



Tratamento acústico em salas de musicoterapia
Estudo de Caso no Instituto dos Cegos Da
Paraíba Adalgisa Cunha (ICPAC)





Universidade Federal da Paraíba
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Estágio Supervisionado I
Orientadora: Juliana Magna S Costa Morais.

Discente: Carina Lins Aquino de Souza:
20170003497

João Pessoa
JUNHO, 2022

Trabalho desenvolvido para disciplina
de Estágio I com objetivo de
cumprimento do componente
curricular obrigatório. Departamento de
Arquitetura e Urbanismo - Universidade
Federal da Paraíba - UFPB
desenvolvido pela discente: Carina Lins
Aquino de Souza e orientado pela
docente: Juliana Magna S Costa Morais

Tratamento acústico em salas de musicoterapia
Estudo de Caso no Instituto dos Cegos Da
Paraíba Adalgisa Cunha (ICPAC)

RESUMO:

A acústica é uma das variáveis mais importantes quando se trata de tornar um ambiente construído confortável, porém, pouco considerada pelos projetistas e executores, os quais deixam para perceber os problemas apenas na fase pós-obra. Isto ocasiona danos à saúde e produtividade dos usuários dos espaços, sobretudo ambientes de ensino, os quais sofrem com a falta de bom condicionamento nos mesmos.

Pensando nisso, o presente trabalho tem o objetivo analisar e propor soluções no nível de projeto de tratamento acústico - isolamento e condicionamento - para salas destinadas a musicoterapia de crianças, localizadas no Instituto dos Cegos da Paraíba Adalgisa Cunha - ICPAC. Tal pesquisa iniciou-se por vasta pesquisa bibliográfica sobre a temática, posteriormente realizou-se pesquisa de campo para medir e avaliar as condições acústicas das salas, e por fim, elaborou-se a parte propositiva para correção acústica das mesmas, resultando num projeto de reforma.

Palavras-chave: Conforto acústico na Arquitetura, Acústica, Musicoterapia

ABSTRACT:

Acoustics is one of the most important variables when it comes to make an constructed ambient an comfortable one, however, it is hardly considered by designers and developers, who only notice the problems in the post-work phase. This causes damage to the health and productivity of users of spaces, especially teaching environments, which suffer from a lack of good conditioning in them.

The present work aims to analyze and propose solutions at the level of acoustic treatment project - isolation and conditioning - for rooms for children's music therapy, located at the Paraiba Institute for the Blind: Adalgisa Cunha

This research started with a vast bibliographic research on the subject, later a field research was carried out to measure and evaluate the acoustic conditions of the rooms, and finally, the propositional part was elaborated for the acoustic correction of the same, resulting in a project of remodeling.

Palavras-chave: Acoustic Comfort in Architecture, Acoustics, Music Therapy

SUMÁRIO:

1. INTRODUÇÃO.....	
1.1 BREVE HISTÓRICO.....	01
1.2 OBJETIVOS.....	03
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	
2.1 ACÚSTICA BÁSICA.....	03
2.2 ACÚSTICA DE EDIFÍCIOS E ESPAÇOS INTERNOS.....	06
2.3 DEMANDAS ACÚSTICAS PARA SALAS DE ENSINO MUSICAL.....	08
2.4 MUSICOTERAPIA.....	09
3. METODOLOGIA.....	
3.1 CARACTERIZAÇÃO OBJETOS DE ESTUDO.....	10
3.2 MEDIÇÕES.....	16
3.3 ANÁLISE DE DADOS COLHIDOS.....	17
4. PROPOSTA DE TRATAMENTO ACÚSTICO.....	
4.1 SALA 01.....	21
4.2 SALA 02.....	26
5. CONCLUSÃO.....	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
7. APÊNDICE.....	

1. INTRODUÇÃO:

De acordo com SCHMID (2005) a acústica é provavelmente o aspecto físico de maior complexidade em um ambiente construído. Isso se dá porque diferente de outras variáveis que tornam um ambiente confortável para seu usuário não somos capazes de perceber como o som se distribui no ambiente tal como podemos ver a distribuição de uma iluminação, por exemplo. Além disso é importante saber que a acústica é uma vertente da arquitetura tão importante quanto todas as outras quando se trata de trazer bem estar e até mesmo saúde a seus usuários; segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS, o ruído é considerado um problema de saúde pública e uma das causas de poluição que mais afeta o planeta. Pensando nisso, o presente trabalho pretende analisar e propor estratégias aplicáveis em salas destinadas a musicoterapia dentro do Instituto dos Cegos Adalgisa Cunha, visando atender ao público alvo específico destas e proporcionando um ambiente mais adequado para seu uso.

1.1 BREVE HISTÓRICO:

O Instituto dos Cegos Adalgisa Cunha - ICPAC foi fundado na década de 40 na capital da Paraíba a partir de iniciativa de sua fundadora, a Senhora Adalgisa Cunha, e tinha como objetivo fornecer educação e dar autonomia para deficientes visuais que na época eram excluídos da sociedade não oferecendo apenas o ensino de Braille mas fornecendo também aulas de matemática, língua portuguesa, música, entre outros.

Em sua fundação foi necessário que professores de outros estados viessem uma vez que não havia professores qualificados em BRAILLE no estado. Na década de 60, o instituto recebeu o nome de sua fundadora em sua homenagem. Em 2009, o instituto inaugurou a primeira estação digital toda adaptada para pessoas cegas. Em 2013, o ICPAC firmou convênio com a secretaria de saúde do município de João Pessoa passando a não só atender pessoas com deficiência visual mas também pessoas com deficiência intelectual, transtornos do espectro do autismo (TEA), crianças com paralisia cerebral e síndromes oferecendo atividades de reabilitação tais quais fisioterapia, fonoaudiologia, musicoterapia e terapia ocupacional.

Em 2016, foi implantado serviços de práticas integrativas (Como, Reiki, Meditação, Yoga, Terapia com Florais, Shiatsu, Acupuntura e Danças Circulares). Em 2018, o instituto passou a implementar práticas de empregabilidade de deficientes em parceria com o DETRAN, passando a ter em seu quadro de funcionários, 78 pessoas com deficiência.

Em dezembro de 2019, foi instituída, a portaria N° 3.164, que habilitou o Instituto em CER II (Centro Especializado em Reabilitação), ampliando o atendimento para pessoas com deficiências intelectuais e transtornos do espectro do autismo.

Atualmente atua como uma ONG e se sustenta via convênios firmados com as Secretarias de Saúde e Educação de João Pessoa e de Desenvolvimento Humano Social, além de doações e fornece serviços de Educação (Atendimento Educacional Especializado (AEE) do Ensino Fundamental I e II, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA), Saúde (Especialidades atendidas: Clínica Médica, Enfermagem, Fisioterapia, Fonoaudiologia, Oftalmologia, Práticas Integrativas (Acupuntura, Danças Circulares, Meditação, Reiki, Shiatsu, Terapia com Florais e Yoga), Psicologia e Terapia Ocupacional;), Esportes (Educação Física, Trabalho de Reabilitação Motora e Realização de Competições Esportivas;) e Assistência Social (Incentivo à Empregabilidade da Pessoa com Deficiência, Serviço de orientação e atendimento familiar;). Podemos observar mais sobre seus serviços na **Figura 01**:

Informações retiradas do site oficial do ICPAC, site atualizado em 2020.

Figura 01: Serviços oferecidos pelo ICPAC.



Assistência Social

Incentivo à Empregabilidade da Pessoa com Deficiência, Serviço de orientação e atendimento familiar;



Educação

Atendimento Educacional Especializado (AEE) do Ensino Fundamental I e II, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA);



Esportes

Educação Física, Trabalho de Reabilitação Motora e Realização de Competições Esportivas;



Saúde

Especialidades atendidas: Clínica Médica, Enfermagem, Fisioterapia, Fonoaudiologia, Oftalmologia, Práticas Integrativas (Acupuntura, Danças Circulares, Meditação, Reiki, Shiatsu, Terapia com Florais e Yoga), Psicologia e Terapia Ocupacional;

1.2. OBJETIVOS:

Após serem realizadas visitas em campo fomos capazes de identificar problemas quanto a reverberação e o isolamento de algumas salas do instituto que foram criteriosamente selecionadas como objeto deste trabalho, salas estas destinadas a aulas de musicoterapia, para crianças especiais.

Entendendo as necessidades, este presente trabalho busca realizar um projeto de tratamento acústico (condicionamento e isolamento) visando sempre uma viabilidade financeira para uma possível aplicabilidade no futuro e buscando uma viabilidade para projetos futuros na área para que demais demandas existentes também sejam solucionadas futuramente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO:

2.1. ACUSTICA BASICA:

Para entender melhor sobre como funciona o som e como ele se propaga é necessário compreender conceitos básicos:

Som é variação da pressão atmosférica que pode ser compreendida pelo ouvido humano. Segundo Souza, Almeida e Bragança (2012) O som tem a sua origem através da vibração de um objeto, provocando a vibração de suas partículas no meio, seja ele sólido, líquido ou gasoso e sendo esta capaz de ser captada pelo ouvido humano. O Som se propaga através de ondas sonoras e vai ser definido por meio de sua frequência e amplitude.

SOM X RUÍDO:

Segundo Bistafa (2011) ruído é um som indesejável a atividade de interesse, ou seja, em geral um som que possui conotação negativa. Alguns dos "ruídos" mais comuns que conhecemos são: buzinas de Veículos, barulho de furadeira em apartamentos vizinhos, barulhos de obras, dentre outros.

FREQUÊNCIA:

O número de vezes que uma onda sonora cumpre seu processo de rarefação e compressão das partículas de um meio em um período de tempo é o que chamamos de "*frequência*" (**f**). Ela é a grandeza responsável por determinar se ouvimos um som mais grave ou mais agudo. Essa grandeza é quantificada em Hertz (Hz), que vai representar a quantidade de períodos (T) por segundo.

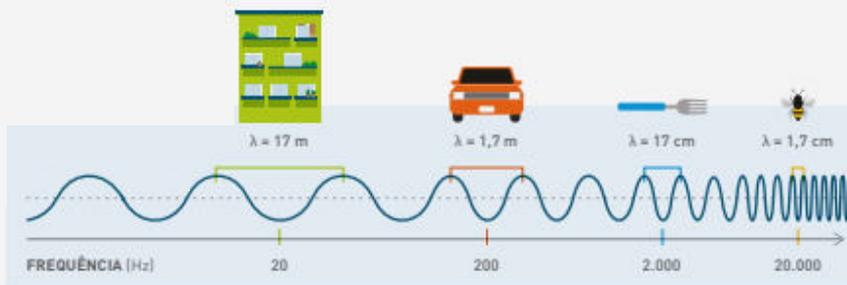
COMPRIMENTO DE ONDA:

O deslocamento que um som percorre para realizar um ciclo completo de vibração (de compressão e rarefação) é o que conhecemos como "*comprimento de onda*" (λ).

$$\text{Comprimento de onda } (\lambda) = \frac{\text{Velocidade do Som (V)}}{\text{Frequência (f)}}$$

Podemos perceber a partir dessa equação que a frequência e o comprimento de onda são grandezas opostas. Sendo assim, quanto maior o comprimento de onda menor a frequência e vice versa, como visto na figura 02:

Figura 02: Exemplos de Comprimento de onda.

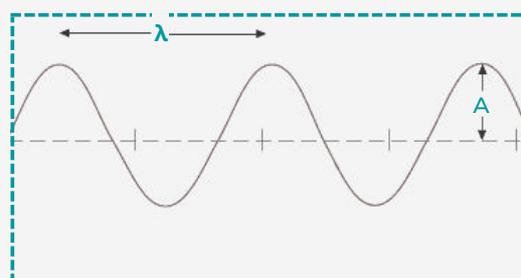


Fonte: Manual ProAcústica (2019)

AMPLITUDE SONORA:

A amplitude (A) sonora se caracteriza por ser a variação de pressão em um meio. Segundo Souza, Almeida e Bragança (2012), a amplitude vai determinar o máximo de deslocamento da partícula em relação a seu centro de equilíbrio. A amplitude é uma grandeza expressa em Pascal (Pa) representada pela letra (A), como podemos ver na figura 03:

Figura 03: Comprimento de Onda e Amplitude sonora:



Fonte:
<https://anasaes1.wordpress.com/2011/01/31/som-e-caracteristicas-do-som-frequencia-amplitude-e-timbre/> <acesso 30/05/2022>
Modificado pelo autor

NÍVEL DE PRESSÃO SONORA:

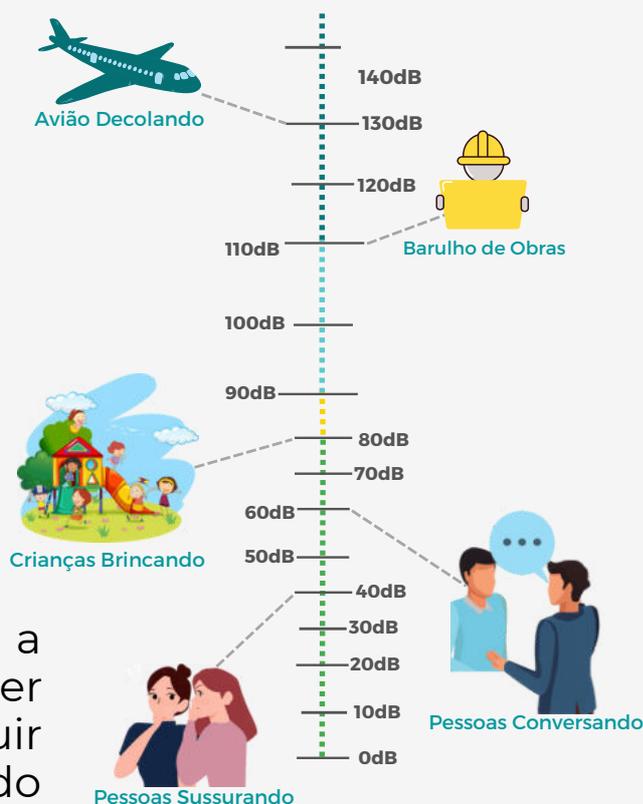
Segundo Bistafa (2018) o nível de pressão sonora - NPS é a grandeza acústica que determina sensação subjetiva de intensidade dos sons, portanto, uma grandeza necessária para medidas acústicas. Usualmente é expressa em Pascal (Pa) ou Newton por metro quadrado (N/m²). É utilizado em escala logarítmica para facilitar a representação e cálculos da pressão sonora. Sendo assim, o nível de pressão sonora, passa a ser expresso em decibel (dB):

$$\text{Nível de Pressão Sonora (NPS)} = \frac{\text{Pressão Sonora Ambiente (Ps)}}{\text{Pressão Sonora Referência (Po)}}$$

Po = Pressão Sonora de Referência (2x10⁻⁵ Pa)

Os níveis de ruído prejudiciais para a saúde humana também podem ser expressos em NPS, na imagem a seguir podemos ver os níveis de ruído existente e seu limiar de lesão de acordo com a OMS:

Figura 04 Nível de Pressão sonora em dB de ruídos prejudiciais a saúde de acordo com a OMS



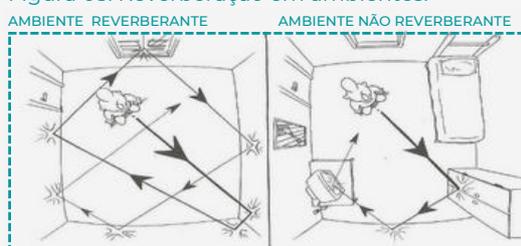
Fonte: Elaborada pelo autor. De acordo com a OMS.

- Sem Risco
- Sons lesivos
- Limiar do som lesivo
- Lesão irreversível

REVERBERAÇÃO:

Quando um som permanece em um ambiente refletindo em suas superfícies de parede, piso, teto entre outros é o que chamamos de **Reverberação** um fenômeno que se dá apenas em ambientes fechados. Segundo CARVALHO (2006) a reverberação trata do aumento necessário de reflexões de um som emitido e se relaciona diretamente com a inteligibilidade em um recinto. Um ambiente muito reverberante é caracterizado pelo "eco" que nada mais é do que essas reflexões do som recebidas pelo ouvido humano como sons distintos. É possível perceber que em salas vazias o eco é muito maior, isso se dá porque móveis, seres humanos e objetos ajudam a diminuir a reverberação, porque eles acabam absorvendo o som, como pode se observar na figura a seguir:

Figura 05: Reverberação em ambientes.



Fonte: Bé-a-Bá da Acústica: Ouvindo Arquitetura (2012)

Como anteriormente citado por CARVALHO (2006), um ambiente muito reverberante vai comprometer diretamente a inteligibilidade da fala, pois os sons acabam se sobrepondo entre si. Para resolver esse problema é importante ter um bom **condicionamento acústico**. A reverberação sonora pode ser caracterizada por meio do **Tempo de Reverberação (TR)**.

TEMPO DE REVERBERAÇÃO (TR)

Segundo a **NBR 12.179/92** da **ABNT**, o tempo de reverberação é definido como o tempo necessário para que o som deixe de ser ouvido em um ambiente após a extinção da fonte sonora. Ou seja, o tempo que o som vai reverberar em um ambiente até ele se dissipar. Quanto mais absorventes forem os materiais de um ambiente menos reverberante ele vai ser:

$$\text{Tempo de Reverberação (TR)} = 0,161 \frac{\text{Volume do Ambiente m}^3 (V)}{S^* \text{ Absorção da sala m}^2 (A)}$$

2.2. ACÚSTICA DE EDIFÍCIOS E ESPAÇOS INTERNOS:

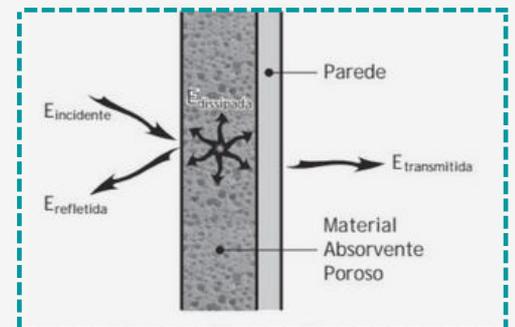
ABSORÇÃO ACÚSTICA:

Segundo Bistafa (2018) Quando um som incide sobre um superfície, uma parte de sua energia sonora é refletida, enquanto outra parte desaparece atrás da superfície, ou seja, é absorvida por esta.

Materiais absorventes são; geralmente, fibrosos ou porosos como lãs minerais, espumas, geralmente leves. Já materiais mais refletivos apresentam superfícies rígidas como por exemplo blocos cerâmicos ou de concreto, vidros.

É importante ainda entender que a energia sonora que não consegue ultrapassar a superfície ou ser refletida por ela é dissipada. E quando uma energia sonora consegue ultrapassar uma superfície ela é transmitida.

Figura 06: absorção e reflexão acústica.



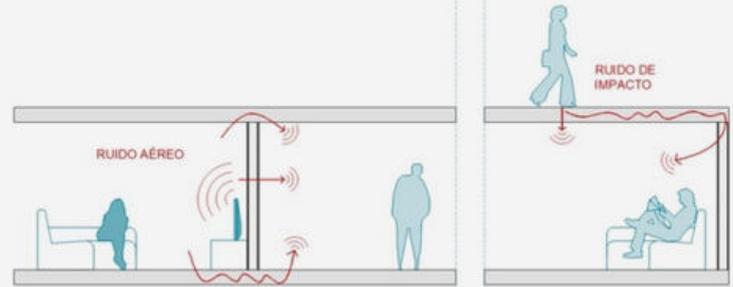
Fonte: Acústica Aplicada ao Controle do Ruído, (2018) - Sylvio R. Bistafa.

RUÍDO DE IMPACTO X RUÍDO AÉREO:

O ruído aéreo, como o próprio nome sugere, é caracterizado por ser transmitido meio do ar. Como o de tráfego viário e aéreo, o de conversa ou de música. A transmissão desse tipo de ruído se dá principalmente por janelas, portas, frestas, paredes e pisos. Já o ruído de impacto, por outro lado, é ocasionado pelo impacto nos elementos construtivos e transmitido pela estrutura. São alguns exemplos:

Queda de objetos, passos, chuva, e a vibração de equipamentos. É importante saber que ao se propagar pela estrutura e entrar em contato com o ar, parte do ruído de impacto também é transmitido sob a forma de ruído aéreo. Podemos compreender através do esquema a seguir:

Figura 07: Ruído de Impacto x Ruído Aéreo



Fonte: <https://insonorizarsonido.com/definiciones-guias-y-tutoriales/ruído-de-impacto-frente-a-ruído-aéreo/> <acesso em 02/06/2022>

RUÍDO DE FUNDO (RF):

O som residual, ou ruído de fundo (RF) também conhecido como ruído de fundo, é o som existente em um ambiente sem fontes sonoras em seu interior, ou seja quando o ambiente está em completo repouso. Alguns exemplos de fontes sonoras que podem compor o som residual são: Rodovias e ferrovias, aeronaves, sistemas de ventilação, ar condicionado, instalações hidráulicas e conversas.

CONDICIONAMENTO VS. ISOLAMENTO ACÚSTICO:

Isolamento é um problema de transmissão do som – fonte e receptor estão em ambientes distintos e se quer isolar um do outro - diferentemente do condicionamento que tem por objetivo tornar o espaço mais audível possível - fonte e espectador estão no mesmo ambiente -.

O Condicionamento e o Isolamento acústico se tratam, por sua vez, de duas formas diferentes para chegar a uma **adequação acústica** de um ambiente. Segundo Simões (2011) O Condicionamento acústico se trata principalmente de adequar a acústica interna ao tipo de atividade que ela realiza tais quais cultos, musicais, palestras, etc. Já, ainda segundo Simões, o Isolamento acústico vai se tratar dos níveis sonoros emitidos ou imitados do meio ambiente, conforme Normas e leis de cada município. O condicionamento acústico vai estar relacionado a qualidade e a inteligibilidade em um ambiente interno para sua determinada função, ou seja, concentra-se na adequação das propriedades de absorção, reflexão e difusão dos materiais utilizados, e levará também em consideração principalmente a reverberação do ambiente.

O isolamento se caracterizara pela capacidade que os materiais tem de minimizar os impactos sonoros para dentro ou para fora de um ambiente e vai levar em consideração a absorção dos seus materiais e capacidade de dissipação do som.

Para um bom resultado a acústica deve ser pensada em todas as escalas do projeto, passando pelo ambiente urbano, isolamento e condicionamento. **Esse é o objetivo desse trabalho**, trazer qualidade acústica para duas salas de aula de ensino musical criteriosamente escolhidas.

2.3 DEMANDAS ACÚSTICAS PARA SALAS DE ENSINO MUSICAL:

Diferente do que se leva em consideração para o conforto acústico em salas de aula normais onde, segundo KOWATOWLSKI (2011) a comunicação entre os alunos e professores é necessária e por isso deve se levar em consideração uma boa inteligibilidade da fala, onde todos são compreendidos, para salas de ensino musical, por outro lado, são levados muito mais em conta a frequência e à variedade dinâmica do som, que nesse caso, vão ser muito mais amplas.

É importante saber que uma vez que as salas de aula convencionais vão ter como propósito a palavra falada usar essa mesma acústica para salas de música, segundo FREIHEI (2002) pode ocasionar uma série de problemas. Esses problemas se dão porque em salas onde é pensado o discurso é preconizado que o som deve ter um tempo de reverberação no ambiente maior do que quando se pensa em ensino musical.

De acordo com o Building Bulletin 93 (BB93, 2003) recomenda que a adequação de tempo de reverberação para o ensino e a prática musical seja ser que 1,0 s, para salas pequenas, 0,8 s; em salas para prática de conjunto entre 0,6 e 1,2 s e nas salas de performance musical e recitais de 1,0 a 1,5 s.

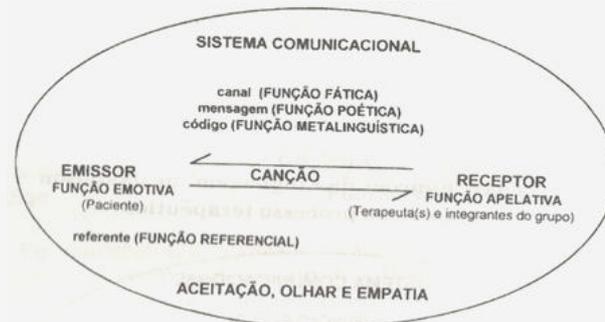
Para efeitos da tipologia analisada nessa pesquisa foi decidido alcançar 0,8s com ajustes nas frequências mais baixas, pois de acordo com Marco (1986), para baixas frequências deve-se fazer uma correção no valor considerado ótimo multiplicando o valor do TR ótimo por 1,48 para frequência de 125Hz e por 1,14 para frequência de 250Hz.

2.4. MUSICOTERAPIA:

A Musicoterapia surgiu como possibilidade de trazer para pessoas que possuem desordem de comunicação uma forma diferente de se expressar e exercitar a sociabilização; através da música, que é por sua vez uma forma de comunicação não verbal uma vez que também possui um emissor, uma mensagem, um canal e um receptor.

De acordo com BRANDALISE (1998), na musicoterapia a canção passa a ser usada como base de interação de forma que o paciente inicia um novo processo no que diz respeito a suas capacidades de estabelecer comunicação. Em outras palavras, eles são capazes de reorganizar suas “condições” ; através de “pontos de indeterminação”; oferecidos na canção, ou seja, resinificando o material recebido. Podemos entender como a musicoterapia funciona a partir da imagem a seguir:

Figura 08: Musicoterapia, relação terapeuta paciente.

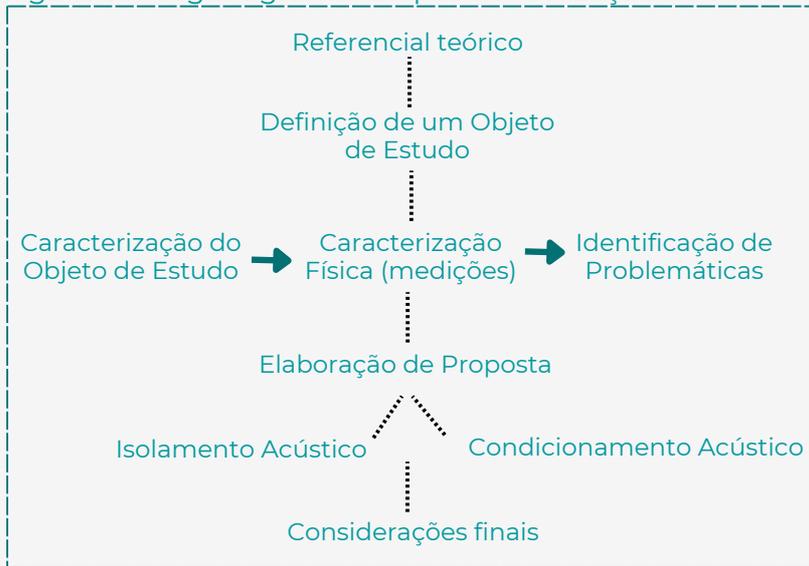


Fonte: Approach "Brandalise" de musicoterapia (carta de canção) (1998)

3. METODOLOGIA:

Inicialmente, para elaboração deste trabalho, realizou-se pesquisa bibliográfica acerca dos temas abordados, como visto anteriormente, bem como a identificação de uma problemática real a ser resolvida como objetivo deste. Em visita ao local escolheu-se as salas a serem alvo do estudo devido a problemas de isolamento e condicionamento em ambas. Este trabalho visa, portanto diagnosticar numericamente (por meio de pesquisa de campo com equipamentos) essas questões e propor projeto de correção ou tratamento acústico para ambas. Um dos principais desafios é a concretude da execução projetual dentro de uma viabilidade financeira do cliente, uma vez que o objeto de estudo se localiza numa ONG. As etapas da pesquisa podem ser visualizadas na Figura 09:

Figura 09: Organograma: Etapas de realização do trabalho:



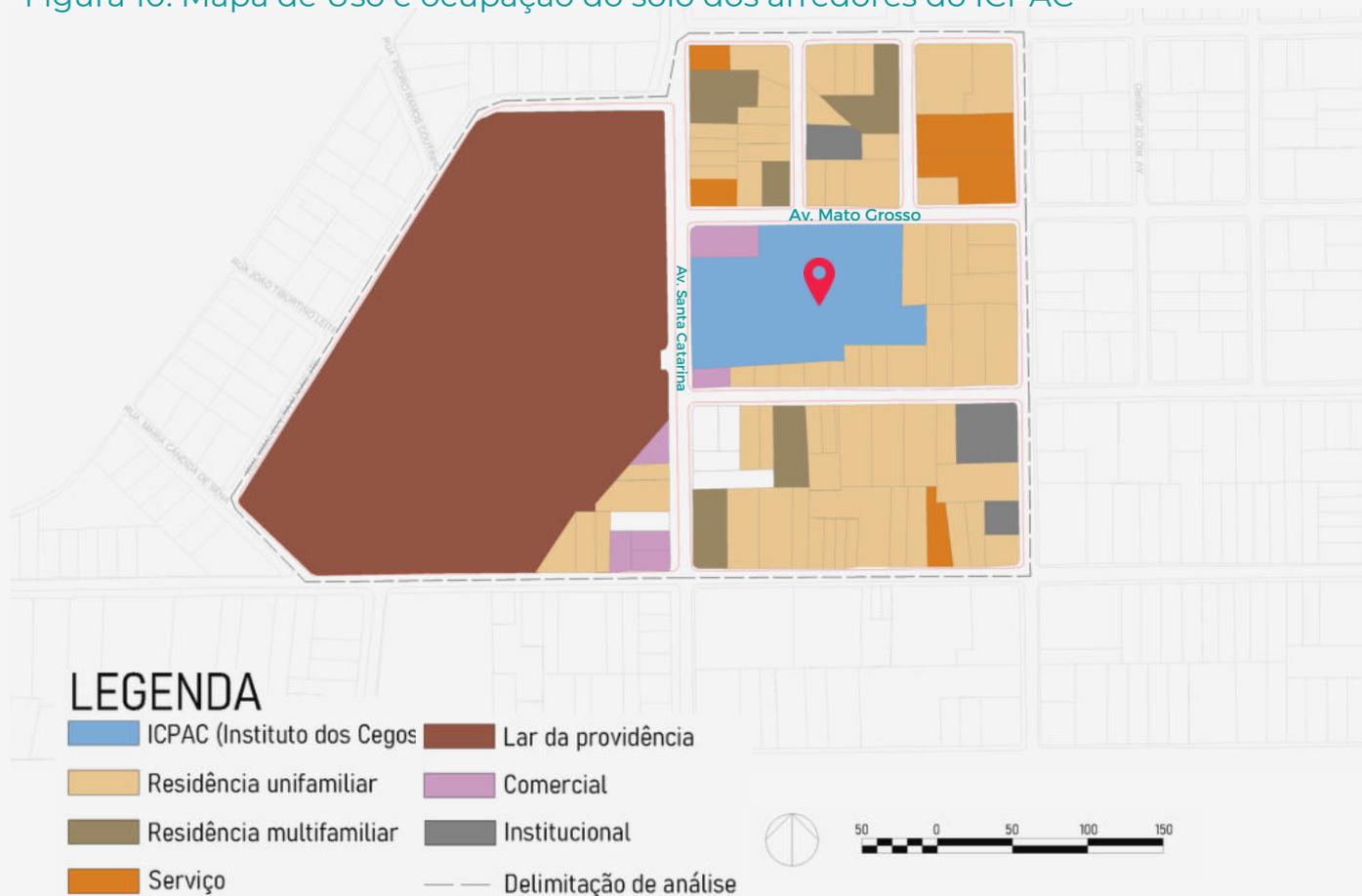
Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1. CARACTERIZACAO OBJETOS DE ESTUDO:

O Instituto dos Cegos da Paraíba - ICPAC localiza-se no Bairro dos estados próximo ao Lar da Providência, entre duas vias de transito moderado; a avenida Mato Grosso e a avenida Santa Catarina.

Os arredores são predominantemente de uso residencial, com maioria circundante de casas, além de bares, comércios de pequeno porte, serviços, dentre outros como se pode observar no mapa de uso e ocupação do solo exposto na Figura 10:

Figura 10: Mapa de Uso e ocupação do solo dos arredores do ICPAC



Fonte: Elaborado pelo autor.

A escolha do instituto como objeto de estudo veio a partir do conhecimento de que eles estariam a começar a executar o projeto de um auditório, contudo, a partir de visitas no Instituto, fomos capazes de identificar uma demanda mais urgente em algumas salas que estavam sendo destinadas a musicoterapia tanto de isolamento acústico quanto de condicionamento acústico; visto que se tratavam de salas com pouco isolamento e muita reverberação provocando desconforto aos usuários bem como as salas que estariam no entorno destas. Segue imagens do levantamento fotográfico no instituto:

Figura 11: Pátio Central



Figura 12: Vista lateral ginásio



Figura 13: Práticas Integrativas

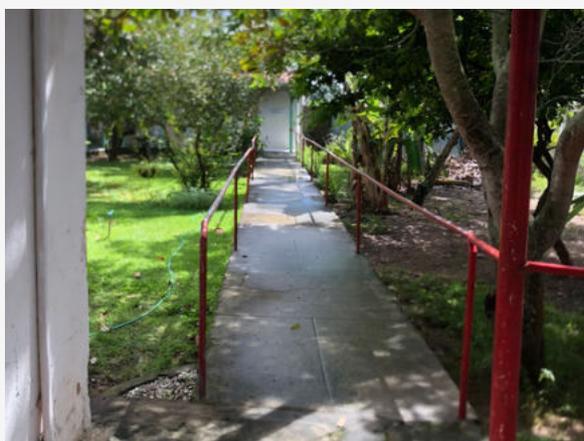


Figura 14: Circulação



Figura 15: Novo complexo de salas

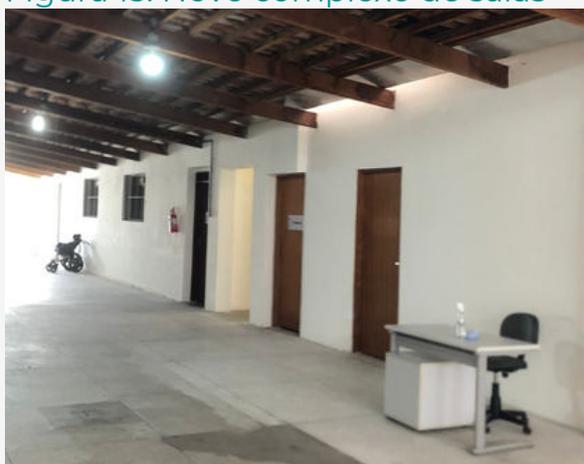


Figura 16: Corredores



O instituto conta atualmente com aproximadamente, 9.945m² de área de terreno e aproximadamente 4.426m² de área construída predominantemente térrea.

Como visto anteriormente, o instituto oferece diversos serviços além do Educacional; fornecendo também serviços de saúde, atividades esportivas e culturais, Práticas Integrativas, fisioterapia, psicologia, entre outros.

Para entender melhor a caracterização das salas escolhidas como objeto de estudo é importante entender primeiro como funciona todo o complexo do Instituto uma vez que ele tem uma dimensão muito extensa e bem dispersa visto que passou por diversas modificações desde sua fundação na década de 40.

O complexo possui uma área mais antiga, onde se concentrava toda a parte da escola desde sua constituição; Nessa parte ficam situados atualmente salas de aula, o pátio central descoberto e o pátio coberto, um refeitório e a administração da escola. Mais a sul no terreno ligado ao complexo mais antigo por um pátio coberto, que antigamente era utilizado como quadra da escola, fica situado um complexo de salas mais atual que hoje é utilizado para, fisioterapia, aulas de judô, musicoterapia entre outras atividades. Já a leste no terreno vão ficar situados, uma área destinada a Práticas integrativas a piscina e o ginásio poliesportivo que também foi recentemente construída todo adaptado para pessoas com necessidades especiais. Segue algumas fotos levantadas e o mapa de setorização nas figuras a seguir:

Figura 17: Ginásio poliesportivo.



Fonte: Acervo Pessoal.

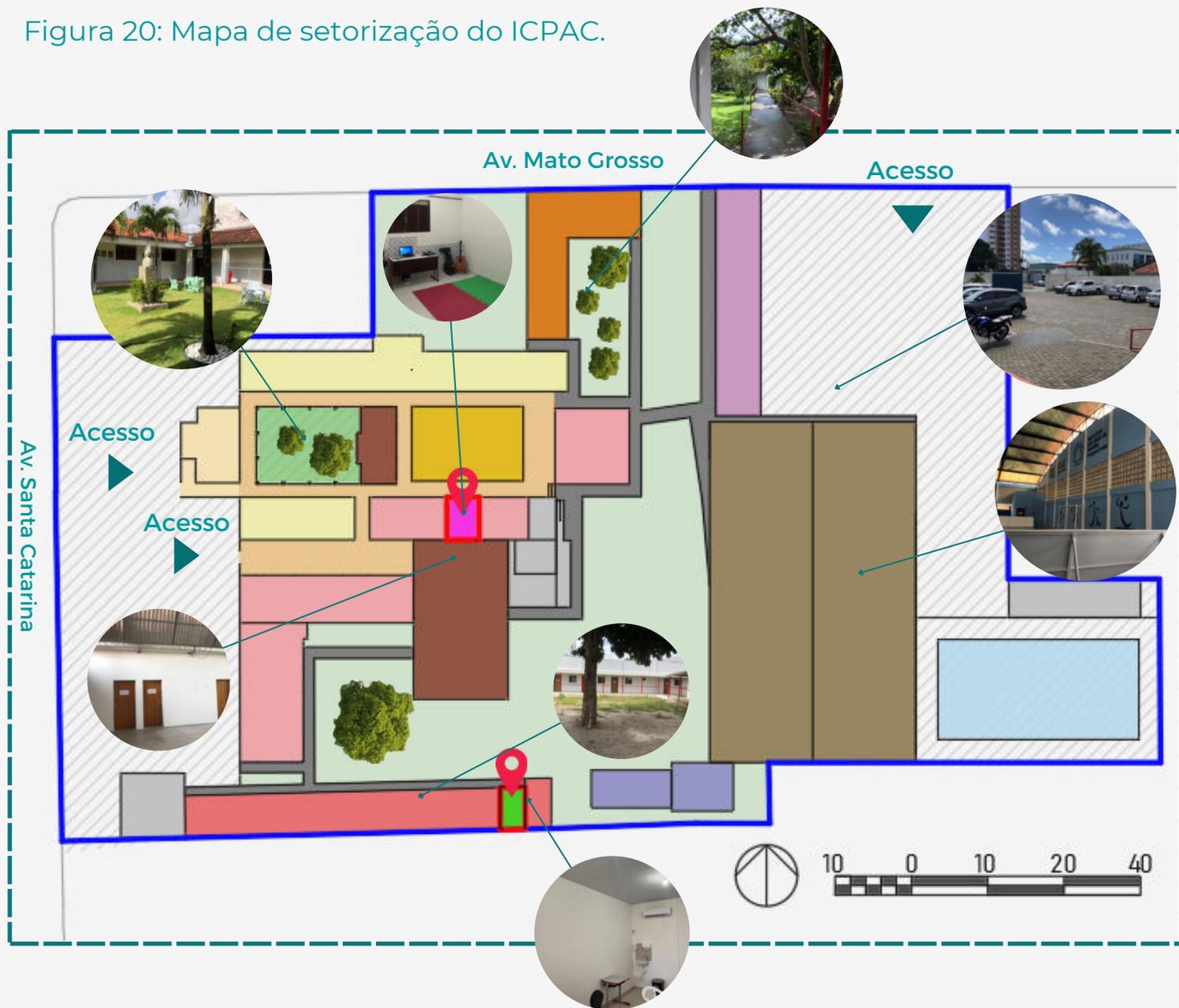
Figura 18: Vista novo complexo de salas.



Figura 19: Passarela



Figura 20: Mapa de setorização do ICPAC.



LEGENDA

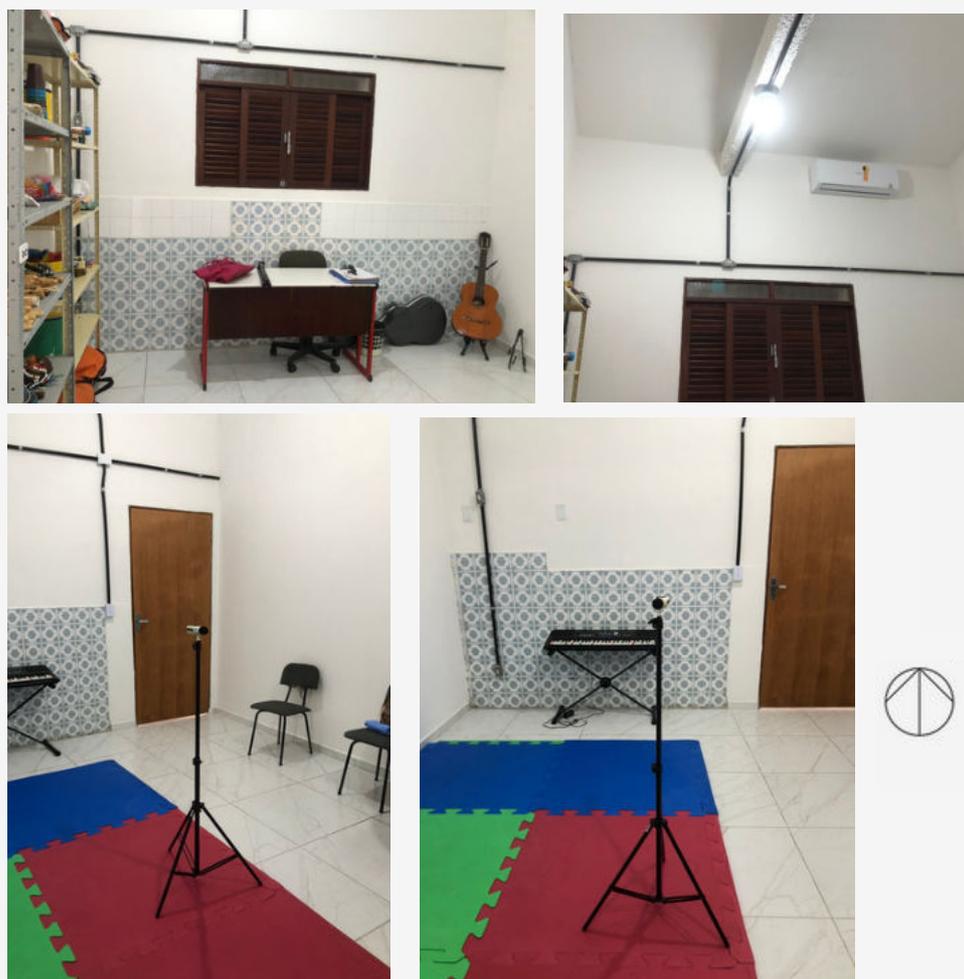
 Administração	 Pátios Cobertos	 Ponto de Cultura
 Área Permeável	 Educação Física	 Delimitação de terreno
 Ginásio	 Passarela	 Sala 01
 Práticas Integrativas	 Salas de Usos variados	 Sala 02
 Refeitório I Cozinha	 Piscina	 Recepção I Acesso
 Salas de Usos variados (Complexo mais novo)	 Circulação	
	 Área construída	

Fonte: Elaborado pelo autor.

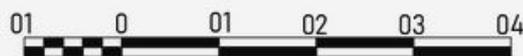
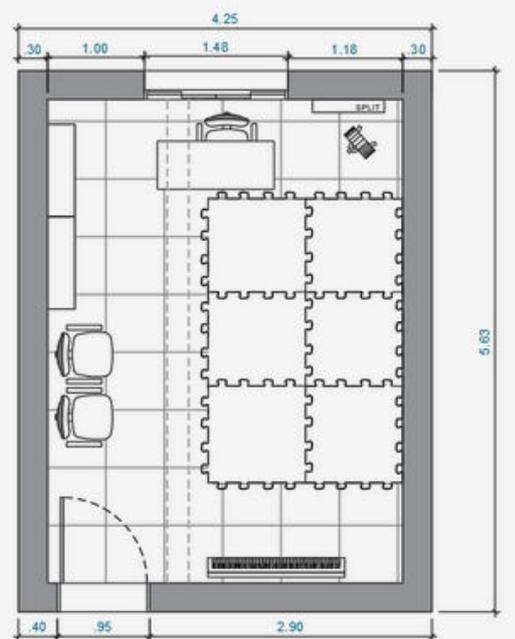
SALA 01

A sala 01 fica localizada dentro do complexo mais antigo do instituto e por isso possui paredes mais grossas, podendo chegar até a 30 cm de espessura, com um pé direito alto de até 4,52 m. Devido a sua altura elevada e o uso de materiais em sua maioria refletivos é possível perceber uma reverberação muito elevada dentro da sala, além disso sua partição mais fraca - que são suas esquadrias venezianas de madeira - permitem que o som escape causando desconforto sobretudo por sua localização ser próxima ao pátio central, ficando bem no centro do instituto. Hoje em dia a sala é destinada ao ensino musical para crianças com deficiência intelectual, transtornos do espectro do autismo e e síndromes que afetam a comunicação. As aulas costumam ser individuais para melhor atender as demandas dos alunos.

Figuras 21 a 26: Sala 01, ICPAC.



Figuras 26: Planta Baixa Sala 01.



PLANTA BAIXA | SALA 01

Quantitativo:

Volume: 87m ³	Área: 18,34m ²	Pé Direito: 3,59 - 4,56m
Paredes: Reboco Liso	Cadeiras Estofada: 03	Piso: Cerâmico
Mesa de Metal com madeira: 01	Forro: Reboco Liso	Tapete EVA: 5m ²
Estantes: 02	Teclado: 01	Porta de Madeira: 2,18m ²
Violão: 01	Azulejo: 7,26m ²	Ar condicionado: 01
Janela Veneziana de Madeira: 1,47m ²		

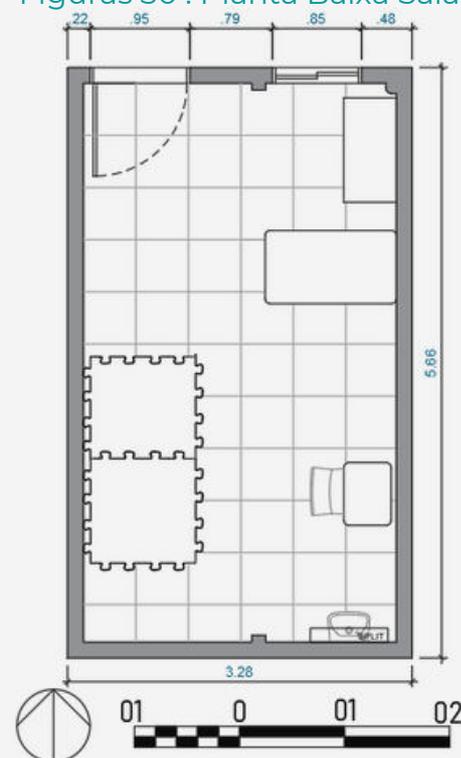
SALA 02

A sala 02 fica localizada dentro do complexo mais atual de salas, possui paredes menos espessas e um pé direito mais baixo por se tratar de uma construção mais atual, contudo, o uso de materiais predominantemente refletivos como o forro de pvc e armários metálicos fazem com que o principal problema apresentado na sala seja a reflexão uma vez que possui uma janela que contem um poder de vedação superior ao apresentado na sala anterior. Contudo, por possuir paredes menos espessas, pode vir a causar desconforto nas salas nas suas laterais que possuem as mesmas dimensões e materiais que esta. Hoje em dia a sala é destinada a musicoterapia para crianças com TEA (transtorno do espectro autista) e outras síndromes que trazem desordem de comunicação. As aulas costumam ser individuais para melhor atender as demandas dos alunos. Com visitas recentes ao local foi possível identificar que a sala ganhou um novo uso; Passou a atender terapias em grupo visando a comunicação com crianças e adolescentes TEA ou com síndromes que dificultam a sociabilização podendo a atender de 2-5 pacientes. Devido a esse novo uso da sala para esse caso específico foi adotado o TR ótimo como 0,6s , para que obtivesse uma reverberação adequada para a palavra falada também.

Figuras 27 a 29: Sala 02, ICPAC.



Figuras 30 : Planta Baixa Sala 02.



PLANTA BAIXA | SALA 02

Quantitativo:

Volume: 50,12m ³	Área 15,97m ²	Pé Direito: 2,70m
Paredes: Alvenaria	Cadeiras Estofada: 01	Lixo: 01
Piso: Cerâmico	Mesa de Metal com madeira: 01	Cadeira de Plástico: 01
Forro: PVC	Tapete EVA: 5m ²	Cuba Cerâmica: 01
Armário metálico: 01	Porta de Madeira: 2,01m ²	
Janela de PVC: 0,85m ²	Ar condicionado: 01	
Carteira escolar de plástico com carteira: 01		

3.2 MEDIÇÕES:

Para realização das medições e melhor caracterização do objeto de estudo a nível de acústica foram levados em consideração o Nível de Pressão Sonora (NPS), Tempo de Reverberação (TR) e Ruído de Fundo (RF).

As medições foram realizadas com, e sem atividade dentro das salas para melhor avaliação.

NÍVEL DE PRESSÃO SONORA (NPS):

Para a medição do NPS, foi utilizada a norma **NBR 10.152 (2017)**, que é a norma aplicada para medição de níveis de pressão sonora em ambientes internos. Para este trabalho foram medidos em duas salas da forma descrita a seguir:

- As medições foram realizadas por meio de um **sonômetro** corretamente calibrado e suspenso por um tripé com distancia de no mínimo **1m do piso**.
- Foram selecionados **3 pontos** distintos em cada sala de forma a melhor mapear o ambiente. Uma vez que nenhuma das salas ultrapassa 30m².
- Cada ponto selecionado estava distanciado **por pelo menos 1m** de paredes, teto, mobiliários ou de elementos que tinham significativa transmissão sonora, como janelas, portas ou entradas de ar.
- Cada ponto estava distanciado entre si por pelo menos **0.7m**.
- O tempo de permanência em cada ponto foi de **pelo menos 1 minuto** uma vez que se tratava de sons repetitivos.

O NPS global que caracteriza um ambiente é obtido pela média logarítmica dos Níveis de Pressão Sonora contínuos equivalentes globais, ponderada em A, e deve ser calculado através da Equação que segue, segundo a NBR 10.152 (2017):

$$LA_{eq} = 10 \times \log_{10} \left[\frac{1}{n} \times \left(10^{\frac{LA_{eq,60s,p1}}{10}} + 10^{\frac{LA_{eq,60s,p2}}{10}} + 10^{\frac{LA_{eq,60s,pn}}{10}} \right) \right]$$

Onde n é o número de pontos de medição distribuídos no ambiente. O tempo T de integração em cada ponto foi de 60 s.

Os materiais utilizados para realização da medição do NPS foram respectivamente o sonômetro e o tripé regulado a 1,20m do piso por aproximadamente 1 minuto em cada ponto escolhido:

Figuras 31 a 33: Equipamentos para medição.



TEMPO DE REVERBERAÇÃO (TR):

O tempo de reverberação foi colhido através da análise criteriosa dos materiais presentes nas salas e suas características físicas e utilizando do software "Reverb", que nada mais é do que uma planilha do excel que reúne informações a respeito do coeficiente de reverberação dos materiais através de seu banco de dados sendo capaz de colher o tempo de reverberação de um ambiente e podendo ainda realizar simulações para possíveis correções através do cálculo de Sabine.

RUÍDO DE FUNDO (RF):

Para medição de ruído de fundo foi levado em consideração ISO 16283-2, realizando a medição em um único ponto por em média um minuto com a sala sem nenhuma atividade, ou seja, em silêncio.

3.3. ANÁLISE DE DADOS COLHIDOS:

SALAS DE AULAS:

Após caracterização física do entorno e das salas escolhidas, nessa parte do trabalho vamos buscar caracterizar de forma mais específica com as medições colhidas in loco através das medições de Nível de Pressão sonora, Tempo de reverberação e ruído de fundo.

NÍVEL DE PRESSÃO SONORA (NPS):

Para realizar a avaliação sonora do ambiente foram necessárias medições como descritas no capítulo anterior seguindo a NBR 10.152 (2017) e realizar uma comparação dos níveis de pressão sonora colhidos com os valores descritos na norma como referência, que para essa pesquisa foi o de Sala de música, de 35 dB, não podendo ultrapassar 40dB. Para cada sala foi colhido um Leq representativo para cada ponto durante o período que estavam em atividade com o objetivo de colher um valor representativo de cada uma das salas. Segue em anexo a tabela dos resultados finais em cada ponto:

Tabela 01: Resultados obtidos das medições da Sala 01.

Nível de Pressão Sonora Sala 01			
Intervalo de Tempo (s)	P1	P2	P3
10	53,0	51,5	78,5
20	75,0	59,4	71,0
30	81,9	58,9	70,2
40	78,3	60,3	72,1
50	76,7	67,7	64,7
60	83,0	71,0	70,4
Laq(dbA)	74,6	61,4	71,1
Laq(dbA)	69,05		

Tabela 02: Valores de referência:

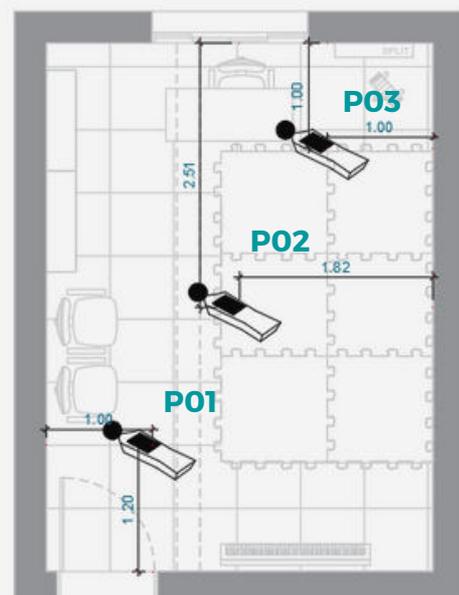
Finalidade de uso	Valores de referência		
	RL _{Aeq} (dB)	RL _{ASmax} (dB)	RL _{NC}
Salas de música	35	40	30

Fonte: NBR 10.152 (2017)

Tabela 03: Resultados obtidos das medições da Sala 02.

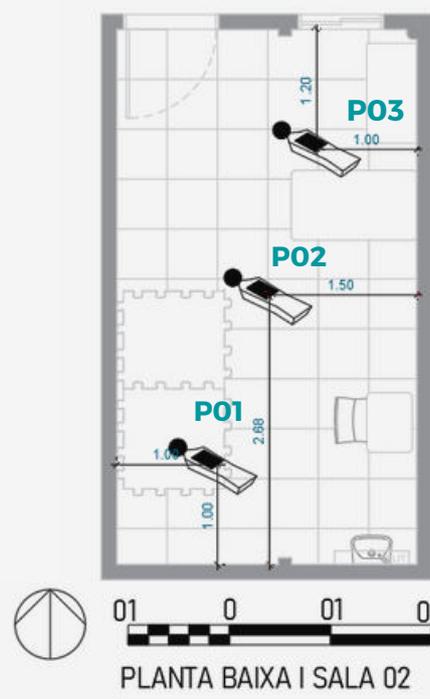
Nível de Pressão Sonora Sala 02			
Intervalo de Tempo (s)	P1	P2	P3
10	67,2	60,6	67,8
20	79,1	72,9	69,9
30	61,5	75,7	83,5
40	68,9	75,9	78,4
50	76,4	79,1	66,9
60	84,0	52,8	63,6
Laq(dbA)	72,8	69,5	71,6
Laq(dbA)	71,3		

Figuras 35: Planta Baixa Sala 01. Pontos de medição.



PLANTA BAIXA | SALA 01

Figuras 36: Planta Baixa Sala 02, Pontos de medição.



PLANTA BAIXA | SALA 02

De acordo com os resultados obtidos com as medições em ambas as salas, é possível perceber que todos os valores obtidos pelas medições estão acima do valor de referência descrito na norma **NBR 10.152 (2017)**, que é de 35dB, sendo assim, ambas as salas não atendem a norma e por isso estão atuando de forma inadequada do ponto de vista da acústica.

Além disso, segundo a OMS (organização mundial da saúde), nenhum ambiente deve ultrapassar 65dB podendo ocasionar riscos sérios a saúde; podemos observar que ambos os ambientes ultrapassam esse valor.

TEMPO DE REVERBERAÇÃO (TR):

Para calcular o TR, como descrito anteriormente, foi utilizado o software "reverb". Isso se deu através do levantamento dos materiais, de seu volume e características físicas. Com essas informações o software é capaz de calcular o TR atual do ambiente através da equação de Sabine.

Para a sala 01, foi considerado 0,8s como TR ótimo, e para a sala 02, uma vez que ela obteve um novo uso que necessita de palavra falada foi adaptado para 0,6s, ambas com correções nas frequências mais baixas.

Tabela 04: Resultado obtido situação atual Sala 01:

Frequência	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
TR ÓTIMO	1,184s	0,912s	0,8s	0,8s	0,8s	0,8s
TR CÁLCULADO	3,3s	3,0s	2,6s	2,2s	2,2s	1,7s

Tabela 05: Resultado obtido situação atual Sala 02:

Frequência	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
TR ÓTIMO	0,88s	0,684s	0,6s	0,6s	0,6s	0,6s
TR CÁLCULADO	2,2s	2,5s	2,2s	2,3s	2,4s	2,4s

Como é possível perceber através das tabelas 5 e 6, nenhuma das salas apresenta TR adequado em nenhuma frequência, ou seja ambas são muito reverberante comprometendo o entendimento da fala e do som.

RUÍDO DE FUNDO (RF):

Como descrito anteriormente, o Ruído de Fundo foi colhido na condição onde o ambiente estava em sua forma mais reverberante, ou seja; sem atividade. O sonômetro foi colocado a 1,20 do chão por um minuto no centro de cada sala e foi possível colher esses resultados.

Tabela 06: Resultados obtidos: Sala 01 e Sala 02. Ruído de fundo.

AMBIENTES	Ruído de Fundo (RF)		
	Lafmax	Lafmin	Laeq
SALA 01	71,4	48,7	50,1
SALA 02	75,78	49,3	49,46

:Lafmax= ruído de fundo máximo. Lafmin= ruído de fundo mínimo
Laeq= ruído de fundo equivalente.

Sendo assim, de acordo com a norma NBR 10.152 (2017), ambas as salas não atendem o valor mínimo preconizado de 35dB, muito provavelmente devido a suas partições fracas que estão recebendo ruídos exteriores as salas e os ar condicionados que estavam ligados durante a medição.

CONCLUSÕES COM DADOS COLHIDOS:

De acordo com os dados colhidos nas salas escolhidas no ICPAC foi possível perceber que ambas sofrem tanto de problemas com o **isolamento acústico quanto com o condicionamento acústico**. Quanto ao isolamento é possível atribuir isso a suas partições mais fracas sendo da sala 01, a janela veneziana de madeira que é vazada e na sala 02 pela porta. Já quanto ao ponto de vista do condicionamento, ambas as salas são muito reverberantes e isso se da ao fato do excesso de materiais considerados refletivos; como os armários de metal, cadeiras de plástico, o piso cerâmico, entre outros.

4. PROPOSTA DE TRATAMENTO ACÚSTICO:

Como visto anteriormente no capítulo da metodologia, a partir da análise de caracterização física do ICPAC e das salas onde o estudo buscou realizar as intervenções bem como as medições e cálculos analógicos realizados é possível perceber as necessidades que ambas as salas possuem do ponto de vista da acústica para elaboração de uma proposta.

Antes é necessário compreender que foi priorizados materiais que fossem de fácil aquisição, ou seja que pudessem ser facilmente achados em João Pessoa ou em seus arredores, além disso, também foi levado em conta que ambas as salas são climatizadas e portanto o projeto não busca suprir necessidades quanto a ventilação uma vez que ela é artificial:

4.1. SALA 01:

Para a primeira sala analisada, foi levado como partido o fato de que ela tinha um pé direito muito alto que não estava sendo necessariamente utilizado uma vez que era uma sala muito pequena. Além disso, foi possível perceber que a partição mais fraca, que seria as janelas venezianas vazadas, estavam levando todo o ruído de dentro da sala para a parte da administração e o pátio central, provocando desconforto nos seus usuários.

ISOLAMENTO ACÚSTICO:

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 esta para um corredor onde existem outras janelas iguais.

Figura 37: Proposta mudança de esquadria:



Fonte: Elaborado pelo autor.

CONDICIONAMENTO ACÚSTICO:

Visando o condicionamento acústico, ainda tendo em mente o pé-direito alto do ambiente, foi pensado na substituição e rebaixamento do forro. Atualmente o forro possui uma inclinação em dois lados e chega a alcançar a altura máxima de 4,59m e possui uma viga exposta de alvenaria. Sabendo que com a alteração do volume da sala também seria possível alterar seu tempo de reverberação, foi pensado na colocação de um forro rebaixado para assim diminuir seu volume:

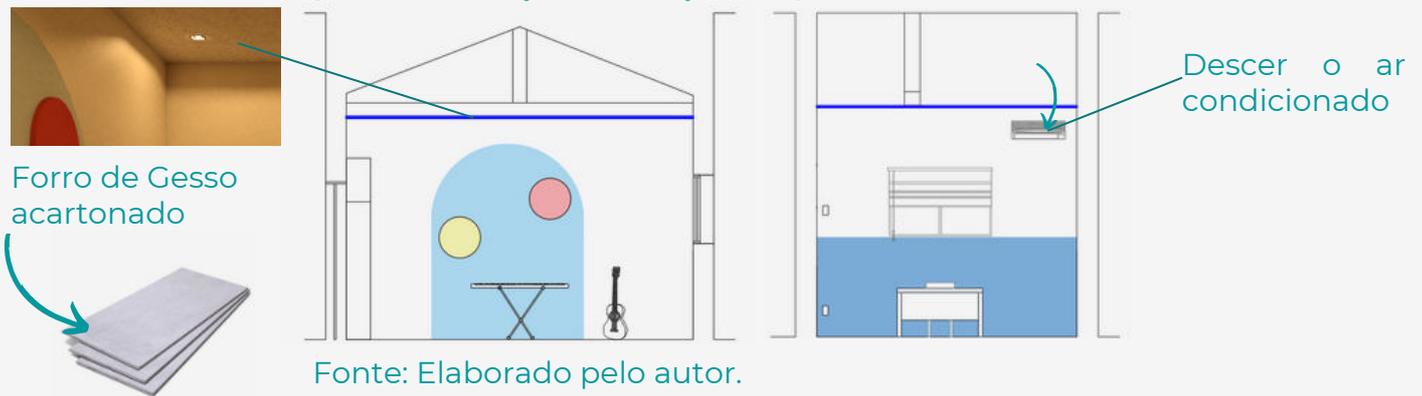
Figura 38: Elevações. Situação atual do forro:



Fonte: Elaborado pelo autor.

O forro pensado foi o forro de gesso acartonado que além de ter um bom custo benefício é bastante absorvente.

Figura 39: Elevações. Situação Proposta de forro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

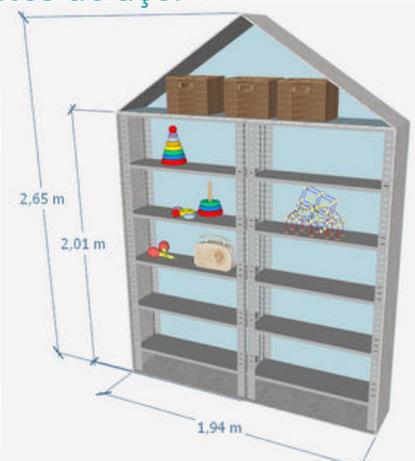
Mesmo com a diminuição do volume e a aplicação de um novo forro ainda não tinha sido possível encontrar uma reverberação adequada. Sendo assim, também foi proposto a inserção de uma "moldura" para as estantes de aço, elas foram mantidas dentro do projeto a pedido do cliente por terem sido recentemente doadas ao instituto, sendo assim não poderiam ser retiradas. A moldura proposta, foi feita de gesso acartonado e foi pensada em uma cortina de tecido para minimizar ainda mais impactos quanto a reflexão do material:

Figura 40: Estantes inseridas dentro da moldura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

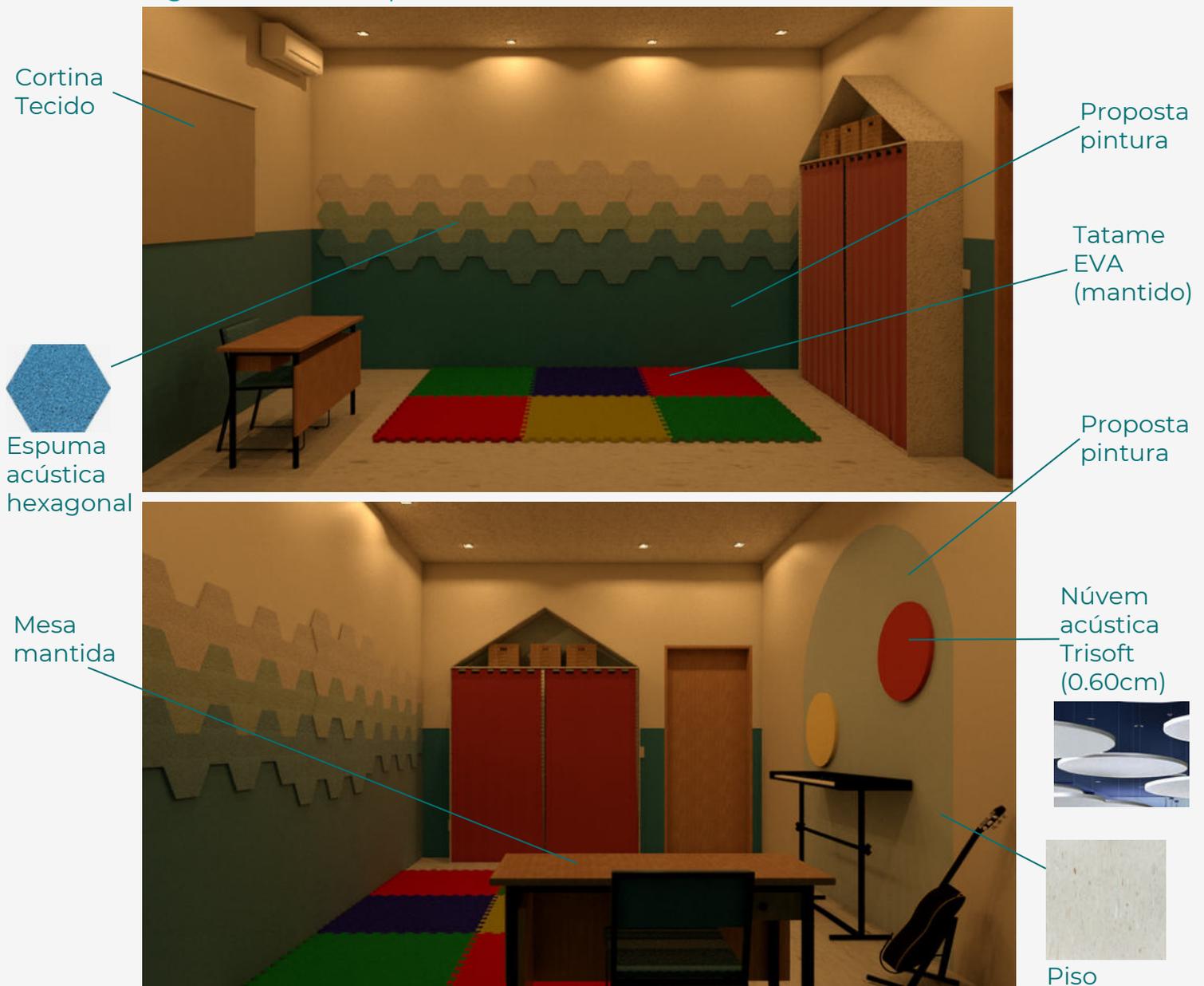
Figura 41: Detalhes armário com estantes de aço.



Fonte: Elaborado pelo autor.

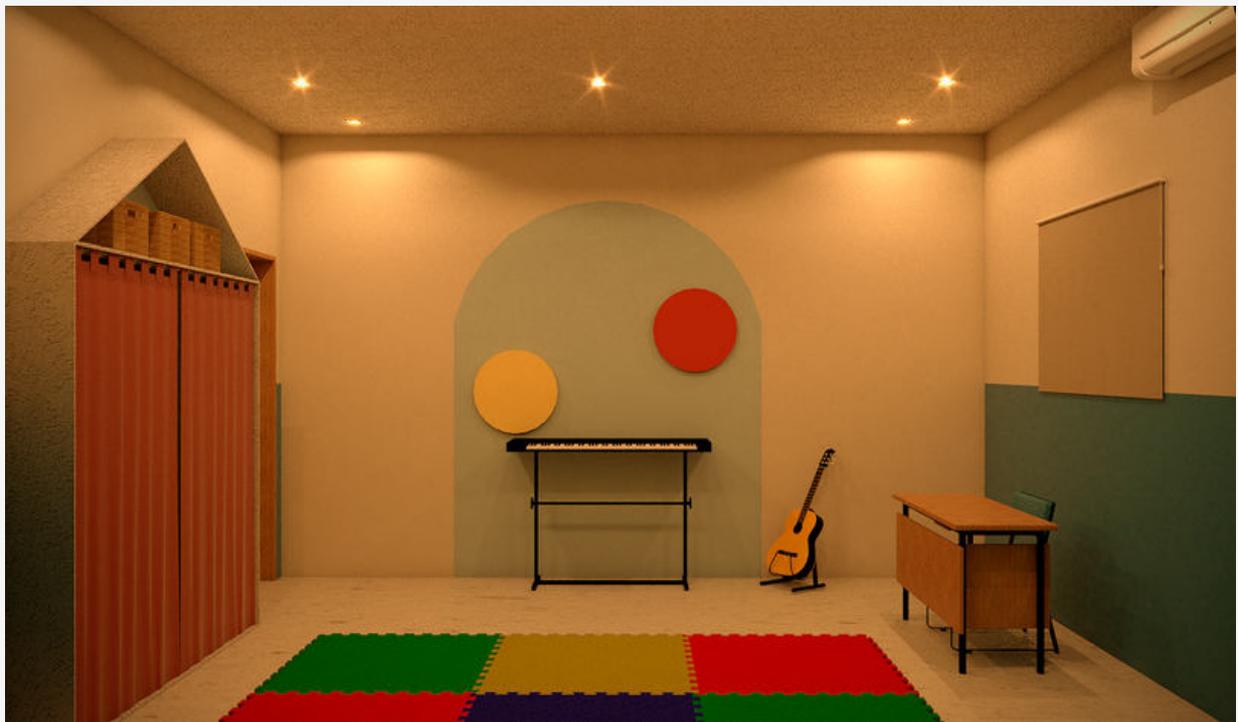
Foi possível notar que ainda assim não tinha obtido um resultado próximo do ótimo então foi estudado a possibilidade de inserção placas acústicas. Foram utilizados dois modelos, um no formato hexagonal feito de espuma acústica de poliuretano Sonique Classic, que consistia em um kit com 36 placas que formavam um degradê de cores, para suprir a necessidade da proposta foram utilizados dois kits, ou seja, 72 placas hexagonais, esse modelo não necessita de mão de obra especializada para ser instalado. O segundo modelo de placa acústica foi utilizado com a "nuvens acústicas da trisoft de lã de pet revestida com feltro de pet redonda. Além disso, os tatames de EVA seriam mantidos, por serem bons absorvente acústicos e também por estarem sendo bastante utilizados; como sugeria relato de professor que fazia uso desta sala. O piso foi substituído por Paviflex, pois possui fácil instalação e diminuir impactos sonoros. Devido a inserção de um novo forro também foi pensada a inserção de novos pontos de luz; a planta de forro se encontra no apêndice desta pesquisa.

Figura 42 e 43: Proposta SALA 01:



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 44 e 45: Proposta SALA 01:



Fonte: Elaborado pelo autor.

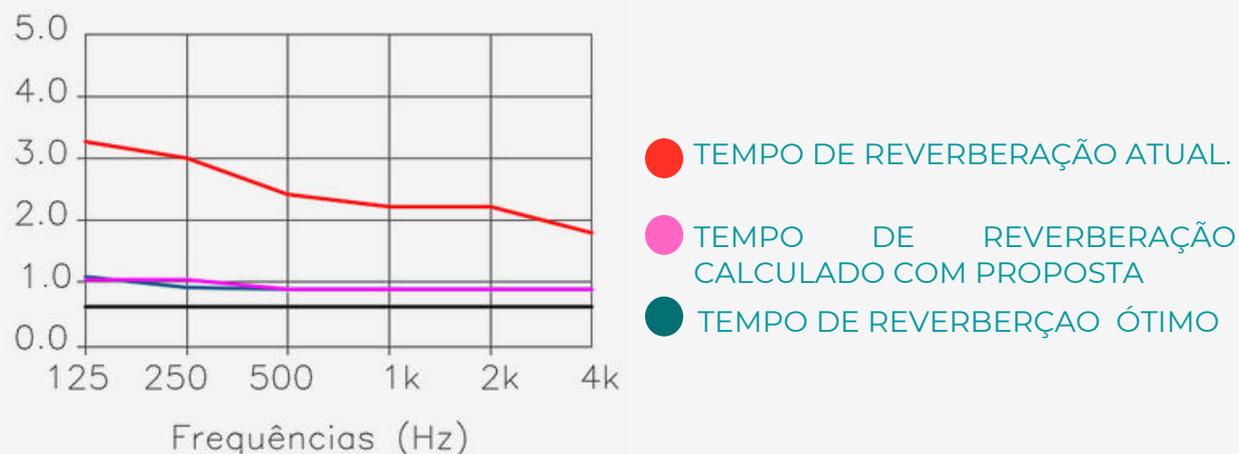
A partir de todas as mudanças realizadas foi possível chegar a um resultado o mais próximo possível do Tempo de Reverberação Ótimo como é possível observar na tabela 07 a seguir:

Tabela 07: TR Proposta. Sala 01

Frequência	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
TR ÓTIMO	1,184s	0,912s	0,8s	0,8s	0,8s	0,8s
TR CÁLCULADO	1,1s	1,1s	0,8s	0,8s	0,8s	0,8s

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 01: TR Proposta. Sala 01



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 08: Materiais e área utilizadas na SALA 01:

SUPERFÍCIE	ÁREA	MATERIAL	QUANTIDADE
PAREDES	43,0958m ²	REBOCO LISO	4 UNI
FORRO	18,34m ²	GESSO ACARTONADO	1 UNI
PISO	18,34m ²	PAVIFLEX	1 UNI
PAINEL HEXAGONAL	4,68m ²	ESPUMA ACÚSTICA HEXAGONAL PEQ 30C	72 UNI
PORTA	2,18m ²	MADEIRA	1 UNI
ESTANTES	4,6m ²	CHAPA DE AÇO	2 UNI
TATAME EVA	5,9m ²	EVA	1 UNI
CORTINA	1,59m ²	TECIDO	1 UNI
MESA	0,6m ²	MADEIRA	1 UNI
CADEIRA ACOCHOADA	–	–	1 UNI
AR CONDICIONADO	0,36m ²	PLÁSTICO	1 UNI
VIOLÃO	–	MADEIRA	1 UNI
TECLADO	–	PLÁSTICO	1 UNI
PLACAS DE GESSO	5,639m ²	GESSO ACARTONADO	1 UNI
CORTINA PLACAS DE GESSO	3,8397m ²	TECIDO	1 UNI
NUVEM ACÚSTICA TRISOFT	3,768m ²	LA DE PET REVESTIDA COM FELTRO DE PET REDONDA	2 UNI

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2. SALA 02:

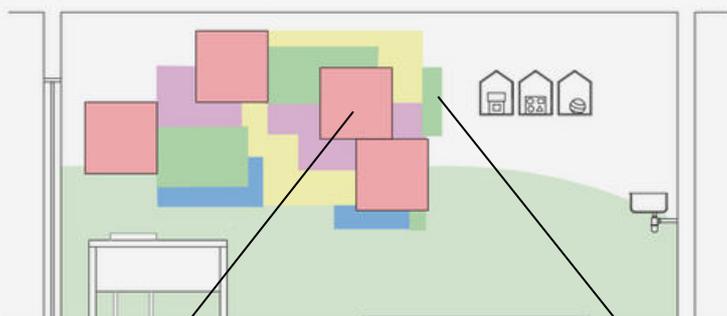
Já, para a segunda sala, foi levado em conta que a sala foi construída mais recentemente e que ela fica inserida em um complexo onde todas as salas são iguais. Ela sofre majoritariamente com ruídos residuais principalmente vindo dos ar condicionados. Embora tenha problemas quanto ao isolamento isso não se dá através de suas aberturas uma vez que o ruído vindo dos corredores dificilmente era escutado dentro da sala fazendo com que seu problema principal fosse reverberação. Além disso, a sala recentemente passou a ter um novo uso, como dito anteriormente, o da terapia para crianças especiais, geralmente em grupo de 2-5 crianças, sendo assim, o projeto também considera a palavra falada para o TR ótimo. Importante entender que o projeto também adequou o layout a ambos os seus usos.

ISOLAMENTO ACÚSTICO:

Pensando no isolamento da sala, foi pensado na possibilidade de vazamento do som através das frestas da porta - uma vez que essa seria sua partição mais fraca - Sendo assim, foi proposto a substituição de sua porta por uma porta acústica devidamente vedada. Essa sugestão também pode ser substituída simplesmente pela inserção de veda-portas, mais simples e fácil de ser aplicado.

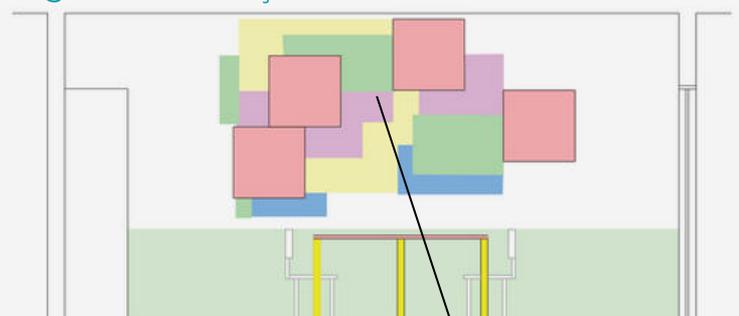
Além disso, foram propostas placas acústicas nas paredes que fazem fronteiras com outras com o objetivo de absorver o som e diminuir os impactos eventuais para outras salas além de atuarem contra a reverberação da sala auxiliando no condicionamento também;

Figura 46: Elevação: Placas acústicas Sala 02



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 47: Elevação: Placas acústicas Sala 02



Fonte: Elaborado pelo autor.



PLACAS ACÚSTICAS:
ESPUMA ACÚSTICA LISA
SONIQUE CLASSIC

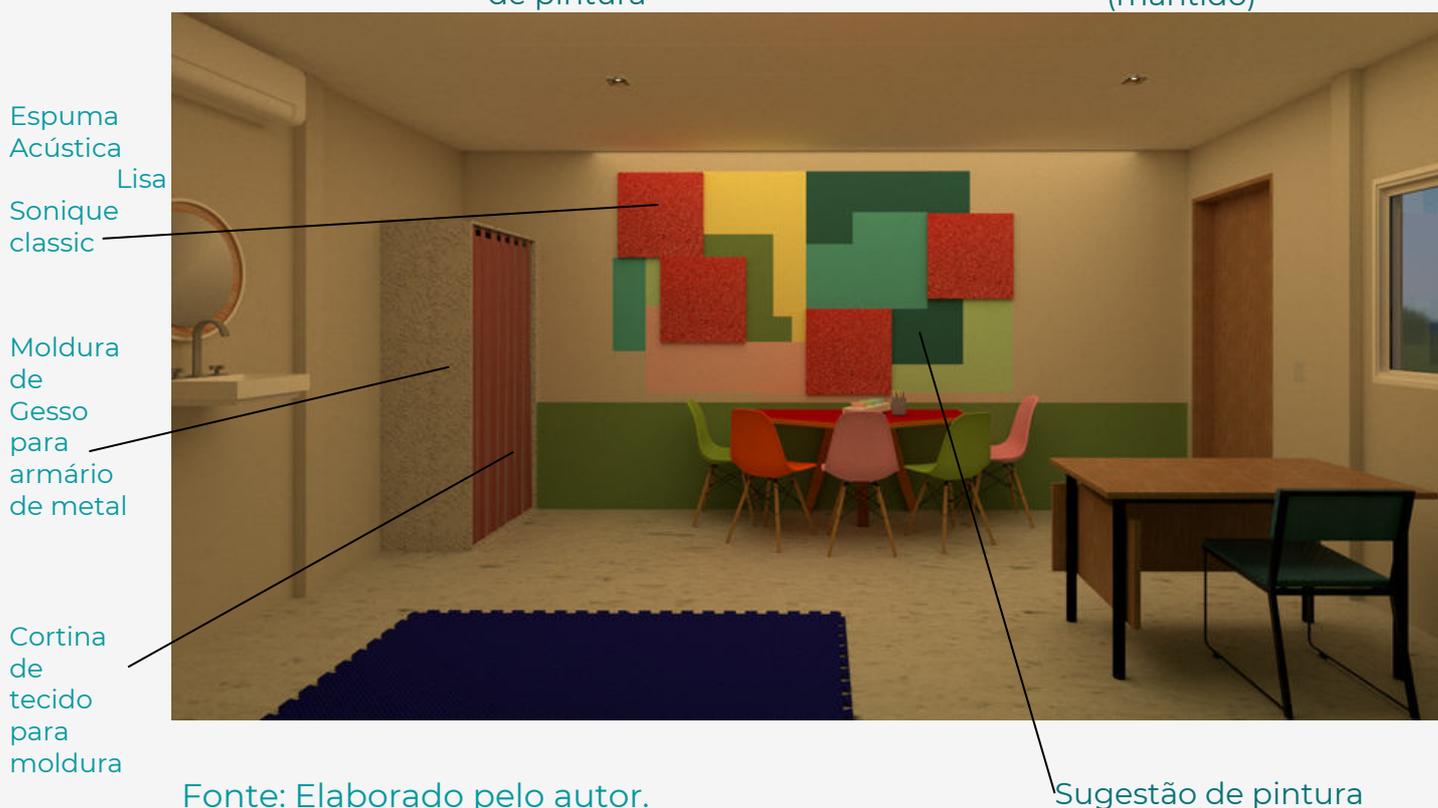
Sugestão de
pintura seguindo
formato das placas

Sugestão de
pintura seguindo
formato das placas

CONDICIONAMENTO ACÚSTICO:

Pensando no condicionamento; a partir da caracterização foi possível perceber que a maioria dos materiais utilizados no ambiente eram bastante reverberantes. Pensando nisso foi proposto uma mudança no mobiliário que foi suficiente para atingir um tempo de reverberação adequado para o uso sem haver uma necessidade de mudança no forro. O Tatame de EVA foi mantido, porém as cadeiras foram trocadas por superfícies mais macias além da moldura de gesso para o armário de metal como visto na primeira sala;

Figuras 48 e 49: Elevação: Placas acústicas Sala 02



Fonte: Elaborado pelo autor.

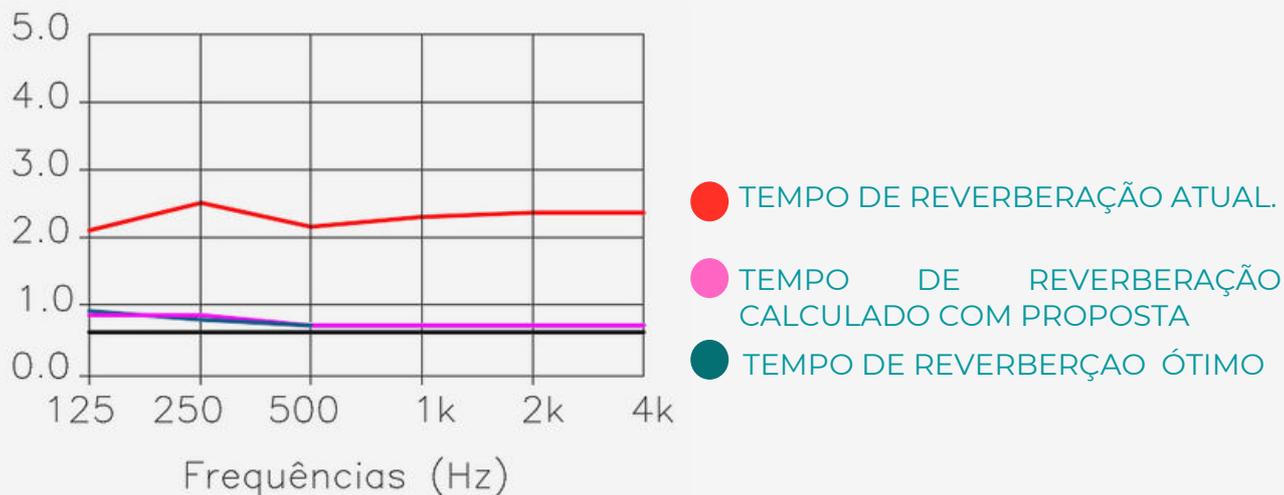


A partir de todas as mudanças realizadas foi possível chegar a um resultado o mais próximo possível do Tempo de Reverberação Ótimo como é possível ver na tabela 09 a seguir:

Tabela 09: TR Proposta. Sala 02:

Frequência	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
TR ÓTIMO	0,88s	0,684s	0,6s	0,6s	0,6s	0,6s
TR CÁLCULADO	0,8s	0,8s	0,6s	0,6s	0,6s	0,6s

Gráfico 01: TR Proposta. Sala 01



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10: Materiais e área utilizadas na SALA 02:

SUPERFÍCIE	ÁREA	MATERIAL	QUANTIDADE
PAREDES	35,68m ²	ALVERNARIA	4 UNI
FORRO	15,97m ²	PVC	1 UNI
PISO	16,22m ²	PAVIFLEX	-
AR CONDICIONADO	0,36m ²	PLÁSTICO	1 UNI
PORTA	2,01m ²	MADEIRA	1 UNI
TATAME EVA	1,9m ²	EVA	1 UNI
JANELA	0,85m ²	PVC	1 UNI
MESA	0,87m	MADEIRA	1 UNI
CADEIRA ACDCHOADA	-	-	6 UNI
ARMÁRIO	4,50m ²	AÇO	1 UNI
MESA ESCOLAR	0,9m ²	MADEIRA	1 UNI
PRATELEIRA	0,41m ²	MADEIRA	1 UNI
PLACAS ACÓSTICAS	6,25m ²	POLIURETANO SONIQUE CLASSIC COM PINTURA	8 UNI
ESPELHO	0,35m ²	VIDRO	1 UNI

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando as propostas da Sala 01 e a Sala 02 é possível perceber que ambas alcançaram os objetivos o mais próximo do esperado possível, mesmo com a diferença entre os materiais utilizados, provando que é possível chegar a um bom resultado sem necessidade de materiais muito caros, basta apenas escolher os materiais certos para cada determinado uso.

5. CONCLUSÃO:

A presente pesquisa tinha por objetivo geral avaliar e propor soluções de tratamento acústico nas salas de musicoterapia do Instituto dos Cegos Adalgisa Cunha - ICPAC:

Para cumprir esse objetivo o trabalho passa por diversas etapas, desde o estudo de um aporte teórico capaz de embasar as informações trazidas aqui, até uma série de avaliações físicas e quantitativas de ambas as salas para finalmente trazer uma proposta.

De acordo com o diagnóstico foi possível identificar os problemas de Isolamento e Condicionamento acústico pois os valores colhidos ultrapassavam os valores preconizados na norma NBR 10.151, sobretudo para seu uso. Além disso os ambientes também são muito reverberantes, com muitas superfícies refletivas e poucas superfícies absorventes o que aumenta o Tempo de Reverberação (TR) das salas, que já estão bem elevados em relação ao Tempo de Reverberação considerado Ótimo para suas atividades.

E por fim; durante todo o processo do projeto foi tido cuidado com a escolha dos materiais tratando-se de um projeto para uma ONG devido a sua necessidade de ter uma viabilidade financeira visando também trazer estratégias de minar os impactos causados pelo ruído de forma mais fácil e rápida. Portanto, o trabalho cumpre seu objetivo e abre portas para futuros trabalhos a serem realizados no instituto.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12179. Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro, 1992.

BISTAFA, Sylvio R.- Acústica aplicada ao controle do ruído- São Paulo: Edgard Blücher, 2006

BRANDALISE, André. Approach “Brandalise” de Musicoterapia (Carta de canções). Revista Brasileira de Musicoterapia, 4, 1998.

ISO 16.283. Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Airborne sound insulation. Switzerland, 2014.

ISO 3832. Acoustics — Measurement of room acoustic parameters – Part 2: Reverberation time in ordinary rooms. Switzerland, 2008.

KLAVDIANOS, D. A. M - Manual pro acústica de acústica básica, São Paulo, 2019

KOWALTOWSKI, D. Arquitetura Escolar. São Paulo: Oficina de Textos. 2011

ROCHA, L DE S. Acústica e educação em música: estudo qualitativo para sala de ensaio e prática instrumento e canto. 2010. Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná.

SCHIMID, Aloisio L. A ideia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído. 2005. Universidade Federal do Paraná. Publicado em: <<https://www.researchgate.net/publication/283318289>> acesso em: <02/06/22>

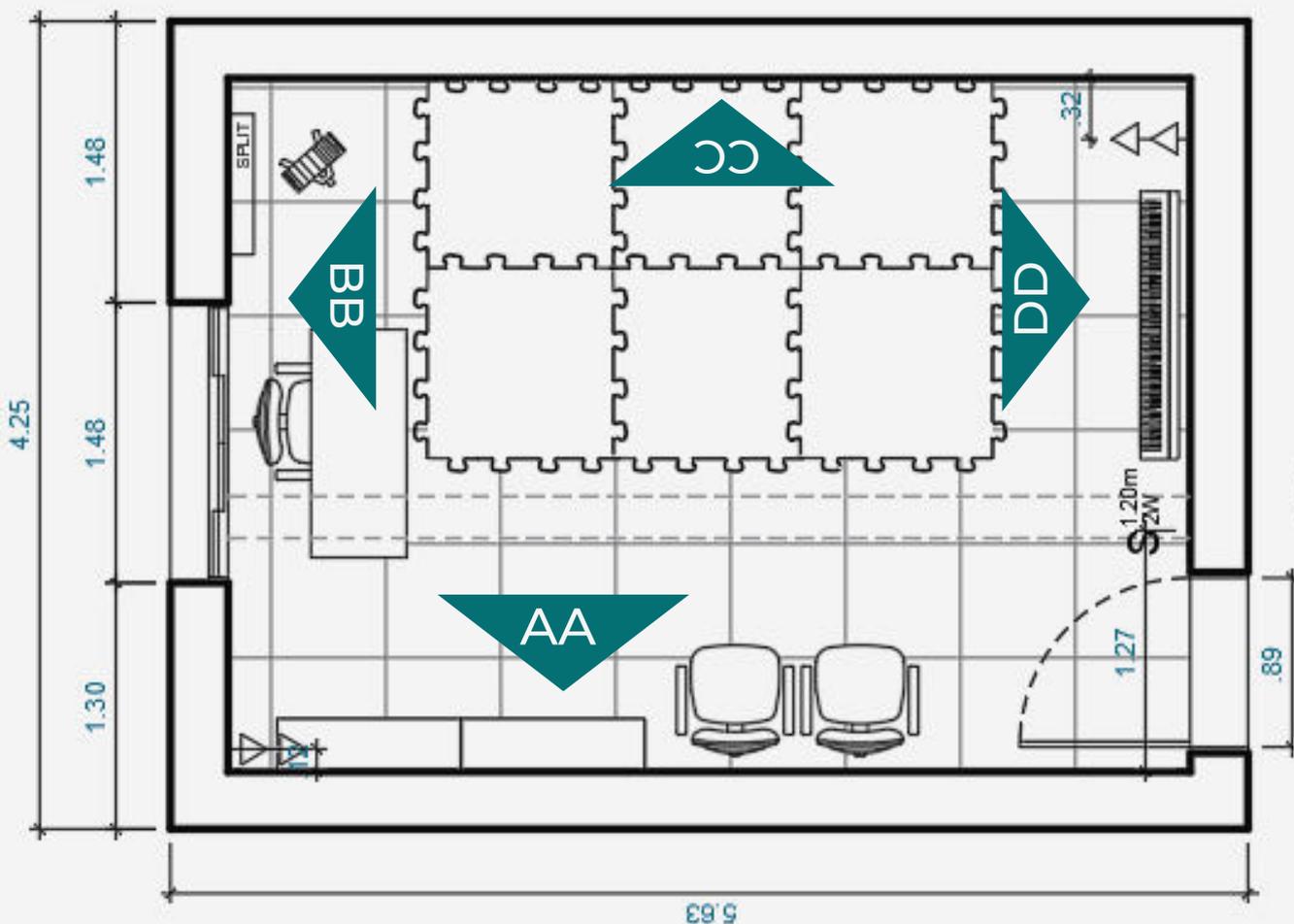
SOUZA, M. H. Qualidade Acústica em Salas de ensino de música: Parâmetros acústicos preferenciais na opinião de professores de música. 2012.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná

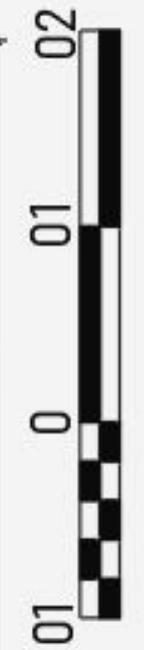
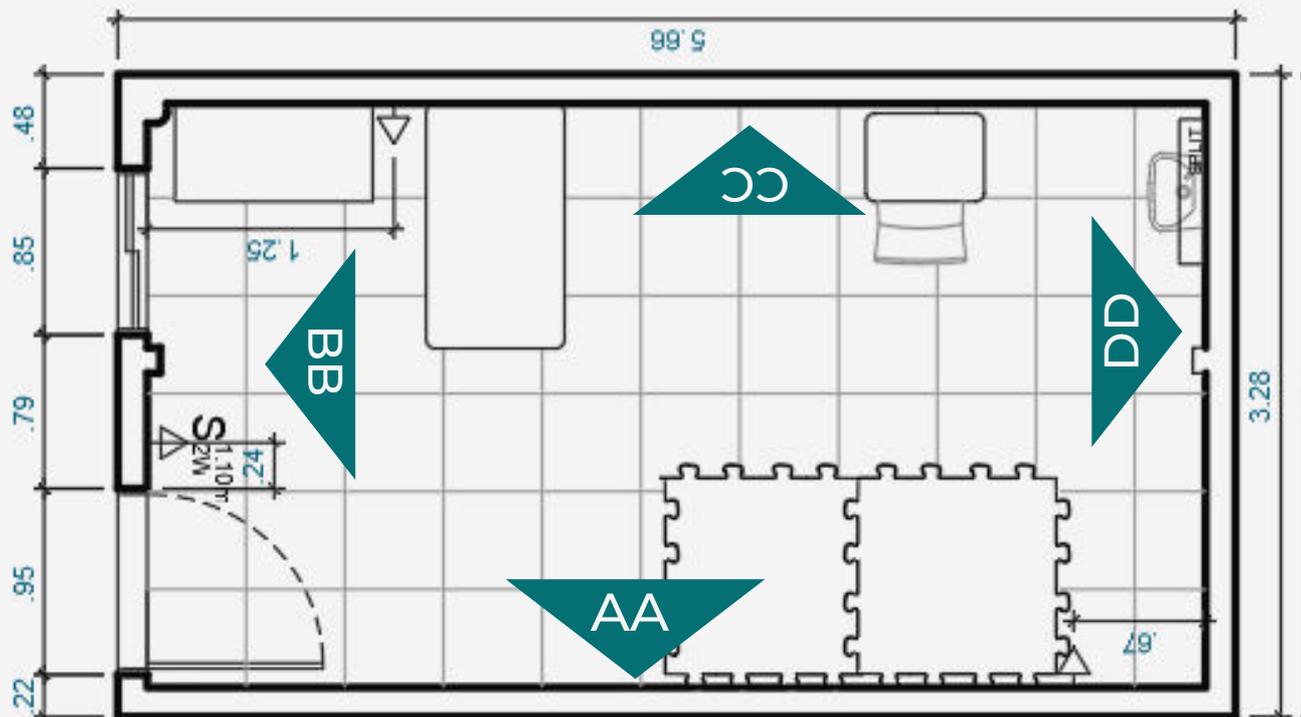
SOUZA, ALMEIDA e BRAGAÇA. Bê-á-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a Arquitetura. São Carlos: EdUFSCar, 2013.

7. APENDICE:

Salas 01 e 02 – Plantas Baixas atuais

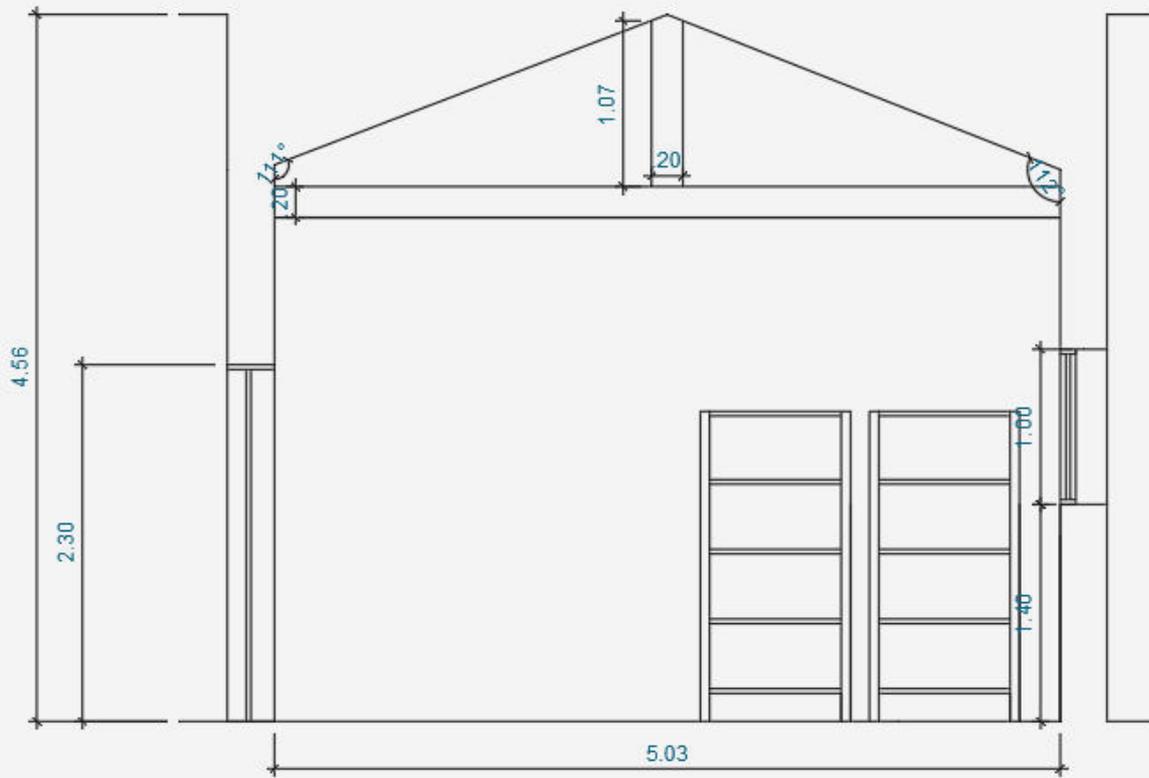


PLANTA BAIXA I SALA 01



PLANTA BAIXA SITUAÇÃO ATUAL I SALA 02

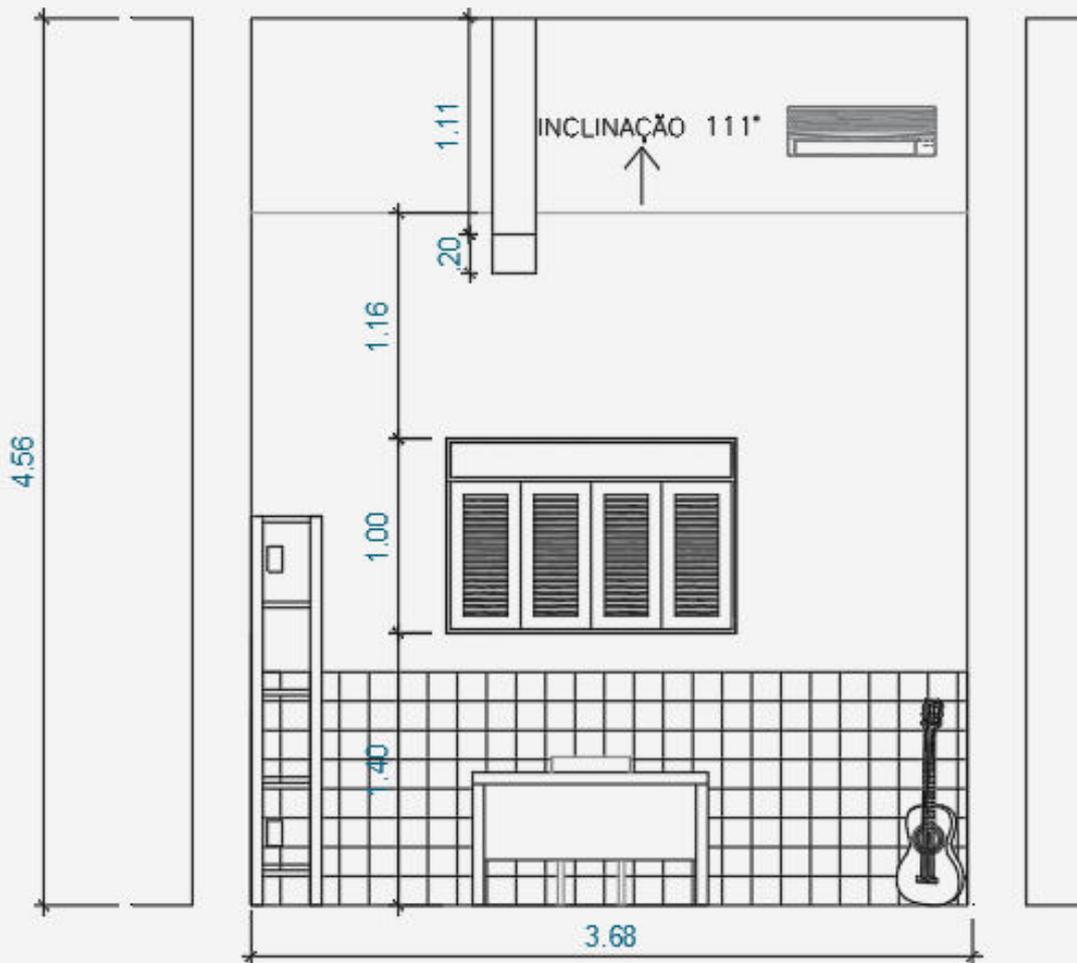
Salas 01 – Levantamento Vistas



01 0 01



ELEVAÇÃO AA | SALA 01 ATUAL

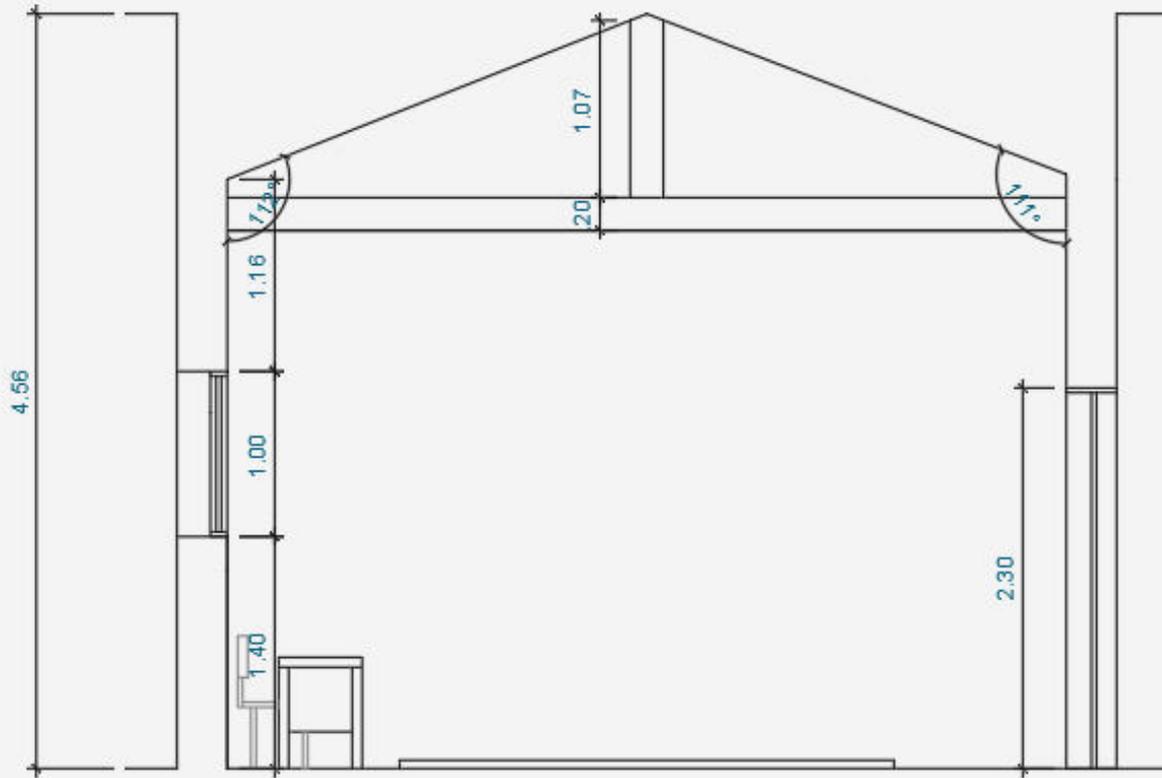


01



ELEVAÇÃO BB | SALA 01 ATUAL

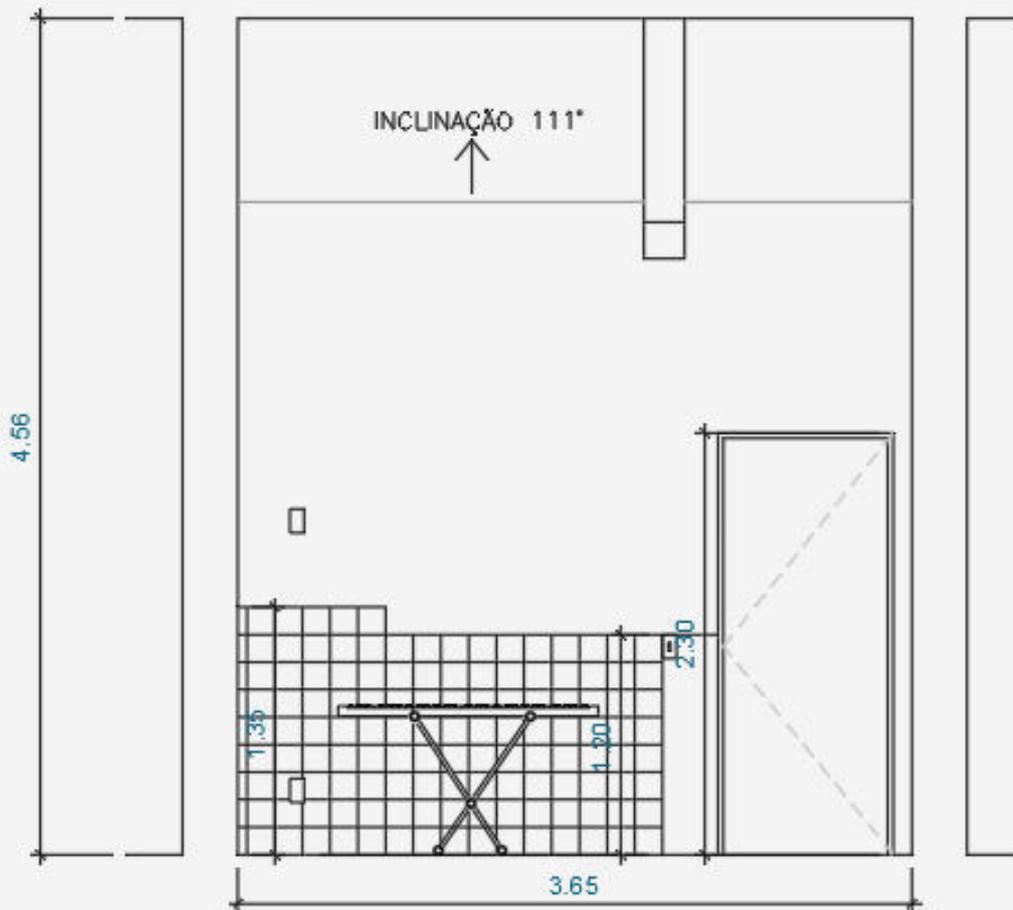
Salas 01 – Levantamento Vistas



01 0 01



ELEVAÇÃO CC I SALA 01 ATUAL

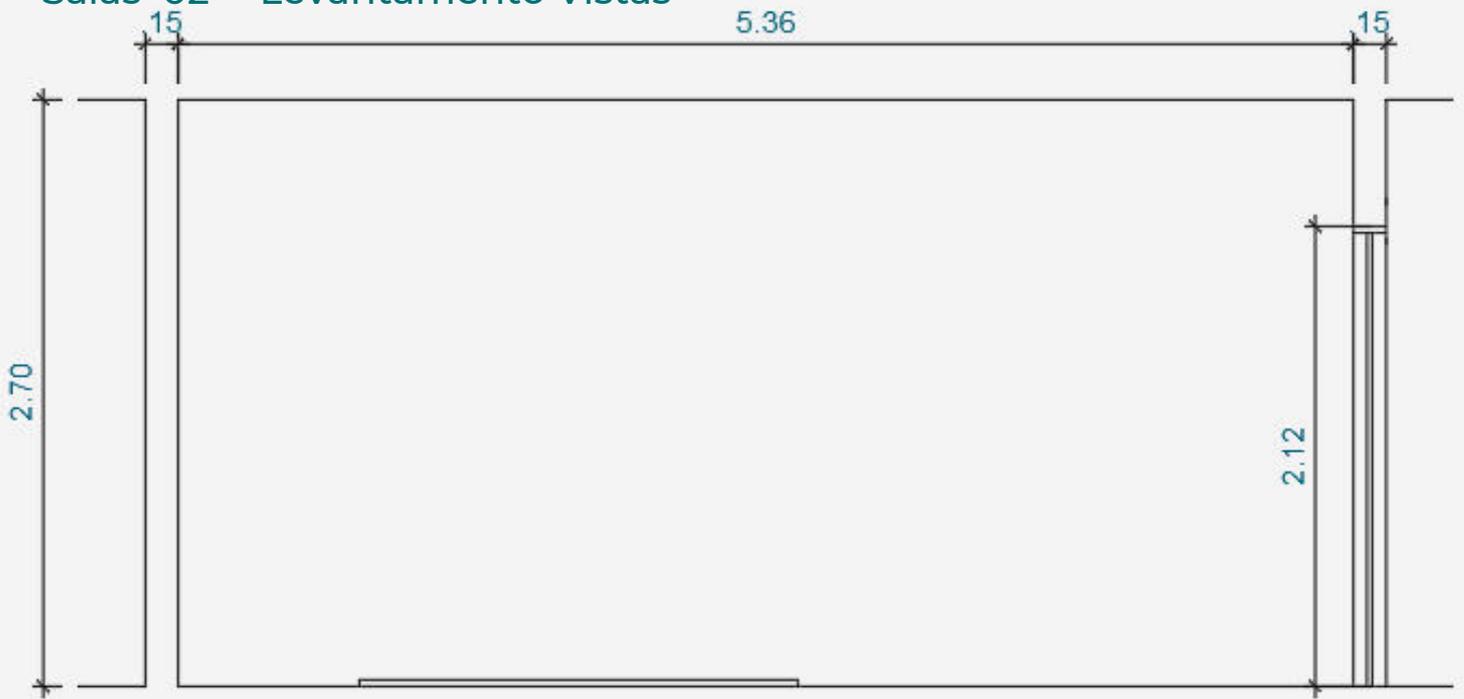


01 0 01



ELEVAÇÃO DD I SALA 01 ATUAL

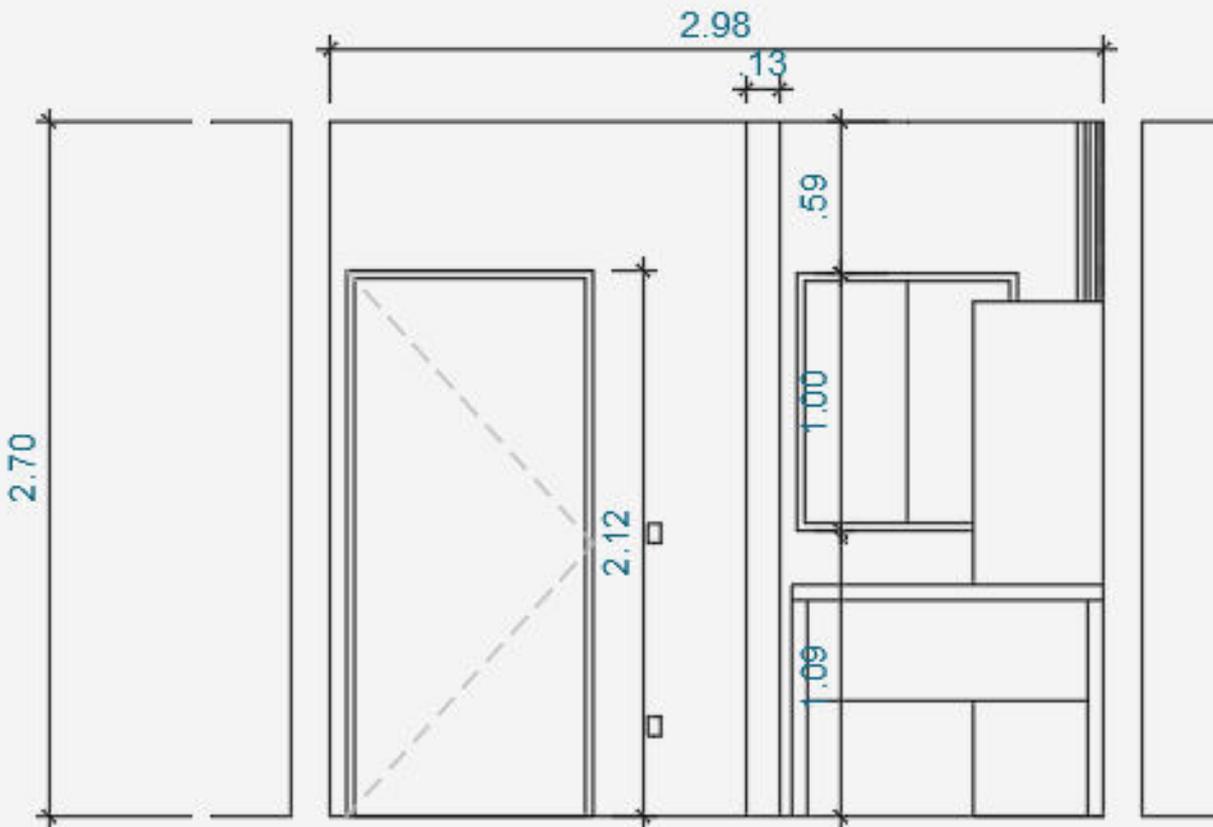
Salas 02 – Levantamento Vistas



01 0 01



ELEVAÇÃO AA | SALA 02 ATUAL

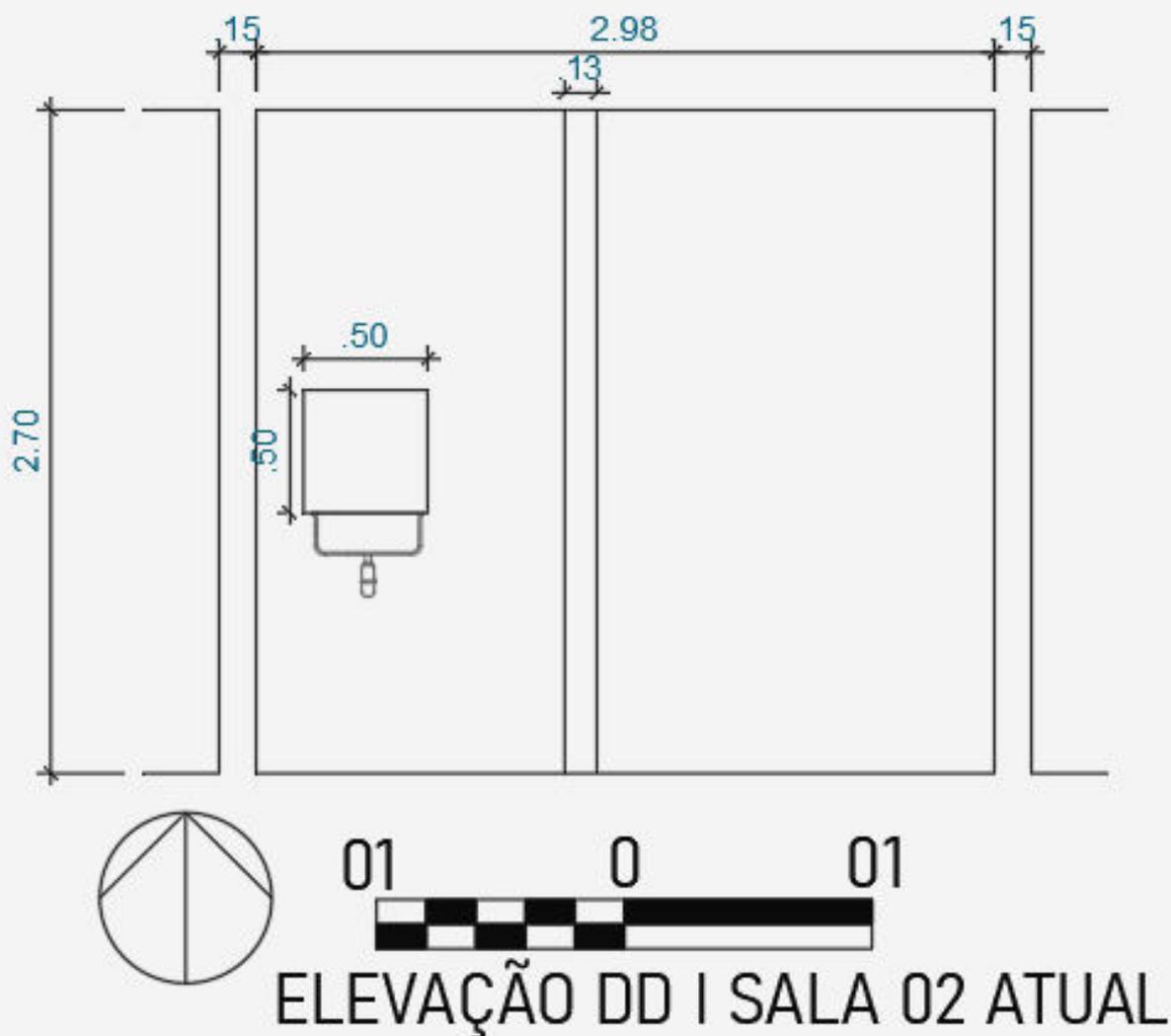
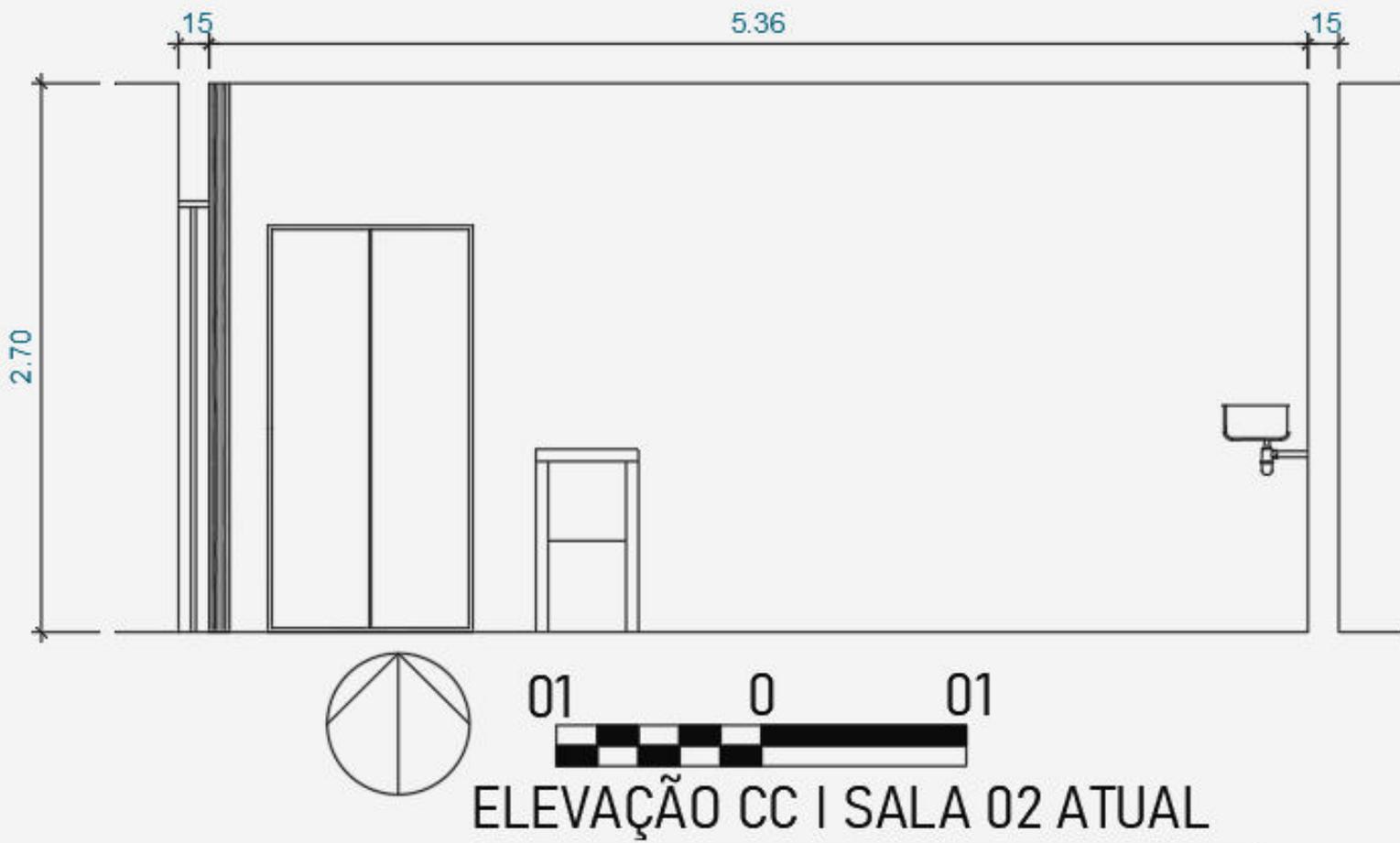


01 0 01

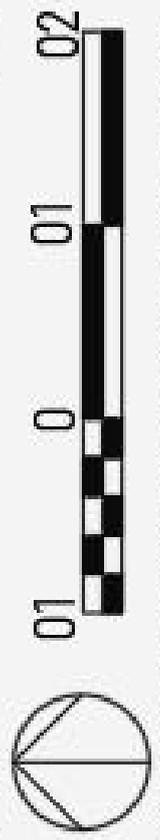
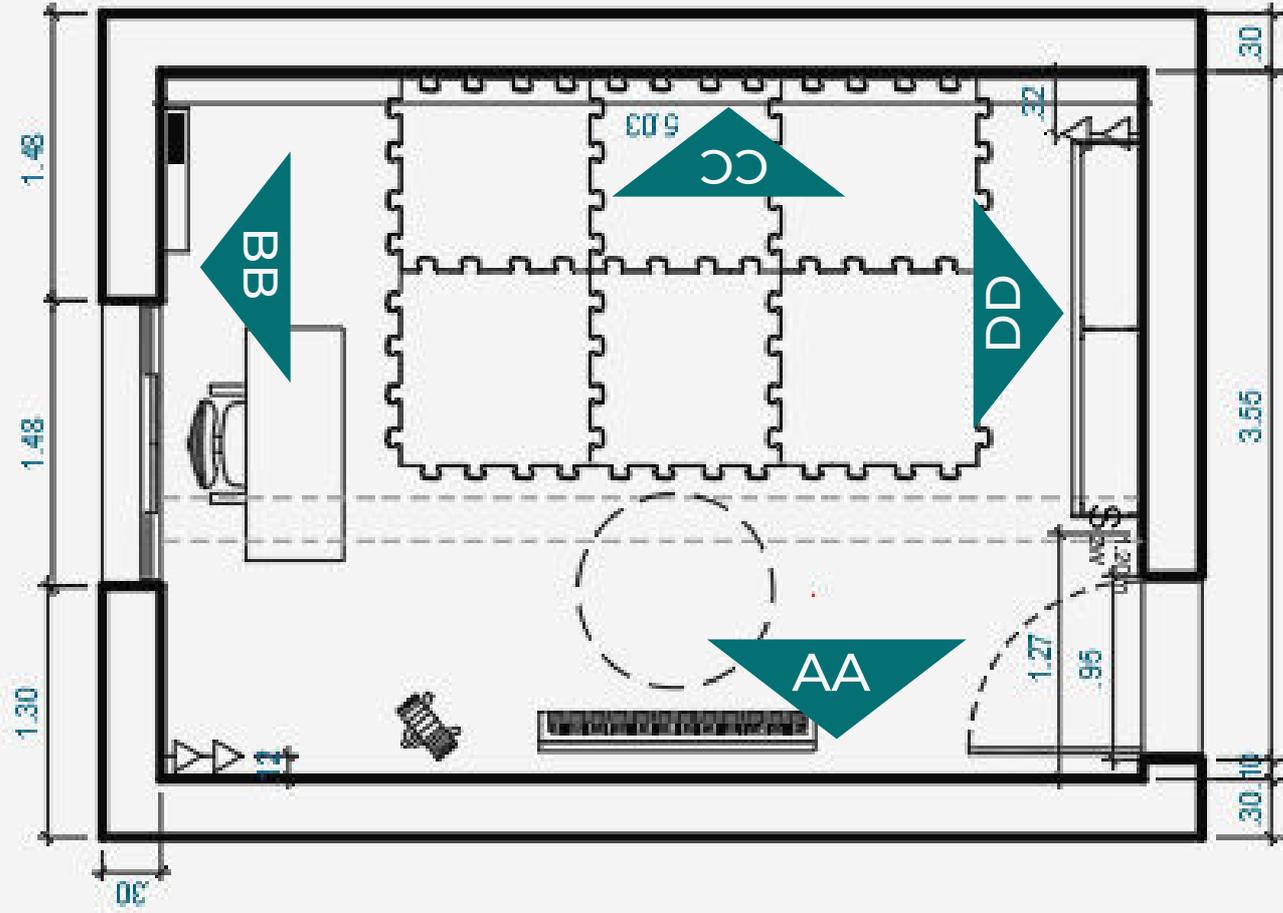


ELEVAÇÃO BB | SALA 02 ATUAL

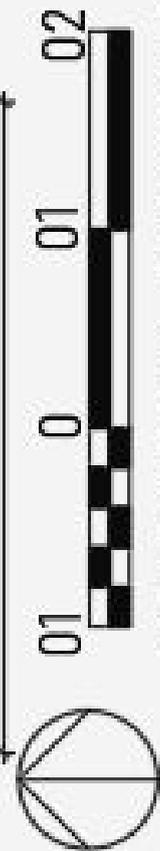
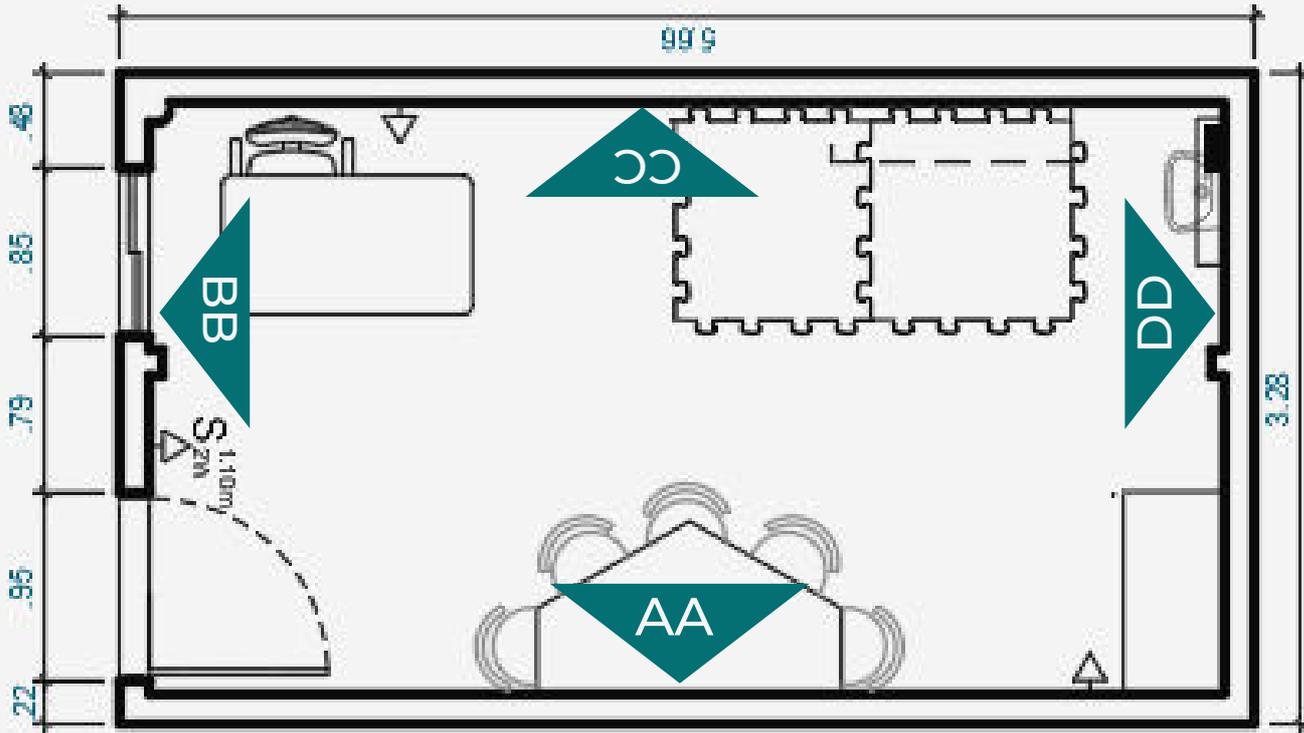
Salas 02 – Levantamento Vistas



Salas 01 e 02 – Plantas Baixas proposta:

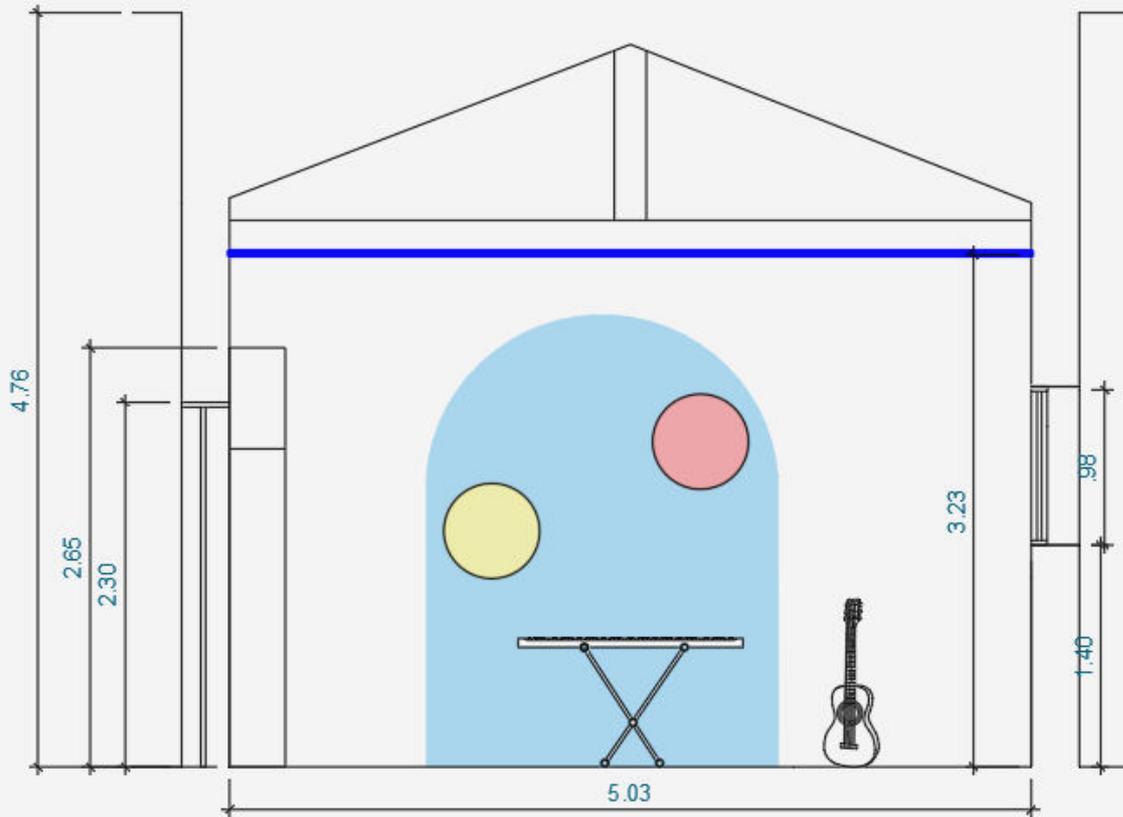


PLANTA BAIXA PROPOSTA | SALA 01

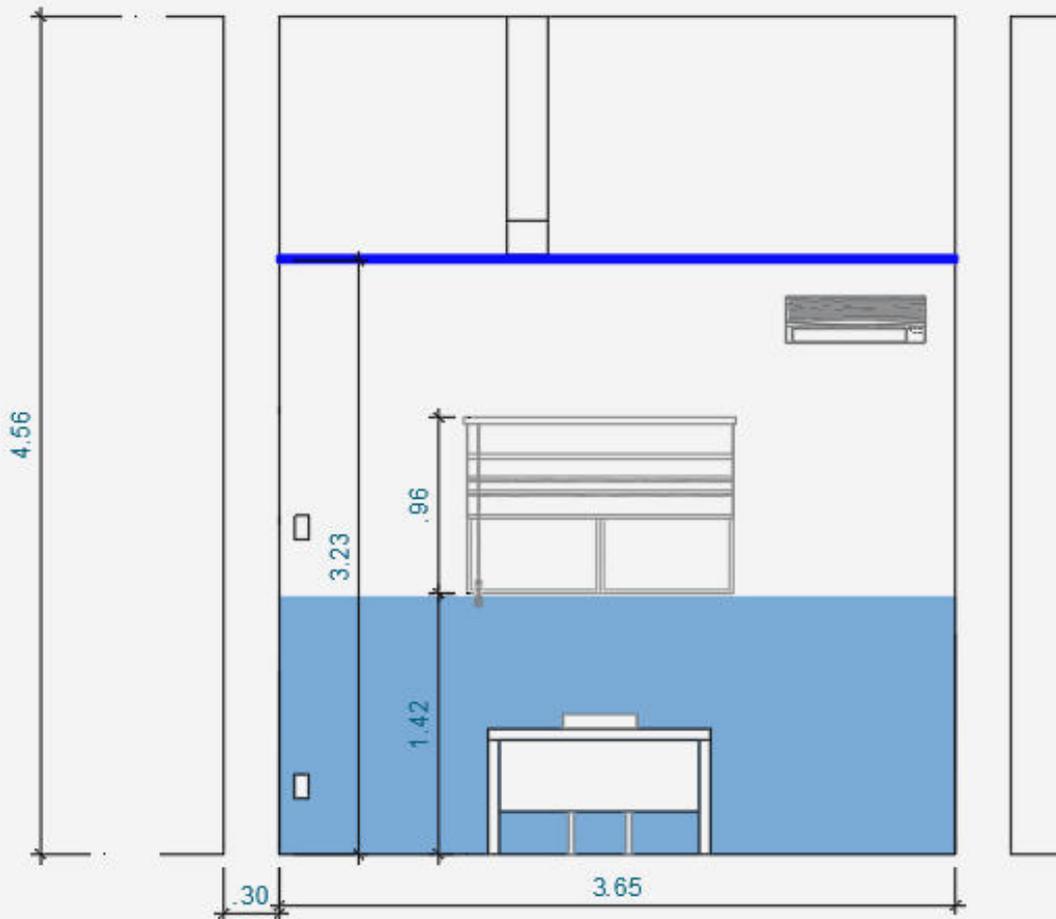


PLANTA BAIXA PROPOSTA | SALA 02

Salas 01 – Levantamento Vistas

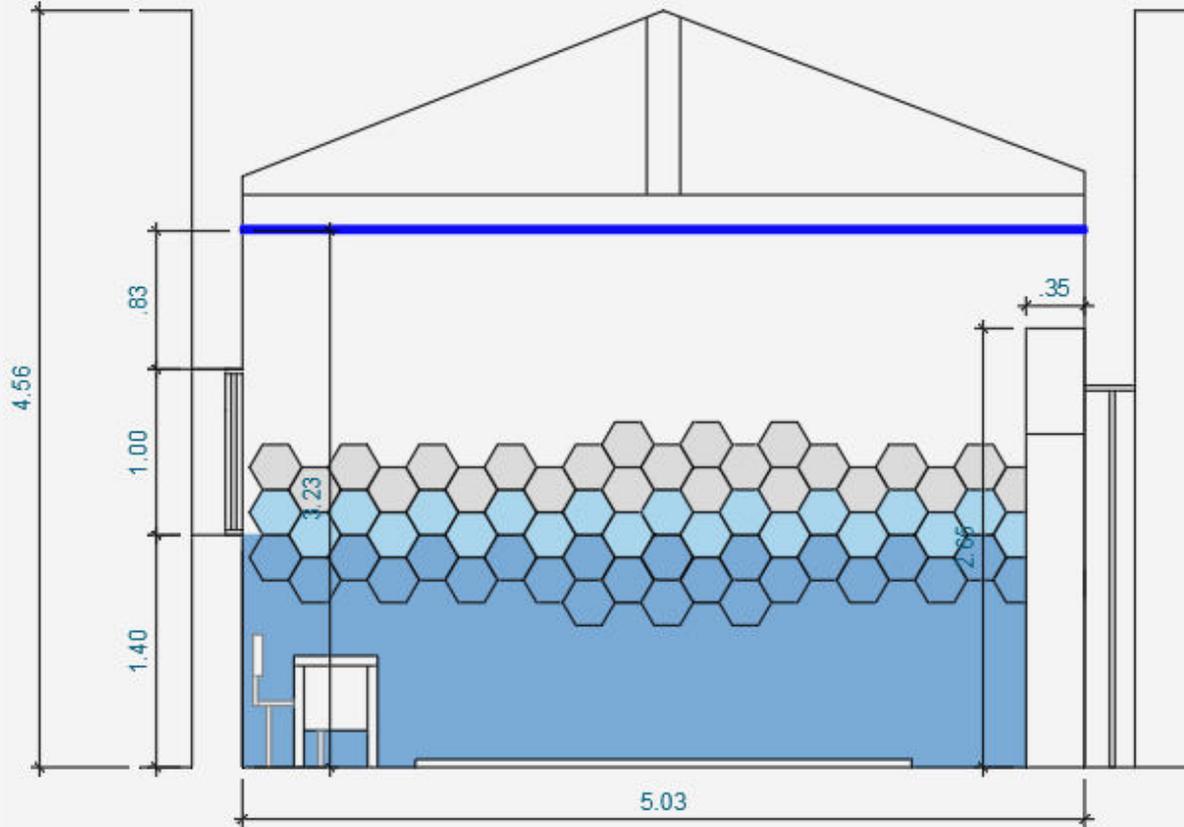


ELEVAÇÃO AA | SALA 01 PROPOSTA

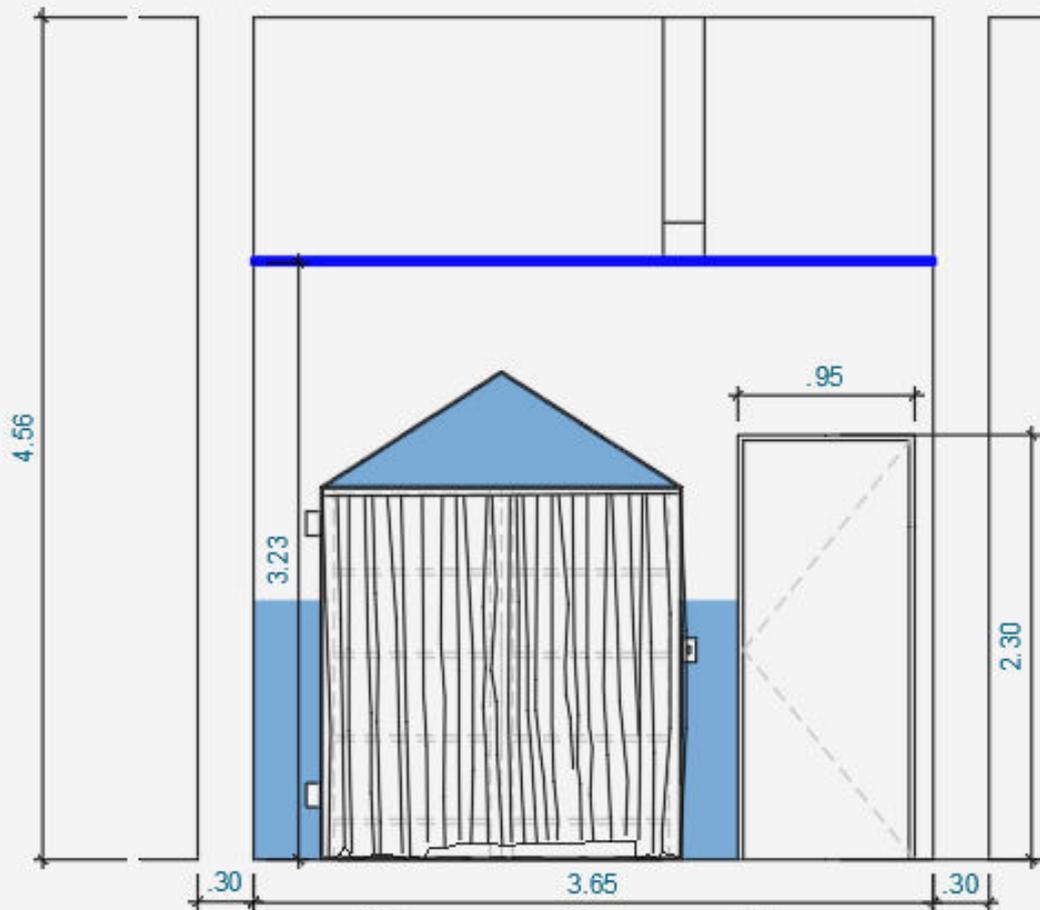


ELEVAÇÃO BB | SALA 01 PROPOSTA

Salas 01 – Levantamento Vistas

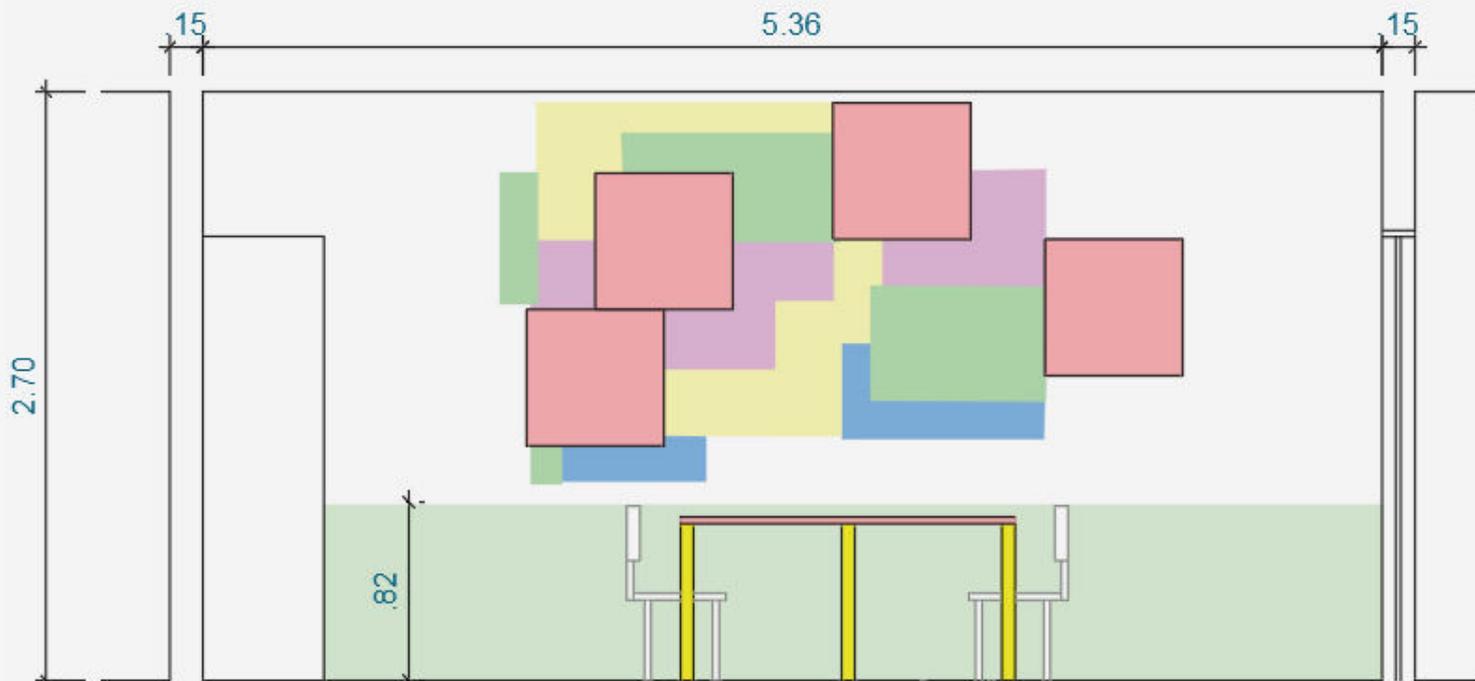


ELEVAÇÃO CC I SALA 01 PROPOSTA



ELEVAÇÃO BB I SALA 01 PROPOSTA

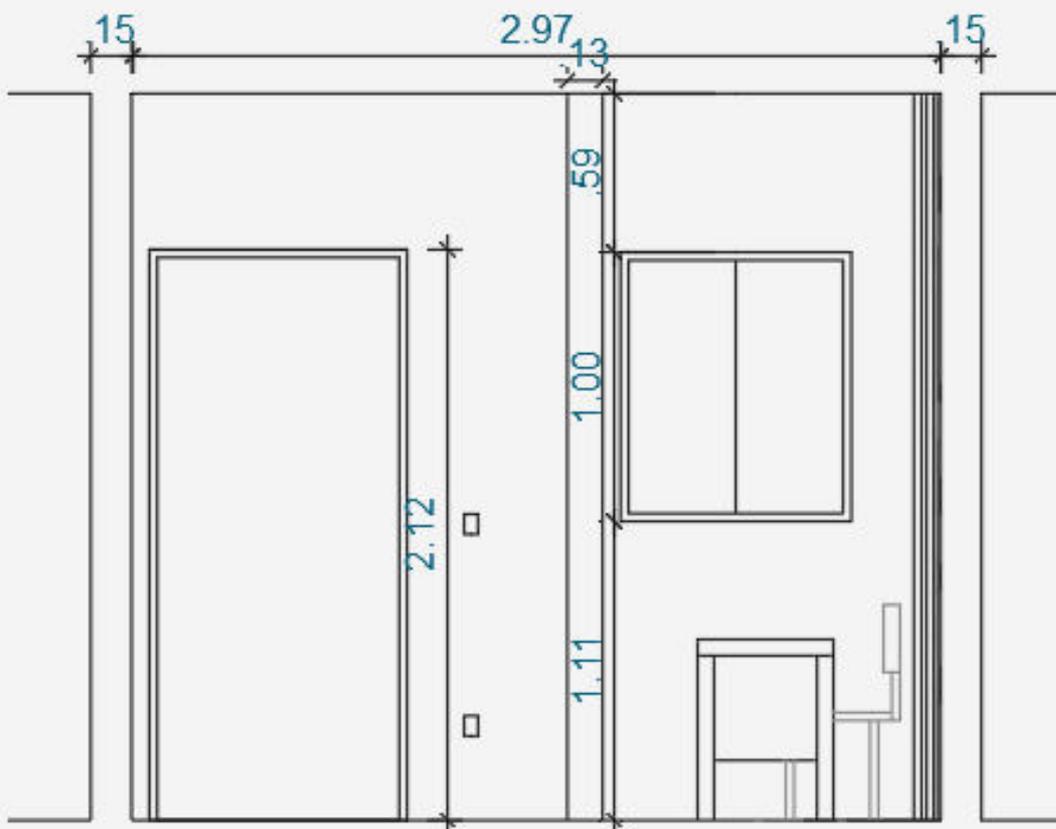
Salas 02 – Levantamento Vistas



01 0 01



ELEVAÇÃO AA I SALA 02 ATUAL

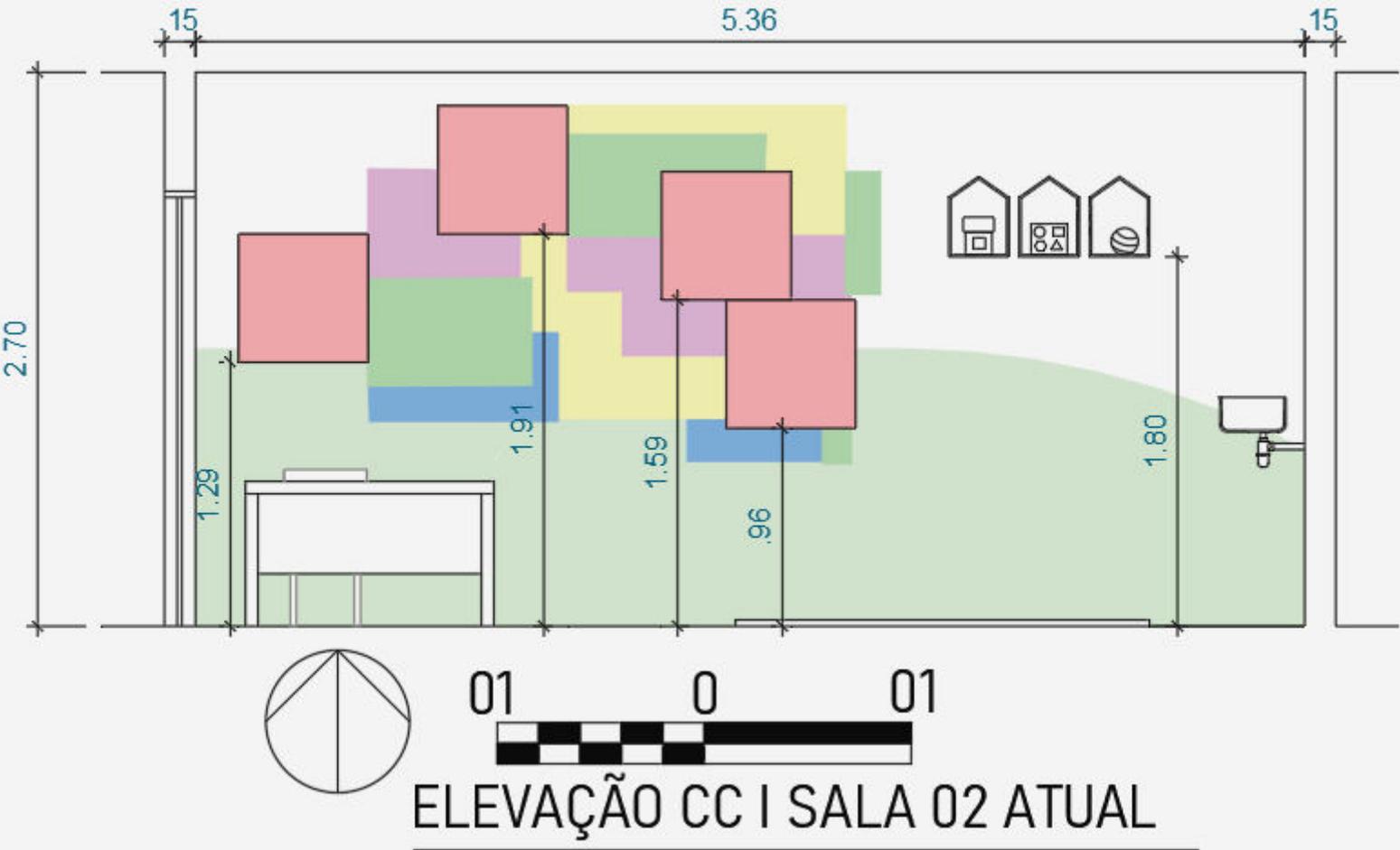


01 0 01

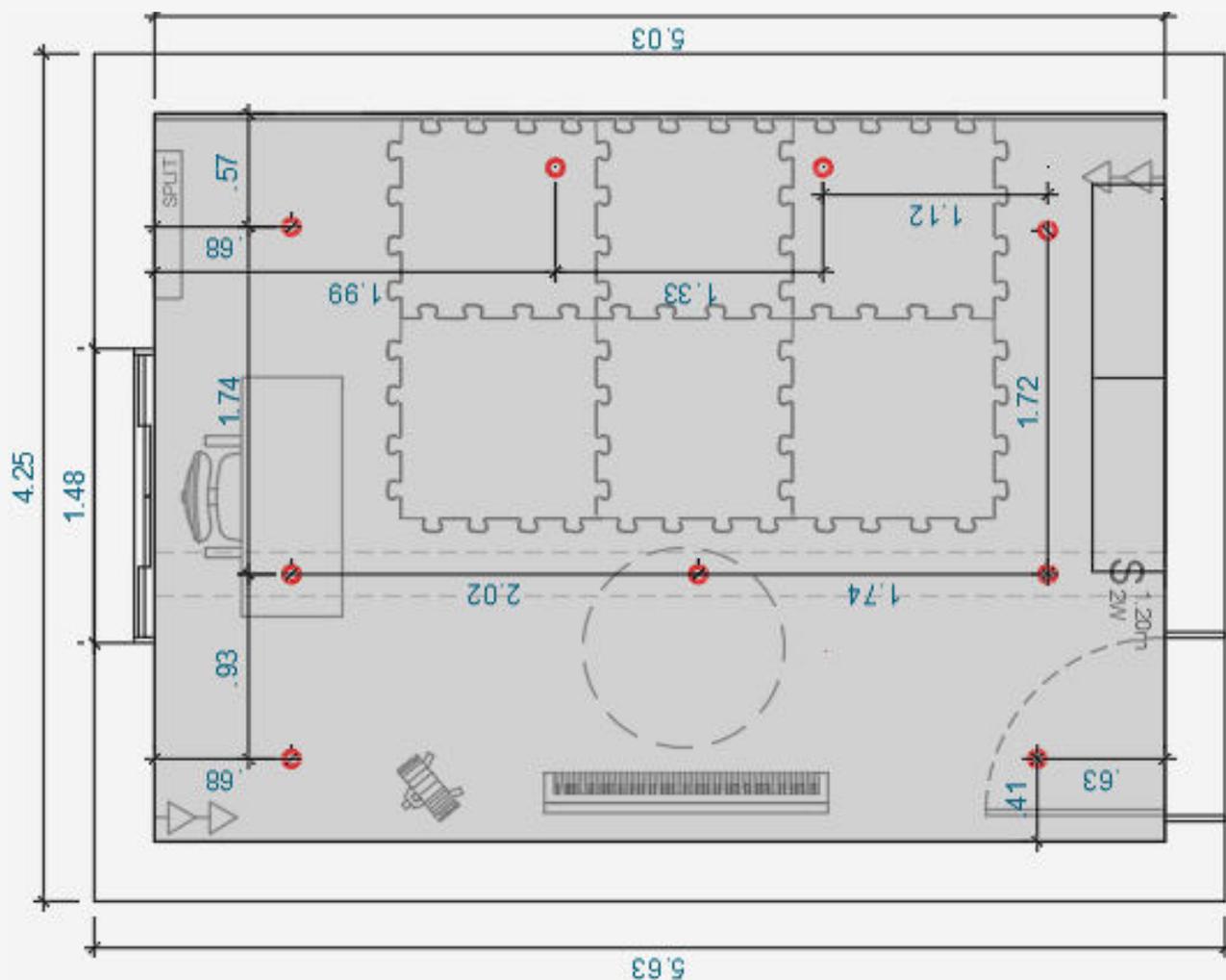


ELEVAÇÃO BB I SALA 02 ATUAL

Salas 02 – Levantamento Vistas



Sala 01- Planta de Forro proposto



PLANTA BAIXA FORRO | SALA 01

LEGENDA

○	Spot de embutir
	Forro de Gesso Acartonado 12,5mm

Sala 01- Quadro de Materiais:

SUPERFÍCIE	ÁREA	MATERIAL	QUANTIDADE
PAREDES	43,0958m ²	REBOCO LISO	4 UNI
FORRO	18,34m ²	GESSO ACARTONADO	1 UNI
PISO	18,34m ²	PAVIFLEX	1 UNI
PAINEL HEXAGONAL	4,68m ²	ESPUMA ACÚSTICA HEXAGONAL PEQ 30C	72 UNI
PORTA	2,18m ²	MADEIRA	1 UNI
ESTANTES	4,6m ²	CHAPA DE AÇO	2 UNI
TATAME EVA	5,9m ²	EVA	1 UNI
CORTINA	1,59m ²	TECIDO	1 UNI
MESA	0,6m ²	MADEIRA	1 UNI
CADEIRA ACOCHOADA	-	-	1 UNI
AR CONDICIONADO	0,36m ²	PLÁSTICO	1 UNI
VIOLÃO	-	MADEIRA	1 UNI
TECLADO	-	PLÁSTICO	1 UNI
PLACAS DE GESSO	5,639m ²	GESSO ACARTONADO	1 UNI
CORTINA PLACAS DE GESSO	3,8397m ²	TECIDO	1 UNI
NUVEM ACÚSTICA TRISOFT	3,768m ²	LA DE PET REVESTIDA COM FELTRO DE PET REDONDA	2 UNI

Sala 02- Quadro de Materiais:

SUPERFÍCIE	ÁREA	MATERIAL	QUANTIDADE
PAREDES	35,68m ²	ALVERNARIA	4 UNI
FORRO	15,97m ²	PVC	1 UNI
PISO	16,22m ²	PAVIFLEX	-
AR CONDICIONADO	0,36m ²	PLÁSTICO	1 UNI
PORTA	2,01m ²	MADEIRA	1 UNI
TATAME EVA	1,9m ²	EVA	1 UNI
JANELA	0,85m ²	PVC	1 UNI
MESA	0,87m	MADEIRA	1 UNI
CADEIRA ACOCHOADA	-	-	6 UNI
ARMÁRIO	4,50m ²	AÇO	1 UNI
MESA ESCOLAR	0,9m ²	MADEIRA	1 UNI
PRATELEIRA	0,41m ²	MADEIRA	1 UNI
PLACAS ACÚSTICAS	6,25m ²	POLIURETANO SONIQUE CLASSIC COM PINTURA	8 UNI
ESPELHO	0,35m ²	VIDRO	1 UNI

Sala 01- Maquete 3d:



Sala 01- Maquete 3d:



Sala 02- Maquete 3d:



Sala 02- Maquete 3d:

