

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA**  
**PROGRAMA DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL TECNOLÓGICA– PROFITEC**  
**CURSO TECNÓLOGO EM DESIGN DE INTERIORES**  
**GLEYCIA DA SILVA NUNES**

**PROJETO DE AMBIENTAÇÃO DE INTERIORES DA ESCOLA DE MÚSICA**  
**MAESTRO ALMIR GARCÊZ ASSAÍ, DE BACABAL - MA**

**GLEYCIA DA SILVA NUNES**

**PROJETO DE AMBIENTAÇÃO DE INTERIORES DA ESCOLA DE MÚSICA  
MAESTRO ALMIR GARCÊZ ASSAÍ, DE BACABAL – MA**

Monografia apresentada ao curso de Design de Interiores da Universidade Estadual do Maranhão como requisito necessário à obtenção do título de Tecnólogo em Design de Interiores.

Orientador: Prof. Mestre Nairama Pereira Barriga Feitosa

Bacabal- MA

2023

NUNES, Gleycia da Silva

Projeto de ambientação de interiores da escola de música Maestro Almir Garcêz Assaí, de Bacabal - MA/ Gleycia da Silva Nunes. - Bacabal, 2022.

92 f

TCC (Graduação) - Curso Tecnólogo em Design de Interiores, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientador: Prof. Mestre Nairama Pereira Barriga Feitosa

1. Conforto. 2. Acústica. 3. Escola de Música. 4. Educação.

GLEYCIA DA SILVA NUNES

**PROJETO DE AMBIENTAÇÃO DE INTERIORES DA ESCOLA DE MÚSICA  
MAESTRO ALMIR GARCÊZ ASSAÍ, DE BACABAL – MA**

Monografia apresentada ao curso de Design de Interiores da Universidade Estadual do Maranhão como requisito necessário à obtenção do título de Tecnólogo em Design de Interiores.

Orientador: Prof. Mestre Nairama Pereira Barriga Feitosa

Aprovada em, 16/02/2023.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Mestre Nairama Pereira Barriga Feitosa (ORIENTADOR)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO -UEMA

---

Prof. Me.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO -UEMA



---

Prof.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO -UEMA

*À minha mãe Ana Cleide, pelos esforços, confiança,  
exemplo de virtudes, amor e astúcia com que me  
incentiva hodiernamente a buscar pelo saber e seguir  
pelos caminhos de Deus.*

## **AGRADECIMENTOS**

Impreterivelmente louvo em ação de graças a Deus pela força diária, saúde e todo conhecimento que me permite adquirir, sendo meu alicerce para buscar e almejar meus sonhos.

À minha mãe Ana Cleide por todo apoio, amor e paciência em todos os processos.

Aos meus familiares por todo apoio, carinho e incentivo em todos os momentos.

Aos meus amigos, em especial Elias Mesquita, Ana Clara Coelho, Amanda Rogéria e João Alersson por todo apoio, cumplicidade e empatia em momentos escassos de criatividade, e por acreditarem no meu potencial.

À empresa que presto serviço, Livicam Engenharia e toda a Família Oliveira, foram peças fundamentais durante todo o processo de caminhada e responsável pela lapidação de todo conhecimento adquirido.

Aos profissionais, amigos e parceiros que influenciaram direta e indiretamente para a elaboração dessa análise.

À professora Nairama Barriga por aceitar-me orientar, repassando seu extenso conhecimento sobre arquitetura, sendo um primordial para o incrementar desta pesquisa.

## **RESUMO**

Decorrente de estudos, e procurando o que melhor representasse o município de Bacabal - MA, o projeto a seguir foi criado procurando unificar a música e o design, a partir da adequação da Escola de Música municipal Maestro Almir Garcêz. Levando em consideração principal a localização do terreno e as salas de aula. O projeto foi tem como objetivo elaboração de proposta de ambientação Escola de Música Maestro Almir Garcêz Assaí, para a cidade de Bacabal – MA, com enfoque na acústica e na arquitetura, atendendo as necessidades e interesses ambientais, sociais, culturais e econômicos de acordo com a dinâmica real do município; estudando as diretrizes de conforto ambiental (principalmente acústico) e desempenho da edificação para aplicação em uma proposta de Escola de Música; desenvolvendo o projeto que apresente racionalização desempenho e funcionalidade, além de possibilitar para a cidade de Bacabal - MA uma edificação com as melhores soluções acústicas possíveis. O método escolhido parte de revisão até o desenvolvimento do projeto de ambientação, das salas de canto/auditório, sala de violão, sala de bateria e fachada. Em suma, o projeto apresenta materiais e especificações técnicas pontuadas nas normativas nacionais mostrar a importância da música e do impacto do design para a comunidade.

**Palavras-chave:** Conforto, Acústica, Escola de Música, Educação

## **ABSTRACT**

As a result of studies, and looking for what best represented the municipality of Bacabal - MA, the following project was created seeking to unify music and design, based on the adequacy of the Municipal School of Music Maestro Almir Garcês. Taking into account the main location of the land and the classrooms. The objective of the project was to elaborate a proposal for the setting of Escola de Música Maestro Almir Garcez Assaí, for the city of Bacabal - MA, with a focus on acoustics and architecture, meeting the environmental, social, cultural and economic needs and interests in accordance with the real dynamics of the municipality; studying the guidelines for environmental comfort (mainly acoustic) and building performance for application in a proposal for a School of Music; developing the project that presents rationalization, performance and functionality, in addition to providing the city of Bacabal - MA with a building with the best possible acoustic solutions. The chosen method starts from a revision until the development of the setting project, of the singing rooms/auditorium, guitar room, drum room and facade. In short, the project presents materials and technical specifications punctuated in national regulations to show the importance of music and the impact of design for the community.

**Keywords:** Comfort, Acoustics, School of Music, Education



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Reinauguração da Instituição.....	15
Figura 2. Apresentação dos alunos.....	16
Figura 3. Frequências audíveis por humanos .....	27
Figura 4. Comportamento do som .....	28
Figura 5. Definição do RT60.....	29
Figura 6. Tempos de reverberação ótimos.....	30
Figura 7. Levantamento arquitetônico .....	55
Figura 8. Fachada atual.....	57
Figura 9. Corredor interno.....	57
Figura 10. Desempenho Acústico das vedações verticais .....	58
Figura 11. Paredes e esquadrias da escola de música .....	59
Figura 12. Sala de teclado / violão .....	59
Figura 13. Sala de bateria.....	60
Figura 14. Planta de Layout .....	61
Figura 15. Planta de Layout geral.....	61
Figura 16. Sala de canto/ auditório – Vista Isométrica.....	62
Figura 17. Ambientação da sala de Canto/ Auditório .....	64
Figura 18. Planta de Layout- Sala de Bateria .....	66
Figura 19. Classe de desempenho acústico das portas .....	67
Figura 20. Nível de Conforto Acústico nas Edificações .....	68
Figura 21. Influência da Isolação Acústica sobre a inteligibilidade da fala.....	69
Figura 22. Vidro laminado .....	70
Figura 23. Vista Ortogonal / perspectiva.....	71
Figura 24. Ambientação da Sala de Bateria .....	72
Figura 25. Visualização em render da sala de Bateria.....	73
Figura 26. Disposição da organização das placas acústicas.....	74
Figura 27. Placa acústica hexagonal.....	75
Figura 28 Planta de Layout- Sala de Violão.....	77
Figura 29. Vista ortogonal e perspectivada da sala de violão.....	78
Figura 30. Ambientação Sala de violão .....	79
Figura 31. Ambientação Sala de violão .....	80
Figura 32. Informações das placas de forro de madeira .....	81
Figura 33. Placas de forro de madeira .....	82
Figura 34.3D Fachada da escola de música.....	82
Figura 35. Render fachada em Revit .....	84

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 MÚSICA.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 HISTÓRIA DAS ESCOLAS DE MÚSICAS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.1 MÚSICA E APRENDIZAGEM .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 ARQUITETURA E DESIGN ESCOLAR MUSICAL .....</b>	<b>21</b>
<b>3.4 CONCEITUAÇÃO DE ACÚSTICA .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1 Parâmetros acústicos subjetivos.....</b>	<b>25</b>
<b>3.5 TRATAMENTO ACÚSTICO EM ESCOLAS DE MÚSICAS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.5.1 Som direto, Early sound, Som reverberante.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5.2 Reverberação.....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.3 Vivacidade (Liveness) e Frequências médias (midfrequencies).....</b>	<b>31</b>
<b>3.6 CONFORTO ACÚSTICO.....</b>	<b>32</b>
<b>3.7 CONFORTO X MATERIAIS: MELHOR DESEMPENHO .....</b>	<b>33</b>
<b>3.7.1 Tratamento X Isolamento Acústico .....</b>	<b>35</b>
<b>3.7.1.2 Aplicações.....</b>	<b>35</b>
<b>3.8 NORMAS TÉCNICAS .....</b>	<b>37</b>
<b>3.8.1 NBR 15.575.....</b>	<b>38</b>
<b>4 REFERÊNCIAS PROJETUAIS .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Teatro Positivo Grande Auditório.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2 Escola de Música de Candelaria.....</b>	<b>42</b>
<b>4.3 Centro de Música da Escola Primária Penleigh e Essendon.....</b>	<b>44</b>

<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>47</b>
<b>5.1 LOCAL DO PROJETO .....</b>	<b>50</b>
<b>5.2 AGENTES DE INTERVENÇÃO E SEUS OBJETIVOS .....</b>	<b>53</b>
<b>5.3 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO.....</b>	<b>53</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>86</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A música é de todas as artes, a mais dinâmica e comunicativa. É uma arte sublime, bela, expressiva, seja nas suas manifestações populares, seja nas suas formas folclóricas, líricas ou clássicas (BARROS, 1973). Ela é Universal, está presente em todo o mundo, de diversas maneiras, sendo compreendida por todos os povos. Estudos científicos têm mostrado que a musicalização ou aprendizagem de um instrumento podem ajudar na assimilação de conteúdos e disciplinas relacionados à lógica e concentração. Ou seja, a música possibilita às pessoas e, em especial, aos alunos o desenvolvimento de diversas habilidades, como: lógica matemática, criatividade, crescimento emocional, etc.

O ser humano, em seu processo de evolução, buscou diferentes formas de manifestar seus sentimentos, comunicar e expressar suas emoções. Para Silva (2010), as múltiplas formas de linguagem foram propulsoras dessa evolução. A música, que é uma forma de linguagem, é uma manifestação de arte que se faz presente em vários momentos da vida e exerce um papel importante na formação do ser humano desde a infância. Por meio da linguagem musical é possível desenvolver a linguagem oral, as artes corporais e a afetividade.

Como reconhecimento da importância e dos benefícios da música para as pessoas, principalmente na educação, foi sancionado no Brasil, pelo Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, no dia 18 de agosto de 2008, a Lei Nº 11.769, que tornou obrigatório, mas não exclusivo, o ensino da música na educação básica no Território Nacional, o que significa que a atividade pode ser integrada a disciplinas como artes, sem construir uma matéria específica.

O Brasil, uma república federativa, é formado por 26 estados federados, divididos em 5 570 municípios, além do Distrito Federal (IBGE, 2010). De acordo com o Censo de 2013, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais- INEP há no Brasil mais de 215 mil escolas públicas de educação infantil, ensino fundamental, ensino médio, educação de jovens e adultos e de educação especial. Dentre essas escolas pouquíssimas cumprem a lei nº 11.769/08, implantando a música em sua grade curricular, devido a vários fatores: a falta de projetos e estruturadas escolas para o ensino da música, de profissionais especializados, e da falta de propostas pedagógicas e metodológicas adequadas para esse contexto (CÁRICOL, 2012).

Vale ressaltar, ainda no contexto nacional, que há nas diversas regiões do país programas voltados a música nas escolas, desenvolvido na maioria das vezes por iniciativa estadual e municipal, no entanto, a grande maioria das escolas não possui ao menos uma sala com tratamento acústico, que pudesse possibilitar o melhor ensino da música.

Com base nisso, a proposta deste estudo tem como campo de pesquisa, a escola de música situada no município de Bacabal -MA, que tem como auxílio de funcionamento a prefeitura municipal.

A escola de Música de Bacabal foi inaugurada no ano de 2006. Em 2013 passou a ser denominada de Almir Garcêz Assaí em homenagem a um dos grandes incentivadores da música em nosso município. Ao longo dos anos a Escola de Música Maestro Almir Garcêz Assaí vem contribuindo significativamente com a cultura e a formação musical de Bacabal.

Tal proposta também foi alvo de análise deste trabalho, vinculado às normas de acústica. A partir da necessidade de preencher essas lacunas como: a falta de projetos e estrutura adequados para o estudo da música nas escolas sejam físicas ou pedagógicas, de profissionais especializado, o presente trabalho tratará sobre uma Proposta de ambientação da Escola de Música para a cidade de Bacabal- MA.

A proposta, que contará com recintos projetados tanto para o isolamento quanto para o condicionamento acústico, proporcionará aos alunos estudar música de uma forma mais confortável, e também será ponto de encontro para outras atividades que poderão ser desenvolvidas em espaço aberto adequado.

A veemência pela ambientação do espaço educacional, Maestro Almir Garcêz Assaí, partir-se da preservação do patrimônio histórico e a valorização da instituição, que atende alunos a partir de 09 anos de idade, aliado ao intuito de recriar os espaços que utilizam parte do tempo e proporcionar um local com acústica favorável para o ensino-aprendizagem.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Na história da Humanidade a música sempre foi valorizada pelas qualidades que despertam e desenvolvem nos seres humanos: sensibilização, despertar das emoções, domínio do corpo humano como instrumento musical, corporeidade musical, domínio instrumental, disciplina individual e grupal e a memória cultural representada pela diversidade da cultura musical dos povos (SILVA, 2008).

Com sua universalidade, sempre esteve presente em diversos períodos da história. De acordo com a Revista o artigo seção da ÉPOCA de agosto de 2008, o neurocientista americano Daniel Levitin, que trabalhou para grandes estrelas da música pop, lançando uma teoria polêmica em seu livro *The World in Six Songs* (O Mundo em Seis Canções), sustenta que todas as canções, não importa em que categoria se encaixem, ajudam o cérebro a exercitar habilidades imprescindíveis à sobrevivência de nossos antepassados.

Ao transformar um sentimento ou informação em música, entra em ação a capacidade de abstração e de imaginação, exercitando o cérebro de diversas maneiras. Segundo Guerra (2012) estudos científicos comprovaram que o cérebro não dispõe de um “centro musical”, mas coloca em atividade uma ampla gama de áreas para interpretar as diferentes alturas, timbres, ritmos e realizar a decodificação métrica, melódico-harmônica e modulação do sistema de prazer e recompensa envolvido na experiência musical.

O processo mental de sequencialização e espacialização envolve altas funções cerebrais, como na resolução de equações matemáticas avançadas, e que também são utilizadas por músicos na performance de tarefas musicais. Na vida continuamente estamos cercados de sons e ruídos oriundos da natureza e das várias formas de vida que ela produz.

Segundo Fernandes (2006) entre os fenômenos da natureza, o som talvez seja o que mais sensibiliza o homem. Uma música lenta pode relaxar, uma música conhecida pode deixar alegre ou triste, um barulho pode irritar ou até o simples gotejar de uma torneira pode não permitir dormir. Ou seja, a música, que é um tipo de som, tem grande influência no cérebro humano, estimulando a mente e corpo nas diversas atividades diárias.

A música é uma dessas novas linguagens que vem sendo empregada como objeto de uso entre os historiadores, pois é utilizada frequentemente como recurso

didático e que vem tendo uma grande atribuição para a compreensão da produção cultural da nossa sociedade (BITTENCOURT, 2009; OLIVEIRA, 2015).

A música, ao se constituir como expressão artística e cultural importante e universal, produz trilhas sonoras que embalam o cotidiano da vida social, afetiva e profissional das pessoas, além de favorecer a manutenção da saúde mental, a prevenção do estresse e o alívio do cansaço físico (SEKEFF, 2002; BERGOLD & SOBRAL, 2003).

Desta forma, a Escola de Música foi enxergada como um espaço capaz de promover a integração social, sendo um centro de aprendizado e aprimoramentos de pessoas que expressam interesse na música, de modo a possibilitar a valorização da cultura local, assim como movimentar a economia.

**Figura 1. Reinauguração da Instituição**



**Fonte:** Autora, 2022

O trabalho se justifica e torna-se essencial para o conhecimento da sociedade Bacabalense, que possibilitará o entendimento aprofundado da importância da escola e todo o seu benefício para a região, fortalecendo a cidade de riquezas culturais e visões de todo o território nacional para abrigar convenções de arte na cidade escolhida, visando o conceito de expandir e trazer integração da cultura Bacabalense.

**Figura 2. Apresentação dos alunos**



**Fonte:** Autora, 2022

O trabalho se faz necessário pois traz a abrangência do design de interiores e suas características para um local mais harmônico e mais acessível aos usuários. A fim de demonstrar sob a ótica do design de interiores, como a escola de música pode melhorar toda a sua ambientação e abranger todo o público de forma a valorizar o local.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Elaboração de proposta de ambientação Escola de Música Maestro Almir Garcez Assaí, para a cidade de Bacabal – MA, com enfoque na acústica e na arquitetura, atendendo as necessidades e interesses ambientais, sociais, culturais e econômicos de acordo com a dinâmica real do município.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Definir um programa de necessidades para Escola de Música;
- Estudar as diretrizes de conforto ambiental (principalmente acústico) e desempenho da edificação para aplicação em uma proposta de Escola de Música;
- Desenvolver o projeto de Escola de Música que apresente racionalização desempenho e funcionalidade, além de possibilitar para a cidade de Bacabal - MA uma edificação com as melhores soluções acústicas possíveis.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 MÚSICA

Desde que o homem reconheceu a si como ser pensante, necessitou expressar seus pensamentos e emoções. Fê-lo através dos sentidos, iniciando, assim, o processo de comunicação. Dentre essas expressões, a música se configurou como uma forma de linguagem manifestada pelos sentidos.

Bréscia (2003) corrobora com esta ideia, quando afirma que música “[...] é a arte de escolher, dispor e combinar os sons”. Conhecida por ser uma das sete artes, a música se faz presente em diversos momentos da vida exercendo importante papel na formação do ser humano desde a infância, tendo em vista que ainda em fase intrauterina a criança já está interagindo com a linguagem musical (SILVA, 2010; GARCIA, 2012).

Por ser uma arte, tem a capacidade de estimular diversas emoções no homem, além de diversificar a cultura para inúmeros povos e ser desenvolvida através de um gênero que muitas vezes é acompanhada por uma composição. Pesquisadores estipulam que a criação da música está atrelada desde a pré-história, assim, evoluído junto com o desenvolvimento do homem. Expressa em diversos gêneros, a música atrai diversos públicos que a tornou além de um instrumento cultural como algo bastante lucrativo (CAETANO & GOMES, 2012).

O Dicionário Aurélio mostra o verbete “música” como sendo a “[...] arte e ciência de combinar os sons de modo agradável ao ouvido.” (FERREIRA, 2002).

Nesse sentido, Ellmerich (1977) define música como sendo “uma criação da inteligência humana, contendo dois fatores: o primeiro é de ordem artística porque a música é arte na manifestação do belo por meios dos sons; o segundo é científico porque a produção e combinação dos sons são reguladas por leis físicas”.

Já Jeandot (1997) conceitua música como sendo uma linguagem universal, porém com muitos dialetos. Estes dialetos variam de cultura para cultura, envolvendo a maneira de tocar, de cantar, de organizar os sons e de definir as notas básicas e seus intervalos.

## 3.2 HISTÓRIA DAS ESCOLAS DE MÚSICAS

A educação musical tem o objetivo de auxiliar a compreensão dos aspectos da língua, costumes, história e da realidade nacional formando o sentimento de cidadania, crescimento da cultura popular e seu papel na sociedade. Inicialmente ensino da música se dava pelos conservatórios, nome dado a instituições de caridade que cuidavam de órfãos e pobres na Itália do século XVI, que tinham como uma de suas atividades principais o ensino da música, posteriormente tornando-se o único ensino oferecido. O conservatório Superior de Música de Paris se tornou, no final do século XVIII, um modelo de instituição, sendo apenas afirmado e reconhecido no século XIX.

No Brasil, o contato com instituições de ensino se dar com a chegada da família real portuguesa dando início a construção das três primeiras escolas de músicas do país, Escola de Música da Universidade Federal do Rio de Janeiro fundada em 1848, Escola de Música da Universidade Federal da Bahia fundada em 1895 e o Instituto Estadual Carlos Gomes fundada em 1895 deixando de lado a ideia de conservatórios. O aprendizado da música se dava por aulas particulares, ministradas por alguns professores, o mais famoso deles é o padre José Maurício Nunes Garcia. Em 1835 foi fundada a primeira escola com a música como parte da sua grade curricular, inicialmente voltada apenas a prática de canto.

### 3.2.1 MÚSICA E APRENDIZAGEM

A música pode ser considerada como um eficiente instrumento mediador no processo de ensino e aprendizagem. Gardner (1994) descreve a inteligência musical como um dos tipos de inteligência, juntamente com as inteligências lógico matemática; linguística; cinestésico-corporal; espacial; interpessoal e naturalista. Segundo Sekeff (2007):

A habilidade adquirida na escuta e no fazer musical amplia a capacidade de cognição do educando, alimenta mudanças no seu potencial perceptivo, além do que o exercício da música e o canto em conjunto possibilitam acessar aquela parte do cérebro que funciona criativa e intuitivamente, favorecendo novas formas de sentir, pensar, de expressar. (SEKEFF, 2007, p. 169).

Existem inúmeras definições para a música, mas, de um modo geral, ela é considerada ciência e arte, à medida Benefícios da Música que as relações entre os elementos musicais são relações matemáticas e físicas. O dicionário Houaiss conceitua a música como “[...] combinação harmoniosa e expressiva de sons e como a arte de se exprimir por meio de sons, seguindo regras variáveis conforme a época, a civilização, etc” (Houaiss, 2009).

Desta forma, é interessante unir esses dois pontos de ciência e arte com criatividade, empenho, conhecimento, recursos, didática, boas metodologias e práticas voltadas para os saberes e para o desenvolvimento da aprendizagem do aluno. Neste sentido, a música se torna um elemento essencial no processo de ensino e aprendizagem.

Nessa mesma linha de pensamento, “FARIA (2001), sustenta a ideia de que a música é um importante fator na aprendizagem, pois a criança desde pequena já ouve música, a qual muitas vezes é cantada pela mãe ao dormir, conhecida como ‘cantiga de ninar” (CARACOL, 2011).

Por outro lado, ONGARU et al. (2014 apud ESTEVÃO, 2002, p. 34) estabelece uma relação entre a música e a dança. Observa o autor que “a música e a dança permitem a expressão pelo gesto e pelo movimento, que traz satisfação e alegria. A criança aprende e se desenvolve através dela”.

Ainda conforme Faria (2001),

A expressão musical desempenha importante papel na vida recreativa de toda criança, ao mesmo tempo em que desenvolve sua criatividade, promove a autodisciplina e desperta a consciência rítmica e estética. A música também cria um terreno favorável para a imaginação quando desperta as faculdades criadoras de cada um. A educação pela música proporciona uma educação profunda e total (CARACOL, 2011, pág. 1).

FARIA (2001) deixa claro o relacionamento entre vida e escola por meio da música. Nesse ponto ele destaca:

A música como sempre esteve presente na vida dos seres humanos, ela também sempre está presente na escola para dar vida ao ambiente escolar e favorecer a socialização dos alunos, além de despertar neles o senso de criação e recreação. (FARIA, 2001, p. 24)

Nesse propósito cabe aos professores criar situações de aprendizagem nas quais as crianças possam estar em relação com um número variado de produções musicais, não apenas as vinculadas ao seu ambiente sonoro, mas, se possível,

também as de origens diversas, como as de outras famílias, de outras comunidades, de outras culturas de diferentes qualidades. Por exemplo: folclore, a música popular, a música erudita e outros gêneros musicais.

Em conformidade com Ducourneau (1984) o primeiro passo para que a criança aprenda a escutar bem consiste em permitir que ela faça experiências sonoras com as qualidades do som como o timbre, a altura e a intensidade, depois disso, estará em posição de escuta. A criança que consegue desenvolver gradualmente a apreciação sensorial selecionando determinados sons e passa a reproduzi-los e a criar novos, desenvolvendo sua imaginação. Importa considerar que a música não substitui o fazer educativo em seus aspectos mais amplos. Porém, tem função de contribuir para o desenvolvimento do ser humano em sua totalidade.

Ela desenvolve a motricidade e a sensorialidade por meio do ritmo e do som; e, por meio da melodia, a afetividade. Pelo exposto até aqui, percebe-se o quão importante se faz a música no cotidiano escolar. É certo que se bem aplicada, com adequada metodologia de ensino, contribuirá para o desenvolvimento dos estudantes

### **3.3 ARQUITETURA E DESIGN ESCOLAR MUSICAL**

A arquiteta e pesquisadora Dóris Kowaltowski, referência em pesquisas de projeto arquitetônico na área educacional, traz a importância do projeto para a melhoria da produtividade e da qualidade do ensino e aprendizagem. Para tal, o edifício deve estar consonante com as pedagogias adotadas pela escola e deve oferecer conforto e bem-estar físico (KOWALTOWSKI, 2011).

A funcionalidade e o conforto ambiental no processo projetual de equipamentos educacionais pode ser observado pelo método de avaliação pós-ocupacional (APO). O registro obtido tem o intuito de fornecer detalhes importantes sobre o funcionamento da escola, como: funcionalidade das salas de aula e outros espaços internos (comportamento dos usuários, mobiliário e layout); adequação dos espaços externos (acessos, pátios, áreas para aulas ao ar livre, circulações e paisagismo); detalhamento construtivo da edificação (materiais e técnicas construtivas, segurança, cercamentos e manutenção); condições de acessibilidade (rampas, banheiros, circulações e obstáculos); descrição do entorno da escola (caracterização e

infraestrutura urbana e viária); conforto visual, acústico e térmico (iluminação, ruído, reverberação, aberturas, sombreamento, ventilação, etc.) (KOWALTOWSKI, 2011).

A funcionalidade é um dos aspectos que mais contribuem para a qualidade do ensino nas escolas. Um dos fatores que comumente a compromete é a alta densidade ocupacional das salas de aula, que além de afetar a comunicação verbal, impossibilita experiências variadas e formação de grupos de atividade, devido ao espaço reduzido causado pela superlotação (KOWALTOWSKI, 2011).

O dimensionamento dos ambientes e sua distribuição de mobiliário e equipamentos, assim como a densidade ocupacional, são fatores provedores da funcionalidade. Seu formato deve permitir arranjos variados das carteiras e mesas, tanto para atividades individuais como em conjunto, e a quantidade desses ambientes também deve considerar a especificidade de cada tipo de aula. Além das salas, as circulações devem obedecer a uma logística de fluxos dos usuários, incluindo o detalhamento do sentido das portas – que devem abrir para fora – principalmente quando se tratando de auditórios. “[...] O projeto arquitetônico deve adequar-se ao local e à população escolar atendida [...]” (KOWALTOWSKI, 2011, p. 122).

O design adequado para a sala da banda, de música ou de coro, deve levar em consideração não apenas o que a sala vai emitir de som, mas também a forma como a música naquela sala afetará as salas adjacentes. Os produtos acústicos utilizados para tratar a aparência da sala são aplicados nas paredes, cantos e tetos. Eles incluem painéis de parede acústica, difusores de som, telhas acústicas de teto e armadilhas de graves. Os produtos acústicos utilizados para garantir que a música não perturbe as demais salas de aula podem ser instalados dentro das paredes, chão ou teto ou em suas superfícies. Esses produtos incluem bloqueadores de som (em oposição a absorventes e difusores), tais como piso subjacente e vinil de alta densidade.

De acordo com Rocha (2010), não há um consenso literário e nem entre professores de música sobre quais as condições acústicas preferenciais para a prática e ensino de música. Segundo o autor supracitado também não há relevância da reverberação nos parâmetros subjetivos de percepção acústica. Ou seja, esta seria um dos fatores mais importantes que influenciam na percepção do ouvinte em um espaço.

### 3.4 CONCEITUAÇÃO DE ACÚSTICA

Existe uma série de propriedades que qualificam o conforto do espaço e devem ser consideradas desde o princípio do processo projetual, começando pela compreensão do comportamento do fenômeno das ondas sonoras e estendendo-se até os parâmetros de projeto acústico, tornando-se imprescindível a compreensão e aplicação de alguns conceitos a serem explicitados neste capítulo.

O som origina-se a partir das vibrações de um objeto, que se propagam por alterações na pressão atmosférica, fazendo com que as partículas do meio criem compressões e rarefações em torno de um centro de equilíbrio e se desloquem transmitindo energia, resultando em ondas que chegam ao ouvido humano onde são interpretadas (SOUZA, 2009).

Os conceitos de frequência, amplitude, timbre, comprimento de onda, dentre outros, são propriedades sonoras que refletem diretamente no desempenho acústico dos ambientes, devido à influência da superfície dos materiais e elementos arquitetônicos no comportamento do som.

Segundo Bistafa (2006), o som emitido em um ambiente, quando incide em uma de suas divisórias, propaga-se através de seu material sólido e percorre toda sua espessura, para então ser transmitido para o meio material de um outro ambiente: o ar. Ao deparar-se com um meio material diferente, a frente de onda sonora perde intensidade, devido aos atributos de cada sólido que compõem o chamado Coeficiente de Transmissão Sonora ( $t$ ).

Há ainda outras grandezas, que caracterizam o isolamento e o condicionamento acústico dos materiais, que serão essenciais para atender às exigências de desempenho do equipamento a ser projetado. Sobre a qualidade acústica correspondente às escolas em geral – condição que pode complicar a comunicação entre os alunos e professores, causar certo desgaste e diminuir a produtividade e o desempenho – faz-se necessário avaliar a qualidade do ambiente interno e a sua influência pelo ruído do meio externo (KOWALTOWSKI, 2011).

Um espaço confortável acusticamente consiste em um forte ponto do ambiente de ensino, sendo as principais questões a serem consideradas o ruído de fundo, a acústica dos recintos e o isolamento do som (GELFAND, 2010).

Em relação à acústica dos recintos, devem ser considerados geometria do espaço, absorção sonora, potência e localização das fontes sonoras. No que tange

ao meio externo (ruído de fundo), é crucial identificar a localização e tipo das fontes de ruído (proveniente do trânsito, indústria, comércio, lazer ou até mesmo da própria escola) e a qualidade do isolamento das divisórias e aberturas. Essa relação mútua pode resultar na indesejável falta de privacidade e dificuldade de comunicação verbal (KOWALTOWSKI, 2011 apud KOWALTOWSKI et al., 2001).

Eric Brandão (2016), em seu livro *Acústica de Salas*, orienta o processo de projeto acústico de forma qualitativa e quantitativa, traçando diretrizes para sua elaboração. Um ponto de partida pode estar relacionado aos limites gerais das dimensões dos ambientes, como por exemplo, as testadas do terreno a ser implantada a edificação.

A seguinte etapa consiste em um estudo do ruído ambiental, ou seja, aquele causado pela vizinhança (meio externo), que será útil para avaliar a necessidade de isolamento acústico no interior da edificação. Nos condicionantes acústicos deste trabalho, será analisada a paisagem sonora da área de intervenção, com o intuito de orientar o processo projetual da escola de música.

Brandão (2016) confirma também a importância do tratamento do isolamento acústico em relação às fontes sonoras que se farão presentes no interior do ambiente, em relação ao exterior, devido à necessidade de garantir as atividades do edifício sem infringir o conforto da vizinhança nos arredores do terreno.

Com os aspectos gerais do projeto estabelecidos, segue-se para as definições da qualidade acústica interna propriamente dita, sendo o objetivo principal do projeto acústico encontrar um ponto de funcionamento ótimo para determinado uso (BRANDÃO, 2016).

Para tal, será preciso escolher os parâmetros relevantes àquele espaço e seus valores ideais, que também serão estudados nos condicionantes acústicos do terreno através das normas técnicas que regularizam o conforto acústico no Brasil. A escolha dos parâmetros, e por conseguinte, a definição dos valores ideais buscado atender no projeto, deve estar coerente ao uso acústico primordial do espaço. Uma sala na qual se fará um maior uso da palavra falada receberá características diferentes daquelas voltadas para a música, como estúdios e salas de concertos, assim como os recintos que receberão ambas as atividades, como os auditórios multiuso (BRANDÃO, 2016).



### **3.4.1 PARÂMETROS ACÚSTICOS SUBJETIVOS**

Para poder falar sobre acústica de salas, Beranek (1962) elencou uma série de parâmetros para descrever as qualidades acústicas de um ambiente fechado. Entre eles: vivacidade, calor, brilho, nível do som direto e reverberante, intimismo, clareza, impressão espacial, timbre, retorno, ausência de eco, qualidade tonal, difusão, mistura, equilíbrio, conjunto, ruído, ataque, uniformidade e distorção. Serão apresentados os conceitos mais relevantes, já que alguns se apresentam como ambíguos ou interdependentes. Segundo Figueiredo, Iazzeta e Masiero (2004), tais parâmetros têm relação com a natureza subjetiva, o que significa que estão relacionados com a sensibilidade e percepção dos indivíduos em um determinado ambiente.

Os parâmetros subjetivos podem ser relacionados com parâmetros objetivos, ou seja, propriedades físicas do som mensuráveis. Obtendo medidas quantitativas pode-se verificar a qualidade acústica de uma sala e obter valores ideais para uma sala de ensino de música, o que é o objetivo do presente trabalho. Para tanto, é preciso esclarecer os parâmetros objetivos em uma sala, pois é frequente a falta de precisão e objetividade das avaliações de indivíduos por não compreenderem muito bem do que se trata e qual vocabulário utilizar para se expressar.

### **3.5 TRATAMENTO ACÚSTICO EM ESCOLAS DE MÚSICAS**

A tipologia arquitetônica de uma Escola de Música demanda uma estrutura acústica e espacial que possibilite a realização adequada de atividades sonoras como o canto e manejo de instrumentos musicais.

O tratamento acústico se faz presente onde é necessário impedir entrada ou saída de ruídos entre um ou mais ambientes, assim, melhorando o conforto e bem-estar. Alguns tipos de ruídos podem impedir a prática de atividades do dia-a-dia ou ser extremamente prejudiciais à saúde, esses ruídos podem ser transmitidos através de, aviões, trens, fábricas e trânsito. Para um tratamento acústico ser implantado é preciso saber a origem do som e sua intensidade, logo em seguida é necessário saber o tipo de uso do ambiente para assim ser possível a exclusão do som, um modelamento ou apenas uma melhoria na sua qualidade.

Todo arquiteto e design de interiores deve projetar considerando as especificidades climáticas do local, a luz natural, o conforto ambiental e a eficiência energética como parâmetros de projeto arquitetônico, visando o bem-estar dos usuários.

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014) o conforto ambiental pode ser entendido como um conjunto de condições ambientais que permitem ao ser humano sentir bem-estar térmico, visual, acústico e antropométrico, bem como garantir a qualidade do ar. Embora o tema Conforto Ambiental seja bastante amplo, neste trabalho será dado o enfoque para o conforto acústico, que tem suma importância no bem estar diário das pessoas em qualquer edificação, neste caso específico uma Escola de Música.

O bem-estar das pessoas nas edificações está diretamente ligado ao desenvolvimento das mesmas em suas atividades, ou seja, para que as pessoas possam ter um bom desempenho e concentração nos seus trabalhos diários como: estudar, trabalhar, brincar ou tocar um instrumento, é necessário o conforto ambiental.

A boa qualidade sonora das salas de ensino de música é indispensável para que o desenvolvimento musical dos alunos seja adequado. Para que essa necessidade seja atendida, os temas a seguir serão compreendidos de maneira a poder aplicar os conhecimentos adquiridos no partido arquitetônico da proposta. As formas de um ambiente, assim como os materiais aplicados em sua construção, influenciam, além de outros aspectos, na qualidade acústica do local.

É indispensável compreender as características que envolvem o som para se executar um projeto arquitetônico relacionado a música. Segundo o Prof. Dr. João Candido Fernandes, as propriedades físicas do som são: frequência, intensidade e timbre.

A frequência é o número de oscilações por segundo do movimento vibratório do som. Ela é medida em Hertz (Hz) segundo o Sistema Internacional (CANDIDO, 2002). Esse termo é definido na música como as notas musicais (Dó, Ré, Mi), pois, cada uma delas tem uma frequência diferente. Conforme a figura 01, a audição humana é capaz de perceber sons que estão entre 20 Hz e 20 kHz, e essa faixa de frequências pode ser dividida em graves, médios e agudos (CANDIDO, 2002).

**Figura 3. Frequências audíveis por humanos**



Fonte: adaptado de feb.unesp.br

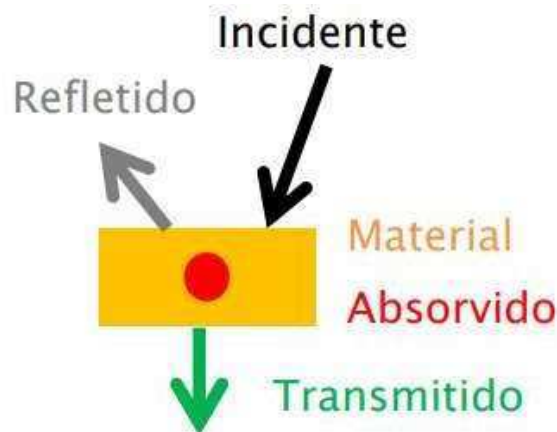
A distância que um som pode chegar tem relação direta com a frequência, já que o comprimento de onda muda conforme ela. Os sons graves (de baixa frequência) tem maior alcance em metros do que os agudos (de alta frequência), pois os graves tem as ondas sonoras mais compridas. A intensidade do som é a quantidade de energia contida no movimento vibratório (CANDIDO, 2002).

Ela é medida pela quantidade de energia que incide em  $1 \text{ cm}^2$ , portanto sua unidade no S.I. é watt /  $\text{cm}^2$ . Contudo, se mensurada em watt, a energia do som é muito baixa e se torna ruim para representação em cálculos e comercialização de produtos que envolvem a intensidade sonora. Para isso foi criada a relação do decibel (dB), que geralmente é confundida com unidade, mas se trata de uma relação matemática que envolve a intensidade sonora (CANDIDO, 2002).

O timbre é a última das três características do som, ele faz com que seja possível reconhecer a fonte do som. Por exemplo, a mesma nota musical tocada em dois instrumentos diferentes tem a mesma frequência e pode ter a mesma intensidade, mas terá timbre diferente (CANDIDO, 2002). Tecnicamente, o timbre é a forma da onda sonora, ela pode ter a mesma oscilação por segundo (frequência) mas com formato diferente (timbre) (CANDIDO, 2002).

Quanto a propagação do som acontece, a partir da fonte sonora, de forma esférica, em todas as direções. Por se tratar de uma onda mecânica, o som se propaga pela matéria e não se propaga no vácuo, por isso a matéria pelo qual ele se propaga influencia em suas características. Quando o som atinge uma superfície, três coisas acontecem com ele: é refletido, absorvido ou transmitido, conforme o diagrama.

**Figura 4. Comportamento do som**



Fonte: adaptado de feb.unesp.br

Os três comportamentos apresentados pelo som ao atingir uma superfície são dimensionados por meio de três coeficientes: absorção, reflexão e atenuação (transmissão). Esses números variam para cada material de construção e sua compreensão é muito importante na hora de escolher quais materiais serão aplicados nos ambientes da proposta.

### **3.5.1 SOM DIRETO, EARLY SOUND, SOM REVERBERANTE**

Cabe aqui caracterizar algumas diferenças entre sons.

Som direto é aquele que chega primeiro ao ouvinte e que vem diretamente da fonte. Para uma boa acústica de uma sala, este som deve ser adequado. Se ele for muito fraco pode ser mascarado por ruídos de uma plateia, por exemplo, ou por um som reverberante o que resultaria em uma perda de clareza. Se for muito forte ele pode ser extremamente desconfortável de se ouvir.

Early sound é o som direto somado a todas as reflexões que chegam ao ouvido do ouvinte nos primeiros 80ms após a sua chegada. Normalmente são ondas que incidiram em apenas uma superfície durante sua trajetória até o ouvinte.

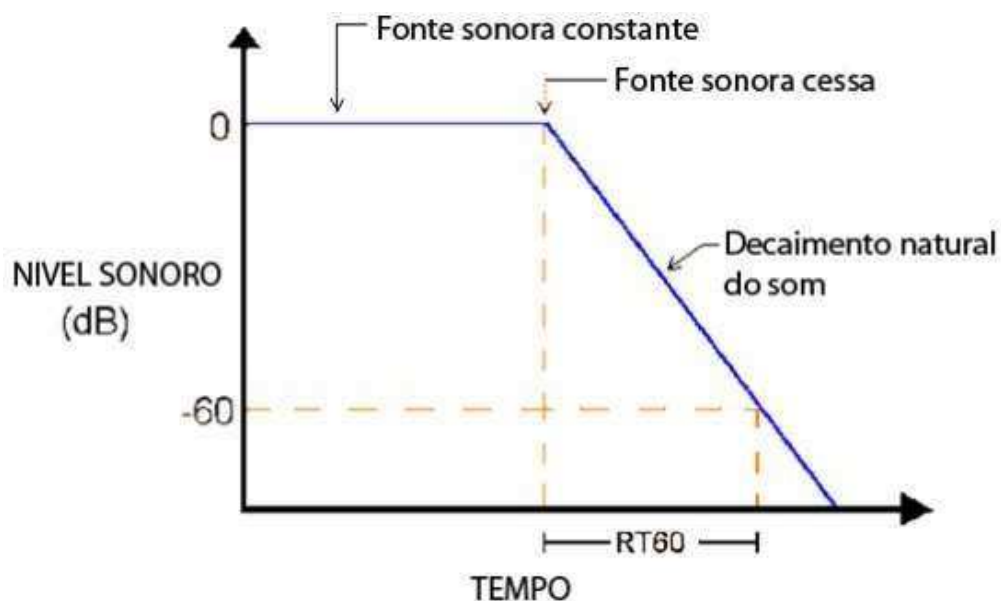
O som reverberante, por sua vez, inclui todas as reflexões que chegam depois dos primeiros 80 ms.

### 3.5.2 REVERBERAÇÃO

É chamada reverberação a continuação de um som após o cessar da fonte que o emitiu, o que ocorre em espaços fechados, nos quais o som é refletido por diversas superfícies. Esta reflexão faz com que o som percorra maiores distâncias do que o som direto, demorando mais para atingir o ouvinte.

O tempo de reverberação (Reverberation time ou RT) é o tempo que um som leva, em um espaço fechado, para ficar praticamente inaudível após sua fonte parar de produzi-lo. Mais especificamente, é o tempo que um som leva para decair 60 dB (um milhão de vezes abaixo da potência máxima medida) após a fonte cessar (como ilustra a figura 4), o que é chamado de processo de decaimento do som (sound decay process).

Figura 5. Definição do RT60



Fonte: Somaovivo, 2010.

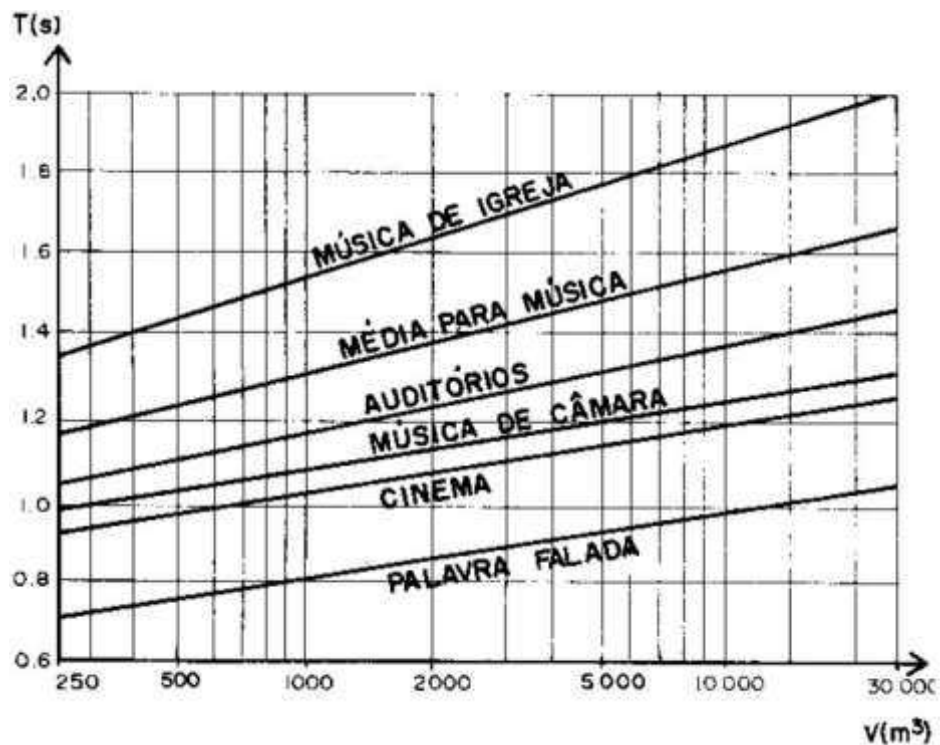
Beranek (1996) cita que as mais famosas salas de concerto possuem RT de frequências médias (entre 350 e 1400 Hz) entre 1,8 e 2,0 segundos. Além disso, recomenda que o RT de frequências baixas (menores que 500 Hz) seja aproximadamente 1,2 vezes o valor de frequências de 500 a 1000 Hz.

Esse é um item muito importante para salas onde se executa música, é, talvez, a mais expressiva característica acústica que um ambiente pode ter. Segundo a ABNT

(1992) é o “tempo necessário para que um som deixe de ser ouvido até a extinção da fonte sonora. É expresso em segundos (ABNT, 1992, p. 2).

Não existe um tempo de reverberação ideal, mas diversas necessidades acústicas que levam as salas a serem mais adequadas para um tipo ou outro de som. A figura 6 mostra os tempos de reverberação obtidos em relação ao volume físico da sala, e onde se encaixa cada necessidade.

**Figura 6. Tempos de reverberação ótimos**



Fonte: ABNT

Segundo José Augusto Nepomuceno (2009), as salas onde o tempo de reverberação é alto são chamadas ‘vivas’ ou reverberantes e onde esse tempo é baixo, são chamadas ‘mortas’ ou ‘secas’.

As salas ‘secas’ são assim chamadas pois os sons emitidos percorrem uma distância curta e não atingem toda a sala. Nesse tipo de sala é necessária a utilização de amplificação eletrônica para que se obtenha uma acústica boa. Contudo criará outro problema que é a qualidade do equipamento de amplificação e a capacidade do técnico de som regular esse equipamento.

A vantagem é que essas salas aceitam todo tipo de necessidade acústica, só dependerá do equipamento de amplificação (NEPOMUCENO, 2009). Já nas salas

'vivas', a forma e materiais do ambiente irão fazer a amplificação natural do som, e a sala se manterá sempre com as mesmas características. Esse tipo de sala acaba sendo menos eclético (NEPOMUCENO, 2009). Contudo, Nepomuceno (2009) conseguiu resolver esse problema no seu projeto da Sala São Paulo aplicando mobilidade ao forro. Isso faz com que o tempo de reverberação tenha uma variação considerável.

O tempo de reverberação pode ser calculado através da equação de Sabine (ABNT,1992):

$$t = \frac{0,191 V}{S_1 a_1 + S_2 a_2 + \dots}$$

Onde: t: tempo de reverberação

V: volume em m<sup>3</sup>

S: área da superfície m<sup>2</sup>

a: coeficiente de absorção da superfície

Para usos de apresentação falada como teatros, auditórios e outros, as salas devem ter inteligibilidade, característica acústica dada a ambientes onde o tempo de reverberação permite aos espectadores compreender a fala do orador com clareza. Para isso o tempo de reverberação deve ser baixo, contudo, se for pequeno demais não será possível ouvir a fala.

### 3.5.3 VIVACIDADE (LIVENESS) E FREQUÊNCIAS MÉDIAS (MIDFREQUENCIES)

Uma sala "viva" possui um longo tempo de reverberação, já uma sala com um tempo de reverberação curto é chamada de "morta" ou "seca". A vivacidade corresponde geralmente a tempos de reverberação de frequências entre 350 e 1400 Hz (frequências médias). Normalmente, é nessa região de frequência que as pessoas possuem uma audição mais aguçada. A vivacidade concede "preenchimento sonoro" (fulness of tone) à música tocada em uma sala. Segundo Beranek (1996), que descreveu os parâmetros para salas de concerto e apresentação, para que uma sala seja viva, o RT das frequências médias deve ser de 1,5 a 2,2 segundos.

### 3.6 CONFORTO ACÚSTICO

A acústica é um ramo da Física que estuda o som, sua criação, meio de propagação e a recepção do mesmo. (ALMEIDA E SILVA, 2005 citado por SILVA 2010, p.17).

Segundo Silva (2010) a acústica arquitetônica, como o próprio nome sugere, é a interação de duas ciências (acústica e arquitetura), que tem como finalidade o estudo acústico das edificações visando uma qualidade sonora, que a grosso modo depende das propriedades físicas dos materiais utilizados, forma e volume arquitetônicos que variam de acordo com a função.

O conforto acústico é uma condição importante para alcançar bem-estar. A ausência de conforto acústico implica diretamente à saúde física e mental, e produtividade das pessoas. Condições acústicas desfavoráveis acarretam problemas como: dificuldade de comunicação, irritabilidade e efeitos nocivos à audição e saúde.

O tratamento acústico visa atenuar o nível de energia sonora, através de isolamento atenuador, tratamento absorvente ou os dois combinados. No ambiente escolar geral ou específico para a música o conforto acústico tem extrema importância, haja vista que os usuários para ter uma boa performance, precisam ter uma boa inteligibilidade da palavra ou música, bem como estar dentro de ambientes que os estimulem pela qualidade e agradabilidade do som.

De acordo com Silva (2010) conforto e acústica estão relacionados com o parâmetro de qualidade sonora, outra variável que também é subjetiva, dependendo de pessoa pra pessoa.

Quando a acústica arquitetônica não é levada em consideração nos projetos, verificam-se os prejuízos causados nos usuários das edificações, como o desconforto, que é um adjetivo negativo do conforto. O desconforto acústico é causado pelo tipo de ruído que os usuários de um ambiente estão expostos (SILVA, 2010, p. 17).

Porém de forma geral o projeto de arquitetura deve ser pensado levando em consideração os ruídos, haja vista que os mesmos causam um desconforto físico psicológico nas pessoas, acarretando em prejuízos principalmente para os usuários. Nos próximos tópicos serão abordados aspectos específicos da acústica



arquitetônica, contribuindo para o melhor entendimento da relação entre arquitetura, acústica e conforto, e a relação destes com o desempenho de uma edificação.

### 3.7 CONFORTO X MATERIAIS: MELHOR DESEMPENHO

Um material acústico é um material que permitirá:

1. Quer para melhorar o tempo de reverberação da sala (TR ou RT60): isto chama-se tratamento acústico
2. Quer para impedir a propagação do ruído de uma sala para outra: isto é conhecido como isolamento sonoro

Em suma, um material acústico é um material para uma melhor gestão do ruído.

O comportamento dos materiais afeta diretamente a absorção,

**Figura 7. Coeficientes de absorção: Absorção (C.A):  $a = \text{energia absorvida} / \text{energia incidente}$**

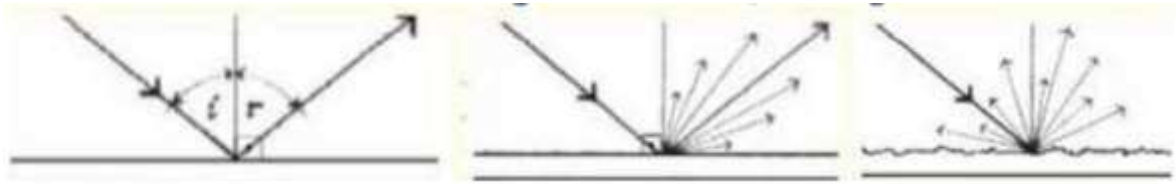
Material	Espessura [cm]	Frequência [Hz]					
		125	250	500	1k	2k	4k
Lã de rocha	10	0,42	0,66	0,73	0,74	0,76	0,79
Lã de vidro solta	10	0,29	0,55	0,64	0,75	0,80	0,85
Feltro	1,2	0,02	0,55	0,64	0,75	0,80	0,85
Piso de tábuas de madeira sobre vigas		0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
Placas de cortiça sobre concreto	0,5	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Carpete tipo forração	0,5	0,10		0,25		0,4	
Tapete de lã	1,5	0,20	0,25	0,35	0,40	0,50	0,75
Concreto aparente		0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Parede de alvenaria, não pintada		0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
Vidro		0,18	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02
Cortina de algodão com muitas dobras		0,07	0,31	0,49	0,81	0,61	0,54

Fonte: adaptado de feb.unesp.br

Quanto maior o coeficiente, maior percentual de energia (som) o material absorve. Além disso, os materiais apresentam comportamento diferente nas diferentes frequências.

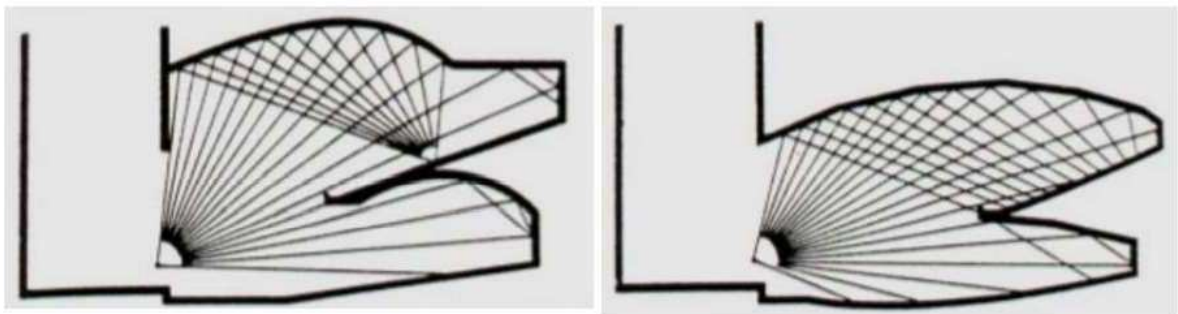
O coeficiente de reflexão é proporcional ao de absorção, contudo a reflexão está mais ligada a forma da superfície dos materiais, bem como a forma do ambiente. Candido (2002) explica que a reflexão sonora tem comportamento semelhante aos raios de luz, mas está ligada a características diferentes dos materiais.

**Figura 8. Reflexões em diferentes superfícies: Reflexão (C.R):  $a =$  energia refletida / energia incidente**



FONTE: slideshare.net

**Figura 9. Reflexões em diferentes ambientes**



Fonte: slideshare.net

Uma consequência da reflexão é o eco, que é definido por um som que chega ao ouvido  $1/15$  de segundo depois do som direto. A velocidade média do som é de 345 m/s, nessa condição o objeto que causa o eco deve estar a 23 m ou mais do ouvido (CUNHA, 2012). O último dos três fenômenos do som que atinge uma superfície é a transmissão, que é a quantidade de som que ultrapassa o material. Também chamado de atenuação, esse comportamento está ligado mais ao material e menos a forma.

**Figura 10. Níveis de atenuação: Transmissão (C.T):  $a = \text{energia transmitida} / \text{energia incidente}$**

Material	Espessura (cm)	Atenuação (dB)
Vidro	0,4 a 0,5	28
Vidro	0,7 a 0,8	31
Chapa de Ferro	0,2	30
Concreto	5	31
Concreto	10	44
Gesso	5	42
Gesso	10	45
Tijolo	6	45
Tijolo	12	49
Tijolo	25	54
Tijolo	38	57

Fonte: adaptado de feb.unesp.br

O dimensionamento da transmissão aparece como nível de atenuação ao observar as características técnicas dos materiais de construção. A figura 10, acima, mostra alguns materiais com seus respectivos níveis de atenuação, representados em decibels (CANDIDO, 2002).

### 3.7.1 TRATAMENTO X ISOLAMENTO ACÚSTICO

Esses dois termos são geralmente confundidos entre si, as diferenças entre eles implicam em diferentes decisões projetuais e em resultados distintos. Um bom tratamento acústico permite aos usuários do interior dos ambientes ter qualidade sonora, seja qual for a necessidade acústica. Processo pelo qual se procura dar a um recinto, [...], condições que permitam boa audição às pessoas nele presentes (ABNT, 1992, p. 1). Já o isolamento acústico serve para evitar a entrada e/ou saída de ruídos ou sons de um ambiente (ABNT, 1992).

#### 3.7.1.2 APLICAÇÕES

Carboni (2012) afirma que para evitar reflexões sonoras indesejadas é importante evitar paredes paralelas. Nepomuceno (2009) usa esse termo para se

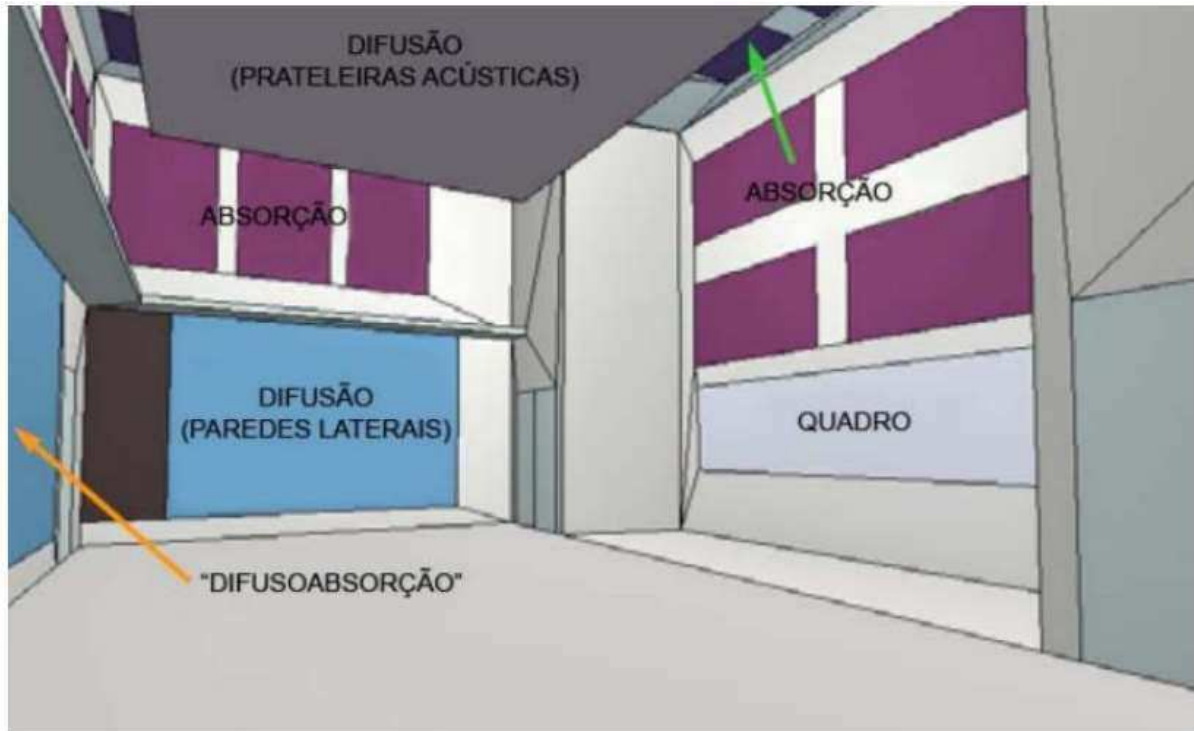
referir a sua intervenção na Sala São Paulo. Ele a projetou para que consiga controlar o tempo de reverberação. Para tanto, utilizou os forros móveis, eles permitem variar o volume ( $m^3$ ) da sala e, portanto, aumentar ou diminuir o tempo de reverberação.

A possibilidade de se ajustar uma sala de música traz a ela melhor aproveitamento. Em uma escola de música isso fará com que em uma mesma sala se ensine mais de um instrumento, ou ainda práticas vocais. E para uma cidade como Bacabal- MA, onde não há uma sala de concertos de qualidade, uma sala ajustável serviria a demanda da cidade. As salas para ensino teórico, devem ter inteligibilidade. Seguir os tempos de reverberação recomendados pela ABNT. Evitar formas côncavas, pois elas tendem a concentrar o som em um único local, seu centro (CARBONI 2012).

Carboni (2012) faz um resumo sobre as proporções de salas para prática musical: O guia Building Bulletin 93 (2003) aconselha para uma sala destinada à prática musical uma proporção entre largura, comprimento e altura de 1:1,25: 1,6. Blazak (2008) conclui que, para pequenas salas retangulares, seria de 1:1,2:1,4. E Brown e Ryan (2007) aconselham uma proporção de 1,8:1,3:1,0. Entretanto nenhum dos autores explica a fundamentação para tais proporções (CARBONI, 2012, P.54).

Evitar o uso de carpetes no chão, para que os músicos possam ter retorno de seu instrumento (NEPOMUCENO, 2009). Superfícies difusoras no teto e paredes ajudam a distribuir o som das vozes e instrumentos pela sala e são usualmente a melhor solução para evitar ecos flutuantes, conforme a figura 08. (NEPOMUCENO, 2009). Evitar intensidade sonora excessiva, principalmente em salas pequenas, com uso de painéis que absorvam parte do som (Figura 11) (CARBONI, 2012).

**Figura 11. Características dos materiais de revestimento de uma sala de ensaio musical**



Fonte: CARBONI, 2012.

### 3.8 NORMAS TÉCNICAS

A definição dos sistemas de isolamento acústico e de absorção sonora é feita no projeto de arquitetura a partir das características e das necessidades de cada ambiente. Para o isolamento acústico, é preciso considerar dois aspectos: o ruído máximo admissível em seu interior da edificação, para o conforto dos usuários; e o ruído máximo admissível no exterior, para o conforto da vizinhança.

“A norma técnica ABNT NBR 10.151, intitulada Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade, fixa as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades – independentemente da existência de reclamações - e especifica um método para a sua medição” (PASSERI, 2013).

Já norma técnica ANBT NBR 15.575 fixa o critério de desempenho de suas vedações – internas e externas – de modo a garantir o conforto dos usuários exclusivamente em edifícios habitacionais. Assim, os edifícios residenciais devem atender as disposições dessas duas normativas. Há, ainda, a ABNT NBR 10.152 -

Níveis de Ruído para Conforto Acústico, que fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes de diversos tipos.

O critério para definir a absorção sonora é o tempo e a reverberação esperados para cada ambiente”, reafirma. Quando o projeto envolve audição crítica, como no caso de estúdios, auditórios, teatros e igrejas, o ideal é consultar a ABNT NBR 12.179/1992, que apresenta um gráfico com o “tempo ótimo de reverberação” e o desempenho em termos do isolamento acústico de diversos materiais de construção. Essa norma fixa os critérios fundamentais para execução de tratamentos acústicos em recintos fechados.

Segundo ele, todos os ambientes requerem absorção sonora e isolamento acústico, de modo a atenderem às normas brasileiras. “Cada recinto, conforme sua utilização, requer critérios bem definidos em relação aos níveis de ruído e ao tempo de reverberação, de modo a permitir o conforto acústico e/ou eliminar as condições nocivas à saúde”, ressalta o profissional. Ele observa, ainda: “Níveis de ruído muito baixos também podem tornar o ambiente monótono e cansativo, induzindo as pessoas a condições de inatividade e sonolência”.

Um bom projeto deve considerar o desempenho dos materiais, a sua quantidade, fixação, posição em relação à(s) fonte(s) sonora(s) e a facilidade de manutenção, sem restringir a funcionalidade do recinto. “A simples aplicação de materiais acústicos fornecidos ou utilizados sem critérios rígidos de projeto não garante a solução do problema”.

### **3.8.1 NBR 15.575**

Detalhada, a NBR 15.575 (ABNT) define, de modo geral, os níveis de desempenho que os diversos sistemas construtivos devem apresentar para atenuar a transmissão de ruídos gerados externa e internamente nas edificações habitacionais. “Regulam-se assim os níveis de desempenho acústico das paredes externas, das esquadrias utilizadas em dormitórios, das paredes internas que separam duas unidades habitacionais, das paredes internas que separam as unidades habitacionais das áreas comuns, do conjunto de paredes e portas que separam duas unidades e, ainda, dos sistemas de pisos com relação ao ruído aéreo e de impacto” (PASSERI,

2013). De forma não obrigatória, a NBR 15.575 também estabelece parâmetros para os ruídos de equipamentos, que constam de anexo informativos.

Cabe aos fabricantes de sistemas construtivos de vedações internas (paredes de alvenaria, drywall etc.) ou externas (chapas cimentícias, painéis pré-moldados e esquadrias de dormitórios e portas de entrada) apresentarem ao projetista e ao empreendedor o desempenho de seus sistemas quando medidos em laboratório. E cabe ao empreendedor analisar esses dados quanto à capacidade de atenderem à condição de desempenho em campo exigida do incorporador/construtor.

A especificação precisa se basear nesses dados, e o incorporador/construtor deve conhecer, de antemão, as condições de execução e instalação necessárias para atender aos requisitos e critérios estabelecidos. Qualquer sistema utilizado deve ser passível de demonstração, para que, quando necessário, se possa efetivamente obter evidências de que os níveis exigidos pela NBR-15575 estão sendo atendidos. Essas evidências devem estar registradas por resultados de ensaios realizados pelo fabricante.

O usuário, por sua vez, precisa ser informado sobre como suas ações de uso, operação e manutenção podem alterar o desempenho acústico que recebeu, tais como alterações de paredes, pisos, portas e esquadrias.

## 4 REFERÊNCIAS PROJETUAIS

### 4.1 TEATRO POSITIVO GRANDE AUDITÓRIO

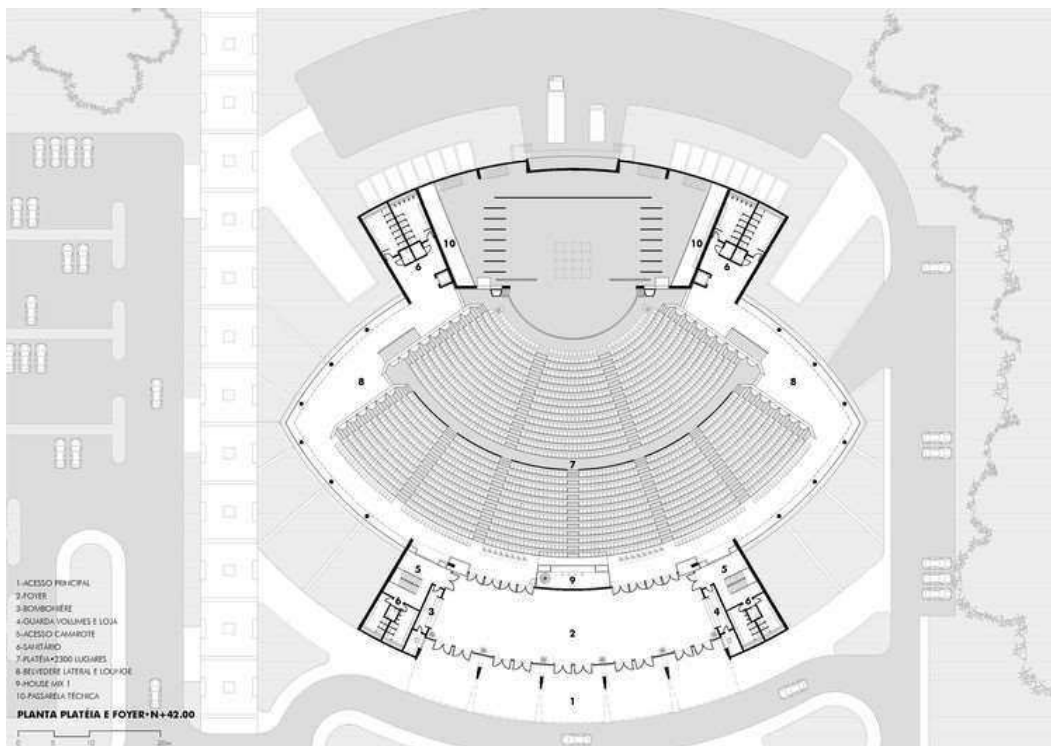
Endereço: Curitiba, Paraná, Brasil

Arquitetos: Manoel Coelho;

Área: 7200 m<sup>2</sup>

Ano: 2012

**Figura 12. Planta baixa do auditório**



Fonte: <https://www.archdaily.com>. (2023)

Possui capacidade para comportar o equivalente a 2.400 espectadores, sendo considerado um dos maiores teatros do Brasil. Sua estruturação em arena e angulação em declívio revela a influência da arquitetura grega, mais especificamente do teatro grego de Epidaurus, construído em oco de uma montanha sendo alvo de estudos devido sua acústica e perfeita visualização para quem assiste.



**Figura 13. Fachada do auditório**



Fonte: <https://www.archdaily.com>. (2023)

**Figura 14. Interior do auditório**



Fonte: <https://www.archdaily.com>. (2023)

**Figura 15. Interior com vista para o palco do auditório**



Fonte: <https://www.archdaily.com>. (2023)

## **4.2 ESCOLA DE MÚSICA DE CANDELARIA**

Endereço: Candelaria, Valle del Cauca, Colômbia

Arquitetos: Espacio Colectivo Arquitectos; Espacio Colectivo Arquitectos

Área: 750 m<sup>2</sup>

Ano: 2016

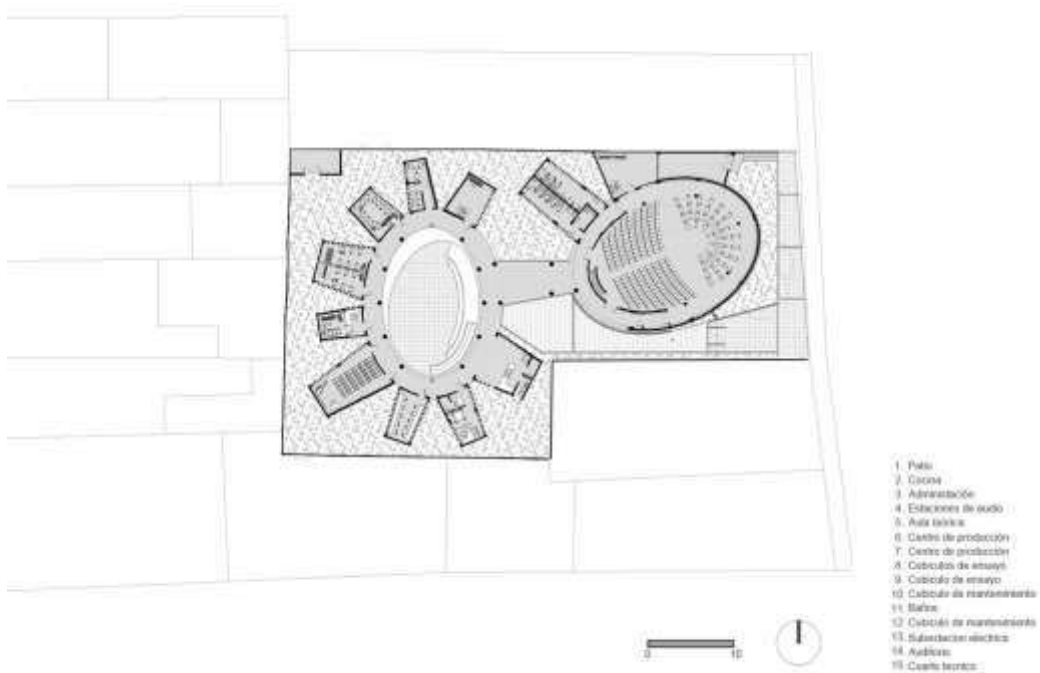
**Figura 16. Interior 1 da Escola de Música de Candelaria**



Fonte: <https://www.archdaily.com>. (2023)

O espaço é um grande exemplo que um bom projeto agrega e desperta um sentimento de valores comuns coletivos para a sociedade. Dessa forma, reforçou uma imagem forte na memória do concelho enquanto estrutura institucional e alcançou valores intangíveis ao promover a reflexão inspiração, associação e diálogo entre os cidadãos sobre a música.

**Figura 17. Planta baixa da Escola de Música de Candelaria**



Fonte: [https:// www.archdaily.com](https://www.archdaily.com). (2023)

**Figura 18. Interior 2 da Escola de Música de Candelaria**



Fonte: [https:// www.archdaily.com](https://www.archdaily.com). (2023)



Fonte: [https:// www.archdaily.com](https://www.archdaily.com). (2023)

### 4.3 CENTRO DE MÚSICA DA ESCOLA PRIMÁRIA PENLEIGH E ESSENDON

Endereço: Essendon VIC 3040, Austrália

Arquitetos: McBride Charles Ryan

Área: 520 m<sup>2</sup>

Ano: 2020

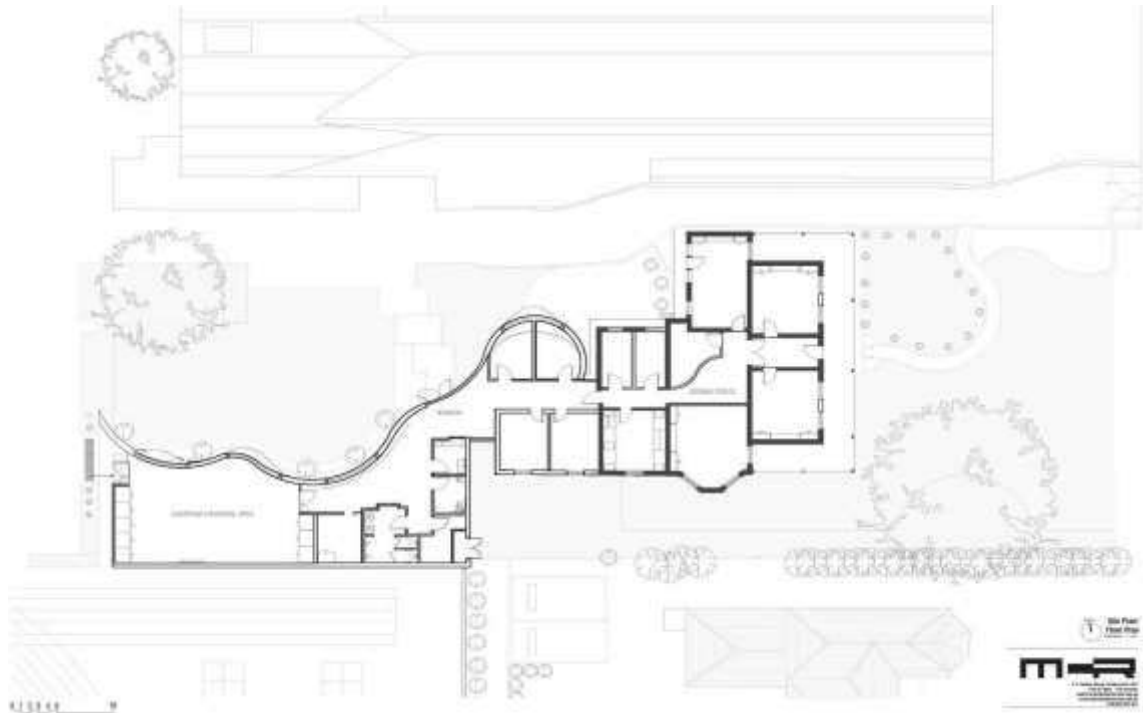
**Figura 19. Fachada do Centro de Música da Escola Primária Penleigh e Essendon**



Fonte: <https://www.archdaily.com>. (2023)

Composto por ambientes de ensino com dimensões distintas admitindo o exercício em grupo, e também, apresentações especiais. Fora adicionada uma grande sala de aula projetada para desencadear a absorção de conhecimento, tornando-se um local tanto para o ensino dos alunos, como para os responsáveis e membros que agregam ao coletivo da sociedade.

**Figura 20. Planta baixa do Centro de Música da Escola Primária Penleigh e Essendon**



Fonte: <https://www.archdaily.com>. (2023)

**Figura 21. Interior 1 Centro de Música da Escola Primária Penleigh e Essendon**



Fonte: <https://www.archdaily.com>. (2023)

**Figura 22. Interior 2 Centro de Música da Escola Primária Penleigh e Essendon**



Fonte: <https://www.archdaily.com>. (2023)

## 5 METODOLOGIA

De acordo com Gil (2010) a presente monografia é da área de conhecimento de Design de Interiores. Quanto a sua finalidade, é uma pesquisa aplicada, pois é voltada à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica. Com relação aos objetivos mais gerais é uma pesquisa exploratória, pois tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. Envolve levantamentos bibliográficos, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos.

Quanto aos métodos empregados, os quais consideram o ambiente de pesquisa, a abordagem, teórica e as técnicas de coleta de análise de dados, neste trabalho serão: Pesquisa Bibliográfica, pois será elaborada a partir de materiais já publicados, como: livros, artigos, teses, dissertações, periódicos, internet, etc. e Estudo de caso, vista que envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o amplo e detalhado conhecimento.

E com relação à forma de abordagem do problema, é uma pesquisa quantitativa, a qual considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

A pesquisa foi organizada em etapas. São elas: revisão bibliográfica sobre música e acústica nas edificações, coleta de dados, levantamentos, e por último o desenvolvimento da proposta de intervenção com foco em design de interiores.

A Revisão Bibliográfica foi realizada a partir da definição do tema da pesquisa, sendo como primeiro procedimento adotado para o melhor entendimento e compreensão do tema. A partir dela buscou-se agregar conceitos, teorias, e os principais estudos realizados, referentes à música e sua importância, acústica arquitetônica, conforto ambiental, dentre outros, possibilitando ao pesquisador amplos conhecimentos.

A princípio realizaram-se pesquisas em meio bibliográficos, digitais e periódicos acerca da comprovação científica da importância da música para as pessoas. Posteriormente as pesquisas foram direcionadas a Lei nº 11.769/08 que trata sobre o ensino da música no Ensino Básico, ou seja, é uma forma de reconhecimento da importância da música para no País, implantando a mesma na educação. Para a melhor compreensão, foram feitas pesquisas que demonstraram a situação do cumprimento da lei nos estados brasileiros.

De modo a aprofundar os conhecimentos acerca do tema “Música”, foram consultados livros e artigos que levantam conceitos e ideias sobre essa expressão cultural tão importante. Logo após, foi feita a análise da evolução histórica da música e como está se configura como patrimônio imaterial da humanidade. Assim como um apanhado sobre o ensino da música e a atuação desta no estado do Maranhão.

Para melhor embasamento do projeto da tipologia Escola de Música foram realizadas pesquisas de projetos desenvolvidos em outras cidades, contendo os seguintes dados:

- 1) ficha técnica – endereço, início e término da obra, área do terreno e arquiteto responsável;
- 2) pertinência da escolha;
- 3) contribuições projetais;
- 4) a obra, com detalhes da mesma.

Os estudos da legislação e do programa de necessidades fizeram-se necessários para embasar o conhecimento técnico do projeto, assim como o estudo da área construída.

Como a proposta a ser desenvolvida no presente trabalho está relacionada ao estudo da música foram feitas também na Revisão Bibliográfica pesquisas à Acústica nas Edificações, levando em consideração o conforto ambiental (dando enfoque ao conforto acústico), a Acústica Arquitetônica, as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT de acústica: NBR 12179 – Tratamento acústico em recintos fechados, NBR 10151 que trata sobre Avaliação do ruído em área habitadas, visando o conforto da comunidade, NBR 10152 que trata dos níveis de ruído para conforto acústico, bem como a NBR 15575 que trata do desempenho de edifícios habitacionais, nesta norma foram utilizados critérios referentes aos tipos de técnicas e materiais a serem empregados na proposta arquitetônica, permitindo o bom desempenho da mesma.

O projeto será dividido em três etapas principais:

- Estudo preliminar: pesquisa sobre a área do terreno, os condicionantes legais e o tema a ser projetado. A partir dela, será lançado um partido inicial, com a implantação, diretrizes e áreas do programa de necessidades.

- Anteprojeto: desenvolvimento da solução do design de interiores proposta no estudo preliminar. Nele, devem constar os principais desenhos técnicos e perspectivas do projeto.



- Detalhamento: desenhos técnicos em escala menor àqueles feitos na etapa de anteprojeto, exibindo detalhes construtivos e técnicos de forma detalhada, para maior compreensão do projeto.

Nessas etapas, serão apresentados planta de localização, plantas baixas, cortes, elevações, perspectivas, maquetes, planilhas e outros elementos que forem julgados necessários para maior entendimento do projeto a ser realizado.

O trabalho será elaborado através de diversos instrumentos, entre eles:

- Pesquisa de referências arquitetônicas e de soluções técnicas, quanto à tecnologia, geometria e materiais que provejam boas soluções acústicas, devido à necessidade de privacidade tanto em relação aos ruídos externos (que impeçam o estudo e a exposição de música dentro da escola e do auditório) quanto aos internos (que permitam que os sons das diferentes salas se transmitam entre si e/ou à rua), assim como de boa ressonância dentro de todos os ambientes onde serão praticadas atividades relacionadas ao estudo musical.

- Estudo de exemplos em que o tema presente esteve presente em projetos em diferentes cidades e comprovação da sua possibilidade de consolidação;

- Entrevistas com profissionais da área da música, que tenham maior contato com o assunto em questão e possam dar opinião do ponto de vista do usuário do espaço;

- Visita a escolas de música para observar quais as virtudes e as deficiências mais comuns nos espaços existentes.

A proposta teve como subsídios os parâmetros, tanto da acústica arquitetônica, como do estudo de caso da localização para o desenvolvimento do projeto de Escola de Música para a Cidade de Bacabal, com o objetivo principal de apresentar conforto ambiental (especialmente acústico), funcionalidade e desempenho da edificação, além de possibilitar ao usuário boa performance nas atividades diárias.

Todo o projeto foi desenvolvido em metodologia BIM aplicada com auxílio do software Autodesk Revit 2022, versão estudantil, na qual exportou – se todos os dados referentes ao levantamento e posteriormente realizou – se as intervenções de design com os recursos de modelagem do programa utilizado. Todas as renderizações, produções de imagens, foram produzidas no render em cloud do próprio REVIT.

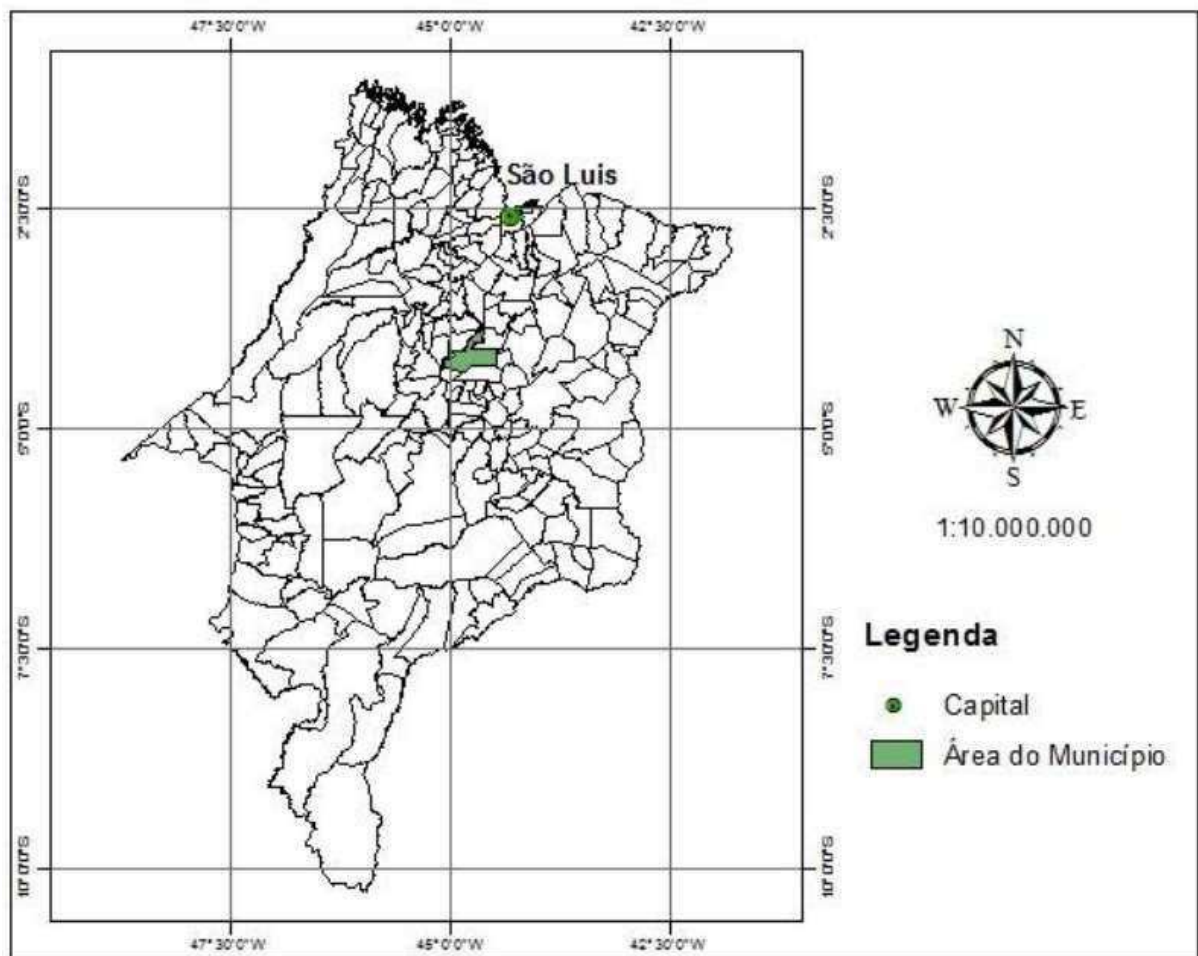
## 5.1 LOCAL DO PROJETO

O projeto será feito na cidade de Bacabal que está localizada a cerca de 260 km de São Luís, capital do estado. Nossas coordenadas geográficas são 4°13'30"S, 44°46'48"W. O município tem 102,265 habitantes (IBGE/2010) e 1.683 km<sup>2</sup>.

A área municipal é estimada em 1.609 km<sup>2</sup>, depois dos desmembramentos havidos. Limita-se com os municípios de Vitória do Mearim, Lago Verde, São Luís Gonzaga do Maranhão, Lago do Junco, São Mateus do Maranhão, Bom Lugar, Olho D'água da Cunhãs e Pio XII.

O clima é quente, úmido, quase constante. Prolonga-se de janeiro a junho a época normal de chuvas. Os meses de agosto a outubro são os mais quentes, as temperaturas passam facilmente dos 35 graus.

**Figura 23. Área do município de Bacabal - MA**



Fonte: IBGE (2022)

A Escola de Música de Bacabal foi inaugurada no ano de 2006. Em 2013 passou a ser denominada de Almir Garcêz Assaí em homenagem a um dos grandes incentivadores da música em nosso município.

As aulas são gratuitas e atualmente cerca de 300 alunos com faixa etária entre 09 e 72 anos frequentam a Escola. As aulas são ofertadas nos turnos matutino, vespertino e noturno.

Ao longo dos anos a Escola de Música Maestro Almir Garcêz Assaí vem contribuindo significativamente com a cultura e a formação musical de Bacabal.

**Figura 24. Antigas fachadas da escola de Música Bacabalense**



Fonte: Prefeitura Municipal de Bacabal (2022)

Grupos musicais da cidade como Banda Santa Cecília, Banda Los Magos, Banda do Projeto Madre Rosa, entre outros vem se beneficiando com a mão de obra formada na Escola. Além destes grupos é nas Igrejas onde também podemos perceber a influência e o legado da Escola de Música.

A Escola de Música Maestro Almir Garcêz Assaí oferece os cursos de Violão, Canto, Teclado, Bateria, Guitarra e Contrabaixo. Cada curso possui a duração de um ano e o acesso à Escola é feito através de um teste de seleção rítmica.

**Figura 25. Escola de Música atualmente**



Fonte: Autora (2022)

**Figura 26. Vista aérea do local (contornado de vermelho)**



Fonte: Civil 3D, 2022

## **5.2 AGENTES DE INTERVENÇÃO E SEUS OBJETIVOS**

Dado que o projeto será uma Escola de Música Pública, o principal agente de intervenção é o poder Público, através do Governo Municipal, contando, porém, com a ajuda de iniciativas privadas, por meio de programas de incentivo à Cultura. Os principais objetivos da intervenção, como explicado anteriormente, estão relacionados com o desenvolvimento cultural da cidade e à possibilidade de ampliar o conhecimento musical das pessoas de renda mais baixa, que atualmente não tem muitas possibilidades de contato com o estudo da Música em Bacabal – MA

## **5.3 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO:**

O público alvo da escola serão os alunos de escolas de música, assim como os professores que ministrarão aulas e à toda a comunidade e apoiadores.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações realizadas a partir da visita técnica, tem a edificação composta pelas seguintes salas apresentadas na tabela 1 e evidenciadas na figura 07.

Com base nessa verificação escolheu 3 salas e a fachada para promoção de intervenção.

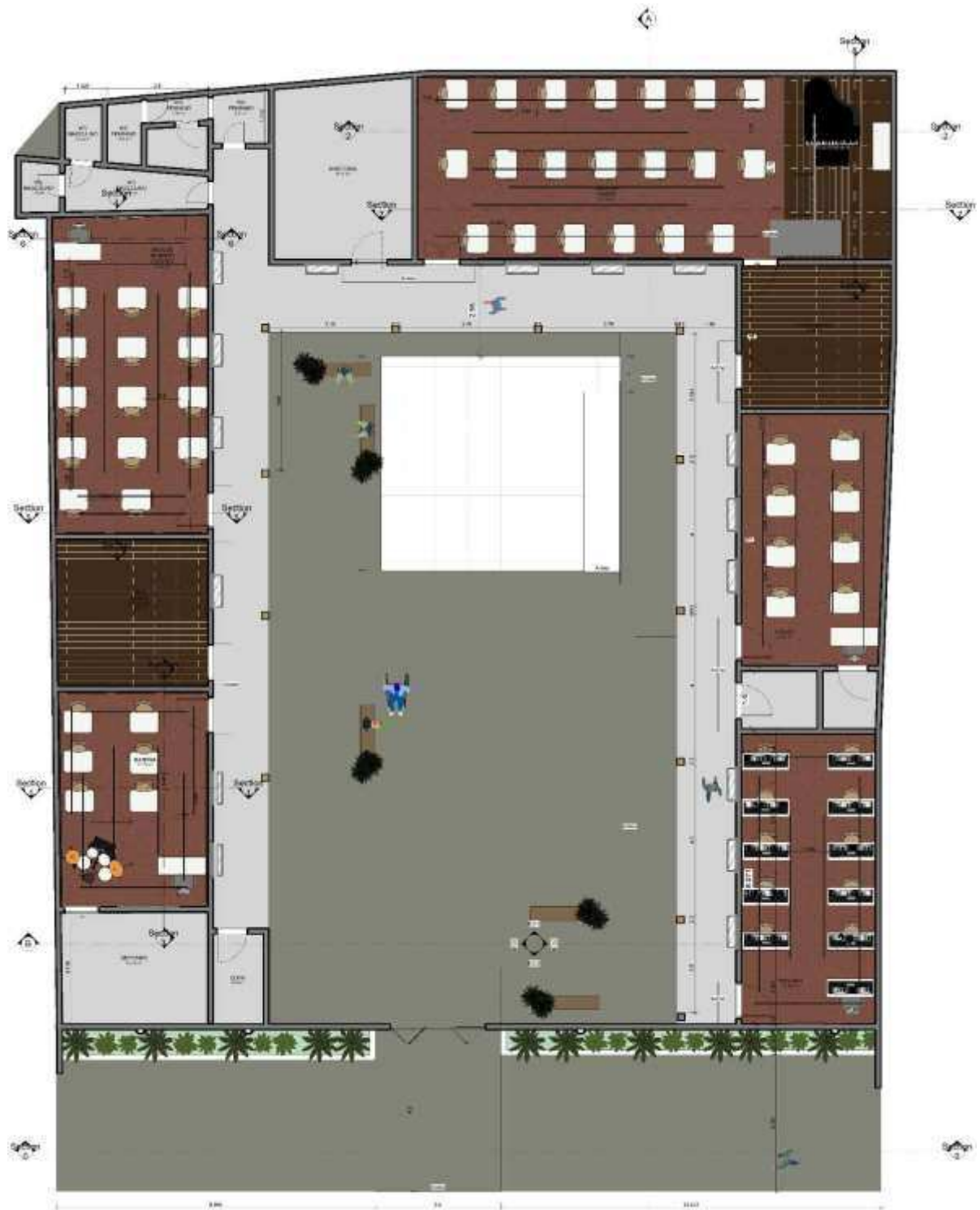
O plano de necessidades traz a adequação da sala de canto/auditório, sala de violão, sala de bateria. Essas salas são evidenciadas sem nenhum tratamento acústico para os seus instrumentos específicos, sendo as salas com maior emissão sonora da escola de música.

**Tabela 1. Salas de música / aula**

LOCAL	ÁREA	UND
SALA DE CANTO	67,10	m <sup>2</sup>
CONTRABAIXO	16,55	m <sup>2</sup>
VIOLÃO	27,56	m <sup>2</sup>
TECLADO	30,09	m <sup>2</sup>
BATERIA	24,72	m <sup>2</sup>
SALA DA BANDA CECILIA	17,14	m <sup>2</sup>
SALA DE VIOLÃO	37,87	m <sup>2</sup>

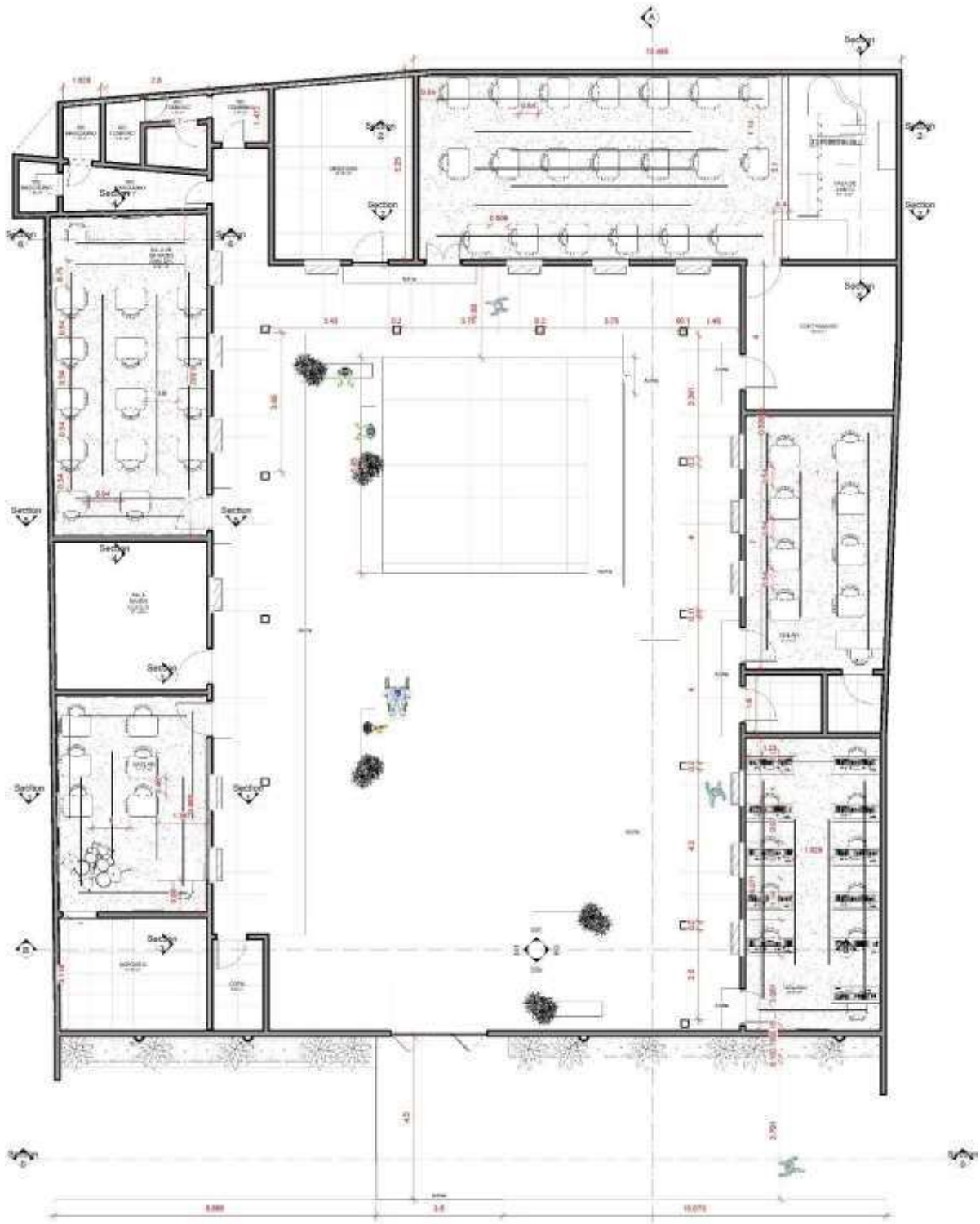
Fonte: Autora (2023)

Figura 7. Levantamento arquitetônico



Fonte: Autora (2023)

Tabela 2. Planta layout



Fonte: Autora (2023)



**Figura 8. Fachada atual**



Fonte: Autora (2022)

**Figura 9. Corredor interno**



Fonte: Autora (2022)

Os corredores internos apresentam bancos em concreto que ficam localizados próximos as salas de aula, salas de instrumentação, tais salas não possuem tratamento interno nas paredes e teto, logo, todos os sons emitidos externamente são Transportados para a parte interna, o que atrapalha o desenvolvimento e produção dos alunos. Essa interrupção também é evidenciada de dentro para fora, todas as crianças externamente conseguem escutar os sons originados dentro das salas de aula.

Pode -se analisar com base na norma de desempenho os tipos específicos de vedações especificações para melhoria do desempenho acústico:

**Figura 10. Desempenho Acústico das vedações verticais**

Fonte: IPT, Unicamp, SOBRAC, Universidade de Coimbra						Porta Acústica - PIA			
Tipo de Parede*		Largura do bloco/tijolo	Revestimento	Massa Kg/m <sup>2</sup>	Rw (dB)	PIA-C2	PIA-C3	PIA-C4	PIA-C5
Blocos vazados de concreto		9 cm	argamassa 1,5cm em cada face	180	41	✓			
		11,5 cm		210	42		✓		
		14 cm		230	43			✓	
Blocos vazados de cerâmica		9 cm	argamassa 1,5cm em cada face	120	38	✓			
		11,5 cm		150	40	✓			
		14 cm		180	42		✓		
Tijolos maciços de barro cozido		11 cm	argamassa 2cm em cada face	260	45			✓	
		15 cm		320	47				✓
		11 + 11 cm**		430	52				
Paredes maciças de concreto armado		5 cm	sem revestimento	120	38	✓			
		10 cm		240	45			✓	
		12 cm		290	47				✓
Drywall com chapa dupla e isolante		2 chapas + 15 de vidro	sem revestimento	22	41	✓			
		4 chapas		44	45			✓	
		4 chapas + 15 de vidro		66	49				✓

\* A redução Acústica das paredes deve ser cerca de 10 dB maior do que a porta.

Fonte: Tabela 34 do Guia CBIC Norma de Desempenho

Verificando as imagens da real edificação é possível observar que a estrutura é de tijolo maciço cerâmico.

**Figura 11. Paredes e esquadrias da escola de música**



Fonte: Autora (2022)

Com base na figura 11, verificamos a ausência de tratamento nas paredes, esquadrias (portas e janelas), no que tange as paredes, estas apresentam apenas chapisco e pintura, portanto não possuem camada de proteção suficiente para manter conforto acústico suficiente. As esquadrias apresentam vedação plástica improvisada. As portas apresentam pontos de fuga do som.

**Figura 12. Sala de teclado / violão**



Fonte: Autora (2023)

A sala de teclado consta com um número médio de 10 teclados em funcionamento, enquanto que a sala de bateria apresenta apenas um instrumento.

**Figura 13. Sala de bateria**



Fonte: Autora (2023)

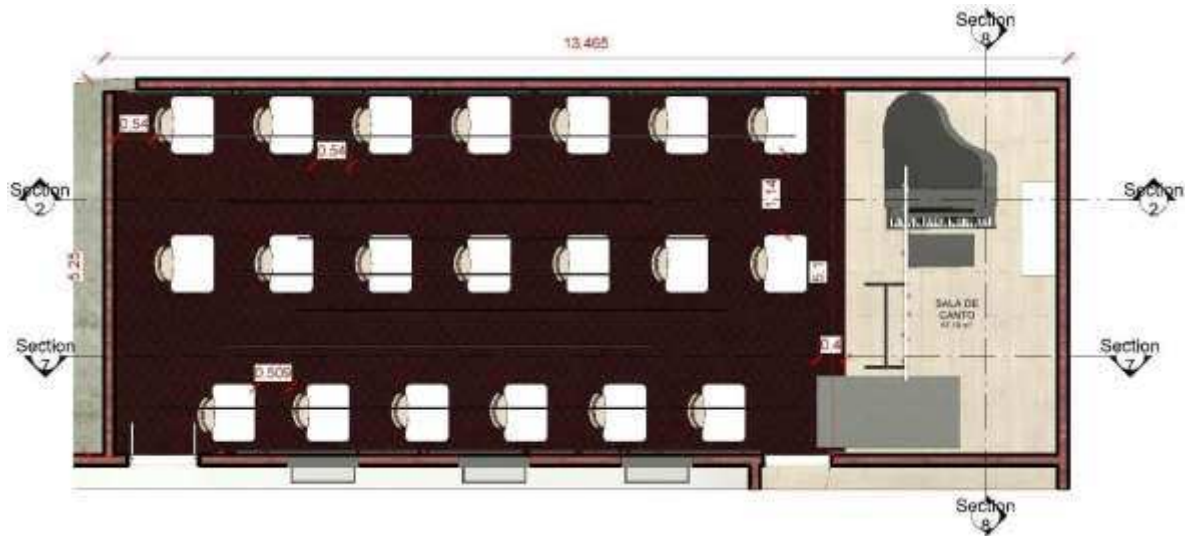
- **A PROPOSTA DE INTERVENÇÃO: SALA DE CANTO/ AUDITÓRIO**

A proposta de ambientação traz a possibilidade de uso tanto para aulas de canto, quanto para apresentações.

No quesito normas de desempenho, foram aplicadas nesse ambiente normas específicas para o tratamento acústico de acordo com a NBR 10152, estabelecendo para a proposta de ambientação valores de referência para adequação sonora, ressaltando – se que não foram realizadas medições de som emitido. Foram utilizados também os princípios da norma ABNT NBR 9050 de acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos e estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação a proposta de uso de espumas acústicas de 50mm de espessura locadas de maneira que permitem tanto absorção quando difusão.

A norma frisa 3 pilares que foram contemplados no projeto; autonomia, que permite que os próprios alunos e professores consigam manter a estrutura utilizada na sala; o conforto, que traz um baixo esforço físico na usabilidade de mobiliários e itens empregados; e no quesito acessibilidade, tem – se a diminuição de acidentes.

**Figura 14. Planta de Layout**

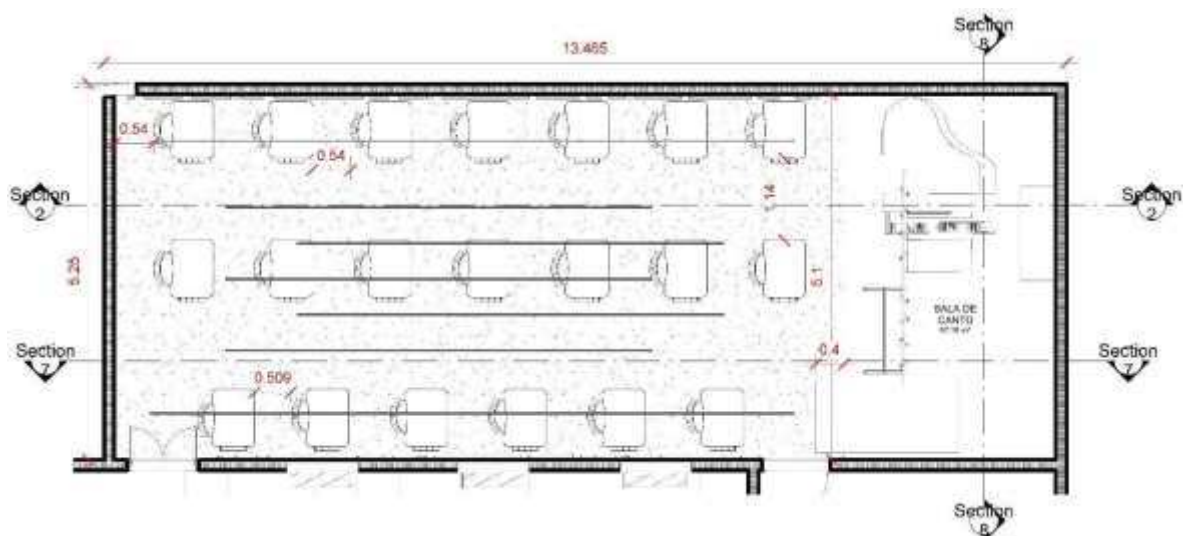


Fonte: Autora (2023)

O mobiliário está disposto com espaço de acessibilidade entre as carteiras, mantendo um distanciamento mínimo de 1 m, que auxilia no fluxo de circulação tanto para cadeirantes, quanto para pessoas com mobilidade reduzida, as carteiras apresentadas trazem as extremidades boleadas.

Quanto ao patamar superior, adequou -se a presença da rampa de acessibilidade que não existia e inviabilizava acesso tanto dos cadeirantes, quanto de idosos.

**Figura 15. Planta de Layout geral**



Fonte: Autora (2023)

**Figura 16. Sala de canto/ auditório – Vista Isométrica**



Fonte: Autora (2023)

Na figura 15 apresentam - se as visualizações perspectivadas, onde visualiza - se o emprego dos diferentes materiais e texturas, sejam eles no piso, teto, parede.

Pensando na reverberação, optou -se por elementos que absorvam o ruído, mas que apresentem uma forma estética agradável e atrativa. Existe alguns materiais que podem ser utilizados de acordo com seu potencial de absorção, desde tecidos grossos, cortinas, tapete, carpete, móveis em madeira, material isolante de forro.

Para adequação da sala de canto, pensou – se na maior estanqueidade do som, a partir dos elementos empregado. De acordo com SCALA ACUSTICA (2022), podem -se usados diversas técnicas para o conjunto se sistemas.

Nas paredes o ideal seria o emprego de um sistema de paredes robusto, pesado, podendo ser em bloco mais espesso, utilizando de uma tipologia de blocos estruturais, ou preenchimento das cavidades dos blocos com um material poroso (absorvedor) ou algo pesado.



Fonte: Autora (2023)

O uso de de drywall nas paredes, ajuda também no isolamento de vibrações, que é causado principalmente pelas ondas graves (baixa frequência).

Para esta sala, foram usadas espumas de poliuretano poli éter auto extingüível, produto não propagadora de chamas, e conta a proteção contra a proliferação de fungos e bactérias, que podem causar mofo e odor. de acordo com a norma NBR 9178, este material conta com retardante a chamas, tendo um processo simples de instalação, não podendo ser instalado em locais úmidos, com infiltrações, nem exposto a luz solar.

A NBR 9178, que trata sobre materiais poliméricos celulares flexíveis, tem como critério além do isolamento acústico, a adaptabilidade do ambiente contra possíveis sinistros, a inflamabilidade do material possui velocidade máxima de queimareduzida, que em caso de incêndios consegue conter a dispersão do fogo, sendo também atópico e antialérgico o que possibilita diversos públicos, crianças, entrarem em contanto com o material sem sofrer nenhum dano.

O material aplicável diminui o ruído interno provocado pelas reflexões sonoras, ou redução de ruído externo pelo uso de manta intermediaria isolantes. Este material foi escolhido tendo em vista a impossibilidade de alteração estrutural, pois o prédio é cedido para uso da escola, assim como as limitações de mudanças estabelecidas para o design de interiores. O material é aplicado nas paredes diretamente com alta aderência trazendo intervenção mínima no local.

**Figura 17. Ambientação da sala de Canto/ Auditório**



Fonte: Autora (2023)

A espuma acústica diminui a reverberação/eco tornando o som mais equilibrado, os diferentes formatos permitem que cada sala apresente uma disposição estética diferente.

Para potencializar o isolamento acústico, o teto passou por um processo de adequação em forro acartonado, a norma de desempenho de ambientes, remete a passagem de som pelos ambientes de várias maneiras, existe uma preocupação com o forro. O drywall é utilizado com alta frequência no Brasil, pela versatilidade, rapidez de execução, custo – benefício. O uso do drywall segue a ANBT NBR 15 768:2009 – que trata sobre sistemas construtivos em chapas de gesso drywall, adequando a ANBT NBR 15575:2013 – edificações habitacionais, desempenho; também conhecida como norma de desempenho, define um nível de desempenho ao longo de uma vida útil para os elementos principais.

O sistema de drywall tem tecnologia para cumprir todos os requisitos dessa norma: Desempenho acústico e segurança ao fogo. No quesito desempenho acústico, as forros projetadas fazem o isolamento acústico com maior eficiência. A proteção contra segurança ao fogo dificulta o processo de inflamação generalizada no



ambiente, diminui a quantidade de fumaça produzida em caso de incêndio, suportando 30 minutos de exposição ao fogo.

Adequou-se a estrutura também a ANBT 14715:2010 - Chapas de gesso para drywall, que atende a qualidade das chapas.

No caso das salas de música, o drywall possibilita a difusão e reflexão do som, tendo o potencial de absorver o som reativamente, impactando o comportamento das salas em baixa frequência. O isolamento sonoro é obtido a partir da espessura da placa de drywall, tendo a possibilidade de uso de placas de 70 mm ou 90 mm, o aumento da espessura provoca o efeito mola, ou de separação entre as folhas, otimizando o isolamento acústico.

A camada de ar que existe entre as placas de gesso no sistema de drywall de acordo com a Associação Brasileira de Drywall, cumpre também com a função térmica. O nível de isolamento segue o mesmo conceito da questão sonora, ou, seja, se forem incorporadas soluções, como lãs minerais, a qualidade de desempenho melhora consideravelmente. (AECweb,2017)

- **A PROPOSTA DE INTERVENÇÃO: SALA DE BATERIA**

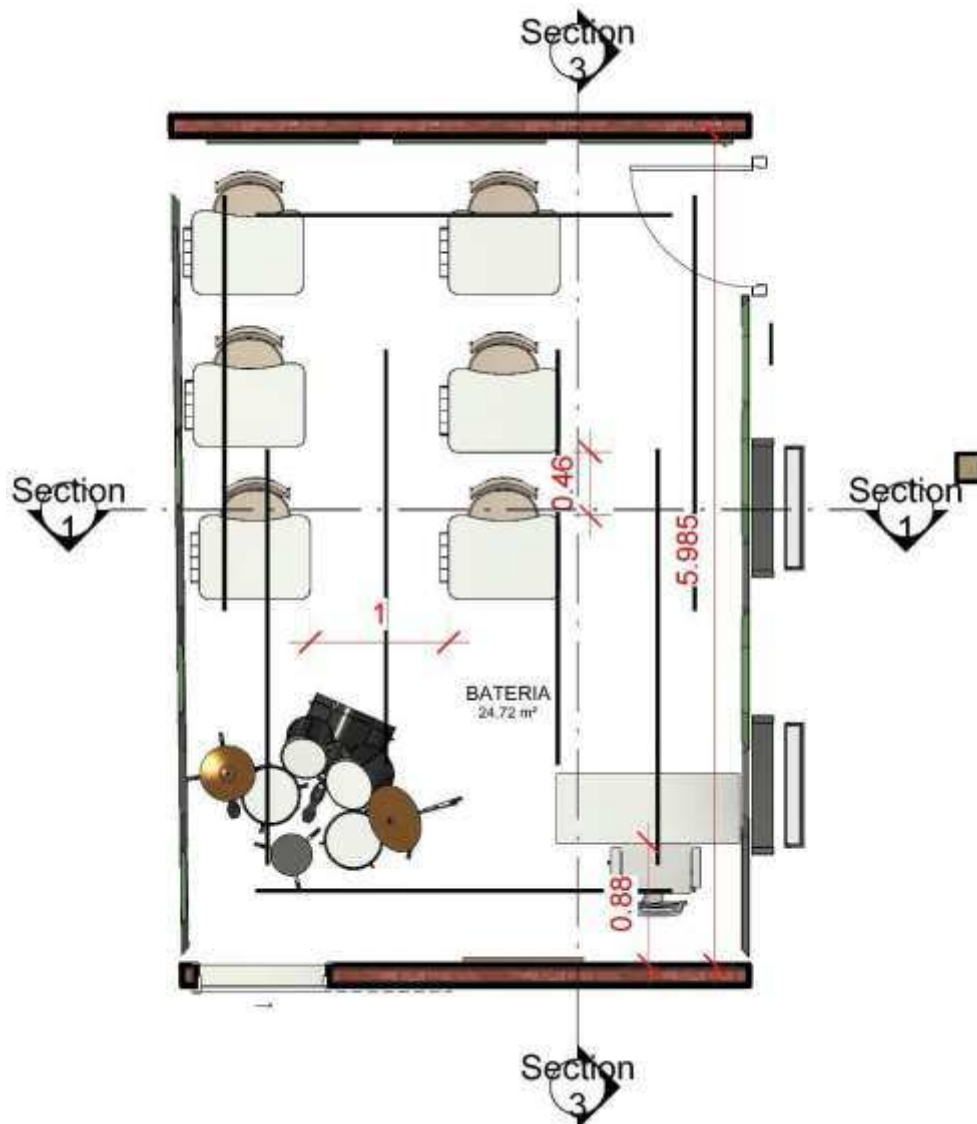
A sala de bateria apresenta uma área de 24,72 m<sup>2</sup>, composta de 6 cadeiras, que seguem as mesmas especificações das cadeiras da sala de canto, com bordas abauladas, espaçamento para cadeira de rodas, e locomoção facilitada.

Neste ambiente tiveram intervenções nas portas, forro, parede e teto.

No quesito portas, todas as salas passaram pelo mesmo processo, seguindo as especificações de normas ABNT NBR 15930 – 3, que trata da classe de desempenho acústico das portas.

Com o aumento da produção de portas nas últimas décadas, tornou-se essencial uma regulamentação para entrar em conformidade os parâmetros seguidos pelas indústrias. Para comprovar que os produtos e processos utilizados pelas fábricas de portas estão de acordo com o que propõem, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) certificou em 2013 a conformidade à NBR 15930.

Figura 18. Planta de Layout- Sala de Bateria



Fonte: Autora (2023)

A ABNT é a entidade responsável pelo processo certificatório e infere a acreditação do Inmetro ao produto. Para poder utilizar o selo que comprova a conformidade com os padrões estabelecidos na norma, os produtos nacionais e importados precisam passar por uma avaliação da ABNT para comprovar que a porta atende às exigências específicas e condições de uso para o Brasil.

**Figura 19. Classe de desempenho acústico das portas**

PORTA ACÚSTICA		LINHA MULTIDOOR			
Classe	Redução Sonora - Rw	Smart	Design	Premium	Premium Full
PIA-C1	21 a 24 dB	✘			
PIA-C2	25 a 28 dB		✔		
PIA-C3	29 a 32 dB			✔	
PIA-C4	33 a 36 dB			✔	
PIA-C5	37 a 40 dB				✔

Fonte: NBR 15930.

Entre os tipos de porta com desempenho adicional, estão as Portas Isolantes Acústicas (PIA), categoria que inclui aquelas que propiciam redução sonora superior a 20 dB. As portas acústicas serão categorizadas em seis classes de desempenho, de acordo com a redução sonora que proporcionam e podem utilizar de equipamentos de proteção acústica (Veda Porta Automático; Veda Frestas, Espumas, Preenchimentos Acústicos, Soleiras de proteção, entre outros) para atingir os requisitos e obtenção da certificação. Veja a tabela abaixo:

#### Categorias das Portas Acústicas (PIA)

Porta padrão normal	Redução sonora menor do que 20 dB
Porta acústica classe 1	Redução sonora de 20 dB a 24 dB
Porta acústica classe 2	Redução sonora de 25 dB a 28 dB
Porta acústica classe 3	Redução sonora de 29 dB a 32 dB
Porta acústica classe 4	Redução sonora de 33 dB a 36 dB
Porta acústica classe 5	Redução sonora de 37 dB a 40 dB
Porta acústica classe 6	Redução sonora maior do que 40 dB

Fonte: NBR 15930.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (Abimci), as PIAs de classe 1 a 4 são recomendadas para projetos residenciais, enquanto as PIAs acima de 37 dB, as portas são indicadas para ambientes em que é necessário um melhor isolamento, como por exemplo, lugares com máquinas que emitem muito ruído e estúdios de música.

**Figura 20. Nível de Conforto Acústico nas Edificações:**

Ruído Interno Máximo - dB (A)		30 dB	35 dB	40 dB	45 dB	50 dB
Porta Isolante Acústica	Porta Indicada	PIA-C5	PIA-C4	PIA-C3	PIA-C2	PIA-C1
	Redução sonora	37 a 40 dB	33 a 36 dB	29 a 32 dB	25 a 28 dB	21 a 24 dB
Residencial	Dormitório		★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆	
	Sala de estar			★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆
Hotelaria	Apartamento		★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆	
	Restaurante			★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆
Hospitalar	Apartamento		★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆	
	Recepção			★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆
Corporativo	Sala de trabalho		★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆	
	Sala de reunião	★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆		
Educativa	Sala de aula			★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆
	Biblioteca		★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆	
Institucional	Igrejas e Templos			★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆
	Auditórios e Teatros	★★★★★	★★★★☆	★★★☆☆		

Fonte: ABNT NBR 10152 | ABNT NBR 15930-3

Frequência do centro da banda de terço de oitava (Hz)	Índice de Redução Sonora (dB)	Frequência do centro da banda de terço de oitava (Hz)	Índice de Redução Sonora (dB)
100	29	800	31
125	27	1000	32
160	30	1250	33
200	31	1600	35
250	30	2000	37
315	30	2500	39
400	32	3150	40
500	33	4000	39
630	32	5000	42

Ensaio IPT: 920771-203 de 15/02/2005

Fonte: ABNT NBR 10152 | ABNT NBR 15930-3

Foi realizado um Checklist para adequação do desempenho máximo da Porta Acústica:

- Identificar se a origem do ruído é proveniente do exterior ou do interior da edificação;
- Avaliar as fontes de ruído exterior e adequar as vedações das janelas e portas externas;
- Pesquisar a origem do ruído interior e definir a classe de desempenho da porta acústica;
- Ajustar as dimensões e geometria do vão da porta para evitar vazamento do som;
- Instalar a porta acústica segundo o Manual de instalação por profissional habilitado.

As portas empregadas alteram a inteligibilidade da fala, as portas acústicas são utilizadas para isolar o som interno e externo.

**Figura 21. Influência da Isolação Acústica sobre a inteligibilidade da fala (considerando um ruído no ambiente interno em torno de 35 a 40 dB)**

Inteligibilidade da fala	Isolamento sonoro - dB	Porta Isolante Acústica
Capacidade de entendimento do que se está falando em voz alta no recinto adjacente	Nível de redução proporcionado pela vedação vertical	Indicada para vedação vertical compatível com a porta
Claramente audível: ouve e entende	35	PIA-C2
Audível: ouve, entende com dificuldade	40	PIA-C3
Audível: não entende	45	PIA-C4
Não audível	50	PIA-C5

Fonte: adaptado do Association of Australian Acoustical Consultants, 2010

Fonte: Tabela F.8, pág 56 da NBR 15575-4:2013

A porta acústica fornece uma barreira à passagem do som de um recinto para outro, evitando a entrada de nível sonoro que possa interferir na atividade exercida ou ser prejudicial a alguma atividade humana. Isolamento do som é um serviço que busca impedir a passagem de som, tanto de dentro pra fora, de forma que não incomode a vizinhança o som produzido em determinado ambiente, quanto de fora pra dentro, para que os sons externos não interfiram ou atrapalhem uma apresentação.

As reflexões da sala se misturam com o sinal direto e causam interferências destrutivas antes mesmo de um ciclo completo da onda ser concluído. Com a energia da onda sonora se comportando de forma disfuncional, seu baixo desaparece em áreas críticas e é sobrecarregado em outras. Você pode até tentar compensar certos problemas ao processar suas faixas, como potencializar os graves na equalização. Mas fatalmente o seu resultado final, quando ouvido fora da sua sala, revelará os problemas acústicos do ambiente em que foi gravado.

Partindo do ponto de vista do Isolamento acústico, foi pensando na possibilidade de trocar as janelas por janelas acústicas anti-ruído com vidro-duplo e aro de alumínio podendo ou não ser sobreposta para não prejudicar a fachada das outras salas uma vez que essa janela está para um corredor onde existem outras janelas iguais. O vidro insulado é um opção como excelente isolante sonoro. Ele é formado pela união de lâminas de vidro separadas por um espaçador com uma camada interna de ar desidratado e gás argônio, deixando o conjunto hermeticamente vedado.

**Figura 22. Vidro laminado.**



Fonte: NBR 10152

As normas técnicas para vidros de conforto acústico podemos destacar duas normas importantes:

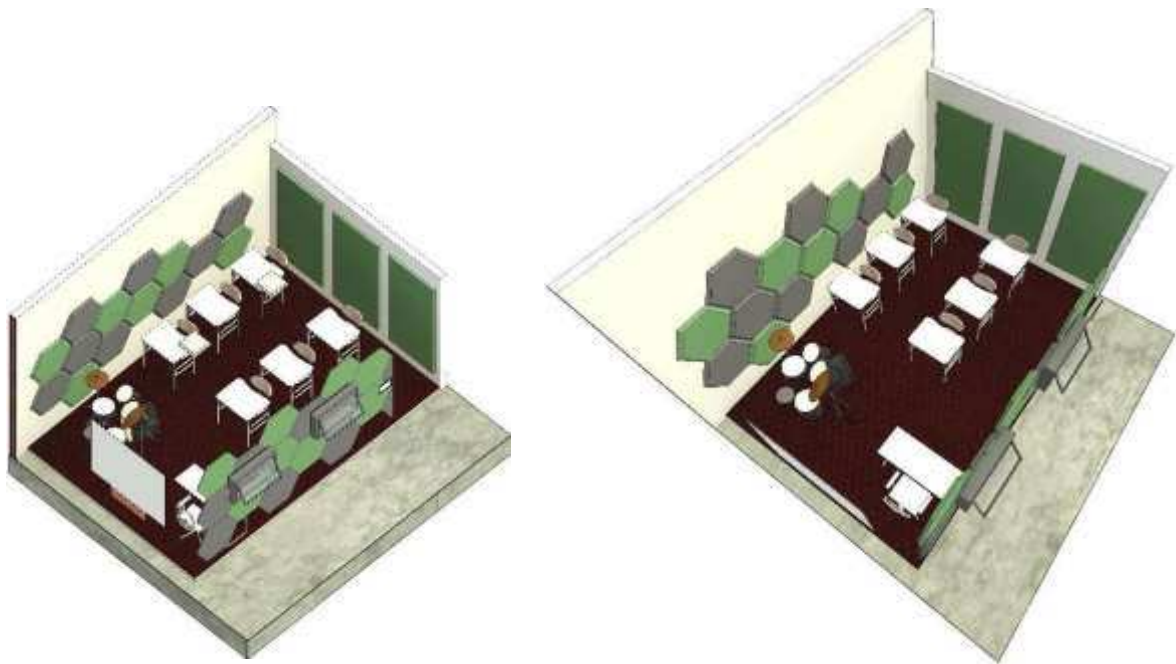
#### NBR 10.152 - NÍVEIS DE RUÍDO PARA CONFORTO ACÚSTICO

Através dessa norma é possível entender quais são os níveis de ruídos permitidos de acordo com a atenuação acústica de acordo com as características mais comuns dos ambientes.

## NBR 15.575 - DESEMPENHO EM EDIFICAÇÕES

Nessa norma é possível saber quais são os requisitos e características básicas necessárias para o conforto acústico em um edifício.

**Figura 23. Vista Ortogonal / perspectiva**



Fonte: Autora (2023)

No estudo e avaliação das vistas ortogonais e perspectivas, optou -se pelo uso nas salas, nos tons em verde, cinza, e tons amadeirados.

As cores na arquitetura escolar interferem diretamente nas experiências proporcionadas por um determinado ambiente. Cores mais vivas tendem a criar sensações de tensão e certa agressividade, enquanto as mais suaves expressam o contrário. As cores escolhidas trazem como cor principal o verde, é usualmente ligado à natureza, esperança e conhecimento. Em seus tons mais claros, mostra-se uma opção interessante para ambientes escolares, pois transmite tranquilidade. Quando usado em interiores, esses tons estão associados a ambientes de repouso. Já os tons mais escuros são indicados para locais de estudo ou trabalho (situações que exigem concentração). Pensando na facilidade de aprendizagem e proporcionar bem estar aos usuários do local, adequou - se as tonalidades.

A psicologia das cores é uma área que estuda a influência das cores sobre nossas sensações. É extremamente importante saber que não existe um consenso

definitivo sobre estes resultados, eles dependem do contexto de formação. No projeto o verde foi disposto nas paredes nas placas acústicas, trazendo harmonia e interação.

**Figura 24. Ambientação da Sala de Bateria**



Fonte: Autora (2023)

As placas apresentadas nas paredes as salas de bateria apresentam formato hexagonal, espuma acústica é a opção ideal para ambientes que necessitam de conforto acústico e se preocupam com uma boa estética. Ela pode ser encontrada em diferentes cores e tamanhos, e por contar com o formato hexagonal, ela permite formar desenhos e diversos tipos de painéis.

O formato hexagonal permite adequações de diversas cores, formando painéis facilmente removíveis, o desafio de desenvolver projetos de conforto, sobretudo acústico, é um tanto quanto ingrato, uma vez que só se presta atenção nele quando não funcionam adequadamente nos espaços. São muitas as queixas comuns: ouvir mais a conversa da sala ao lado do que a que ocorre no seu espaço, ter que gritar para ser entendido por alguém ao seu lado ou ouvir ecos excessivos nos ambientes que tornam o convívio exaustivo. Justamente esse último problema é bastante comum em espaços com estruturas aparentes, sem materiais de revestimentos. Por geralmente serem materiais pouco absorventes acusticamente, como concreto, vidros



ou metais, é bastante comum que espaços com estéticas mais industriais apresentem tempo de reverberação alto.

Isso quer dizer que um som emitido demora a desaparecer, pois continua refletindo nas superfícies do espaço e juntando-se aos outros sons produzidos, criando um ruído incômodo e reduzindo a compreensão das falas.

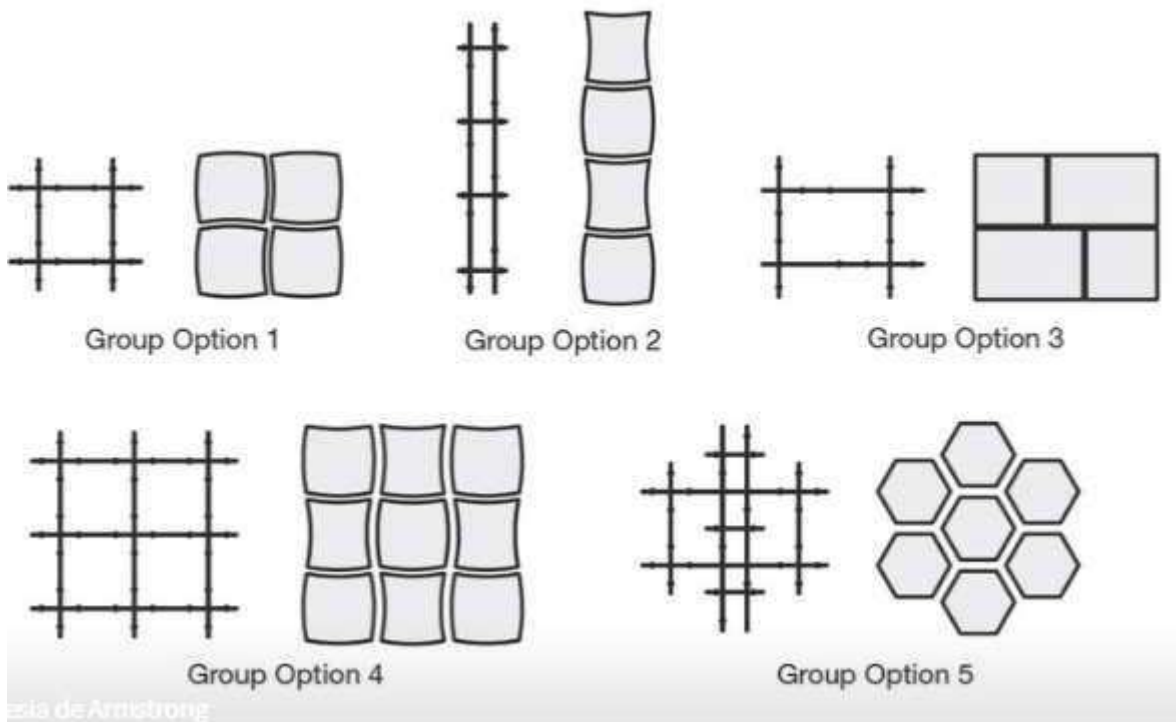
**Figura 25. Visualização em render da sala de Bateria**



Fonte: Autora (2023)

As nuvens em grupo são soluções acústicas flutuantes, localizados onde há a necessidade de melhorar o conforto acústico. Assim como as nuvens independentes, estes proporcionam ambientes mais introspectivos e aconchegantes, não somente por reduzir o tempo de reverberação e tornar os espaços mais silenciosos, mas por diminuir o pé-direito. As possibilidades de formas, cores e materiais são imensas, e podem se adequar aos distintos requerimentos de cada espaço.

**Figura 26. Disposição da organização das placas acústicas**



Fonte: <https://www.archdaily.com>. (2023)

A linha Ver gemetric foi escolhida em diversos padrões que além da espuma acústica linha Rev hexagonal - kit 5 peças - (1m<sup>2</sup>) - 45mm - pigmentada.

O Tratamento acústico pode ser utilizado em qualquer ambiente: estúdios, escritórios, call center, Igreja. O Isolamento acústico pode ser feito em pequenos ambientes, assim como em pequenas casas de máquina, ar condicionado, compressores, qualquer equipamento com emissão de ruídos de baixo á moderado

instalação é simples necessitando apenas de cola e aplicador (tipo de silicone), estilete e apenas 1 pessoa. Sendo por tanto, um material facilitador de aplicabilidade.

Este material conta com retardante às chamas que atende a norma NBR 9178.

**Figura 27. Placa acústica hexagonal**



Fonte: SPL acústica (2022)

As placas trazem inúmeros benefícios; trazendo melhora acústica em áreas abertas, deixam ambientes esteticamente modernos, capacidade de acabamento do painel em 360° disponível, rápido e fácil de instalar na estrutura, no forro, diretamente no gesso, em um sistema de suspensão padrão ou em uma parede.

O design une absorção acústica e design inovador para tornar os ambientes mais agradáveis e confortáveis independente da finalidade, propiciando maior inteligibilidade e audibilidade, podendo apresentar diferentes propostas arquitetônicas, além de trazer resistência ao fogo.

- **A PROPOSTA DE INTERVENÇÃO: SALA DE VIOLÃO**

A proposta da sala de violão, tem área de 37, 87 m<sup>2</sup>; constando com a presença de 14 cadeiras dispostas da mesma forma que os demais ambientes.

Assim como nos demais ambientes apresentados, a sala de violão trouxe a adequação do forro em conjunto com o Drywall, a presença de madeira fixada no forro.

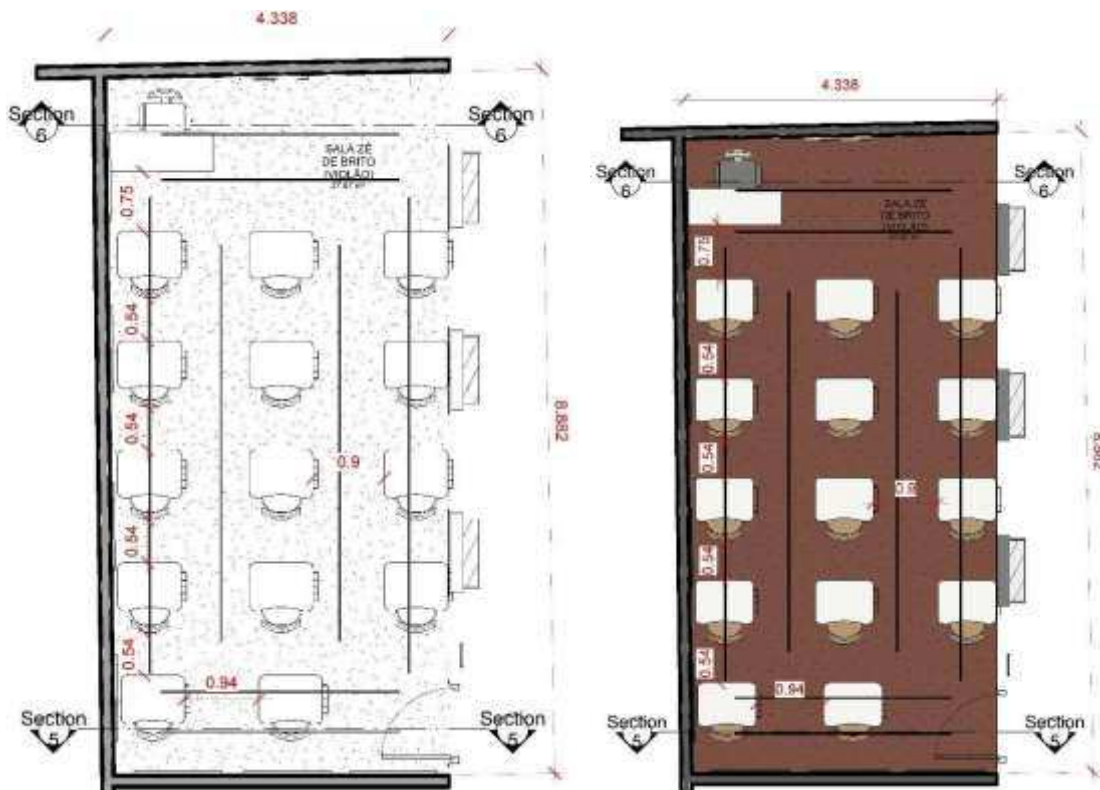
As propriedades fundamentais da madeira são descritas como aquelas relacionadas à sua formação. São elas que irão determinar a durabilidade, a

identificação, a resistência e também a qualidade dos produtos gerados a partir de uma árvore. São agrupadas em propriedades anatômicas, físicas, mecânicas e químicas. Dentre as propriedades físicas da madeira, as mais estudadas são a umidade e as densidades básica e aparente. Segundo Stewart; Polak (1975), a densidade aparente da madeira, definida como a relação entre a massa e o volume a uma determinada condição de umidade, é uma das mais representativas propriedades físicas da madeira.

A densidade básica também é considerada uma das características mais importantes, tendo como principais pontos a facilidade na determinação e sua relação com as demais propriedades da madeira. É definida como a relação entre a massa absolutamente seca e o volume em máxima expansão da madeira. Segundo Carrasco; Azevedo Júnior (2003), a velocidade de propagação da onda ultrassônica é afetada pela densidade da madeira. Um aumento desse valor, com umidade constante ao longo da amostra, provoca um aumento na velocidade de propagação. Esse fato se deve à deposição de celulose na face interna da parede celular, que causa um aumento significativo da rigidez. Assim, a esperada atenuação causada pelo aumento da densidade é compensada por esse parâmetro.

De acordo com Araújo (2002), as propriedades acústicas da madeira, relacionadas aos princípios de ressonância e às propriedades de radiação do som, foram aplicadas por muito tempo, apesar de não serem cientificamente comprovadas.

Figura 28 Planta de Layout- Sala de Violão

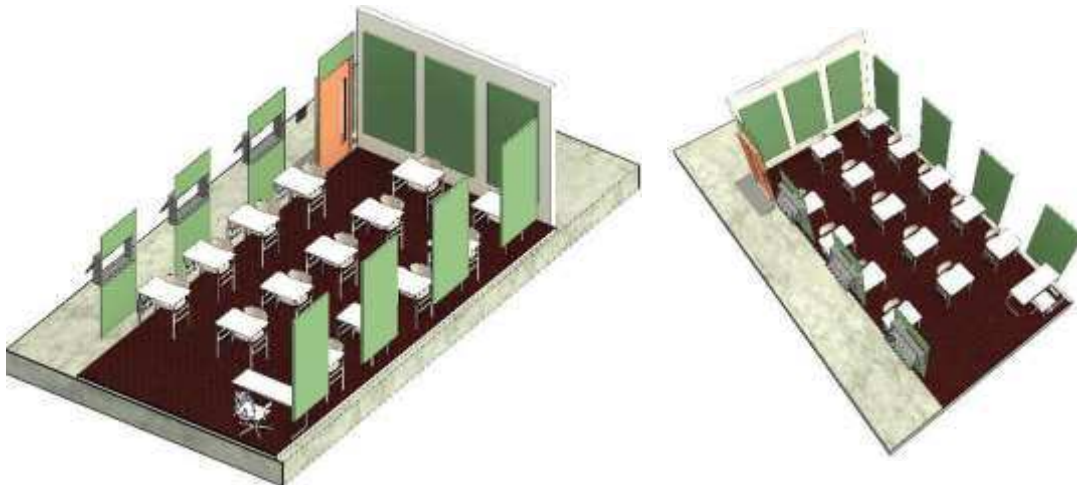


Fonte: Autora (2023)

Segundo Bucur, Shimoyama (2005), a avaliação das propriedades acústicas da madeira pode indicar a anisotropia desse material, considerando sua relação com as características anatômicas. Para a confecção de instrumentos musicais, os valores de resistência à propagação da onda sonora e de resistência à irradiação sonora devem ser cuidadosamente estudados (SOUZA, 1983). Esses valores estão intimamente ligados ao módulo de elasticidade dinâmico da madeira e servem de embasamento para uma série de experimentos relacionados à determinação de propriedades da madeira por meio de métodos acústicos, tais como ultrassom e propagação de ondas de tensão.

A maioria dos ensaios acústicos requer a utilização de ruídos padronizados, os quais apresentam características peculiares. Os mais utilizados são o ruído branco e o ruído rosa. A principal diferença entre esses dois tipos de ruído está relacionada à densidade de energia sonora presente ao longo do espectro de frequência. Enquanto o ruído branco apresenta uma quantidade de energia constante para todas as frequências, o ruído rosa apresenta uma queda de 3 dB por oitava (FERNANDES, 2002).

**Figura 29. Vista ortogonal e perspectivada da sala de violão**



Fonte: Autora (2023)

O painel acústico de madeira é ideal para ambientes como Teatros, Auditórios, Home Theater, e outros ambientes que tem a necessidade de um ótimo isolamento acústico e visam o bem estar e a comodidade das pessoas. O painel acústico de madeira também tem a possibilidade de ser decorado com pinturas de tintas e estilizado de acordo com o gosto e a necessidade do cliente.

Vantagens do painel acústico de madeira:	Uso adequado tanto no segmento industrial quanto na construção civil (estética e integração arquitetônica)
	Bom isolamento acústico (alta densidade superficial);
	Bom isolamento térmico;
	Bom comportamento ao fogo
	Alta resistência a impactos
	Pode ser instalado após a colocação de pisos e azulejos no ambiente
	Aspecto de concreto aparente
	Duplicação do espaço
	Como parede externa, permite a fixação de letreiros e luminosos
	Rápida montagem e desmontagem
	Total reaproveitamento em caso de remanejamento
	O painel acústico de madeira permite fixação de peças suspensas
	Para divisórias altas, possui elevada resistência à compressão axial
	Produto acabado de fácil manutenção;
Não gera entulho.	

O funcionamento do painel acústico de madeira em relação ao isolamento acústico possui:

- **Baixas frequências:** o desempenho do painel acústico de madeira quanto à isolamento sonora em baixas frequências apresenta bons resultados equiparando-se a uma parede de blocos cerâmicos de vedação, com 140 mm, revestida em ambas as faces;
- **Médias Frequências:** Apresenta resultados comparáveis aos de alvenarias mais espessas e pesadas. As médias frequências situam-se entre os sons graves e os agudos, podendo ser ouvidas como sons propriamente ditos ou como componentes predominantes dos ruídos mais corriqueiros.
- **Altas Frequências:** O painel acústico de madeira possui um desempenho muito bom. Há duas razões para ter interesse especial nestes resultados. Uma delas é o fato de que sons agudos (que ocorrem como sons propriamente ditos ou como componentes de ruídos) são capazes de agredir severamente o ouvido humano, cuja maior sensibilidade situa-se em torno de 3.500 Hz. Descarga de ar comprimido é um exemplo clássico de ruído em altas frequências.

**Figura 30. Ambientação Sala de violão**



Fonte: Autora (2023)

A madeira acústica é um produto que combina design inovador, elegância e elevada performance acústica, sendo ideal para teatros, auditórios, restaurantes, salas de videoconferência, estúdios, casas de shows, etc.

Disponível em variadas cores e modelos, a madeira acústica pode ser aplicada no teto ou paredes.

Prover soluções de isolamento acústico, tendo como exemplo de oferta a madeira acústica para suprir as exigências do mercado nacional.

O processo de tratamento acústico permite que os ambientes possam contemplar maior comodidade, bem estar, silêncio e controle acústico, garantindo maior qualidade de vida a todos. Portanto, a madeira acústica certamente trará um ótimo requinte ao ambiente, além de exercer a função de preservar o local silencioso, livre de ruídos externos.

Os componentes utilizados para compor a madeira acústica aliam durabilidade e resistência para que o processo de instalação assegure uma longa vida útil ao produto onde quer que seja aplicado.

**Figura 31. Ambientação Sala de violão**



Fonte: Autora (2023)

Os painéis de revestimento acústico feito com madeira, servem como absorção sonora devido à sua perfuração, proporcionando conforto acústico e redução de reverberações.



Com desempenho acústico incomparável, os painéis são perfurados com a face frisada a cada 32mm como opção acusticamente refletora e estão disponíveis nos modelos Liso ou frisado.

Painel acústico de madeira de alta qualidade do painel de parede do painel do teto. O Painel acústico com ranhura de madeira, é um novo tipo de painel de madeira decorativos com excelentes propriedades de isolamento acústico do ruído sobre o efeito de absorção do som de baixa frequência. É um produto para o ambiente, em conformidade com as normas ambientais nacionais para todos os materiais, o produto também tem um aroma de madeira natural. o nível de resistência contra incêndio é B1. É principalmente constituído por três partes: material do núcleo: e o mdf superfície padrão: folheado de madeira ou de melamina de volta: velo acústico.

**Figura 32. Informações das placas de forro de madeira**

#### Informação Básica.

N ° de Modelo.	GROOVED PANEL
Acústica Tipo de Painel	Painéis Acústicos de Madeira
Eco-Friendly	E1
Acabamento de superfície	Melamina
Certificação	CE, ASTM, ISO, SGS
Delivery Time	1-2 Weeks
Marca Registrada	FLYLY ACOUSTICS
Especificação	128mm*2440mm*15mm/18mm/12mm
Código HS	4411142900

Fonte: Painel acústico Flyly Co., Ltd (2022)

**Figura 33. Placas de forro de madeira**

Tipo	Painéis Acústicos
Lã painel acústico Tipo	Sulco painéis acústicos de madeira
Grau à prova de fogo	B1
Borda	Praça
Density	780kgs/M3
Loading Quantity	1200square Meters for 20FT Container
Pacote de Transporte	Carton
Origem	China

Fonte: Painel acústico Flyly Co., Ltd (2022)

- **A PROPOSTA DE INTERVENÇÃO: FACHADA**

A proposta de ambientação da fachada foi elaborada para trazer melhor design.

A opção de melhorar o conforto pensando na fachada surgiu a partir das visualizações feitas. A rua na qual a edificação está locada apresenta alto fluxo de carros de pequeno a alto porte, seguido da constante presença de carros de som que interferem no desenvolvimento frequente das aulas.

**Figura 34.3D Fachada da escola de música**



Fonte: Autora (2023)

O muro da fachada tem uma altura base de 4 metros, o grande paredão naturalmente funciona como uma barreira acústica que confere um bom desempenho sobre todas as frequências de absorção sonora.

A parede visa proteger as pessoas no interior de locais ruidosos e fechados; proteger todo o meio ambiente dos agentes produtores de ruídos; proporcionar as pessoas maiores níveis de conforto sonoro.

Optou-se por empregar pedras fixadas na barreira acústica que é uma das melhores soluções nos casos em que a atenuação sonora pode ser garantida através da geração de sombra acústica em detrimento de soluções convencionais.

As pedras são fixadas com argamassa termoacústica é possível obter maior conforto térmico e acústico nas edificações em geral: Residenciais, comerciais e industriais. A sua eficiência térmica, ajuda a reduzir o consumo de energia diminuindo o uso de aparelhos de ar-condicionado. A argamassa proporciona conforto térmico e acústico sendo um produto inovador (atende expectativas de mercado) e sustentável (vantagens energéticas e diminuição de perdas e desperdícios de recursos naturais).

Formada por um composto particulado, a argamassa é indicada para isolamento térmico e acústico de edificações em geral:

Isolamento térmico - Paredes e lajes que recebam grande incidência solar ou que estejam localizadas em regiões com invernos rigorosos.

Isolamento acústico: Paredes de divisão de ambientes, edificações em regiões de alta urbanização (ruídos de automóveis, aeronaves, etc), laboratórios de testes, etc.

A argamassa foi utilizada também nas paredes internas das salas, que apresentavam apenas chapisco com pintura. A argamassa proporciona redução de 12 a 13° C (comparando-se com reboco comum); redução do uso de ar condicionado (75 a 100%) com economia de energia (40 a 50%), redução sonora de 40 a 42 dB - Produto de fácil aplicação (mão-de-obra convencional- pedreiro), isenta de amianto (não tóxico), pode ser aplicado qualquer tipo de acabamento depois de seca (azulejo, tinta, fórmica, massa corrida, pastilhas de cerâmica, vidro), entre outros, resistente a fogo e sem propagação de chama; possui características muito leve (baixa densidade) – 0,57 g/cm<sup>3</sup> e vem pronta para uso (somente adicionar água).

A argamassa também foi empregada no piso das salas, argamassa P/ Contrapiso Acústico, promove conforto térmico e acústico; podem ser aplicados revestimentos sobre contrapiso que atendem a NBR 13281/05 – Argamassa para

assentamento e revestimento de paredes e tetos; as argamassas de piso possuem enchimento leve, baixa densidade. A aplicação deve seguir as normas para utilização, para assegurar o bom desempenho do produto, deve ser observado o disposto nas normas técnicas ABNT: NBR 7200 - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento” e “NBR 13.749 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação”.

**Figura 35. Render fachada em Revit**



Fonte: Autora (2023)

Na figura 31 observa -se a adequação com as pedras dispostas na fachada trazendo a singularidade com as cores do amadeirado presente nas salas.

A presença das plantas na fachada também funciona como barreira acústica verde natural, o barulho nas grandes cidades é um dos principais fatores que contribuem para o estresse mental e alteram o desenvolvimento intelectual em ambientes com alta propagação sonora. A ideia de colocar plantas, vem dos conceitos de eco barreiras acústicas. A eco barreira como uma cerca viva acústica que oferece proteção contra a poluição sonora. Dessa forma, ela traz mais harmonia ao meio ambiente, através de um design biofílico.

A tecnologia funciona da seguinte forma: as barreiras se mimetizam ao ambiente natural. Além disso, se tornam mais atraentes na medida em que a vegetação cresce.

Essa implementação é capaz de transformar as ondas sonoras em energia cinética, no momento em que o barulho atravessa as folhagens e os galhos, melhorando assim os níveis de ruídos do ambiente. Ou seja, quanto maior, mais robusta e com mais galhos, maior a capacidade da árvore de mitigar os ruídos.

Outro fator importante é a questão do solo, uma vez que um solo é devidamente cultivado, é capaz também de absorver parte desses barulhos.

Alguns benefícios da implantação das plantas na fachada além do conforto acústico está atrelado contato frequente com a natureza, causando sensação de bem-estar; tranquilidade; redução da poluição, por absorver alguns gases e poluentes; conforto térmico, levando em consideração as sombras e umidade do ar.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto, é sabido que no Brasil existe uma grande jornada a ser vencida no que tange as escolas de música municipais e estaduais, tendo em vista a grande defasagem e desproporcionalidade de adequação das salas. Cada sala possível uma atribuição diferente, essas atribuições precisam de estudo e adequação específica, seja elas, adequações de mobiliário, intermediações no conforto térmico, acústico, lumínico, assim como do acesso a cadeirantes e pessoas com deficiências. Todo o estudo foi baseado em apresentar adequações de ambientação pautadas em materiais específicos para casa ambiente, desde piso, forro, iluminação, portas, janelas, rebocos, pinturas, texturas.

Com base nas experiências vividas na escola de música municipal de Bacabal – MA, verifica -se que o objetivo geral, da elaboração de proposta de ambientação Escola de Música Maestro Almir Garcez Assaí, para a cidade de Bacabal – MA, com enfoque na acústica e na arquitetura, atendendo as necessidades e interesses ambientais, sociais, culturais e econômicos de acordo com a dinâmica real do município foram atendidas, ou parcialmente atendidas tendo em vista um espaço reduzido, assim como também, a restrição da modelagem que o design pode possibilitar, sendo este impossibilitado de adequar a arquitetura e a estrutura existente.

Ao tratar desse tema sobre a música como incentivo a aprendizagem do design de interiores e a fomentação de estudo específico sobre esse entorno, foi possível observar que a música se tornou uma forma criativa de comunicação, tornando-se uma linguagem universal e podendo ser interpretada, entendida e definida de várias maneiras. Contribuindo de inúmeras formas para a vida do ser humano, estando sempre presente quase que diariamente nas atividades desenvolvidas, o design pode ser implantado para auxiliar no desenvolvimento, obtendo o seu espaço e passando a ser olhada com outros olhos pela sociedade.

O projeto traz um plano de necessidades de acordo com as salas escolhidas, assim como apresenta as diretrizes de conforto ambiental (principalmente acústico) e desempenho da edificação para aplicação em uma proposta de Escola de Música; tornando possível desenvolver o projeto de Escola de Música que apresente racionalização desempenho e funcionalidade, além de possibilitar para a cidade de

Bacabal - MA uma edificação com as melhores soluções acústicas possíveis. Toda a ambientação de uma escola que tem a missão de proporcionar além de ensino, mas bem estar, precisa está apta a suportar toda a sua demanda e tipologia de alunos.

Em suma, os professores utilizam a música nas mais diversas formas do conhecimento, sendo trabalhada através das atividades de classe, nas brincadeiras dirigidas, nos momentos de socialização com os demais coleguinhas. Para que se possa transmitir uma educação de qualidade e direcionada para um melhor envolvimento com as disciplinas aplicadas. Não existe uma forma mais adequada para se trabalhar com crianças os conteúdos educativos, a linguagem musical deve estar presente no contexto educacional, envolvendo atividades e significados que favoreçam a exploração, a descoberta e a apropriação do conhecimento, tudo isso atrelado sob a ótica do design de interiores ganha maior proporcionalidade, transformando o lugar apto para as suas atribuições.

## REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 15575-1:2013 **Edificações habitacionais** - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais.
- ABNT NBR 15575-3:2013 **Edificações habitacionais** - Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos.
- ABNT NBR 15575-4:2013 **Edificações habitacionais** - Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas SVVIE.
- AGUIAR, Marina. **Escola de Música Villa-Lobos**. Trabalho de monografia, Brasília. Centro de ensino unificado de Brasília (UniCEUB). Junho de 2017.
- AIDAR, Laura. **História da Música**. Toda Matéria. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/historia-da-musica/>. Acessado em 20 de agosto de 2022
- ARAUJO, Lindomar da Silva. **História da Música**. Info Escola. Disponível em: <https://www.infoescola.com/musica/historia-da-musica/>. Acessado 20 de agosto de 2022.
- ArchDaily. **Reabilitação e Ampliação da Escola de Música de Louviers/Opus 5** Architectes ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/109902/reabilitacao-e-ampliacao-da-escola-de-musica-delouviers-slash-opus-5-architectes>. Acessado 15 de agosto de 2022
- ABNT. NBR 15220 **Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro, 2003. Resolução 304 de 18 de dezembro de 2008.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.151 - **Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade** - Procedimento. Procedimentos. Rio de Janeiro. 4p. 2003 (versão corrigida).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.152 - Níveis de ruído para conforto acústico**. Procedimento Rio de Janeiro. 4p. 1992 (versão corrigida). FERNANDES, João Candido. Padronização das condições acústicas para salas de aula. Bauru, 2006. Disponível em: [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/823.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/823.pdf).
- BARROS, Armando de Carvalho. **A Música**. CEA - Cia. Editora Americana. 1973.
- BRANDÃO, E. **Acústica de salas: projeto e modelagem**. São Paulo - Blucher, 2016.
- CARVALHO, R. P. **Acústica Arquitetônica**. Brasília: Thesaurus, 2010
- BRITO, Teca Alencar. **A música na educação infantil**. São Paulo: Petrópolis, 2003.
- CANDIDO, João Fernandes. **Propriedades Físicas do Som**. 2002.
- CARACOL, Alexandra. **A importância da música na aprendizagem**. 2011.



CARBONI, Márcio Henrique de Sousa. **Qualidade Acústica em Salas de Ensino de Música: Parâmetros acústicos preferenciais na opinião de professores de música.** 2012.

COSTA, Cláudia. **CEP – BEM, uma reflexão sobre contexto de uma escola profissionalizante de música.** Brasília, dezembro de 2012. Universidade Estadual Paulista.

CUNHA, Eduardo Grala da. **Conforto Ambiental: Acústica Arquitetônica.** 2012.

CURY, Augusto. **Pais brilhantes, professores fascinantes.** Rio de Janeiro, Sextante, 2003.

ESTEVÃO, Vânia Andréia Bagatoli. **A importância da música e da dança no Desenvolvimento infantil.** 2002.

FARIA, Márcia Nunes. **A música, fator importante na aprendizagem.** 2001

FAZENDA, Ivani. **Metodologia da Pesquisa Educacional.** 12 ed. São Paulo: Cortez, 2010.

FALCETTA, Antônio Paim, [et al.]. **Cem aulas sem tédio: sugestões práticas, dinâmicas e divertidas para o professor.** Santa Cruz: Ed. Instituto Pe. Reus, 2000

FERREIRA NETO, M. D. F.; BERTOLI, S. R. **Conforto acústico entre unidades habitacionais em edifícios residenciais de São Paulo, Brasil.** Acústica 2008, Coimbra, Portugal, 2008. Acessado em:

FIGUEIREDO, F. L. **Parâmetros acústicos subjetivos: Critérios para avaliação da qualidade acústica de salas de música.** Dissertação do curso de Artes na área de Musicologia da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2005.

FIGUEIREDO, F. L.; IAZZETTA, F. **Parâmetros acústicos em salas de música: análise de resultados e novas interpretações.** 4o congresso da AES Brasil, São Paulo, 08 a 10 Maio 2006.

FIGUEIREDO, F. L.; IAZZETTA, F.; MASIERO, B. **Análise de parâmetros acústicos subjetivos: critérios para avaliação da qualidade acústica de salas e música.** Anais da 4ta. reunion anual de la sociedad argentina para las ciencias cognitivas de la música. Tucumã, Argentina: [s.n.]. 2004.

GOUVÊA, Irajá. **Acústica Arquitetônica.** Marília, 2010. Acessado em: 23 de novembro de 2011.

GUIMARÃES, Luciana Fernandes. **O Retrofit e a modelagem de informações como ferramenta na análise de projetos.** Rio de Janeiro. UFRJ, 2014.

GUIMARÃES, Cristiane. **Educação musical**. Revista Campo e Cidade. Disponível em: <http://www.campoecidade.com.br/educacao-musical/>. Acessado em 21 de junho de 2020.

MATEIRO, T. ILARI, B. **Pedagogias em Educação Musical**. Curitiba: InterSaberes, 2012. – (Série Educação Musical).

MARTINS, R. **Educação musical: uma síntese histórica como preambulo para uma ideia de educação musical no brasil do século XX**. 1992.

MENDES, J. J. F.; CARVALHO, V. L. **Ações para a implementação do ensino de música na escola: uma experiência no município de Natal/RN**. Revista ABEM – Londrina, v.20, n.28, 118-130, 2012.

OSAKI, A. G.; SCHMID, A. L. **Tempo de reverberação de salas de ensino de música**. In: EVINCE. Anais, Curitiba, 2009.

PORTELA, Marcelo. **Acústica de Salas - Conceitos para acústica arquitetônica**. LVA/UFSC. Disponível em: <http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/391.pdf>. Acessado em:

RIBEIRO, R. S.; CARDOSO, I. A.; SANTOS, L. C. **A importância da acústica no processo de aprendizagem: diferentes estratégias de implementação**. ACÚSTICA, Coimbra, Portugal, out. 2008.

ROCHA, L. **Acústica e educação em música: critérios acústicos preferenciais para sala de ensino e prática de instrumento e canto**. Dissertação para o Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFPR, 2010.

ROCHA, Leticia de Sá. **Acústica e educação em música: Estudo qualitativo para sala de ensaio e prática de instrumento e canto**. Curitiba, 2010. Disponível em: <http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0140.pdf>.

SAGGIN, Kátia Regina, ANDRADE, Patrícia Adriana Marques de, NAKATA, Camila Mayumi. **Análises no Isolamento Acústico em Salas de Música da Universidade do Sagrado Coração – USC**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Juiz de Fora – MG, 2012.

**ANEXO**

## ANEXO I – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTOS



### UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA PROGRAMA DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL TECNOLÓGICA– PROFITEC CURSO DE DESIGN DE INTERIORES – POLO BACABAL-MA

#### TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTOS

Eu, **Gleycia da Silva Nunes**, abaixo assinado, portadora do RG n° **059848082016 – 1** CPF n° **071.237.473-64**, estudante da **Universidade Estadual do Maranhão – Uema**, do curso de **Design de Interiores** no polo de Bacabal - MA pelo **Programa de Formação Profissional Tecnológica – Profitec**, reconheço, sob as penas da Lei nº9.610/98, ser portador dos direitos morais e patrimoniais do Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado: **PROPOSTA DE AMBIENTAÇÃO DE INTERIORES DA ESCOLA DE MÚSICA MAESTRO ALMIR GARCÊZ ASSAÍ, DE BACABAL – MA.**

Através deste instrumento, solicito a autorização a realizar as fotos e/ou vídeos que se façam necessárias e/ou a colher meu depoimento sem quaisquer ônus financeiros nenhuma das partes. Ao mesmo tempo, A AUTORIZAÇÃO a utilização destas fotos e/ou vídeos (seus respectivos negativos ou cópias) e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor da aluna, acima especificada. Por ser a expressão da da vontade do assinante a presente autorização, cedendo, a título gratuito, todos os direitos autorais decorrentes dos depoimentos, artigos e entrevistas fornecidos, abdicando do direito de reclamar de todo e qualquer direito conexo à imagem e/ou som de entrevista gravada, e qualquer outro direito decorrente dos direitos abrangidos pela Lei 9160/98 (Lei dos Direitos Autorais).

Bacabal - MA, 14 de dezembro de 2022.

X

\_\_\_\_\_  
Autor

X

\_\_\_\_\_  
Participante da Pesquisa

**ANEXO II – IMAGENS RENDERIZADAS -FACHADA**



**ANEXO III – IMAGENS RENDERIZADAS -SALA DE CANTO**



**ANEXO IV – IMAGENS RENDERIZADAS -SALA DE VIOLÃO**



ANEXO V – IMAGENS RENDERIZADAS -SALA DE BATERIA

