações e alerta, para verificar que os dados estão sendo guardados com segurança (MCROBERTS, 2012).

#### **2.4.2 Sensores**

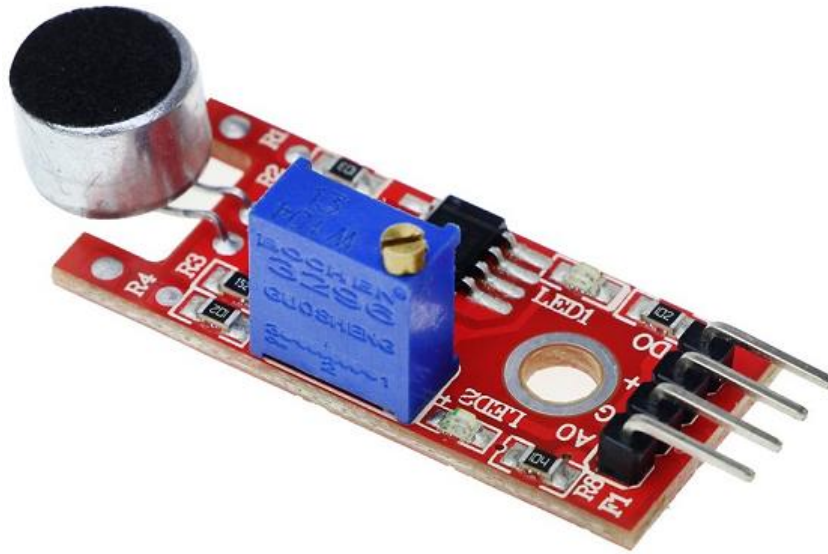
São dispositivos para detectar e medir, desde coisas simples como temperatura, som, umidade etc, até mesmo algo que seja de difícil detecção como a rotação de um motor ou distância que um carro está de um objeto (SENSORES, 2006).

A função de um sensor é interagir com o ambiente para que assim possa detectar a variação, coletando dados e retornando resultados. Há uma grande variedade de sensor sendo: presença/ausencia, posição, inspeção, e medição de condição, (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2005).

Para a captação e medição do som dentro das células teste foram utilizados sensores detector de som KY-38, onde o mesmo possui acoplado em seu sistema um módulo eletrônico desenvolvido com o objetivo de detectar e medir variações de som de um ambiente a partir de seu microfone de condensador elétrico. O objetivo que o sensor de som KY-038 tem é de medir a intensidade sonora de algum ambiente ao seu redor, e ela varia o estado de sua saída digital caso tenha detectado algum sinal sonoro (SENSORES, 2006). Na Figura 7 mostra o modelo do sensor KY-38 detector de som.



**Figura 7.** Sensor KY-38.



**Fonte:** MasterWalker, (2020).

### 3 MATERIAS E METODOS

Para avaliar o desempenho de isolamento acustico retratou-se em artigos científicos, monografias, pesquisas bibliograficas e normas tecnicas, relacionadas ao assunto proposto.

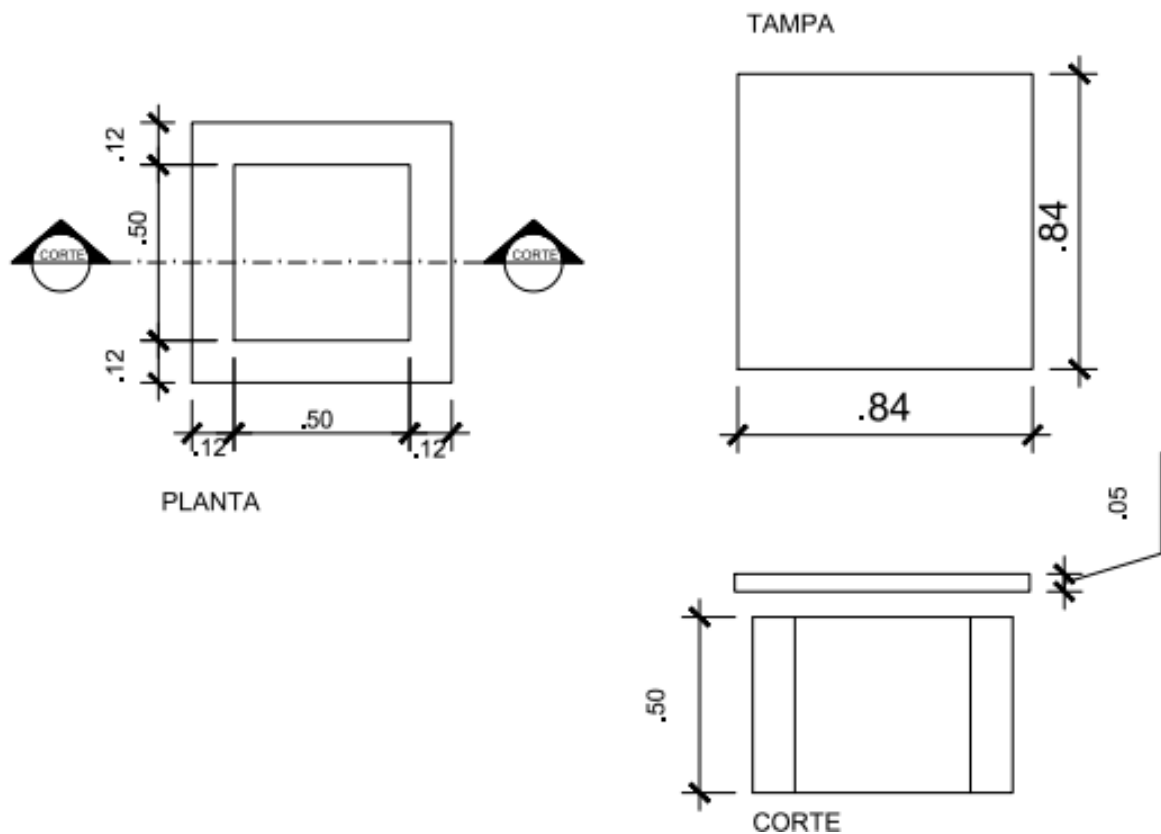
#### 3.1 CONSTRUÇÃO DAS CÉLULAS TESTE

Na análise do desempenho de isolamento acústico na parede de alvenaria e drywall, foram construídas seis células teste, sendo três em alvenaria e três em drywall, para realização da comparação entre os dois produtos (tintas) em estudo.

##### 3.1.1 Células testes de alvenaria

Para a construção das células teste foram dispostos de 90 tijolos ceramicos, meio metro cubico de areia fina, 75 kg de cm, CII, seis paletes onde as mesma foram postas, 12 chapas de drywall, 6 tapetes de borrachas posto por cima dos paletes para melhorar no isolamento. Na Figura 8 apresentam os detalhes do porjetos da celula teste, expressas as cotas e escalas.

**Figura 8.** Projeto celulas testes.



Fonte: Autores, (2019).

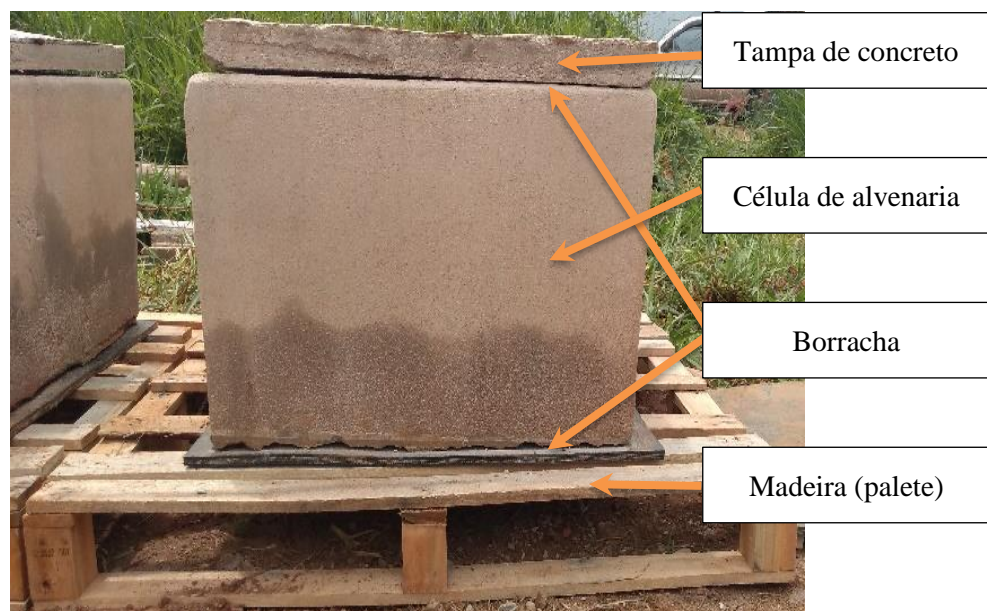
Na primeira fase da execução da célula teste em alvenaria foi assentado os tijolos sobre o solo, utilizando traço de argamassa de 1:3, no próximo dia realizado o reboco na parte interna e externa, no terceiro dia foi feita as pantas em concreto, utilizando um gabarito de madeira com dimensões 60 x 60 cm sobre um pedaço de lona, no quarto dia foi posta as células teste sobre os paletes, após a colocação no dia seguinte foi realizado a aplicação das tintas nas paredes e no sexto dia feito os testes. Na Figura 9 mostra as três células teste em alvenaria e na Figura 10 detalha o posicionamento de cada material.

**Figura 9.** Células testes Alvenaria.



Fonte: Autores, (2020).

**Figura 10.** Célula Testes mapeada.

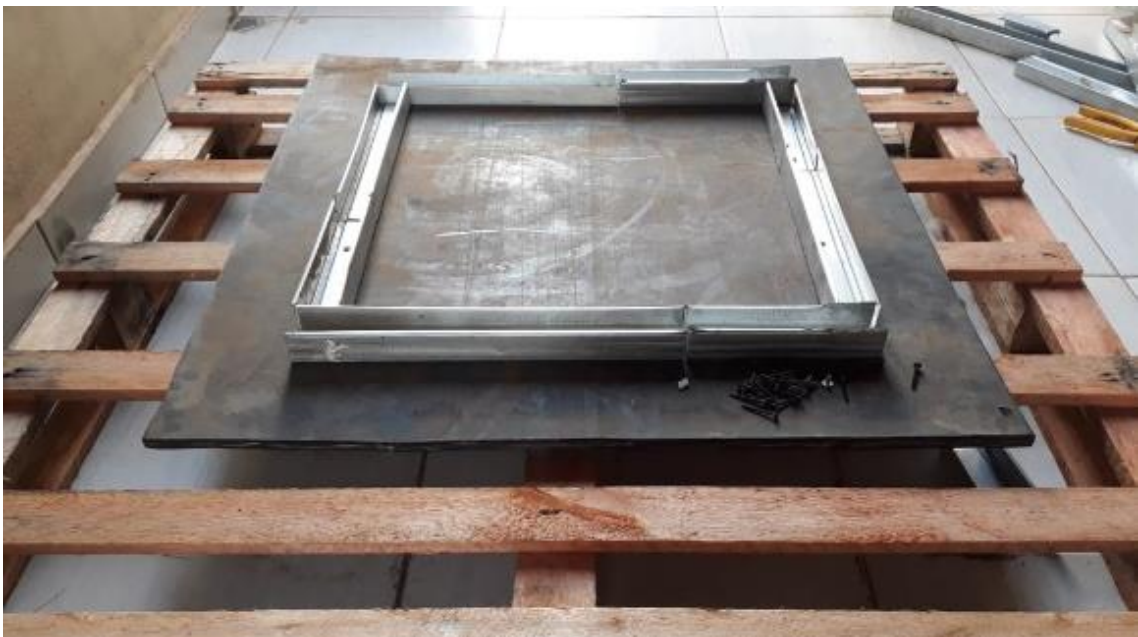


Fonte: Autores, (2020).

### 3.1.2 Células testes de drywall

Na construção das células teste em drywall primeiro passo foi posicionar a borracha sobre o palete (Figura 11), segundo passo foi traçar as medidas na borracha onde foi posicionada a estrutura de drywall. No segundo dia foram cortadas as 12 placas de drywall sob medidas de 50 x 50 cm.

**Figura 11.** Construção da célula de drywall.



**Fonte:** Autores, (2020)

O Próximo passo foi montar a estrutura com os perfis de alumínio fixando na borracha e no palete com parafusos de dimensões 3,5 x 55 mm, quarto passo foi realizar o fechamento da estrutura com as placas de drywall fixando-as com parafusos na estrutura de alumínio (Figura 12) em seguida foi passada massa de gesso para cobrir as imperfeições deixadas na execução (Figura 13).

**Figura 12.** Fechamento com as placas de drywall.



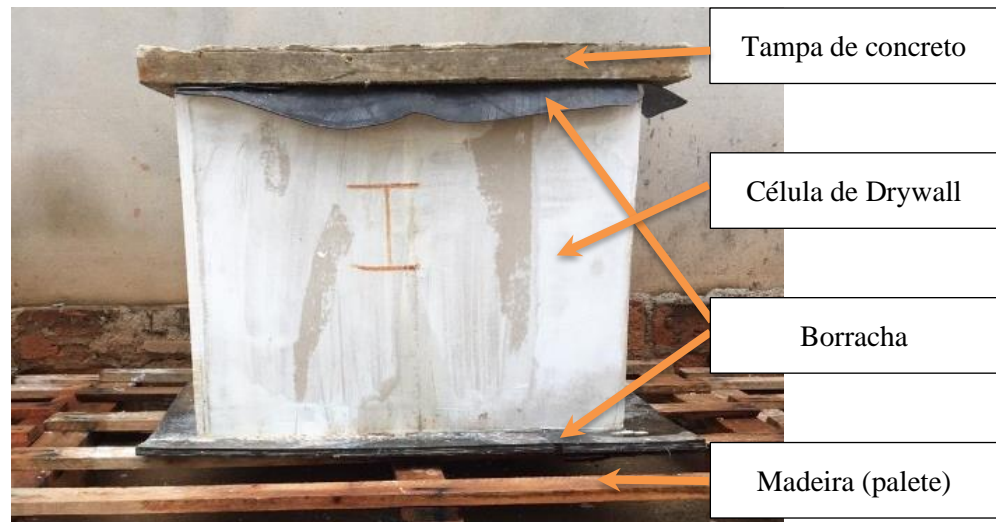
**Fonte:** Autores, (2020).

**Figura 13.** Celulas em Drywall



**Fonte:** Autores, (2020).

**Figura 14.** Celula de drywall mapeada.



**Fonte:** Autores, (2020).

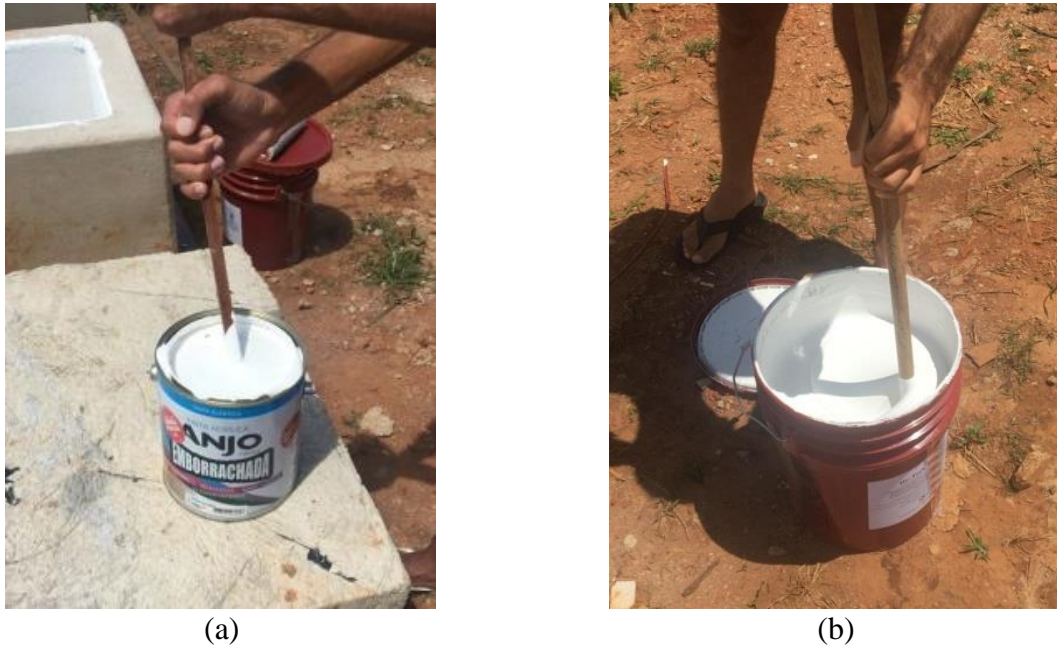
Para comparação e avaliação do desempenho acústico foram utilizados dois tipos de tintas sendo uma nacional tinta acrílica emborrachada da marca Anjo, e uma tinta internacional importada dos Estados Unidos da America (EUA) tinta *acousti-coat* da marca *hy-tech*.

Na primeira célula teste, não foi aplicada nenhuma das tintas ficando como testemunha, na segunda célula teste, aplicada a tinta acrílica emborrachada na parte interna das paredes em rolo diluída em 10% de água por 04 demãos seguindo as instruções conforme as indicações do fabricante. Na terceira célula teste também na parte interior aplicada duas demãos do segundo tipo de tinta isolante acústica importada do EUA, da mesma forma foram seguindo os mesmos critérios de aplicação nas células construída em drywall.

### 3.2 PROCESSOS DE PINTURA

A seleção adequada do método de aplicação da tinta e o cuidado com alguns requisitos durante todo o período de aplicação têm total influência no desempenho da tinta e no resultado final. Por se tratar de uma tinta com um desempenho tecnológico de isolamento acústico superior aos das tintas convencionais, é necessário uma atenção muito maior, na (Figuras 15 a e b) mostra sendo feita a preparação das tintas conforme descrito no rotulo do fabricante agiti (misture) antes de usar bem a tinta para homogeneização.

**Figura 15.** Preparação da tinta.



**Fonte:** Autores, (2020).

O método de aplicação da tinta usado nesse experimento foi com o rolo de lã de carneiro, e a vantagem por se usar o rolo para fazer a aplicação da tinta é que o rendimento é maior. Sua aplicação é feita mergulhando o rolo na tinta, e permite a retirada de excessos. Em ambas as tintas utilizadas foram feitas 03 demãos de 3 em 3 horas de prazo, o que é indicado pelo fabricante. Na Figura 16 mostra as paredes da parte interna da célula teste pintada.

**Figura 16.** Pintura das células testes.



**Fonte:** Autores, (2020).

### 3.3 PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS

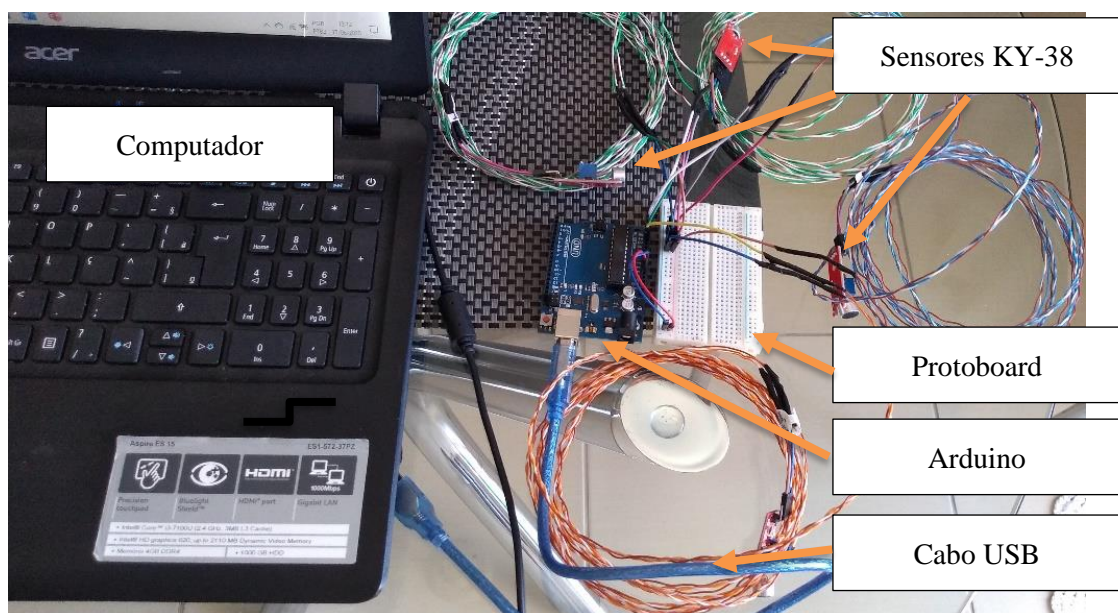
#### 3.3.1 Sistema de aquisição de dados e central monitoramento

O sistema de aquisição de dados e composto por:

- 04 sensores detector de som modelo KY-38;
- 01 placa de Arduíno (modelo Uno R3, com microcontrolador *ATmega328*, digitais e 6 analógicas);
- 01 *protoboard*;
- 01 cabo USB.

Para a medição e aquisição de dados do trabalho foi montado um programa utilizando Arduíno tendo a mesma função de um decibelímetro, onde o processo de montagem do programa (*hardware*) iniciou a partir do encaixe dos cabos dos sensores a unidade de processamento (Arduíno Uno R3), e depois conectado a matriz de contato da *protoboard*, por final ligado ao computador. O sistema de aquisição de dados pode ser observado na Figura 17 abaixo.

**Figura 17.** Sistema de aquisição de dados



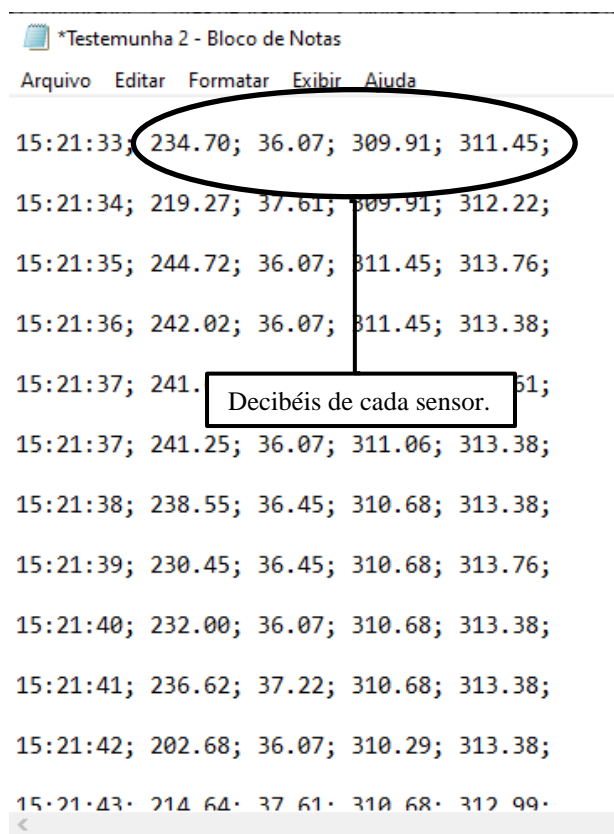
**Fonte:** Autores, (2020).



### 3.3.2 Software

O *software* foi desenvolvido na própria interface de desenvolvimento do Arduino. Ele de modo simplificado, quando inicializado, aciona os sensores (KY-38), que captura os dados lidos pelos sensores e imprime na tela do computador conectado a via porta USB e armazena, em arquivo do tipo texto, na Figura 18 mostra os dados armazenados no arquivo texto registrado a cada segundo, com horas e de decibéis (dB).

**Figura 18.** Bloco de armazenamento de dado em texto.



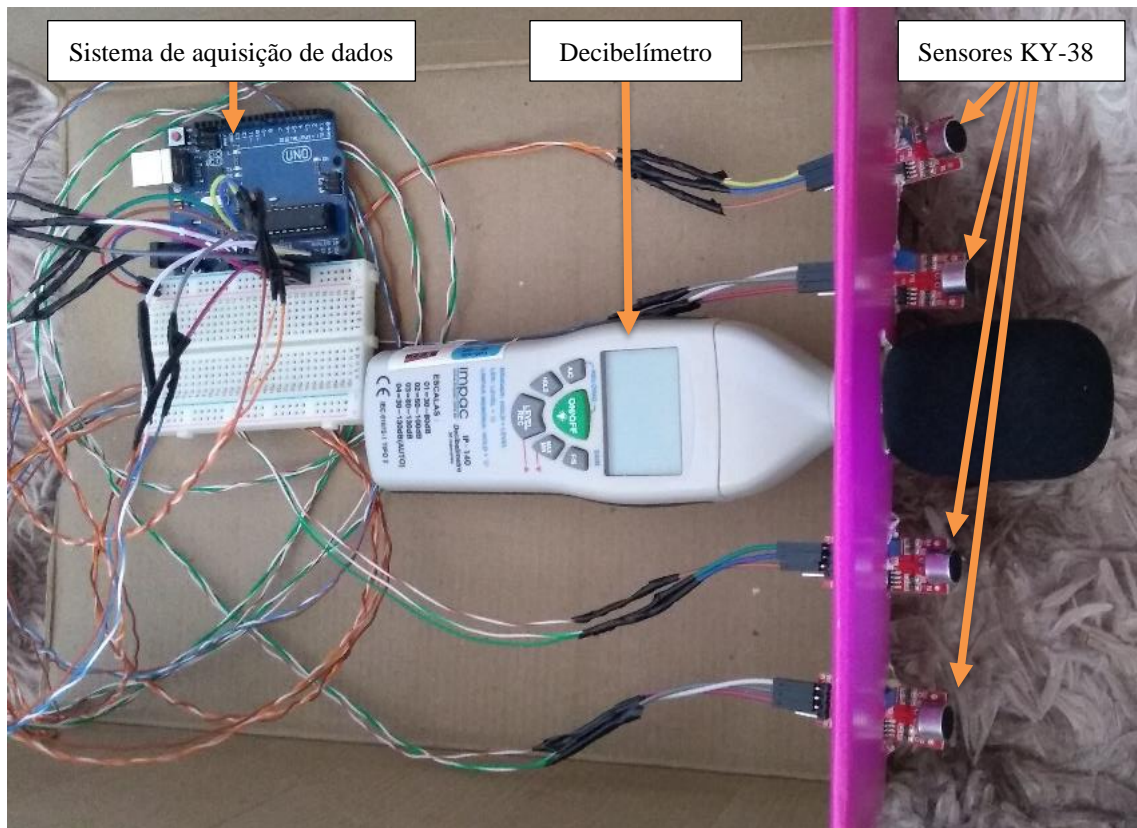
**Fonte:** Autores, (2020).

### 3.3.3 Validação dos sensores

Para que os resultados (dados) obtidos pelos sensores utilizado neste trabalho, que tivessem uma confiabilidade de valores científico, foram realizados uma validação dos sensores. Para este processo comparou-se o decibeis lido pelo sensor KY-38 com o decibeis registrado pelo decibelímetro.

Para que fosse possível, foi construída um sistema para a fixação de todos os sensores (KY-38 e decibelímetro), de modo a obter as mesmas características ambientais. A comparação ocorreu durante 10 minutos e os dados colhidos a cada 1 segundo. Na Figura 19 mostra como foi feita a validação dos sensores com o decibelímetro.

**Figura 19.** Calibração dos Arduínos.



**Fonte:** Autores, (2020).

### 3.3.4 Medição do som/ruído.

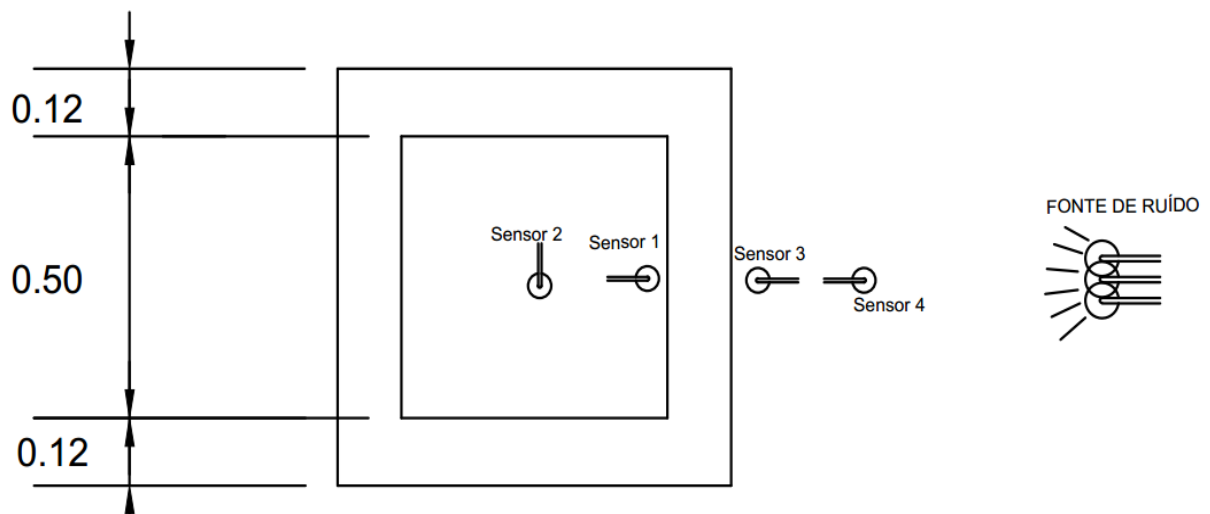
Nas células teste, foram postos quatro sensores para medir o ruído, sendo um sensor voltado direto para a fonte geradora de ruído, um segundo na parede do lado externo, o terceiro na parede do lado interno e o quarto posicionado no interior da célula testes. Utilizamos de um pedaço de cano de 100 com comprimento de 30 cm com uma passagem localizada de som focando o ruído na direção da parede para ter uma certeza que o som não dispersava ou variava até chegar aos sensores.

Os sensores foram fixados por fita adesiva e a comunicação dos mesmos ate o sistema de aquisição de dados deu-se por cabos de rede passados entre a tampa e parede da célula teste modo aéreos.

### 3.3.5 Posição dos Sensores

Na Figura 20, foram detalhadas em projeto as posições de todos os 04 sensores, sendo, sensor 1 encostado na parede no interior da célula, sensor 2 no meio da célula teste, sensor 3 encostado na parede externa e o sensor 4 um pouco mais afastado da parede próximo a fonte geradora de ruído.

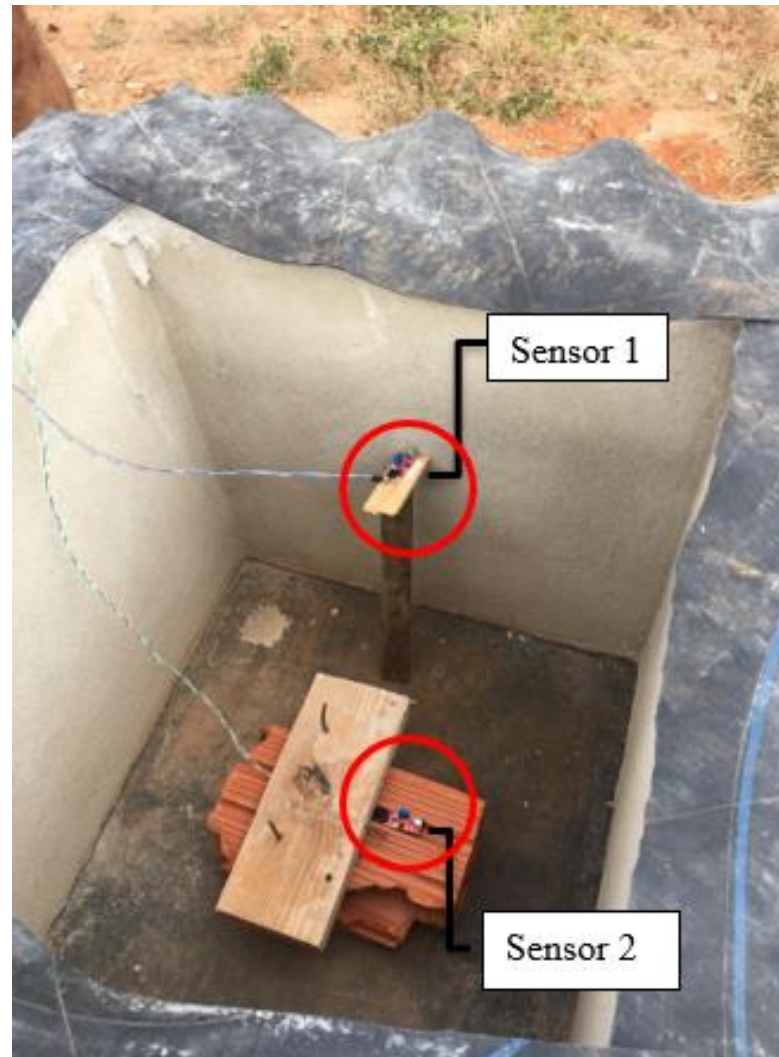
**Figura 20.** Cotas na Horizontal para Identificar a Distancia dos Sensores.



**Fonte:** Autores, (2020).

Os sensores 1 e 2 estão posicionados da seguinte forma: o sensor 1 está encostado na parede interna e o sensor 2 está no meio da célula teste, como mostra a Figura 21.

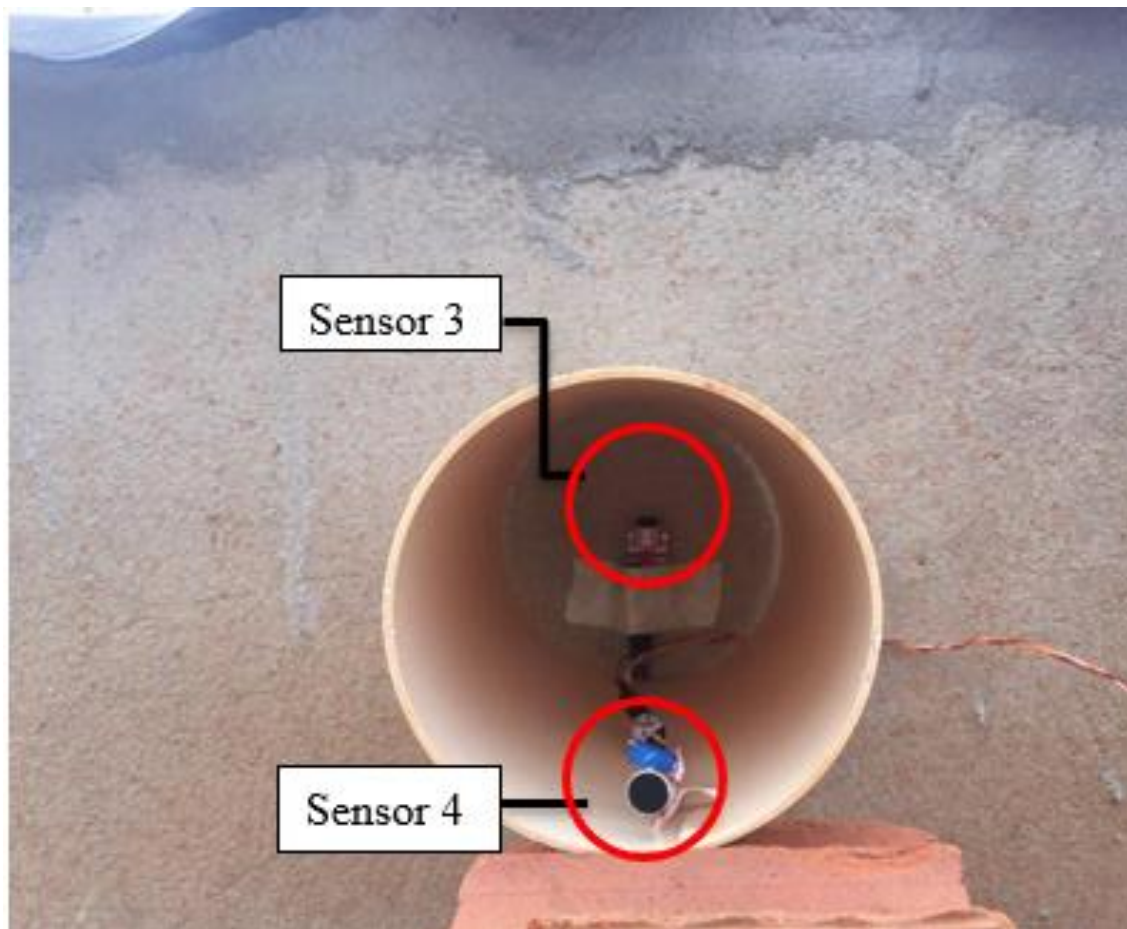
**Figura 21.** Sensores internos.



**Fonte:** Autores, (2020).

Os sensores 3 e 4 estão posicionados da seguinte forma: sensor 3 está encostado na parede externa e o sensor 4 está um pouco mais afastado da parede externa na direção da fonte de ruído, como mostra a Figura 22.

**Figura 22.** Sensores externos.



**Fonte:** Autores, (2020).

### **3.3.6 Período de coleta de dados**

Como o trabalho apresentado tem como a finalidade de comparar a eficácia de redução de ruído de uma tinta para outra em diferente estrutura (alvenaria e drywall), o período e tempo de coleta de dados foram de 10 minutos para cada célula teste, onde o sistema de aquisição de dados registrada a cada um segundo os decibéis na parte externa e interna.

## **3.4 INSTRUMENTOS DE TRANSMISSÃO DE SOM/RUIDOS**

Para que fosse possível medir a transmissão dos ruídos que passassem para a parte interna das células teste, foi utilizado uma corneta de festa movida por força manual obtendo uma constante de ruído em decibéis 310 dB.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DADOS COLETADOS

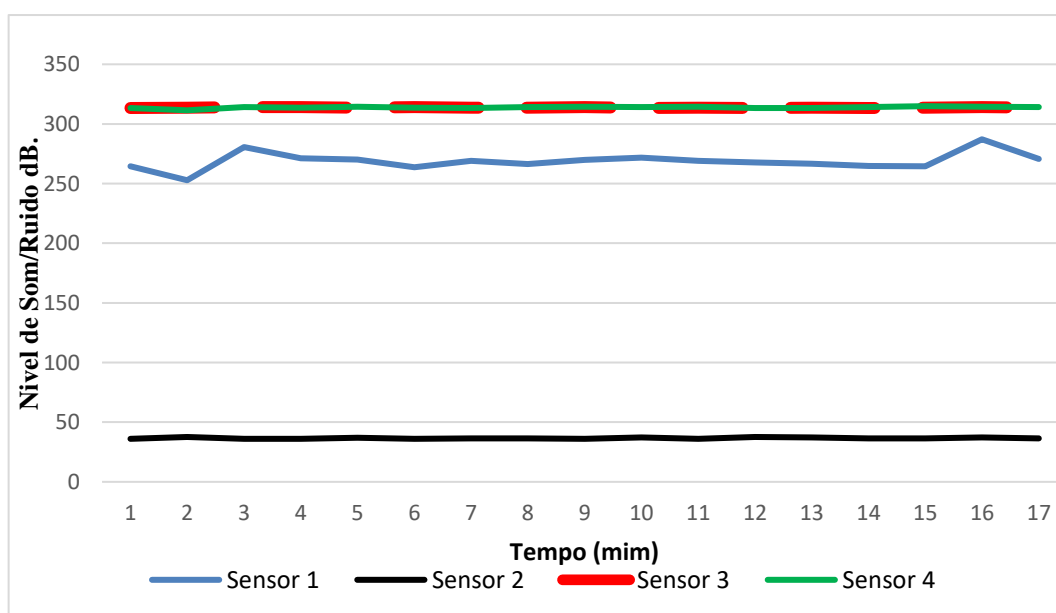
Os resultados analisados serão apresentados a partir dos dados de monitoramento de isolamento acústico feito nas células teste. Onde foi comparado o nível de ruído em decibéis que passa do ambiente externo para o interno de todas as células teste.

Para que fosse possível fazer a comparação foram utilizados 04 sensores posicionados em locais diferentes nas células teste, após a obtenção dos dados de comparação entre os sensores, traçou-se um gráfico de variação de ruído em função do tempo de ensaio de ruído.

#### 4.1.1 Células testes de alvenaria

Na Figura 23 temos a comparação dos níveis de ruídos na célula teste de alvenaria testemunha, que é referenciada como testemunha, porque na mesma não houve nenhum tipo de tratamento acústico o objetivo e comparar o quanto a estrutura em alvenaria absorve ruído sem receber tratativa de isolamento acústico. Através dos dados obtidos podemos visualizar que nos sensores 2, 3 e 4 os níveis de ruídos permaneceram estáveis, já no sensor 1 houve uma variação sendo o nível de ruído que passa pela parede do lado interno.

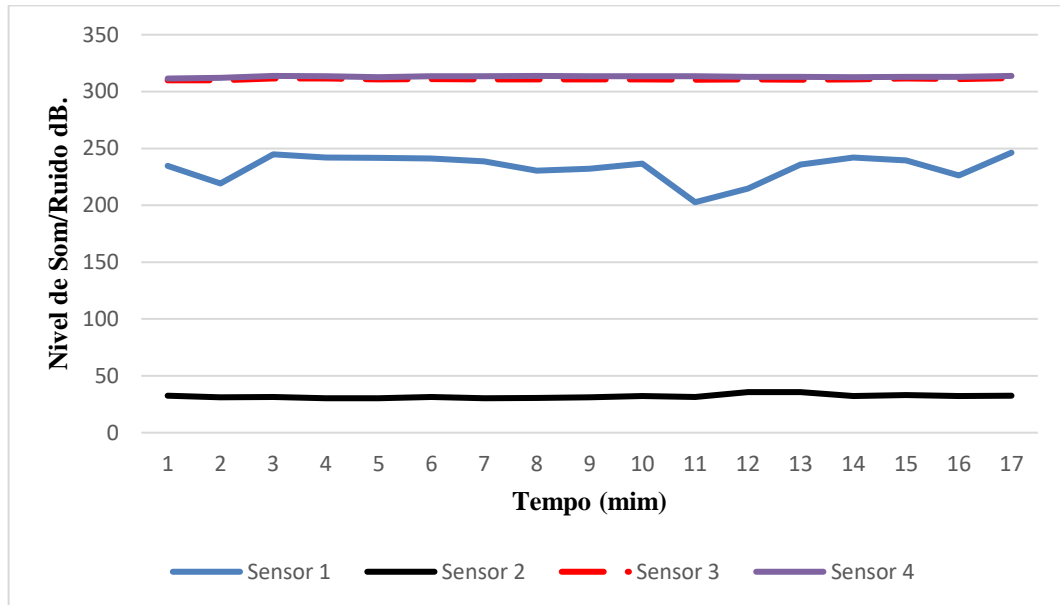
**Figura 23.** Célula teste de alvenaria testemunha



Obs.: O sensor 1 que está posicionado na parede interna, sensor 2 está posicionado no meio da célula parte interna, sensor 3 posicionado na parede do lado externo e o sensor 4 na ponta do cano direcionado diretamente a fonte geradora de som/ruído.

Na Figura 24, onde a célula teste foi a que recebeu o primeiro tipo de tinta para tratamento acústico continuou testando os sensores 2, 3 e 4 constantes e uma variação considerável no sensor 1 posto na parede do lado interno da célula testes.

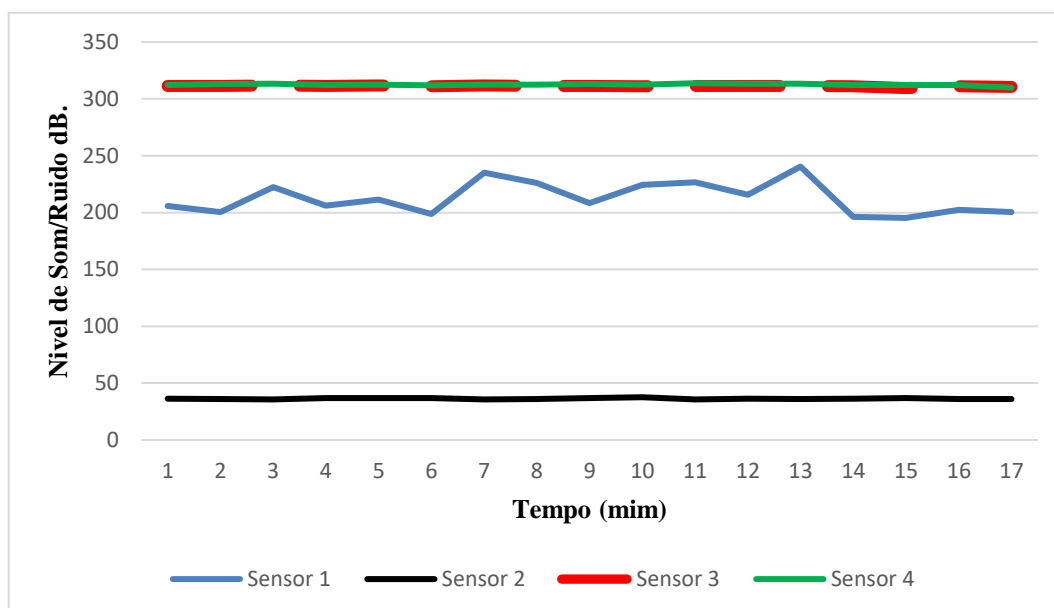
**Figura 24.** Célula teste de alvenaria tinta acrílica emborrachada



Obs.: O sensor 1 que esta posicionado na parede interna, sensor 2 esta posicionado no meio da celula parte interna, sensor 3 posicionado na parede do lado exeterno e o sensor 4 na ponta do cano direcionado diretamente a fonte geradora de som/ruído.

Na Figura 25, comparando a ultima célula teste que recebeu o segundo tipo de tinta para tratamento de isolamento acustico, tornamos ter os sensores 2, 3 e 4 com resultados constantes e ocorrendo variação somente no sensor 1 demonstrando a eficaci da tinta.

**Figura 25.** Celula teste alvenaria tinta *acouti-coat*.



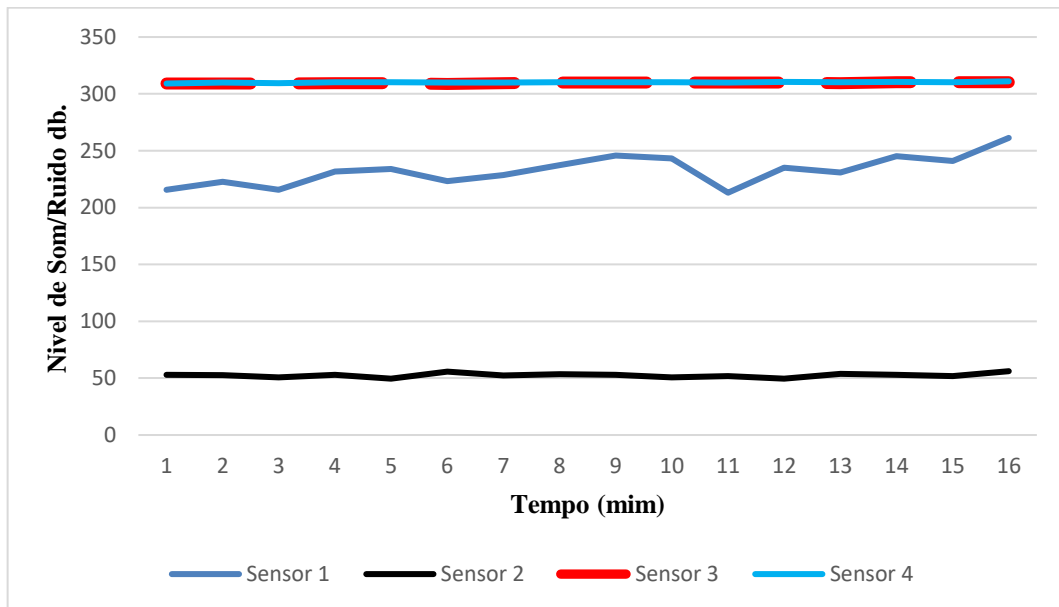
Obs.: O sensor 1 que esta posicionado na parede interna, sensor 2 esta posicionado no meio da celula parte interna, sensor 3 posicionado na parede do lado exeterno e o sensor 4 na ponta do cano direcionado diretamente a fonte geradora de som/ruído.

#### 4.1.2 Células testes de drywall

Na Figura 26, se inicializa o comparativo no segundo tipo de estrutura de célula teste em drywall outro método construtivo bastante usado na engenharia civil na divisão e repartimentos de ambiente. Na primeira célula teste a tipo testemunha, qual não houve tratamento de isolamento acustico fazendo a comparação da estrutura. Conforme os dados obtidos nos sensores se torna bem visível a variação no sensor 1 o qual está posicionado na parede do lado interior da célula teste, medindo o nível de ruído que passa para o lado interno, quanto aos demais sensores 2, 3 e 4 não foi possível observar variações consideráveis.

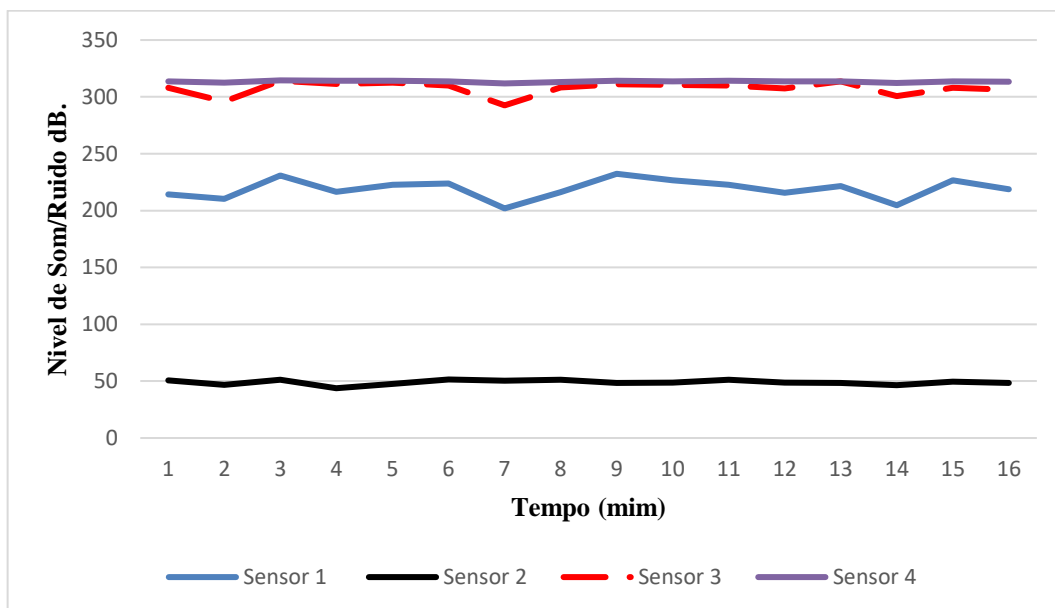


**Figura 26.** Celula teste drywall testemunha.



Obs.: O sensor 1 que esta posicionado na parede interna, sensor 2 esta posicionado no meio da celula parte interna, sensor 3 posicionado na parede do lado exeterno e o sensor 4 na ponta do cano direcionado diretamente a fonte geradora de som/ruído.

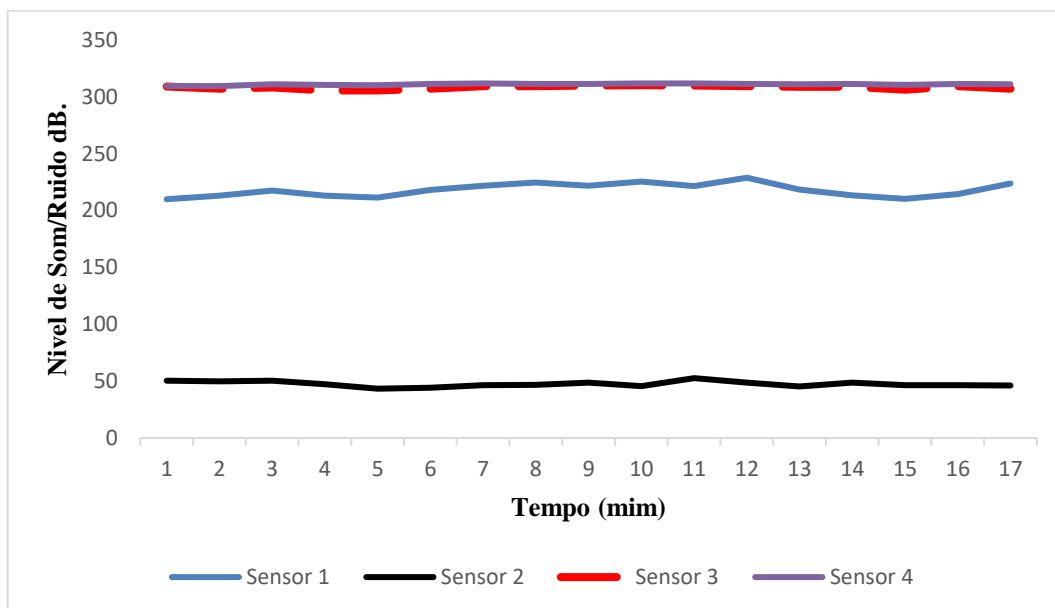
Na Figura 27, verificado na célula teste que já submeteu ao primeiro tipo de tinta para tratativa em isolamento acústico, obtivemos comportamentos de variações em dois dos sensores posto na célula teste sensor 1 e 3, onde o sensor 1 capitando a diferença do ruído na parte interna da célula e o 3 da parte da parede do lado externo, sensores 2 e 4 não sofreram variações.

**Figura 27.** Celula teste drywall tinta acrílica emborrachada.

Obs.: sensor 1 que esta posicionado na parede interna, sensor 2 esta posicionado no meio da celula parte interna, sensor 3 posicionado na parede do lado exeterno e o sensor 4 na ponta do cano direcionado diretamente a fonte geradora de som/ruído.

Na Figura 28, a última célula teste onde recebeu o segundo tratamento para isolamento acustico, obtivemos variações no sensores 1 e 2 bastante satisfatórios para o trabalho, por se tratar dos dois sensores posicionado na parte interna da célula, quanto aos sensores 3 e 4 não tiveram variações, mantendo-se estáveis.

**Figura 28.** Celula teste drywall tinta *acousti-coat*



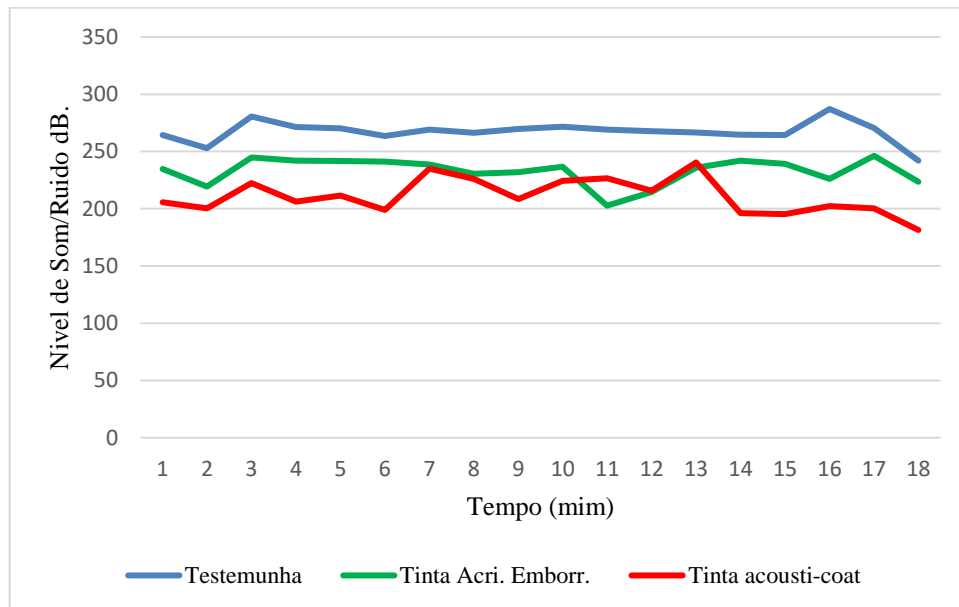
Obs.: sensor 1 que esta posicionado na parede interna, sensor 2 esta posicionado no meio da celula parte interna, sensor 3 posicionado na parede do lado exeterno e o sensor 4 na ponta do cano direcionado diretamente a fonte geradora de som/ruído.

#### 4.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ISOLAMENTO ACÚSTICO

Para a avaliação do desempenho de isolamento acústico dos dois tipos de tinta estudados, foi levado em consideração os valores e porcentagem de absorção que cada tinta prescreve em sua descrição do produto (fabricante). Embasando sua eficácia conforme a Norma Brasileira (NBR) 10.151/2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o ruído em áreas residenciais não deve ultrapassar 55 dB no período diurno (7 h às 20 h) ou 50dB no período noturno (20 h às 7 h).

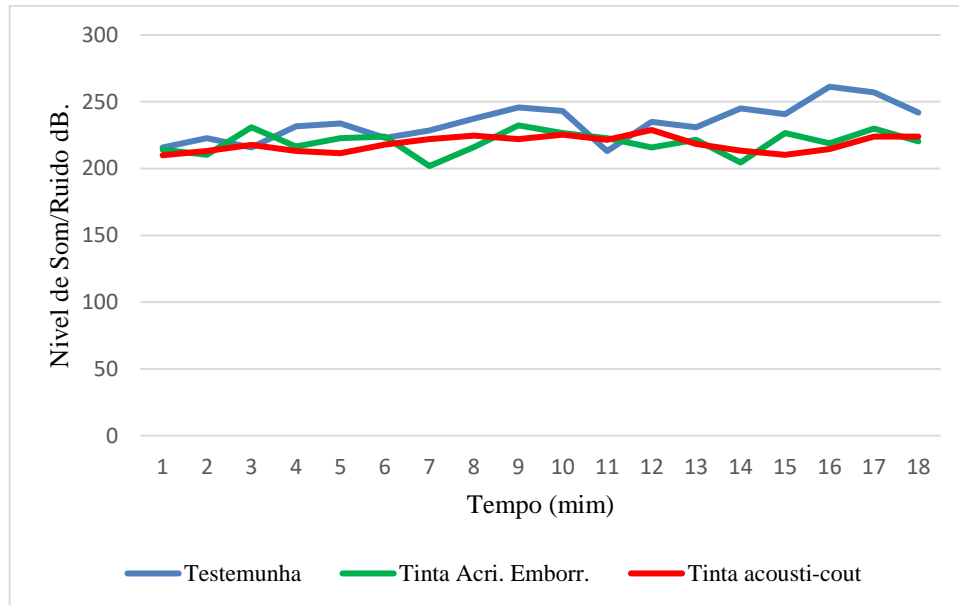
Ao analisar o nível de ruído que passa na parede para a parte interior nas células teste de alvenaria registrado pelo sensor 1, conseguimos verificar a variação de uma para outra conforme mostra os Gráficos abaixo.

Comparativo do sensor 1 nas células teste de alvenaria e drywall, mostrados na Figura 29.

**Figura 29.** Comparativo de Ruído Sensor 1 nas Celulas Testes - Alvenaria.

Obs.: sensor 1 que esta posicionado na parede interna da celula teste.

Após comparar os resultados captados no sensor 01 (sensor encostado na parede interna) das células teste de alvenaria e drywall, foi possível chegar à conclusão que em relação à alvenaria, a tinta *acousti-coat* apresentou melhor eficácia, visto que de acordo com a Figura 30, pode-se perceber que a passagem de ruído para dentro da célula testes de alvenaria com o tratamento acústico da tinta *acousti-coat* foi menor que na tinta acrílica emborrachada e na testemunha. Com isso, o conforto acústico em uma estrutura de alvenaria aplicando o tratamento com a tinta *acousti-coat* é melhor.

**Figura 30.** Comparativo de Ruído Sensor 1 nas Celulas Testes - Drywall

Obs.: sensor 1 que esta posicionado na parede interna da celula teste.

Quanto aos testes das células de drywall, foi possível observar através da Figura 30, que não houve diferença de melhor desempenho para que fosse possível dizer em quais das tintas o isolamento acústico foi mais eficaz.

## 5 CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi avaliado através de um estudo comparativo, o desempenho de isolamento acústico de dois tipos e nacionalidades diferentes de tintas: tinta acrílica emborracha e tinta *acousti-coat*, utilizando o método de medição *in loco* por meio de células teste. O Arduíno usado neste trabalho foi projetado e validado para adquirir e armazenar os dados de medição e monitoramento dos decibéis. Este sistema mostrou satisfatório e compatível com a necessidade do trabalho, porém, o sistema ainda pode ser melhorado, pois existem sensores com níveis de apuração e detecção de ruído mais precisos e sensíveis podendo chegar a ser superior ao sistema de detecção do decibelímetro.

Através dos testes realizados, chegou-se a conclusão que os dois tipos de tintas utilizadas na tratativa de isolamento acústico, se mostram bem eficazes na absorção de som/ruído. Tanto a tinta acrílica emborracha de nacionalidade brasileira, quanto à tinta *acousti-coat* de nacionalidade internacional demonstraram que realmente possuem um ótimo tratamento acústico, principalmente na estrutura de alvenaria, como mostra na Figura 29. A tinta *acousti-coat* apresentou melhor eficácia na estrutura de alvenaria que a tinta acrílica emborrachada, impedindo mais a passagem de som/ruído para o interior da célula teste. Quanto à estrutura de drywall, a tinta *acousti-coat* também apresentou um melhor desempenho, como mostra na Figura 30, porém, os dois tipos de tintas apresentaram resultados satisfatórios em relação aos seus respectivos manuais do fabricante.

Se acrescentar o custo benefício como critério de comparação entre as tintas para tratativas de isolamento acústico, a tinta acrílica emborracha é a opção mais viável, visto que o custo de aquisição está muito menor que a tinta *acousti-coat*, visto que a tinta *acousti-coat* tem todos os gastos com frete da importação e um custo maior pelo produto.

Um ponto importante do projeto realizado foi o método de aquisição de dados obtidos, utilizando Arduino e sensores detectores de ruído, comprovou-se que com pouco investimento é possível criar um datalogger, 100% programável. Se for comparar à equipamentos profissionais e específicos de alto custo, teve-se a mesma eficácia.

Chegando a conclusão que os objetivos proposto no trabalho foram respondidos através dos testes e obtenção dos resultados adquiridos conforme apresentados e discutidos no trabalho, onde a tinta de nacionalidade estrangeira (fabricação internacional) tinta *acousti-coat* mostrou melhor do que a tinta de nacionalidade brasileira tinta acrílica emborrachada nos dois tipos de estrutura pre dispostos (alvenaria e drywall).

Na perspectiva de continuação deste trabalho, seria interessante obter os dados em um período de tempos maior, buscando aperfeiçoar e aprimorar o sistema de aquisição de dados.

Após os estudos e testes feitos, foi descoberto que existem outros tipos de sensores de Arduíno que possui um captador sonoro mais sensível preciso em relação ao que foi utilizado; foi descoberto também outras formas de melhorar as células teste na parte de acabamentos e isolamento, evitando frestas (espaços para passagem de som), de acomodar as células em um local específico destinado a realização de ensaios (laboratório), de também utilizar um equipamento para geração de som/ruído com base e certificação em normativas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2013: Desempenho de Edificações Habitacionais.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15 575**: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013, 381 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DRYWALL. **Desempenho acústico em sistemas drywall**. 2013, 23p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE DRYWALL. Resíduos de Gesso na Construção Civil – Coleta, Armazenagem e Destinação para Reciclagem – 2ª edição. São Paulo – SP, setembro de 2011.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. 2 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2011. 380 p.

COMISSÃO DE MATERIAIS E TECNOLOGIA (COMAT) - Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON). Sistema Drywall. Minas Gerais – MG, 2009- 2012.

DUARTE, R. B. Recomendações para o projeto e execução de edifícios de Alvenaria Estrutural, ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica, Porto Alegre - RS, 1999.

HOPPEN, N.; MEIRELLES, F. S. Sistemas de informação: um panorama da pesquisa científica entre 1990 e 2003. *Revista de Administração de Empresas*, v. 45, n. 1, p. 24–35, 2005.

KAGEYAMA, T.; KABUTO, M.; NITTA, N.; KUROKAWA, Y.; TAIRA, K.; SUZUKI, S.; TAKEMOTO, T. A cross-sectional study on insomnia among Japanese adult women in relation to night-time road traffic noise. *Journal of Sound and Vibration, England*, v. 205, n. 4, p. 387-391, 1997.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. Execução e inspeção da alvenaria racionalizada. 3.ed São Paulo: O Nome da Rosa, 2004. 104 p.

LAUREANO, M. **Programando em C para Linux, Unix e Windows**. 2005.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. 1º Edição ed. São Paulo: 2012.

PAIXÃO, D. X. **Caracterização do isolamento acústico de uma parede de alvenaria, utilizando análise estatística de energia (SEA)**. 2002. 161 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PARSEKIAN, Guilherme Aris; SOARES, Márcia Melo. Alvenaria Estrutural Em Blocos Cerâmicos – Projeto, Execução E Controle. São Paulo: Nome da Rosa, 2010.

SILVA, P. **Acústica arquitetônica e condicionamento de ar**. 5 ed. Belo Horizonte: EDTAL E. T. Ltda, 2005. 339 p.

SONDA, Rafael. Alvenaria Estrutural – Um Processo Construtivo Racionalizado. 2007. Dissertação – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

T. E. A. F. DE SENSORES-2006. Tutorial, Aplicações, Funcionamento e Utilização de Sensores. Disponível em:



<[http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000\\_kdr5000/tutorial\\_eletronica\\_-\\_aplicacoes\\_e\\_funcionamento\\_de\\_sensores.pdf](http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores.pdf) >. Acesso em: 10 junh. 2020.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, Pub. **Sensores Industriais–Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Érica. 2005

TINTA, ANJO, Disponível em: <https://www.anjo.com.br/produto/tinta-emborrachada-29>. Acessado em: nov.2019.

VIANNA, Nelson Solano; RAMOS, José Ovídio. **Acústica arquitetônica & urbana**. Apostila do Curso de Extensão em Arquitetura e Urbanismo da Empresa YCON. 2005, 79 p.

ISOLAMENTO, ACUSTICO, Disponível em: <https://www.saint-gobain.com.br/obra-sen-dor/nossos-produtos/isolamento-termico-e-acustico>. Acessado em: nov.2019.

NAKAMURA, JULIANA. **Conforto acústico**. Revista Técnica, 106ª Edição, Ano XIV, 2006, p.44-47.

VIANNA, Nelson Solano; RAMOS, José Ovídio. **Acústica arquitetônica & urbana**. Apostila do Curso de Extensão em Arquitetura e Urbanismo da Empresa YCON. 2005, 79 p.

CONFORTO, ACUSTICO, Disponível em: <https://knauf.com.br/conforto-acustico/>. Acessado em: dez.2019.

SAINT-GOBAIN. **Catálogo Placa Cimentícia**. Disponível em: <<http://www.brasilit.com.br/produtos/placacimenticia>. >.Acessado em: abr. 2019.